



HAL
open science

Économie politique internationale des négociations climat et prise en compte des coûts d'atténuation et d'adaptation

Constantin Ilasca

► **To cite this version:**

Constantin Ilasca. Économie politique internationale des négociations climat et prise en compte des coûts d'atténuation et d'adaptation. Economies et finances. Université Grenoble Alpes, 2016. Français. NNT : 2016GREAE008 . tel-01266931v2

HAL Id: tel-01266931

<https://hal.univ-grenoble-alpes.fr/tel-01266931v2>

Submitted on 9 Feb 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE LA COMMUNAUTÉ UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES

Spécialité : **Sciences économiques**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

Constantin ILASCA

Thèse dirigée par **Patrick CRIQUI**

préparée au sein du **Laboratoire PACTE (Politiques publiques,
Action politique, Territoire)**
dans l'**École Doctorale de Sciences économiques (ED n° 300)**

Économie politique internationale des négociations climat et prise en compte des coûts d'atténuation et d'adaptation

Thèse soutenue publiquement le **27 janvier 2016**,
devant le jury composé de :

M. Patrick CRIQUI

Directeur de Recherche CNRS, Université Grenoble-Alpes (Directeur de thèse)

M. Michel DAMIAN

Professeur des universités, Université Grenoble-Alpes (Président de Jury)

M. Roland DANNREUTHER

Professeur, Doyen de la Faculté de Sciences sociales et humaines, Université de
Westminster (Examinateur)

M. Jean-Charles HOURCADE

Directeur de Recherche CNRS, Directeur d'Études EHESS (Rapporteur)

M. Pierre-André JOUVET

Professeur des universités, Université Paris Ouest Nanterre La Défense
(Rapporteur)

M. Thomas SPENCER

Directeur de programme Climat, IDDRI (Examinateur)



Remerciements

Mes premiers remerciements vont aux membres du jury et notamment aux rapporteurs, qui ont accepté de lire ce long manuscrit et d'évaluer les résultats présentés dans ce travail. Cette thèse doit beaucoup aux intuitions et à la direction exigeante de Patrick Criqui, dont les corrections pertinentes ont modelé successivement ce travail. Je lui dois également le goût pour la recherche, qui, comme tout sens, s'apprend.

Les idées défendues et développées dans ce travail ont été alimentées, de près ou de loin, par les réflexions que j'ai pu entretenir avec l'équipe du laboratoire. Je tiens à remercier chaleureusement mes collègues du bout du couloir, Catherine, Philippe, Silvana, Cédric et Sadek, ainsi que Sylvain, qui m'ont entouré de leur amitié et m'ont fait bénéficier de leur expertise académique et personnelle. Je remercie Mehdi et Michel, qui m'ont enseigné, depuis le master, l'Économie politique internationale, ainsi que J.-C., avec qui j'ai partagé bien plus que son savoir sur le monde asiatique.

L'ambiance collégiale et chaleureuse m'a aidé à passer quelques très bonnes années (je n'ose pas donner leur nombre) au sein de l'équipe EDDEN. Je remercie Danièle R. et Céline qui se sont montrées particulièrement attentives envers moi, et également Danièle M.-A. et Éric. Je remercie l'ensemble des membres du laboratoire qui, sous la direction de Patrick, m'a offert des conditions de travail excellentes, ce qui m'a permis de mener ce travail à terme. Merci encore à mes plus jeunes et sympathiques collègues, Thanh, Wilfried et Randa, qui ont animé, non pas sans intérêt et enthousiasme, le quotidien de l'axe 206-207. Enfin, je remercie Claire avec qui j'ai pu partager, durant ces années, un large éventail d'idées et de préoccupations. Ma reconnaissance va également à Sandrine et Odile qui se sont montrées toujours disponibles vis-à-vis de mes requêtes impromptues.

L'université et la faculté n'entendent donner ni approbation, ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Résumé

Cette thèse traite de la coopération et de la gouvernance climat dans l'ère post Copenhague. Son objectif est de caractériser l'évolution du régime climatique, prenant appui sur les positions de l'Union européenne, la Chine et les États-Unis, qui peuvent être désignés, à la fois en tant que gros émetteurs, économies majeures et grandes puissances. Deux déterminants sont considérés structurants pour cette analyse : les coûts d'atténuation des émissions et les coûts d'adaptation. Le point de départ de notre thèse se trouve dans l'évolution polarisée du régime climatique. Le fait le plus marquant de cette « métamorphose » est le passage, en 2009, de l'approche *top-down* à une approche *bottom-up*.

Pour ce faire, nous mobilisons un cadre théorique hybride, qui comprend l'Économie politique internationale et l'économie du changement climatique. L'apport combiné de ces deux approches permet d'analyser la politique internationale du climat à travers l'économie de l'environnement et inversement, de renseigner l'incidence que ces relations peuvent avoir sur la logique économique. Nous proposons une approche spécifique de la coopération, basée sur la théorie du « k-groupe » de Duncan Snidal (1985).

Dans ce cadre coopératif minilatéral, la thèse que nous soutenons est qu'il est possible d'avoir un k-groupe pour le climat et que celui-ci peut avoir un effet bénéfique sur la mise en place du régime climat. Nous argumentons que ce groupe peut être considéré comme un « club of the relevant » et que, pour former un k-groupe, il est nécessaire que les pays constituent une « coalition of the willing ». Ce qui structure la capacité et la volonté de l'action, ce sont principalement les coûts que cela implique, coûts d'atténuation et d'adaptation. En même temps, l'engagement de ce groupe se base sur le conditionnement. Le dispositif incitatif est constitué par l'idée d'une coopération de plus en plus large, qui atténue le problème du passager clandestin.

Les résultats de recherche sont appréciés à la lumière de l'aboutissement de la COP 21. Si le k-groupe fonctionne, c'est que les trois pays décident d'aller de l'avant et acceptent d'endosser des coûts d'atténuation plus importants que les autres pays. Cet engagement collectif déclencherait un mouvement vertueux qui imposerait au régime climat un leadership partagé entre ces trois pays, ouvrant la voie aux autres. Si le k-groupe ne fonctionne pas, c'est parce que nos acteurs considèrent les coûts à court terme trop importants au regard de leurs propres intérêts et au regard du risque du *free riding* de la part des autres États. Compte tenu de la conjoncture économique dans laquelle se trouvent nos trois acteurs, ce scénario apparaît comme étant probable.

Enfin, dans notre modèle de l'analyse de la coopération nous privilégions le tandem Europe-Chine. Nous montrons que cette coopération tripartite devrait se construire à partir de ce binôme, du moment où, à la différence des États-Unis, c'est l'Europe qui apparaît comme étant plus volontaire. La Chine, l'acteur incontournable du climat, qui risque de subir les conséquences du changement climatique de plein fouet, a plus d'intérêt à se rallier à l'Europe si elle souhaite obtenir un accord qui ne soit pas basé uniquement sur des contributions (nationales) minimales.

Mots clés : Régime climat, Économie politique internationale, atténuation, adaptation, k-groupe, Union européenne, Chine, États-Unis.

Abstract

Our research focuses on the cooperation and climate governance in the post-Copenhagen era. Its main purpose is to observe and define the evolution of the climate regime, based on the positions of the European Union, China and the United States. These three countries can be considered as big emitters, major economies, as well as great powers. Two main drivers are taken into account in our analysis: mitigation and adaptation costs to climate change. The starting point for our research is to be found in the polarized evolution of the climate regime. The most illustrative aspect of this “metamorphosis” is the shift, in 2009, from the top-down to the bottom-up architecture of the climate regime.

Thus, we resort to a hybrid theoretical background, which consists of both international political economy and climate change economy. The joint contribution of the two approaches allows us to analyze international political economy with climate economy as an input, as well as the impact of international relations on the main economic framework of climate change. Our research is based on a specific cooperation model, known as the “k-group” theory, as developed by Duncan Snidal (1985).

Within this framework of minilateral cooperation, the thesis that we defend is that it is possible to have a climate k-group which may have a trigger effect in order to obtain an ambitious regime. The starting point for our argument is that this group can be considered as a “club of the relevant”, and that what it needs to achieve in order to constitute a k-group is to establish a “coalition of the willing”. The capacity and the willingness to act are mainly influenced by the costs they have to bear, that is the costs to mitigate their emissions and to adapt to the climate change consequences. Meanwhile, the group’s collective commitment depends on other countries’ actions. More precisely, the incentive mechanism is built on the idea that cooperation is meant to widen, in order to eventually prevent free riding.

Our main results are to be regarded in the light of the COP 21 outcome. If the k-group works, it is because our three countries decide to move forward and accept to bear mitigation costs that are higher than those of other countries’. Their collective commitment should trigger a virtuous dynamic which would impose on climate regime a collective leadership of these three countries, thus leaving the others with no other way than to follow. If the k-group does not work, it is because our three actors consider upfront costs too high with respect to their own interests, as well as to the risk of free riding (if the others do not go along). Given our three actors’ economic and political context, this scenario seems likely.

Finally, we rather favor in our work the Europe-China tandem. We argue that the k-group should be built on this joint cooperation, since, unlike the United States, Europe appears to be more willing to endorse an ambitious regime, whereas China seems an unavoidable actor. Thus, China, which faces a major impact of climate change, should play along with Europe if it wishes to obtain an agreement that is not solely based on minimal (national) contributions.

Key words: Climate regime, international political economy, mitigation, adaptation, k-group, European Union, China, United States.

Liste des abréviations et des acronymes

ADP	Ad hoc Working Group on the Durban Platform
AI	Parties de l'Annexe I de la CCNUCC (Annexe B du PK)
BASIC	Brésil, Afrique du Sud, Inde, Chine
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CSC	Coût social du carbone
EPI	Économie politique internationale
G7, G8, G20, G77	Groupe des sept, des huit, des vingt, des soixante-dix-sept
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IAR	International Assessment and Review
ICA	International Consultation and Analysis
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MEF	Major Economies Forum
MRV	Measurement, Reporting and Verification
NAI	Parties non Annexe I
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Action
OMC	Organisation mondiale du commerce
OMM	Organisation météorologique mondiale
ORD	Organe de règlement des différends
PED	Pays en développement
PK	Protocole de Kyoto
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

SOMMAIRE

Avant-propos, avant COP 21.....	1
Introduction générale.....	3
Bibliographie sélective.....	13
Chapitre 1. La question climatique entre science, politique et économie.....	15
1.1. La construction de la problématique du changement climatique entre visions communes et intérêts nationaux	17
1.2. Poser le problème du changement climatique en EPI.....	37
1.3. Régime international pour le climat : de l'hégémon au k-groupe	55
Conclusion.....	62
Bibliographie du Chapitre 1	64
Chapitre 2. Modèles globaux d'analyse économique des politiques climatiques.....	73
2.1. Les coûts des politiques climatiques, définitions et paramètres clés.....	75
2.2. Un scénario énergétique mondial en ACE. Scénarios Référence, Muddling Through et Global Régime dans le projet Secure	87
2.3. Les enseignements de l'identité de Kaya pour l'Union européenne, la Chine et les États-Unis.....	96
2.4. Deux approches paradigmatiques en ACA.....	102
2.5. Enseignements des IAM (AR5 et AMPERE).....	126
Conclusion.....	138
Bibliographie du Chapitre 2	140
Chapitre 3. Les impacts du changement climatique, les coûts de l'adaptation et la vulnérabilité climatique dans une perspective nationale.....	145
3.1. L'observation climatique et l'incertitude scientifique	148
3.2. Études transversales de l'adaptation	157
3.3. Études nationales de l'adaptation	173
Conclusion.....	188
Bibliographie du Chapitre 3	190
Chapitre 4. La “triade climatique” et la perception des coûts de l'action et de l'inaction par l'Union européenne, la Chine et les États-Unis	199
4.1. La gouvernance climatique par une triade UE–Chine–États-Unis	201

4.2.	La perception de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique.....	215
4.3.	La perception des coûts de l'atténuation	230
4.4.	Une réinterprétation des stratégies passées pour l'Europe, les États-Unis et la Chine... ..	256
	Conclusion.....	265
	Bibliographie du Chapitre 4	269
Chapitre 5.	Le régime climatique entre désirabilité et faisabilité.....	279
5.1.	La dialectique des contributions nationales et des règles internationales.....	280
5.2.	« Nouvelles trajectoires normales » des émissions.....	294
5.3.	Les trajectoires de la convergence et les INDC (entre <i>top-down</i> et <i>bottom-up</i>).....	305
5.4.	La Nouvelle économie du climat (DDPP et Better Growth, Better Climate).....	313
5.5.	La question du financement au cœur du deuxième régime climatique.....	325
	Conclusion.....	339
	Bibliographie du chapitre 5	342
	Conclusion générale	351
	Annexes	357
	Table des matières	371
	Liste des figures	377
	Liste des tableaux	381
	Liste des encadrés.....	383

Avant-propos, avant COP 21...

La négociation climat est notamment rythmée par les Conférences des Parties, certaines d'entre elles étant, par les attentes qu'elles suscitent ou par les décisions qu'elles entraînent, plus marquantes que d'autres. Les résultats attendus à la COP 21 ont suscité de nombreuses analyses à caractère anticipatif. Celles-ci mettent à l'épreuve les modèles théoriques et les raisonnements concernant les interactions entre États qui ont été développés en amont. Ayant achevé notre travail dans la période qui a immédiatement précédé cette conférence de Paris, nous aussi avons dû nous prêter à cet exercice.

La COP 21 qui se déroulera quelques semaines seulement après la fin de la rédaction de ce manuscrit confirmera ou invalidera un certain nombre d'analyses que nous y avons développées. Durant ces périodes d'intense réflexion et activité que sont les quelques mois précédant une COP dans laquelle beaucoup d'espoirs sont placés, nous avons essayé de mobiliser les travaux les plus récents que nous jugeons pertinents et en rapport avec notre propos. Mais nul ne peut prédire l'avenir et ces recherches ne sont pas infaillibles, ce qui fait que certaines de nos conclusions pourraient être invalidées par le cours très prochain de l'histoire.

À l'évidence, l'issue d'une négociation n'est pas connue à l'avance et, si l'on ne considère que le mandat légué par les Parties à Durban, le dénouement de la COP 21 à Paris semble encore très incertain. Pourtant, notre travail de recherche se concentre sur le développement d'un modèle de coopération entre les trois acteurs majeurs que sont l'Union européenne, la Chine et les États-Unis. Même si de nombreux acteurs ont pris dans les dernières années un poids croissant, les incertitudes qui pèsent encore sur cette coopération constituent probablement la clé de la réussite ou de l'échec de la négociation.

Le temps de la recherche n'est pas le temps de la politique et il ne coïncide pas parfaitement avec le déroulement des discussions sur le climat ; nous assumons les résultats de notre thèse en faisant abstraction du dénouement de la Conférence de Paris. Cela étant, précisons que notre propos ne s'arrête pas aux conclusions de cette conférence qui d'une certaine manière se rattachent à la conjoncture, mais qu'il porte sur des éléments que nous jugeons plus structurels.

Introduction générale

« Nous sommes déjà les générations futures ! »

D. Bourg

L'économie politique du changement climatique renvoie à de multiples questions liées aux risques associés, aux enjeux économiques, aux politiques publiques et aux acteurs nationaux, ainsi qu'à la gouvernance. Ces éléments qui, de manière non exhaustive, permettent l'appréhension de la problématique climat, ont un dénominateur commun : les coûts des mesures nécessaires pour endiguer le réchauffement climatique, ou encore, les coûts à supporter en l'absence de ces mesures. Cependant, la notion de coût – apparemment simple à saisir – est profondément polysémique. Les coûts du changement climatique expriment des réalités différentes et couvrent des périmètres économiques, géographiques et temporels variés. L'association de ces multiples dimensions qu'implique l'évaluation des coûts conduit à des perceptions différentes de la part des États qui sont censés les supporter (Hourcade et Gherzi 2009).

En théorie, l'environnement est un facteur de production, une forme de capital (Nordhaus 1974 ; Solow 1974). Il fournit des ressources, absorbe les déchets produits et assure le bon fonctionnement des écosystèmes (Jacobs 2013). Dans la « cowboy economy », pour reprendre l'expression de Nordhaus (1974), ce capital naturel a été, et dans une certaine mesure continue d'être largement discrédité. L'environnement et ses fonctions sont considérés comme collectifs ou publics, étant supposés gratuits. À la différence des autres facteurs de production, dont les droits de propriété sont clairement établis, ce capital est sous-évalué en termes économiques, les agents privés étant dénués d'incitation quant à sa valorisation (Hardin 1968 ; Jacobs 1991). Il s'agit de ce qu'on pourrait appeler « la plus grande défaillance de marché que le monde ait jamais connue » (Stern 2006), dans laquelle les comportements des acteurs (producteurs et consommateurs) sont déformés par rapport à une situation dans laquelle ce capital naturel aurait été correctement évalué.

On se retrouve dans une situation sous-optimale dans laquelle les ressources sont inadéquatement réparties entre les différents facteurs de production, où les investissements qui visent le capital naturel sont soit absents soit détournés en faveur de ceux qui causent leur dégradation. Le climat, qui fait partie de ce capital, se trouve à son tour surexploité, ce qui contribue à la dégradation de l'écosystème et entraîne des conséquences négatives sur l'économie. Un des exemples les plus parlants est l'énergie, dont le prix ne reflète ni l'orientation juste des activités de production et de consommation, ni le coût de la pollution atmosphérique qu'elle génère et qui se répercute sur la collectivité.

Cette externalité¹, qui peut être définie comme un écart entre coût privé et public (depuis Pigou 1920 et Coase 1960), est corrigée par l'introduction d'un signal prix optimal par le moyen d'une taxe (reflétant le dommage externe marginal) ou d'un mécanisme de marché

¹ Précisons que le qualificatif « externe » ne fait pas référence à une action sur l'environnement mais au fait que l'action n'est pas régulée, celle-ci étant considérée comme hors marché.

(une fois les droits de propriété et d'usage précisés). Le signal prix, aussi incomplet qu'il paraisse au regard de la protection de l'environnement (*e.g.* Godard 2010), s'avère cependant une solution efficace, car « il simplifie les décisions complexes liées au carbone en limitant la quantité d'information nécessaire pour atteindre les objectifs de réduction des émissions »² (Nordhaus 2013 : 224).

Le coût du changement climatique est, comme le remarque Céline Guivarch (2010), « une question de rhétorique ». Pour certains, « une vague prémonition concernant un potentiel désastre à venir constitue un motif insuffisant pour plonger le monde en dépression » (Nordhaus 1990), alors que, pour d'autres, « les politiques d'abattement des émissions n'affecteront que marginalement la croissance économique » (Azar et Schneider 2002). Le choix entre les différentes manières d'exprimer et d'utiliser les coûts des politiques climatiques est « essentiellement stratégique », car cela implique des perspectives économiques et sociales différentes sur la collectivité (Hourcade et Gherzi 2009). Les estimations des coûts des actions climatiques et des impacts ouvrent un horizon des choix plutôt large aux États, dans l'arbitrage des politiques.

En même temps, les gaz à effet de serre (GES) représentent une externalité globale « aussi bien dans ses causes que dans ses conséquences » (Stern 2006). À la différence d'une juridiction nationale qui peut imposer un instrument de marché pour faire émerger un prix carbone, sur le plan international il n'y a pas de mécanisme légal qui puisse exiger un tel système. Pis encore, s'agissant d'une externalité globale, dans un cadre non coordonné, les acteurs sont très peu incités à payer pour l'internalisation des émissions. Si l'objectif de stabilisation des émissions est défini sur le plan international à travers la Convention-cadre (1992), les coûts des politiques climatiques pour atteindre cet objectif sont à supporter nationalement. La perception des acteurs au regard des coûts des politiques climatiques est encore plus complexe, car « il y a une distance notable entre sa signification pour un consommateur moyen qui regarde le prix du pétrole, pour l'industrie qui est concernée par sa compétitivité et pour le gouvernement qui a la charge de sa balance budgétaire » (Hourcade et Gherzi 2009 : 4). Cependant, dans la perspective que nous privilégions dans notre thèse³, c'est l'État qui demeure le mandataire de la société civile. L'État, au sein duquel se forge la notion de préférence nationale ou de contrat social, est le représentant de la société sur la scène internationale (Moravcsik 1997).

Si les GES représentent une externalité globale, alors leur stabilisation tient de la fourniture d'un bien public global⁴ (Samuelson 1954, Kindelberger 1973). Ce « construit social » (*i.e.* la notion de bien public), qui se manifeste par la « simple participation à un espace commun » (Jacquet *et al.* 2001 : 61), amène inévitablement au problème de la gouvernance (Brousseau *et al.* 2012). L'analyse des aspects économiques des traités

² Traduction de l'auteur.

³ Il s'agit d'une perspective libérale au sens de John Locke (*Traité du gouvernement civil*, 1690), où les individus concluent un contrat social, par l'intermédiaire duquel ils confient au pouvoir politique « de faire des lois [...] afin de réglementer et de protéger la propriété », ce contrat étant entendu au sens large, qui va de la protection des biens aux libertés de l'individu.

⁴ Selon I. Kaul (2003), on définit les biens publics mondiaux « comme ayant des avantages non exclusifs, non rivaux, qui se propagent à travers les frontières, les générations, les populations. Au minimum, les avantages d'un bien public mondial doivent s'éteindre à plusieurs groupes de pays et ne pas faire la distinction entre les groupes de populations ou les générations, présentes ou futures ».

environnementaux montre que ceux-ci peuvent aboutir s'ils sont promus par des institutions de coopération et si les bénéfices qui en découlent dépassent les coûts de leur mise en place (Barrett 2003, Kaul *et al.* 2003). Or, du point de vue économique, pour que cette deuxième condition soit satisfaite, la gouvernance requiert une harmonisation des politiques au niveau mondial (l'égalisation des coûts marginaux de réduction des émissions). Pourtant cette solution, qui constitue certes la *first-best*⁵, apparaît aujourd'hui difficilement faisable. Dans ce contexte, des solutions alternatives, compatibles avec l'orientation *bottom-up* de l'architecture climatique, apparaissent comme étant la voie à suivre pour la consolidation du régime climatique.

« Le réchauffement climatique est par essence un problème économique et politique » (Tirole 2009 : 10). Ce constat peut être considéré comme renvoyant la problématique climat dans le champ de l'Économie politique internationale (EPI), qui se définit comme l'étude des « interactions de l'économique et du politique dans l'arène mondiale » (Frieden et Lake 1995 : 1). Lorsqu'on considère les postulats qui concentrent le cœur de la discipline, force est de constater leur portée sur les questions liées au climat : 1) l'économique et le politique ne peuvent être séparés l'un de l'autre ; 2) l'État est essentiel pour le fonctionnement du marché ; 3) il existe une relation intime entre la politique intérieure et la politique internationale (Paquin 2008). Le changement climatique, de par sa nature, est amplement soumis à la coopération. Cette coopération est alimentée par les Parties à la CCNUCC, qui ont mis en place une « gouvernance sans gouvernement », un ensemble de « mécanismes de régulation fonctionnant en dépit du fait qu'ils n'émanent pas d'une autorité centrale » (Rosenau et Czempiel 1992).

Une définition consensuelle du concept de « gouvernance globale » est celle énoncée par la *Commission on Global Governance*⁶, en tant qu'« ensemble de différentes façons dont les individus et les institutions, publics et privés, gèrent leurs affaires communes » (Smouts 1998 : 88). Si les États sont les principaux acteurs de la gestion de ces affaires communes, les institutions représentent le cadre dans lequel ces acteurs interagissent. Parmi les différents types d'institutions de coopération⁷, celui de régime international est central au sein de l'EPI. Un régime international se définit en tant qu'ensemble de « normes, règles et procédures qui gouvernent l'interdépendance dans différents domaines » (Keohane et Nye 1977 : 19). Les régimes s'appuient sur le fait que les États, « bien qu'égoïstes, coopèrent entre eux dans le cadre des règles qu'ils ont établies pour réguler leurs relations » (Battistella 2012 : 450). Cette coopération est vue en tant qu'« ajustement de leur comportement aux préférences réelles ou anticipées d'autrui, à travers un processus de coordination » (Keohane 1984 : 51).

L'approche libérale, et plus précisément l'institutionnalisme libéral en Économie politique internationale, que nous allons mobiliser dans notre thèse, a pour objectif d'expliquer la coopération entre les États dans un système international anarchique (Oye 1986).

⁵ Il convient de préciser, à l'instar du rapport Stern, que les deux types de politique peuvent coexister, les deux étant nécessaires sur le long terme. Par exemple, explique Stern, l'investissement bas carbone nécessite des politiques *second-best* (comme les tarifs de rachat pour l'électricité renouvelable), ce qui augmente les coûts de l'implémentation des politiques *first-best* puisque, à un moment donné, ces subventions doivent être retirées.

⁶ La *Commission on Global Governance* a été créée en 1992 à l'impulsion de Willy Brandt. Elle regroupait une vingtaine de dirigeants jouant un rôle au sein des Nations unies et de l'Union européenne.

⁷ En général, en EPI, les institutions internationales peuvent prendre plusieurs formes, de l'organisation internationale aux conventions informelles et aux régimes internationaux.

L'institutionnalisme libéral s'interroge au sujet de la conception rationnelle des institutions internationales et sur la conformité des États avec leurs engagements internationaux (Paquin 2013). À l'essentiel, les institutionnalistes libéraux affirment que les États sont « utilitaristes » et « rationalistes », et que les ententes internationales ne peuvent pas être imposées hiérarchiquement. Les régimes favorisent la coopération, réduisent l'incertitude et facilitent l'obtention de gains collectifs potentiels issus de la coopération. Dans un environnement aussi vaste que le climat, dans lequel les acteurs se trouvent dans une « interdépendance complexe », l'analyse de la coopération à travers la théorie des régimes climat nous semble pertinente.

Le point de départ de notre thèse se trouve dans l'évolution polarisée du régime climatique. Le fait le plus marquant de cette « métamorphose » est le passage, en 2009, de l'approche *top-down* à une approche *bottom-up*. Ce moment s'accompagne de l'entrée de nouveaux acteurs dans l'arène climatique, acteurs qui peuvent être désignés, pour ce qui nous intéresse, à la fois en tant que gros émetteurs, économies émergentes et nouvelles puissances (*rising powers*). Pour saisir cette dynamique que connaît le régime climat, nous avons essayé de choisir d'abord un cadre théorique adapté, ensuite des déterminants qui nous ont paru fondamentaux (et dont l'analyse peut renseigner cette problématique) et, enfin, nous avons essayé de circonscrire le problème au plus près de la réalité.

Pour ce qui concerne le cadre analytique, la thèse mobilise deux approches théoriques : l'économie du changement climatique et l'Économie politique internationale. À l'évidence, pour ce qui est de la première approche, l'analyse des coûts d'atténuation et d'adaptation n'aurait pas pu se faire en dehors de l'économie de l'environnement. Pour ce qui est du deuxième champ disciplinaire, dans la mesure où les négociations climatiques sont menées internationalement par les États, nous avons estimé qu'une approche issue des relations internationales serait pertinente pour l'analyse. La portée de ces champs disciplinaires, ainsi que l'analyse « hybride » qui en résulte, est à prendre au sens de « production d'approches compétitives désireuses de rendre compte [...] des principes conducteurs des interactions qui se déroulent au-delà des territoires nationaux » (Battistella 2013 : 689).

Quant à ce que nous appelons les déterminants fondamentaux de la problématique climat, nous retenons les facteurs les plus manifestes : les coûts d'atténuation des émissions et de l'adaptation aux changements à venir. Il est évident qu'ils ne sont pas les seuls, mais nous estimons que toute politique climatique correspond à un arbitrage entre coûts de réduction des émissions et coûts d'adaptation, et que ce compromis renseigne implicitement quant à la position et la stratégie que les pays adoptent vis-à-vis du climat (*i.e.* Lecocq et Shalizi 2007, Bosello *et al.* 2010). Pour ce qui est de la délimitation de l'analyse, nous avons choisi de nous concentrer sur le *Top 3* des émetteurs de GES, à savoir la Chine, les États-Unis et l'Union européenne, par ailleurs grandes puissances économiques et acteurs incontournables dans les discussions climatiques.

Nous considérons deux hypothèses de départ. La première peut être rendue par l'observation qu'une « architecture efficace de la gouvernance mondiale [environnementale] sera plutôt polycentrique et multi-niveaux, que centralisée et hiérarchique » (Steffen *et al.* 2011)⁸. La deuxième hypothèse est à retrouver dans les propositions « minilatéralistes »,

⁸ Une idée similaire est défendue par E. Ostrom (2010). A Polycentric Approach for Coping with Climate Change. *Global Environmental Change*, 20, pp. 550–557.

conformément auxquelles la distribution inégale du pouvoir dans le monde est un fait inévitable dans les relations internationales et que, par conséquent, les processus de négociation doivent refléter cette asymétrie (Naim 2009, Falkner 2015). Dans un contexte marqué par la transformation du régime climat, la question qui se pose est de savoir comment la nouvelle gouvernance climatique va se (re)constituer et comment elle pourra être rendue efficace au niveau mondial. Cette question préalable de notre problématique indique que la solution pourrait être envisagée en tant que système de gouvernance à travers la collaboration de grandes puissances (Kahler 1993).

C'est dans ce contexte que nous plaçons au centre de notre travail l'Union européenne, la Chine et les États-Unis, que nous considérons en tant que « *club of the relevant* » (Rinke et Schneckener 2013). Cela signifie que ces acteurs, bien qu'ils ne soient pas les seuls, d'une part sont responsables de la majeure partie des émissions mondiales et, de l'autre, disposent d'un poids économique et politique qui les rend indispensables au régime climat. Ces pays bénéficient d'un réel pouvoir de veto sur tout accord à venir et, en même temps, ils ont la capacité d'influer amplement sur le niveau d'émissions mondial, donc de contribuer à la fourniture du bien public que représente le climat.

Le problème que pose le multilatéralisme onusien peut être vu à travers l'observation d'Olson (1968 : 35), selon laquelle « plus le groupe est grand, plus il aura du mal à contribuer convenablement à la fourniture du bien public ». La règle onusienne – un pays, une voix – donne (théoriquement) à chaque État la possibilité de bloquer le processus d'adoption d'une décision, ce qui mène à des compromis basés sur le plus petit dénominateur commun. Pour relever l'ambition de ces résultats, les Parties, à défaut de pouvoir ajuster leurs préférences (leurs intérêts), peuvent changer le processus de décision en limitant le nombre de participants, donc en mettant en place une coopération minilatérale (un club). Ce raisonnement est censé augmenter l'efficacité de la négociation, comme ce fut le cas pour l'accord de Copenhague.

Une des approches de coopération minilatérale les plus efficaces est basée sur la théorie du « k-groupe » de Duncan Snidal (1985). L'idée, comme nous venons de le suggérer, est qu'un nombre restreint de pays réussissent à s'entendre plus facilement qu'un nombre plus grand. Pour ces pays, il ne s'agit pas d'abandonner leurs positions, leurs stratégies, mais tout simplement de considérer un nombre bien plus restreint d'intérêts. Sans être naïf et croire qu'une entente minilatéraliste pourrait faire l'objet d'un consensus universel, nous considérons que cela peut constituer un effet déclencheur, susceptible de se répercuter par la suite sur le régime climat. Ainsi, d'autres pays devraient suivre l'exemple, à l'instar de l'accord de Copenhague qui a mené aux accords de Cancun. Par ailleurs, remarquons que cette « procédure » n'est pas sans précédent : l'UE l'a utilisée lorsqu'elle a mis le changement climatique sur l'agenda du G8 (*e.g.* Heiligendamm en 2007) et également les États-Unis, lorsqu'ils ont préféré discuter la question climat au sein de l'APP (*Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate*).

Suivant cette ligne de raisonnement, la thèse que nous proposons tente de montrer l'importance (*i.e.* l'effet déclencheur) que pourrait avoir la création d'un « k-groupe » pour le climat. La configuration de ce groupe, qui s'apparente à un G3, s'inscrit dans une série de propositions similaires, qui défendent différents types de « tailles idéales » pour une coalition climat, allant d'un G20 (*e.g.* Houser 2010) ou d'un « E8 » (*e.g.* Stern et Antholis 2007), à un G4 (Antholis et Talbott 2010) ou à un G2 (*e.g.* Hovi *et al.* 2013). Comme nous l'avons

indiqué, les trois acteurs que nous avons mis au centre de notre travail peuvent être raisonnablement considérés comme un « *club of the relevant* ». Cependant, être « important » (ici en termes d'émissions) ne suffit pas pour faire de ces pays un « k-groupe » pour le climat. Pour cela, il faudrait que ces pays, en plus de leur poids socioéconomique et de leurs émissions importantes, forment une « *coalition of the willing* » (Weicher *et al.* 2012) qui œuvre avec détermination à la stabilisation des émissions.

La volonté d'agir est dépendante des coûts que cela suppose. Cela étant, puisque ces coûts, lorsque rapportés au PIB, sont finalement faibles, ce ne sont pas seulement les montants qui comptent, mais aussi leur perception, notamment leur perception par les décideurs politiques. La question à laquelle nous essayons de répondre est de savoir comment ces trois acteurs pourront être persuadés de mettre en place une *coalition vertueuse*, un « k3-climat ». La réponse à cette question se construit à partir de l'arbitrage que ces pays opèrent entre les coûts des politiques climatiques et les bénéfices qui peuvent être obtenus grâce à une coopération qui se généralise. En même temps, nous sommes conscients du fait qu'une coopération tripartite – un *k-group* climat – ne représente pas une garantie contre les comportements de passager clandestin, ou tout simplement contre le refus de participer à cette dynamique vertueuse. Cependant, un engagement fort et concerté de la part des trois plus gros pollueurs au monde aurait des implications positives sur le régime climat et un impact important sur le niveau d'émissions.

Dans le contexte actuel, dans lequel la somme des contributions nationales ne garantit pas le respect du 2°C, avec une contestation importante vis-à-vis des pays ayant façonné le précédent régime climat, un leadership collectif peut être une solution face à la lenteur avec laquelle progressent les discussions climatiques. Si le multilatéralisme est la règle de base du régime climat, la solution que nous avançons pourrait être le moteur pour le faire fonctionner. Nous estimons qu'un leadership partagé et assumé par le *Top 3* des pays émetteurs, qui s'organise comme une « *coalition of the willing* », pourrait contribuer significativement à la fourniture du bien public climat. Comme nous l'avons dit, cela ne présuppose pas la fin du multilatéralisme, mais plutôt la nécessité d'approcher la question de la gouvernance climatique d'une manière différente, plus adaptée à l'urgence de stabiliser les émissions.

*

Notre recherche commence par un chapitre consacré à la construction du régime climatique et à l'Économie politique internationale. Le processus de construction de la problématique climat suit, d'une part, les idées ou visions communes qui alimentent et qui légitiment la lutte contre le changement climatique et, de l'autre, les intérêts qui structurent l'action des États. Si les visions et les valeurs communes sur lesquelles s'appuie la problématique climat renvoient à la « tragédie des communs », alors l'existence des intérêts renvoie aux aspects géopolitiques et géoéconomiques que cela implique. La stabilisation des émissions et l'intérêt national représentent deux enjeux fondamentaux qui, bien qu'ils ne soient pas forcément en opposition, sont souvent perçus ainsi. Cette tension peut être illustrée par le jeu à deux niveaux de Putnam (1988), qui consiste à analyser l'effet réciproque entre les négociations aux niveaux national et international.

Simultanément, nous développerons la grille d'analyse de notre travail, à savoir l'institutionnalisme libéral en Économie politique internationale. Deux aspects sont mis en exergue : le caractère inclusif de la théorie – puisqu'elle capture les deux volets, économique et

politique –, et l’aspect institutionnel – puisque la théorie s’appuie amplement sur le concept de régime international comme solution à la coopération. Pour l’essentiel, l’économie politique d’inspiration libérale considère que les États évoluent dans un système dans lequel les accords ne peuvent pas être imposés hiérarchiquement (*hierarchically enforced*). Par conséquent, les pays agissent en fonction de leurs intérêts qui sont perçus en termes de richesse et de bien-être pour leurs concitoyens.

La dernière section du premier chapitre introduit la théorie coopérative de Snidal (1985) sur le « k-groupe » hégémonique. Cette partie se limite au développement du cadre théorique, son application à nos trois acteurs devant se faire par la suite, après avoir traité les questions liées à l’atténuation et à l’adaptation. Le raisonnement de ce premier chapitre est structuré par deux axes transversaux : a) visions communes, idées et intérêts défendus par l’Union européenne, la Chine et les États-Unis et b) institutions, gouvernance et régime international, tels que développés en Économie politique internationale.

*

Après avoir posé le cadre d’analyse général de notre travail, le chapitre 2 porte sur l’analyse des coûts de l’atténuation du changement climatique, premier élément considéré comme fondamental pour les positions adoptées par nos acteurs. Puisque les États sont utilitaristes et rationalistes et puisque le changement climatique est empreint d’enjeux de richesse, alors l’atténuation des émissions est un élément structurant du comportement des États. L’évaluation des coûts, à travers plusieurs exercices de modélisation, offre une conceptualisation et une compréhension fiables des mesures nécessaires, ce qui justifie les actions à mettre en place pour éviter la dérive du système. L’analyse économique du changement climatique présente de manière pertinente les différentes options et permet d’appréhender les arbitrages en termes d’atténuation. La question à laquelle répond ce chapitre concerne le niveau des coûts qui serait nécessaire pour atténuer convenablement les émissions de GES. Après une première section qui fait le point sur le cadre théorique d’analyse des politiques climatiques (définitions, taxinomie des coûts, approches ACA et ACE), nous analyserons trois types de résultats, en commençant par l’analyse d’un scénario énergétique global, obtenu avec le modèle POLES.

Le projet européen *Secure* met en œuvre plusieurs trajectoires énergétiques mondiales qui sont envisagées selon trois configurations coopératives données, allant d’un scénario « laisser faire » à un scénario ambitieux. Ces trajectoires sont modélisées par POLES en suivant une approche coût-efficacité (c’est-à-dire lorsque l’objectif est défini *ex ante*), l’évaluation des mesures portant sur les niveaux des coûts consentis afin de respecter cet objectif. Les coûts en question sont ceux d’abattement du CO₂, qui reflètent des valeurs carbone associées. Cette première analyse révèle la hauteur de l’effort que nécessite la transformation du mix énergétique, pour l’Europe, la Chine et les États-Unis, afin de stabiliser les émissions de CO₂.

Après avoir déployé ce panorama portant sur les consommations primaires et sur les émissions associées, nous poursuivons par l’étude des coûts issus de deux exercices d’évaluation obtenus en analyse coût-avantages. Ces estimations sont obtenues à l’aide de deux modèles représentatifs, popularisés par Nordhaus (DICE, RICE-2010) et Stern (PAGE2002, 2006). L’intérêt de mobiliser ces deux types de modèles se retrouve dans la manière de concevoir et d’utiliser les paramètres socioéconomiques (*e.g.* le taux d’actualisation) et

climatiques (*e.g.* la sensibilité climat), ce qui n'est pas sans conséquences pour les économies et pour le climat. Si le choix de ces paramètres tient du débat d'économistes, l'utilisation des résultats peut renseigner sur les préférences des acteurs qui les mobilisent. En outre, ces modèles, à travers des résultats contrastés, ont l'intérêt de montrer deux « images » différentes du monde à venir.

Nous compléterons cette analyse par les dernières estimations en date (lors de la rédaction de notre travail) des coûts d'atténuation : les estimations du cinquième rapport du GIEC (2014), ainsi que ceux du projet européen AMPERE (2015). Cette partie reprend d'abord les scénarios RCP du GIEC, qui montrent dans quelles conditions le 2°C est envisageable. Pour l'essentiel, il s'agit de trois grands conditionnements : action immédiate, disponibilité absolue des technologies et coordination internationale. Ces éléments permettraient des coûts bien moindres que si ces conditions n'étaient pas remplies. Ensuite, le projet AMPERE explore plusieurs trajectoires de réduction des émissions à travers un panel de modèles. Une caractéristique du projet sur laquelle nous allons insister consiste en le développement des scénarios basés sur une coalition qui se placerait en tête de course : l'UE seule et l'UE avec la Chine. Il s'agit d'une construction du régime climat par étapes, régime qui se consolide au fur et à mesure que les pays rejoignent cette coalition initiale. L'Europe et incidemment la coalition UE – Chine agissent en tant que leaders, engageant les autres à les suivre, idée finalement similaire à celle du « k-groupe ».

*

Le chapitre 3 porte sur le deuxième élément déterminant des positions adoptées par les trois acteurs, celui des coûts d'adaptation et de la vulnérabilité. La question de l'adaptation a émergé et s'est imposée rapidement sur l'agenda des discussions au début des années 2000. Les actions qu'impose l'adaptation dépendent de la manière dont les États projettent le monde et se projettent eux-mêmes dans l'avenir. L'adaptation est dépendante du niveau d'atténuation visé et, en même temps, elle est délimitée géographiquement. Les ressources que les pays doivent mobiliser, notamment financières, bénéficient d'une légitimation accrue, l'enjeu n'étant plus de fournir un bien public global mais local. La mise est considérable car, comme le note Godard (2010), « nous sommes dans une période charnière de changement brutal des imaginaires à venir : l'apocalypse est venue se glisser au côté du progrès rayonnant pour structurer les représentations ».

Ce chapitre suit deux lignes de raisonnement : la première aborde une perspective comparative, tandis que la deuxième offre une perspective nationale. La première perspective s'appuie sur des travaux de la CCNUCC (2007, 2009), qui offrent un regard homogène sur les coûts d'adaptation au niveau mondial, permettant ainsi la comparabilité des résultats. Une attention particulière est accordée aux pays en développement, et notamment à la Chine, ces pays étant considérés souvent comme plus vulnérables au changement climatique. La deuxième ligne de raisonnement présente les coûts dans une perspective nationale, afin de faire ressortir la différence qu'il peut y avoir entre ces divers types d'estimations, entre celles de la CCNUCC et de la Banque mondiale (2010), et celles conduites nationalement. Dans les deux cas, l'analyse met en évidence le caractère incomplet de ces estimations. Comme le remarquent la plupart des auteurs que nous mobilisons, les coûts de l'adaptation vont augmenter et, plus encore, cette « augmentation sera probablement exponentielle » (Fankhauser 2009).

Après avoir déployé notre cadre d'analyse (chapitre 1), passé en revue les coûts de l'atténuation (chapitre 2) et de l'adaptation (chapitre 3), nous allons procéder à l'analyse de la perception de ces coûts par l'UE, la Chine et les États-Unis. **Le chapitre 4 s'intéresse à l'« impact » que ces évaluations peuvent avoir sur les politiques des États et sur leurs instances de décision.** Dans ce chapitre nous allons renouer avec le cadre théorique de l'EPI, en nous penchant sur la coopération de nos trois acteurs dans le système onusien. Après un premier point consacré à la gouvernance informelle – puisque l'idée d'un G3 n'est reconnue ni officiellement ni officieusement –, nous allons illustrer la théorie du « k-groupe » à partir des positions de l'Union européenne, de la Chine et des États-Unis. La thèse que nous défendons plaide en faveur de la création d'un *k3-climat*, qui puisse jouer un rôle déclencheur pour la consolidation du régime climat. Dans le cadre de ce modèle coopératif, nous allons faire ressortir l'importance ou la prééminence du binôme Europe – Chine, qui, du point de vue de notre analyse, apparaît comme étant plus structurant que le tandem Chine – États-Unis.

La deuxième section du chapitre traite de la perception des impacts et de la vulnérabilité des pays face au changement climatique, question qui semble beaucoup moins investie par les décideurs politiques. Mis à part l'Europe, et plus précisément certains de ses membres, qui ont entrepris des recherches en ce sens, la Chine et même les États-Unis ne semblent pas avoir une évaluation globale des impacts sur l'ensemble de leurs territoires. Pour pallier les manquements liés à la perception des coûts de l'adaptation, nous avons développé une grille d'interprétation que nous appliquons à plusieurs grands pays. Ce modèle théorique est basé sur la nécessité et la capacité des pays à s'adapter au changement climatique (Sprinz et Vaahtoranta 1994).

Ces deux approches de la perception sont suivies de ce que nous pourrions appeler la « mesure » de ces perceptions, c'est-à-dire l'engagement des pays vis-à-vis des politiques énergie-climat. Cette incursion a un caractère hétérogène, puisque chaque pays perçoit le climat de manière différente. Chacun des pays que nous analysons défend un modèle particulier de construction des politiques énergie-climat. À titre d'exemple, les spécificités de chaque modèle peuvent aller de l'accent mis sur le développement par la Chine au rôle du Congrès aux États-Unis, ou encore au *tryptich* pour l'Europe. Enfin, cette analyse est vue par le prisme de la coopération, car l'idée n'est pas de montrer les antagonismes des positions mais les points où les préférences nationales requièrent des ajustements (Keohane 1984).

La dernière section du chapitre cherche à élargir cette perspective et prolonge l'analyse précédente, à partir de l'idée que l'ajustement des positions est déterminant pour le degré de coopération. Le but est de voir si l'antagonisme des positions, compte tenu des évolutions passées et récentes, tend vers un rapprochement des positions, ou si les États que nous analysons succombent plutôt à la tentation souverainiste ou hégémonique. En l'absence d'une convergence de ces positions, l'idée de régime, et plus encore celle d'un *k3-climat*, ne peut être que difficilement défendue. Sans forcer le résultat de cet examen, nous constatons que l'Europe et la Chine sont beaucoup plus enclines aux ajustements que les États-Unis.

*

Le cinquième et dernier chapitre développe l'analyse, ainsi que la globalité du raisonnement, dans la perspective de la COP 21. Trois éléments structurent ce chapitre : la cible de 2°C, les contributions déterminées nationalement et les propositions pratiques, à même de faire avancer les discussions. Les deux premiers éléments font émerger l'idée que « l'accord de 2015 aura une nature hybride » (Edenhofer *et al.* 2013), ou encore que le régime climatique est en train de changer de paradigme. L'argument que nous développons dans ce dernier chapitre se concentre sur ce que nous appelons le deuxième régime climatique (l'après-2015). Dans un contexte où l'approche *bottom-up* semble prendre le dessus, comme le rappelle Serge Lepeltier (2014), il est tout de même nécessaire d'avoir un accord qui mène à la stabilisation des émissions ; sans le 2°C, les contributions nationales ne seraient que des « excuses » pour ne pas mettre en place des politiques ambitieuses⁹.

Le chapitre 5 met en œuvre un schéma spécifique de construction de trajectoires d'émissions, schéma connu sous le nom de *Softlanding*. Ces profils concernent encore une fois l'Union européenne, la Chine et les États-Unis, et sont obtenus à l'aide d'un programme de calcul (appelé Redem), qui permet d'assurer la stabilisation des émissions au niveau mondial vers la fin du siècle. Le programme est basé sur l'observation fondamentale que les émissions suivent des trajectoires du type *pic-plateau-déclin*. Les taux de réduction des niveaux d'émissions sont calculés sur la base d'un indice de capacité (Pib par tête) et responsabilité (émissions par tête). Les profils obtenus révèlent la hauteur de l'effort à entreprendre au niveau des économies, à travers ces taux de réduction des émissions, considérés en tant que taux de décarbonisation.

Une fois mis en évidence ces niveaux d'effort, qui varient entre -3% par an pour la Chine et -4% pour l'Europe (après 2020), nous allons montrer comment ces réductions pourraient être atteintes. La quatrième section traite de la « nouvelle économie climat », à travers la présentation de deux grandes études, *Pathways to Deep Decarbonization* (2014) et *Better Growth, Better Climate* (2014). Les rapports montrent la voie à suivre pour mettre en œuvre la transition énergétique, pour atteindre des taux de réduction des émissions comme mentionné ci-dessus. Ces travaux marquent un tournant, puisqu'ils montrent l'importance d'orienter les politiques énergie-climat vers les technologies, ainsi que vers d'autres enjeux sociétaux, notamment les enjeux liés au développement.

Enfin, dans la dernière section, nous nous intéresserons à trois propositions concrètes, susceptibles de contribuer à l'obtention d'un accord cohérent avec les objectifs de la CCNUCC. Il s'agit des recherches développées par C. de Perthuis et P.-A. Juvet (2015), S. Mathy et O. Blanchard (2015), et J.-C. Hourcade, M. Aglietta et B. Perissin-Fabert (2014). Ces propositions concernent la tarification du carbone, les transferts financiers, la question de la pauvreté et les investissements bas-carbone. Bien qu'elles dépassent le cadre restreint de coopération que nous avons envisagé dans notre travail, toutes trois révèlent le rôle essentiel des mécanismes et instruments économiques susceptibles de faciliter la décarbonisation de l'économie mondiale, tout en promouvant des principes d'équité, de rationalité et d'intégrité environnementale.

⁹ Neslen A. (2014). No Paris climate deal better than bad one – former French climate minister. *The Guardian* [en ligne]. <http://www.theguardian.com/environment/2014/oct/10/no-paris-climate-deal-better-than-bad-one-former-french-climate-minister>. Consulté le 03.09.2015.

Bibliographie sélective

Azar C., Schneider S. H. (2002). Are the economic costs of stabilising the atmosphere prohibitive? *Ecological Economics*, 42 (1-2), pp. 73-80.

Antholis W. Talbott S. (2010). *Fast Forward: Ethics and Politics in the Age of Global Warming*. Washington DC, Brookings Institution.

Bosello F., Carraro C., De Cian E. (2010). Climate policy and the optimal balance between mitigation, adaptation and unavoided damage. *Climate Change Economics*, 01 (71).

Brousseau E., Dedeurwaerdere T., Jouvet P.-A., Willinger M. (éds.) (2012). *Global Environmental Commons: Analytical and Political Challenges in Building Governance Mechanisms*. Oxford University Press.

Falkner R. (2015). *A minilateral solution for global climate change? On bargaining efficiency, club benefits and international legitimacy*. Centre for Climate Change Economics and Policy, Working Paper No. 222 .

Frieden J., Lake D. (éds.) (1995). *International Political Economy. Perspectives on Global Power and Wealth*. London, Routledge.

Guivarch C. (2010). *Évaluer le coût des politiques climatiques. De l'importance des mécanismes de second rang*. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est.

Hardin G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162 (3859), pp. 1243-1248.

Hourcade J. C., Gherzi F. (2009). Measuring the costs of climate policies: interpretation issues. In V. Bosetti, R. Gerlagh, S. P. Schleichner (éds.). *Modeling Sustainable Development : Transitions to a sustainable future*. UK, Edward Elgar, Cheltenham Edition.

Houser T. (2010). *Copenhagen, the Accord, and the Way Forward*. Washington, DC, Peterson Institute for International Economics.

Hovi J., Skodvin T., Aakre S. (2013). Can Climate Change Negotiations Succeed? *Politics and Governance*, 1 (2), pp. 138-150.

Jacquet P., Pisani-Ferry J., Tubiana L. (2001). *Gouvernance Mondiale, Rapport de synthèse*, Conseil d'analyse économique.

Jacobs M. (1991). *The Green Economy: Environment, Sustainable Development and the Politics of the Future*. London, Pluto Press.

Jacobs M. (2013). Green Growth. In R. Falkner (éd.) *The Handbook of Global Climate and Environment Policy*. John Wiley & Sons Ltd, Oxford, UK.

Kahler M. (1993). Multilateralism with Small and Large Numbers. *International Organization*, 46 (3), (Summer, 1992), pp. 681-708.

- Keohane R. O. (1984). *After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy*. Princeton University Press.
- Lecocq F., Shalizi Z. (2007). *Balancing Expenditures on Mitigation of and Adaptation to Climate Change: An Exploration of Issues Relevant to Developing Countries*. Policy Research Working Paper 4299. Washington, World Bank.
- Naím M. (2009). Minilateralism: The Magic Number to Get Real International Action. *Foreign Policy*, (173), pp. 135-36.
- Nordhaus W. (1974). Resources as a Constraint on Growth. *American Economic Review*, 64 (2), pp. 22–26.
- Nordhaus W. (1990). Greenhouse economics: count before you leap. *The Economist*, July 1990.
- Nordhaus W. (2013). *The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warmer World*. Yale University Press.
- Moravcsik A. (1997). Taking Preferences Seriously. A Liberal Theory of International Politics. *International Organization*, 51 (4), pp. 513-553.
- Paquin S. (2008). *La Nouvelle Économie politique internationale. Théories et enjeux*. Paris, A. Colin.
- Rinke B., Schneckener U. (2013). Informalisation of World Politics? Global Governance by Clubs. In T. Debiel, J. Hippler, M. Roth, C. Ulbert. (éds). *Global Trends 2013. Peace, Development, Environment*. Frankfurt, pp.21-35.
- Rosenau J. N., Czempiel E. O. (éds.) (1992). *Governance without Government: Order and Change in World Politics*. Cambridge University Press.
- Oye K. A. (1986). *Cooperation under Anarchy*. Princeton University Press.
- Samuleson P. (1954). The Pure Theory of Public Expenditures. *Review of Economics and Statistics*, 36 (4), pp. 387-389.
- Solow R.M. (1974). The economics of ressources or the ressources of economics. *American Economic Review*, 64 (2), pp. 1-14.
- Smouts M.-C. (1998). Du bon usage de la gouvernance en relations internationales. *Revue internationale des sciences sociales*, 155, pp. 85-94.
- Steffen W., Persson A., Deutsch L., Zalasiewicz J., Williams M., Richardson K., Crumley C., Crutzen P., Folke C., Gordon L. (2011). The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40 (7), pp. 739-761.
- Stern N. (2006). *The Stern Review on the Economics of Climate Change*. Londres, HM Tresury.
- Stern T., Antholis W.J. (2007). Climate Change: Creating an E8. The American Interest (January/February 2007). Washington DC, Brookings Institution.
- Weischer L., Morgan J., Patel M. (2012). Climate Clubs: Can Small Groups of Countries make a Big Difference in Addressing Climate Change? *Review of European Community & International Environmental Law*, 21 (3), pp. 177-92.

Chapitre 1.

La question climatique entre science, politique et économie

« [O]n peut regarder une pièce d'un puzzle pendant trois jours et croire tout savoir de sa configuration et de sa couleur sans avoir le moins du monde avancé : seule compte la possibilité de relier cette pièce à d'autres [...]; seules les pièces rassemblées prendront un caractère lisible, prendront un sens : considérée isolément une pièce d'un puzzle ne veut rien dire ; elle est seulement question impossible, défi opaque ».

Georges Perec, *La Vie mode d'emploi*

Le changement climatique est en passe de devenir un des défis les plus structurants de notre époque. Il contribue à la reconfiguration des questions politiques, économiques et sociales et à un réarrangement de nombreux aspects transversaux de la vie publique ou privée. Plus sa présence s'étend, plus les relations qui se tissent entre ses divers aspects se multiplient et plus les analyses qu'on porte dans cette direction se complexifient ; cadres théoriques, méthodes d'investigation, interprétations, prescriptions sont mobilisés continuellement pour une meilleure compréhension de ses causes et incidences. Le changement climatique est devenu, ou il est en passe de devenir un *point pivot* dans le développement des sociétés contemporaines.

Poser la question du changement climatique mène, au-delà de ses aspects fondamentaux, à considérer en amont les idées (les valeurs), ou paradigmes qui fournissent le cadre d'interprétation et, en aval, les aspects de sa gouvernance¹. De ce point de vue, ce qui a de particulier le changement climatique est que tous ces éléments acquièrent souvent des implications géopolitiques évidentes. Le changement climatique n'est pas simplement un problème qui renvoie à la « tragédie des communs » (Hardin 1968), mais aux conséquences, implications, ou encore aux impacts qui en découlent.

Quel que soit le cadre choisi pour analyser la question, force est de constater le rôle des paradigmes qui les alimentent. Si ces cadres d'analyse sont importants (ainsi que les valeurs sur lesquelles ils s'appuient), ils le sont parce que derrière il y a deux enjeux considérables qui se retrouvent en tension : la stabilisation des émissions de GES passe nécessairement par la prise en compte de l'intérêt national, qu'on le définisse en termes de puissance ou en termes de

¹ Nous pouvons emprunter la conception de la gouvernance à Abbas (2010 : 69), qu'il définit comme « l'ensemble des mécanismes et des procédures par lesquels des règles collectives sont élaborées, décidées, légitimées, mises en œuvre et contrôlées [...]. Elle traduit l'idée qu'il existe d'autres institutions et acteurs, privés en l'occurrence, qui contribuent à la création de normes, au maintien de l'ordre et qui participent à la régulation économique et sociale ». Au fur et à mesure du développement de notre argumentaire nous allons mobiliser d'autres définitions afin d'éclairer ce concept aussi riche de sens.

préférences sociétales. À l'instar de Hans Morgenthau, pour qui il n'y a qu'« un seul impératif catégorique, un seul critère de raisonnement, un seul principe d'action : l'intérêt national »², ou d'Alexander Wendt, qui écrit que « personne ne nie que les États agissent sur la base de leurs intérêts tels qu'ils les perçoivent »³, on comprend que la notion n'a rien perdu de son importance aujourd'hui. Le développement d'un regard sur la construction de la question climatique nécessite l'analyse de son origine et, autant que possible, de son aboutissement ; garder un œil sur le passé et l'autre sur le futur, à l'instar de ce que écrivait George Savile en 1687 : « la meilleure façon de supposer ce que peut arriver est de se souvenir de ce qui s'est passé »⁴.

Dans les années 1980, les problèmes environnementaux étaient vus comme mineurs par rapport aux intérêts nationaux (Chasek *et al.* 2006). Mais cette situation allait changer rapidement. La question climatique a quitté rapidement la sphère scientifique pour interagir avec des problématiques centrales posées au niveau mondial : les ressources énergétiques, les systèmes de production, le commerce, le développement technologique et bien d'autres encore. La menace climatique est porteuse d'impacts, de coûts, d'enjeux, implications qui dépassent les cadres unilatéraux, ce qui étend le problème inexorablement à la coopération internationale. L'interaction entre écosystème, climat et développement socioéconomique est devenue un problème international soumis aux débats et tractations politiques, économiques et, dans une bien moindre mesure, scientifiques.

Pour rendre compte de ce débat, nous avons opté pour une analyse d'Économie politique internationale du climat. C'est à travers l'interaction entre l'économie et le politique que nous entendons mener notre analyse. L'Économie politique internationale (EPI) représente un champ disciplinaire plutôt vaste, entre l'émergence réaliste, le renouveau constructiviste et le libéralisme institutionnel. Pour ce qui concerne notre thèse, c'est l'aspect libéral qui nous intéresse. L'économie politique libérale analyse le système international selon une grille d'analyse analogue à l'économie, en suivant une approche coût-avantages. Les États sont motivés par la défense de leurs intérêts qui se traduisent en termes de richesse et bien-être pour leurs citoyens. Mais l'approche libérale ne peut être pleinement saisie qu'en rapport avec les deux autres champs de la discipline, le réalisme et le constructivisme. Pour cette raison, nous avons choisi de mettre en perspective ce volet en fonction des deux autres aspects.

Ces développements nous amèneront nécessairement à analyser ce qu'on pourrait appeler un double triptyque du problème du climat : la prise en compte, d'un côté, des institutions, de la gouvernance et du régime climat et, de l'autre côté, l'analyse des stratégies de trois acteurs, l'Union européenne, la Chine et les États-Unis. Empruntant les termes à Oran Young (1992), on interrogera le concept d'institution, qui peut être défini comme un ensemble de règles qui désignent des rôles aux participants et guident leurs interactions. Les institutions forment ainsi un système de gouvernance, qui se définit lui-même comme une institution spécialisée dans les choix collectifs. Ce système de gouvernance, qui est porté dans notre analyse par les trois acteurs mentionnés ci-dessus, tend vers l'aménagement d'un régime afin de traiter la question climatique. Les intérêts, les nécessités, les règles, les actions, y compris

² Hans Morgenthau (1951). *In Defense of the National Interest*. New York, Knopf, p. 242.

³ Alexander Wendt (1999). *Social Theory of International Politics*. Cambridge University Press, p. 113.

⁴ Traduction de l'auteur.

celles qui ne sont pas prises, se côtoient, s'accordent et se confrontent, soulevant la question des conditions de l'efficacité de la gouvernance climatique.

Dans ce chapitre, nous interrogerons, dans un premier temps, la construction de la problématique climatique. Cette construction est vue sous deux angles, celui des valeurs (visions, idées) communes qui posent la question de la fourniture d'un bien public mondial et celui des intérêts nationaux, puisque les décideurs (ceux qui sont chargés de les porter) ne sont pas libres de mandat, même s'ils peuvent être animés par les meilleures intentions. Dans un deuxième temps, nous développerons la grille d'analyse de cette problématique. Quels sont les instruments (théoriques) spécifiques à l'EPI, à travers lesquels nous pouvons traiter la question climatique (au sens large du terme) ? Nous tâcherons de montrer la pertinence de notre cadre analytique par son caractère inclusif et dynamique. Le troisième temps de ce chapitre sera marqué par l'analyse du lien qui existe entre la puissance et le régime climat. Ce point d'entrée nous conduira à introduire la théorie de Snidal sur le « k-groupe » hégémonique ou leadership collectif qui sera développée par la suite, dans le chapitre quatre.

1.1. La construction de la problématique du changement climatique entre visions communes et intérêts nationaux

Dans cette première section nous souhaitons interroger les principaux raisonnements et passer en revue les moments-clés qui ont influé particulièrement sur le développement de ce que nous pouvons appeler le premier régime climatique⁵. Nous avons choisi, sciemment, d'analyser la construction de la problématique climatique à travers la tension qui se manifeste dans le temps, entre les visions politiques communes – qui ont pu animer les acteurs concernés (ce qui renvoie aux biens publics) – et les intérêts nationaux. Le fait de porter cette analyse sous cet angle peut se justifier par un double aspect. D'un côté, les responsables politiques semblent être « esclaves de la mode ». Leurs points de vue sur ce qui est réalisable et désirable sont modelés par le *Zeitgeist*, l'esprit du temps (Rodrik 2012)⁶. De l'autre côté, cette vision n'est valable qu'à moitié, puisque ces mêmes responsables sont tenus également par un mandat qui renvoie à la défense des intérêts, d'où la tension entre défendre le bien mondial et celui national.

Dans cette sous-section nous allons analyser la construction de la problématique climat en s'inspirant du découpage par étapes de Bodanski et sur les récits de J.-C. Hourcade. Le but de ce premier point est d'exposer brièvement les quelques moments-clés et par la suite les

⁵ Nous reviendrons plus tard dans ce chapitre sur une définition plus formelle de ce terme.

⁶ Dani Rodrik, *Les idées l'emportent sur les intérêts*, 26/04/2012, www.project-syndicate.org. Consulté le 15/07/2014.

développements qui ont façonné l'émergence (l'évolution) du régime climatique. Nous commencerons par analyser, dans un premier temps, les visions communes qui ont animé la communauté des acteurs concernés et les grandes étapes qui ont mené à l'émergence de la gouvernance climatique. Dans un deuxième temps, nous allons nous intéresser aux aspects structurants de cette gouvernance. Il s'agit des intérêts domestiques de trois de ses principaux artisans : l'Union européenne, les États-Unis et la Chine.

Nous précisons que ce point d'entrée n'est pas un retour aux genèses ni une mise au point du récit du climat, mais plutôt une reconnaissance de la diversité des éléments intrinsèques au débat (*i.e.* les valeurs, les intérêts, les acteurs impliqués) et de la complexité des relations établies entre ces éléments. Après tout, ces évolutions, spécifiques aux sciences, aux politiques, à la théorie économique, prêtent plutôt à l'interrogation qu'à une affirmation péremptoire sur le développement du régime climatique. Pour reprendre les mots des observateurs présents, il y a de quoi s'étonner qu'une « science encore naissante ait convaincu le G7 de s'entendre, dès 1988, pour négocier une convention climat » (Hourcade 2010), dans un contexte dans lequel « les discussions nobles autour de biens globaux ont basculé rapidement vers des discussions réalistes sur la compétitivité économique, politique énergétique et transferts financiers » (Brenton 2013).

Dans cette partie, nous nous efforçons de présenter les idées-forces qui seront développées par la suite dans la thèse : *i*) le climat est une affaire d'intérêt national (le bien public mondial lui étant subordonné) ; *ii*) des acteurs prédominants, comme l'UE, les USA et la Chine, sont souvent (pour ne pas dire toujours) les artisans des ententes, lorsqu'il y en a, et *iii*) le contenu du régime climatique a toujours eu besoin d'être validé dans ses principes, règles et normes, par ces grandes puissances.

1.1.1. Dynamique des idées et visions communes du problème du changement climatique

Les auteurs qui ont étudié le développement du régime climatique, comme Bodanski (1994), mais aussi Bert Bolin⁷ (2007), mobilisent une analyse par séquences et distinguent plusieurs phases dans ce processus de construction de la problématique climat. Communément, sont admises une phase scientifique, par laquelle émerge le constat du problème, une phase politique, centrée plutôt sur les actions nécessaires, suivie par une troisième phase, consacrée à la coopération internationale. Formellement, Bodanski identifie cinq phases (entre les années 1960 et 1990) par lesquelles serait passé ce processus. Cette linéarité de la construction de la problématique climatique, remarque Aykut (2012), fait écho au discours dominant chez les

⁷ Bert Bolin fut le premier directeur du GIEC (1988-1997). Il a publié peu de temps avant sa mort un ouvrage de référence, partiellement autobiographique : *A History of the Science and Politics of Climate Change: The Role of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pour un bref aperçu de sa carrière, voir : <http://www.theguardian.com/environment/2008/jan/09/climatechange.mainsection>. Consulté le 08.01.2014.

acteurs concernés (responsables et décideurs politiques) qui raisonnent, de manière générale, selon une heuristique des étapes, reproduisant un modèle de causalité entre science, politique et moyens (économiques).

Dans les années 1980, la manière la plus commune de concevoir l'action publique était constituée par l'approche séquentielle (Jacquot 2010). Pour ce qui concerne le changement climatique, ce raisonnement aurait dû, en théorie, mener à un résultat proche de l'idéal. Cette méthode (de séquençage) a été, selon Paul Sabatier⁸ (2007), le cadre le plus influent pour analyser le processus de construction des politiques. Un des avantages de cette approche est donné par son caractère ordonné qui présente presque automatiquement les étapes successives d'un problème à résoudre. Dans l'approche séquentielle les politiques sont analysées en fonction des découpages qui s'étalent, selon un modèle développé par Charles O. Jones (1970), en cinq séquences : i) l'identification du problème, où la question est portée à l'attention d'un gouvernement, processus qui comprend, à la fois, la définition du problème et l'agrégation des intérêts ; cette phase concerne l'étape d'émergence d'une problématique et son inscription sur l'agenda ; ii) le développement du programme, phase dans laquelle la problématique se constitue en politique; iii) la mise en œuvre du programme/de la politique, qui concerne l'implémentation proprement dite ; iv) l'évaluation du programme et v) l'achèvement du programme, qui consiste naturellement en la phase d'arrêt de l'action (Jacquot 2010).

Pour ce qui est du changement climatique, ce modèle (causal) de pensée présuppose deux hypothèses. D'abord, il faut qu'il y ait préalablement un consensus robuste autour de la thèse du réchauffement du climat, et ensuite il faut que l'expertise scientifique soit indépendante du processus politique, afin que le problème soit légitimé. Nous reproduisons par la suite (Tableau 1.1) les étapes identifiées par Bodanski, à l'exception de la première, qui concerne l'émergence du consensus scientifique et qui remonte aux années 1960.

⁸ Paul Sabatier a été chercheur et enseignant à l'Université Davis en Californie (Department of Environmental Science and Policy), où il a travaillé sur des thèmes liés aux politiques publiques et à l'environnement.

Tableau 1.1. Développement du régime climatique selon Bodanski.

Phases	Conférences	Date	Organisateur	Statut	Conclusions et principales recommandations
II – Mise sur agenda (1985-1988)	Villach	1985	OMM & PNUE	Scientifique	Le changement climatique est important. Les États devraient initier une Convention globale pour le climat.
	Toronto	1988	Canada	Non gouvernemental	Les émissions de CO ₂ devraient être réduites, au niveau mondial, de 20% en 2005.
III – Pré-négociation (1988-1990)	Nations unies	1988	Nations unies	Inter gouvernemental	Le changement climatique devient « une préoccupation commune de l’humanité ».
	Noordwijk	1989	Pays-Bas	Ministériel	Les pays industrialisés devraient stabiliser leurs émissions de GES au plutôt possible.
IV – Négociations inter-gouv (1990-1992)	IPCC, Premier rapport	1990	WMO & EP	Scientifique	La température moyenne mondiale s’accroît de 0.3°C par décennie sous un scénario BaU.
	PNUE, Conférence de Rio	1992	PNUE	Sommet	Signature de la CCNUCC
V – Post accord (1992-1997)	COP 1	1995	CCNUCC	COP	Mandat de Berlin

Source : d’après Bodanski 2001.

Observons la colonne « Statut » du tableau (cinquième colonne). La construction du problème du climat apparaît clairement entre une étape scientifique et une autre étape, ministérielle ou gouvernementale. On passe de l’identification du problème (phase *un* chez Jones) à la constitution en politique (phase *deux* chez Jones). La mécanique des étapes est rendue par Bodanski même, qui remarque l’importance de la relation entre science et politique, lorsqu’il affirme que la croissance des connaissances scientifiques a été déterminante pour l’établissement et l’évolution de l’intérêt public et politique (Bodanski 2001 : 26).

Le moment charnière du passage d’un problème scientifique à un problème politique a été, selon l’auteur, entre la Conférence de Villach en 1985 et celle de Toronto en 1988. À Villach fut établi le consensus scientifique, le changement climatique étant désigné comme un problème politique, alors qu’à Toronto fut posé le problème de la coordination de ces politiques (Bodanski 2001 : 37). De son côté, Bert Bolin en arrive à un constat similaire, notant que c’est la communauté scientifique qui a inscrit le problème sur l’agenda politique, avec le soutien du PNUE et de l’OMM (Bolin 2007: 40). Bien qu’il ne s’agisse pas du même type de

séquences, entre celui de Jones (1970) et celui de Bodanski⁹, on ne peut s'empêcher de remarquer une heuristique similaire (celle de *l'esprit du temps*).

L'approche séquentielle offrait le grand avantage de pouvoir justement « découper des processus complexes en phases identifiables permettant de généraliser des mécanismes, de repérer des caractéristiques communes, des généralités, et donc de comparer ces processus » (Jacquot 2010 : 88). Sa simplicité, son caractère d'idéal-type et l'identification claire des étapes peuvent avoir, dans la coopération internationale, un rôle fédérateur (ou d'émulation).

Par exemple, si l'on considère une phase précise, disons la troisième, dans laquelle il faut implémenter la politique, disons un marché carbone, alors la coordination de plusieurs pays pourrait mener à une dissémination, voire un rapprochement de ces marchés (ce qui est le cas actuellement entre l'UE et la Suisse, ou de la Californie et du Québec). Mais le fait que cela se produise, le fait qu'il y ait de nombreux pays où cela se met en place, ne présuppose pas que les étapes précédentes ont eu lieu ou que les prochaines suivront, ce qui rend difficile le raisonnement séquentiel (tel que décrit par la théorie). L'enchaînement ou la succession des étapes pose un problème de fond, puisque les processus politiques sont souvent dynamiques. Une politique, note Jacquot (2010 : 87), « peut se terminer sans avoir été précédée par une phase d'évaluation, une mesure être mise en œuvre avant que la décision soit formellement prise ou une décision arrêtée sans qu'elle ne réponde à des demandes précises ou à l'identification d'un problème à traiter ».

Suivant ce principe d'action (causal, mécanique), on arrive à une première vision commune, qui impliquerait que le changement climatique peut être traité en s'appuyant sur des mécanismes (ou des politiques) qui ont pu être efficaces dans des circonstances similaires antérieures. On essaie, pour ainsi dire, de réitérer une solution qui s'est montrée fonctionnelle auparavant. Mais, comme il s'est avéré par la suite, le climat allait manifester de nombreuses particularités le différenciant des autres problématiques du même type (*e.g.* Protocole de Montréal, Protocole d'Helsinki sur la réduction du soufre). La problématique du climat allait se montrer foncièrement nouvelle par rapport à ce que les États ont pu connaître jusqu'alors. Cela apparaît évident aujourd'hui, mais il nous semble que ce ne fut pas le cas initialement.

Une deuxième vision commune concerne la séparation nette supposée entre les disciplines scientifiques qui documentent le changement climatique. Prenons, de manière non anodine, les développements de la science, des processus décisionnels politiques et de la préconisation économique. Les sciences du climat et de l'économie sont (souvent) vues comme étant indépendantes des décisions politiques (Demeritt 2001), alors que cette séparation n'est pas évidente (le fonctionnement du GIEC peut illustrer ce point et nous y reviendrons plus loin). Cette différenciation, pour faire simple, entre *faits* (la science) et *valeurs* (la politique), ou encore entre *descriptif* et *normatif*, a été souvent posée par rapport au climat.

À titre d'exemple, Schneider et Lane (2007), de l'Université de Stanford, affirment que ce n'est pas à la communauté scientifique de définir ce que « dangereux » signifie ; c'est plutôt une question politique, puisqu'il s'agit d'un jugement de valeur (Encadré 1.1). Similairement, Bert Bolin (1994 : 27) défendait l'idée que le rôle des scientifiques était de présenter l'état des

⁹ Nous faisons remarquer que le récit de Bodanski n'est pas seulement une énumération de faits ; ceux-ci sont souvent explicités au travers des conjonctures ou des facteurs d'influence, qui apportent davantage de lumière sur les circonstances accompagnant le processus.

connaissances d'une manière objective et que le rôle des politiques était de prendre des décisions sur la base des informations scientifiques factuelles, telles que fournies par le GIEC et leurs propres jugements de valeur. Cela fait remarquer à Demeritt (2001 : 308) que la science fut perçue comme indépendante du politique, ce qui a pour première conséquence le fait qu'on s'est très peu interrogé sur le rôle fondamental de la culture politique et scientifique dans la contextualisation et la construction du problème climatique.

Encadré 1.1. Jugements factuels et jugements de valeur.

Sans remonter l'histoire de cette dichotomie à David Hume, qui la posa probablement pour la première fois en 1740, notons simplement que cette idée est contestée par certains auteurs qui ne se retrouvent pas dans ce courant. Précisons davantage ce point puisque nous y adhérons. Carlo et Julia Jaeger (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, 2010) attirent l'attention sur le fait que, pour ce qui concerne le changement climatique, les sciences ont toujours été incrustées dans un contexte normatif. Les auteurs plaident ouvertement pour l'abandon de cette séparation (entre faits et valeurs), qui n'a jamais vraiment fonctionné, en faveur d'une culture du débat pluraliste.

À ce titre, les auteurs notent que les interrogations sur un jugement de valeur ne diffèrent pas fondamentalement des celles concernant un jugement factuel ou d'autres jugements normaux ayant des connotations tant descriptives que normatives. Tout jugement pertinent est exprimé dans un langage donné et ce langage consiste en des affirmations que personne ne remet en cause.

Abandonner l'exercice de vouloir séparer rigoureusement entre ces deux aspects peut favoriser l'interaction entre les divers corps de métier en la dirigeant davantage sur un chemin de nature coopérative. Dans un domaine hautement complexe comme le climat, l'échange des connaissances et des idées est capital ; qu'importe si cela vienne des scientifiques ou des économistes, et qu'il y ait de portée politique ? Après tout, un certain nombre d'éléments dans le climat ne peuvent être que difficilement identifiés comme venant d'un côté ou d'un autre. Par exemple, la cible de 2°C a été vue tantôt comme une proposition scientifique, tantôt comme une proposition politique (Cointe 2011). Pour le dire autrement, il n'est pas du tout sûr que ce qui est dangereux soit mieux saisi par les élites politiques que par les scientifiques, ni que l'optimalité du niveau des émissions soit mieux définie par des scientifiques que par les économistes.

La séparation nette de la problématique climatique, de manière disciplinaire ou fonctionnelle, ne marche pas. Le philosophe des sciences Frédéric Bouchard (2013) estime que les failles des analyses ou des préconisations, qui conduiraient à des manipulations, sont improbables lorsque celles-ci sont validées par les communautés épistémiques. Quand ces communautés épistémiques fonctionnent – et nous pensons que pour ce qui est du climat, c'est le cas –, elles font preuve de suffisamment de scepticisme et de sens critique, en termes académiques, pour prévenir ce type de problème. On peut prendre à titre d'exemple le fonctionnement du GIEC et plus particulièrement son analyse de l'augmentation des températures, qui est toujours donnée en termes de probabilités et non en termes complaisants ni catastrophiques (Encadré 1.2).

Encadré 1.2. Le rôle du GIEC

Étant donnée l'étendue et l'importance des intérêts en jeu la communauté internationale¹⁰ (plus précisément le G7) décide la création du GIEC « pour minimiser les risques de manipulation stratégique de connaissances instables » (Hourcade *et al.* 2010 : 21). Sans reprendre les nombres impressionnants – augmentant avec chaque nouveau rapport – d'auteurs et de recherches passés en revue, nous allons reproduire, toujours selon Hourcade (2009), quelques-unes de ses règles de travail. Il s'agit d'un bref éclairage qui apporte des nuances quant à la mission affichée¹¹ et son fonctionnement :

- ses rapports ne doivent pas comporter de message prescriptif, afin de laisser aux politiques la responsabilité des choix ;
- les auteurs sont choisis sur la base d'une liste de scientifiques acceptée par les gouvernements ;
- l'ensemble des travaux est envoyé aux spécialistes de chaque domaine, aux gouvernements et aux ONG qui font part de leurs contre-propositions par écrit ; les auteurs doivent les incorporer et, en cas de refus, s'en expliquer par écrit ;
- le texte amendé est discuté par l'assemblée générale du GIEC, où sont représentés les pays membres de la Convention Climat ; celle-ci peut demander des modifications que les auteurs peuvent refuser, mais elle reste libre de rejeter des chapitres litigieux ;
- le résumé pour décideurs est discuté de la même façon, mais il est adopté ligne à ligne.

À la lumière de ces règles, Hourcade en arrive à un double constat, qui caractérise pertinemment le GIEC. Celui-ci porte sur une tension bien dosée entre scientifiques et politiques, concernant la causalité entre les deux. Son fonctionnement (à travers ses règles) garantit que le GIEC n'est pas « un groupe de pression écolo déguisé en scientifiques ». Aussi fait-il remarquer qu'« il fallut attendre le troisième rapport du GIEC pour que soit proclamée quasi certaine l'origine anthropique du réchauffement » (Hourcade 2009 : 45).

Depuis sa création, le GIEC est le diapason et le métronome des discussions climatiques, en donnant la tonalité et le tempo. La fréquence de ses rapports, cinq à ce jour, cadence les grands moments dans les négociations climat. Le premier rapport a conduit à la Convention de Rio, le deuxième au Protocole de Kyoto, le troisième aux accords de Marrakech, pendant que le quatrième a mené (ou il aurait dû mener) à l'accord de Copenhague. En ce point, on ne peut échapper à la question de savoir si le cinquième rapport (2014) conduira à la conclusion de l'ADP (*Ad-hoc Working Group on Durban Platform on Enhanced Action*) en 2015.

Une troisième vision commune puise dans le contexte idéologique de la fin des années 1980 (Hourcade 1992, Bodanski 2001). Au-delà des mouvements écologistes, suite à la publication du rapport Brundtland en 1987, et mis à part le contexte géopolitique particulier qui correspond à la fin de la séparation dichotomique entre les deux grandes idéologies du moment, l'« écologie offre alors opportunément une définition mobilisatrice du bien commun » (Hourcade 1992).

¹⁰ On utilise ce syntagme en vertu des deux organismes qui ont été mandatés pour la création du GIEC : l'OMM et le PNUE.

¹¹ « Le GIEC a pour mission d'évaluer, sans parti pris et de façon méthodique, claire et objective, les informations d'ordre scientifique, technique et socioéconomique qui nous sont nécessaires pour mieux comprendre les fondements scientifiques des risques liés au changement climatique d'origine humaine, cerner plus précisément les conséquences possibles de ce changement et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation. Il n'a pas pour mandat d'entreprendre des travaux de recherche ni de suivre l'évolution des variables climatologiques ou d'autres paramètres pertinents. Ses évaluations sont principalement fondées sur les publications scientifiques et techniques dont la valeur scientifique est largement reconnue ». Source : <http://www.ipcc.ch/>.

Ce qui amplifie la difficulté est évidemment la question de l'équité, qui accompagnera ce processus tout au long, ce qui fait remarquer à l'auteur la bipolarité du caractère du climat entre rationalité (économique, stratégique) et justice, exprimée par la « confrontation entre responsabilité historique des pays industrialisés et celle à venir des pays en développement » (Hourcade 1992). Le changement climatique est reconnu comme étant « une préoccupation commune de l'humanité », problème qui devrait être résolu « dans un cadre global » (Résolution de l'UN 1988). Cette reconnaissance consacre le climat comme appartenant à un champ de recherche à la fois *international* et *intergénérationnel*.

Au-delà de l'aspect idéal de cette préoccupation commune de l'humanité, en pratique celle-ci devra être abordée dans une perspective du développement, durable certes, mais développement avant tout, ce qui est bien inscrit dans la Convention-cadre qui a suivi en 1992. Cette manière de formuler la problématique du changement climatique devrait orienter les négociations vers « la façon de trancher le nœud gordien climat/développement » (Hourcade *et al.* 2010). Or, ce problème tout de même central au débat s'est trouvé rapidement évacué des discussions, en raison de l'interprétation donnée à la « responsabilité commune mais différenciée » (article 2 de la CCNUCC). L'idée que les pays historiquement responsables devraient prendre les devants en faisant émerger un prix du carbone, a « marginalisé *de facto* les questions de développement » (Hourcade *et al.* 2010). La question ne fut pas pour autant réglée, celle-ci allant surgir quelques années après et tenant encore une place centrale dans les débats.

Dans ce qui suit, nous allons poursuivre notre présentation sur un autre angle, en observant le processus d'institutionnalisation des rapports entre les grands acteurs qui ont participé aux débats et à la coopération climatique.

Rio et Kyoto : les prémices de la négociation du premier régime climatique

Pour revenir au découpage de Bodanski, la période Rio – Kyoto correspond à la cinquième étape de la construction de la problématique climatique. Cette période culmine avec la signature du Protocole de Kyoto, qui demeure à ce jour le principal et unique instrument légal au niveau international. Cela étant, comme le note de Perthuis (2010), c'est bien la Convention qui pose les fondements de la coopération internationale. Ces fondements, qui renvoient aux principes, règles, normes et procédures, pour emprunter le langage à la théorie des régimes, allaient s'avérer constants dans le processus de construction du régime climat. Son objectif et ses principes n'ayant pas beaucoup évolué, la Convention demeure la base inaltérable des discussions climatiques. Pour ce qui est des prémices de la négociation du premier régime climat, notons les implications de ce que de Perthuis (2010) appelle les « trois piliers » de la Convention : la reconnaissance du rôle des émissions anthropiques sur l'effet de serre, l'objectif de plafonner ces émissions et le principe de responsabilité commune mais différenciée.

Le contexte de la fin des années 1980, comme nous l'avons dit, est marqué par les questions d'équité et la rationalité des “*global commons*” (Hourcade 1992). Ces deux grands préceptes, note l'auteur, enclenchent un cercle vertueux qui se trouve à la base de toute

légitimité d'action internationale. Si la rationalité renvoie à l'intérêt de ceux qui coopèrent, l'équité renvoie à la manière dont ceux-ci raisonnent ou à la manière dont les acteurs conçoivent cette coopération. Du point de vue formel, la Convention marque la mise en place, pour la première fois, d'une structure de gouvernance climat. Son fonctionnement est assuré par un organe exécutif, la Conférence des Parties, ses décisions étant reconnues dans le droit international. Le processus de construction du régime climat s'enclenche, alors que toutes les modalités concernant sa mise en pratique doivent être négociées.

Pour ce qui est des deux premiers « piliers » évoqués par de Perthuis (2010), la ratification de la Convention fait reconnaître aux États l'existence de l'impact des GES sur le réchauffement du climat et l'impératif de stabiliser les émissions. Pour atteindre cet objectif, les discussions tournent autour de deux solutions envisageables : l'approche par les taxes et celle par les quotas. Avant Rio, l'Union européenne (plus précisément certains pays européens) soutient la première, alors que les USA s'y opposent, avant de se pencher sur la deuxième solution (Criqui et Bureau 2009 ; Hourcade *et al.* 2010). La Chine, avec ses quelques 10% émissions de GES (1990) et bénéficiant du statut de PED, n'est pas vraiment concernée par ce débat qui vise l'atténuation des émissions.

Plusieurs raisons jouent en faveur de la taxe (Criqui 2009). Parmi les plus importants, il y a l'argument de Weitzman (1974), renforcé bien plus tard par Newell et Pizer (1998). Lorsqu'il s'agit des politiques environnementales, Weitzman montre qu'en cas d'incertitude il convient d'adopter une approche par les prix lorsque les dommages croissent moins vite que les coûts d'abattement et inversement (le niveau final des émissions n'étant pas garanti). Newell et Pizer (1998) particularisent l'analyse de Weitzman au cas du changement climatique et montrent que l'augmentation du dommage (lié à la dernière unité émise) est plutôt faible par rapport aux dommages cumulés (effet de pollution-stock), ce qui fait que l'approche par les taxes est plus judicieuse. À cela s'ajoute la question du double dividende apporté par le recyclage de la taxe, qui ferait baisser les autres prélèvements (Hourcade 2003).

Cela étant, l'idée de la taxe ne perdure pas, celle-ci étant abandonnée avant la première COP de Berlin en 1995. Hourcade (2003 : 456) explique que ce n'est pas seulement à cause des Américains, qui y sont opposés, mais « pour des raisons qui tiennent à la dynamique même de la négociation » et qui impliquent les lobbies industriels, les ONG écologistes, la communauté des diplomates et juristes de l'environnement, ainsi que des scientifiques. C'est donc l'approche par les quotas qui s'impose, et avec, deux ans après, ses mécanismes de flexibilité.

Au-delà du contexte conjoncturel, l'approche par les quotas prévaut pour deux raisons. La première tient à l'incertitude sur les coûts associés à un plafond d'émissions donné. Les quotas négociables (à la différence de la taxe) laissent, entre autres, la possibilité de pouvoir importer des droits d'émissions d'autres pays. L'autre raison concerne l'intégration des pays en développement, puisque ceux-ci allaient bénéficier des transferts financiers dus à l'attribution des quotas (Hourcade *et al.* 2010). Or, note ces auteurs, c'est bien ce dernier point qui déterminera le Sénat américain à signer la motion Byrd-Hagel (juillet 1997), motion qui met l'administration Clinton en garde, en stipulant que le Sénat ne ratifiera pas le Protocole à venir en absence d'engagements significatifs des pays du Sud.

De leur côté, Criqui et Bureau (2009) expliquent qu'à partir de 1995 les Américains assument un vrai « leadership structurel »¹², allant jusqu'à proposer « à la surprise assez générale, que les objectifs soient considérés comme légalement contraignants ». Jusqu'à la date de la signature du Protocole de Kyoto, les concessions de tous côtés furent importantes : l'objectif (soutenu par les Européens) de réduction pour les pays industrialisés (10 à 15% en 2010/1990) se solde finalement avec un objectif de 7% pour 2010/1990 pour les USA et 8% pour l'Europe (6% pour le Japon). La contrepartie de ces objectifs est l'introduction des mécanismes de flexibilité. C'est la "*where flexibility*", combinée avec la limitation des émissions au niveau national, qui conduira à la mise en place du "*cap and trade*".

Pour ce qui est du « troisième pilier », le principe de responsabilité commune mais différenciée (article 3 de la CCNUCC), celui-ci consacre l'exclusion des PED de toute contrainte liée aux émissions (Brenton 2013). Solidarisés au sein du G77, ces pays ont défendu leurs positions et agendas en évitant systématiquement tout effort d'atténuation des émissions qui pourrait peser sur le développement. Les tractations entre les deux rives de l'Atlantique autour des niveaux de réduction monopolisèrent les discussions, détournant « de vraies discussions avec le G77 » (Hourcade *et al.* 2010 :27). La création d'un mécanisme pour le développement propre ne fut qu'un faible substitut aux requêtes de ces pays qui réclamaient que les droits d'émissions soient réglés de façon équitable.

De cette brève analyse qui porte sur les prémices du premier régime climat, nous retenons trois développements :

- l'imposition de l'approche par les quotas, ainsi que l'émergence des mécanismes qui allaient structurer le futur régime climat,
- le rôle partagé des États-Unis (entre l'opposition profonde du Sénat et la tentative du leadership de l'administration) et
- l'absence des grands pays en développement au début du processus.

Ainsi, les discussions climatiques se voient poser les bases sur lesquelles allait partir la négociation. Celles-ci sont fragilisées par l'absence d'unité au sein des pays européens, la réticence des États-Unis et l'absence des pays émergents (la question du « nœud gordien »). Ces développements semblent avoir engagé les négociations sur deux axes : les pays industrialisés en tant que seuls acteurs visés par les mesures climatiques (étant devenus par la suite, au nom de la responsabilité différenciée, l'Annexe I) et les objectifs de réduction comme principal indicateur des efforts d'atténuation des émissions.

¹² Défini par la capacité à convaincre le reste du monde que son propre plan d'action est supérieur (Berthaud *et al.* 2005).

C'est avec le Protocole de Kyoto que démarre le premier régime climatique. Formellement, l'existence d'un régime international requiert trois conditions : une large participation, l'efficacité des règles (*i.e.* lorsque appliquées, celles-ci doivent mener à une réduction des émissions) et l'existence des mécanismes de conformité (Keohane et Raustiala 2008, Barrett 2003). En principe, ces trois conditions sont présentes dans le Protocole de Kyoto. Il bénéficie de l'adhésion de 55 Parties et d'une couverture de 55% des émissions mondiales, il doit mener à une réduction d'au moins 5% sur une période de cinq ans (2008-2012/1990 pour les pays AI) et il est assorti d'un mécanisme, certes faible, de pénalité¹³. Malgré sa forme prometteuse, le Protocole tient à un compromis fragile, puisqu'il n'est pas complètement assumé par ceux l'ayant négocié (Hourcade *et al.* 2010).

En Europe, malgré l'argument de « l'intégrité environnementale » (qui fut déterminant pour la Commission européenne), le marché carbone pose le risque à ce que certains États, dont les États-Unis, puissent acheter toute la quantité de permis qui leur est nécessaire sans rien faire en interne. Pour les pays du Sud, le mécanisme de développement propre n'est qu'un simple moyen de réduction des coûts des politiques dans les pays du Nord, alors que le Sénat américain demeure foncièrement sceptique par rapport à l'architecture en train de se mettre en place. Ceci dit, l'approche par le marché permet d'introduire de l'efficacité économique et de minimiser les coûts des politiques, ce qui est important aussi bien pour l'UE que pour l'administration Clinton. Les trois années qui suivent la signature du Protocole laissent penser « que les violons sont accordés et que la même partition va pouvoir être jouée des deux côtés de l'Atlantique » (Criqui et Bureau 2009).

Mais autour de la COP 6, en 2000, les négociations achoppent sur des questions techniques, dont la plus importante porte sur la demande des Européens à ce que la moitié des réductions dans le cadre du Protocole soit faite en interne. Ensuite Al Gore (vice-Président de Clinton) est défait dans les élections présidentielles (décembre 2000) pour que, un an après, George Bush décide le retrait du Protocole de Kyoto. Les États-Unis confirment ainsi leur réticence lorsqu'il s'agit de céder des prérogatives qui touchent à leur souveraineté et plus particulièrement à leur souveraineté énergétique (Dannreuther 2013). Une fois de plus, la difficile coordination transatlantique détourne l'attention de « vraies discussions avec le G77, pourtant acteur incontournable du jeu » (Hourcades *et al.* 2010 : 27).

Le Protocole entre tout de même en vigueur grâce à l'adhésion de la Russie en 2004¹⁴. En 2005, le G8 s'empare du climat (la déclaration finale lie climat, sécurité énergétique et réduction de la pauvreté), mais la réflexion du côté des Américains, sous l'administration Bush, n'avancera pas pour autant¹⁵. Après les années 2000, l'obstructionnisme américain devient alarmant. La politique du président Bush, si continuée, risque d'isoler le pays dans

¹³ Si à la fin de la période en question les émissions d'une Partie sont supérieures à la quantité attribuée initialement, elle doit reporter la différence à la seconde période d'engagement, en y ajoutant une pénalité de 30%.

¹⁴ Le Protocole fut ratifié par la Russie en novembre 2004, ce qui a permis, trois mois plus tard, à ce qu'il puisse entrer en vigueur le 16 février 2005.

¹⁵ En mai 2007, l'administration Bush créa le *Major Economies Meeting*, un forum visant les discussions autour du climat et de l'énergie sous forme de minilatéralisme.

l'arène de la CCNUCC (Lash 2007, McMahon 2008¹⁶). Pour pallier ce désengagement, à l'initiative de John Kerry et du maire de New York, est créée la coalition *U.S. Climate Action Partnership* (USCAP)¹⁷ en janvier 2007. Cette coalition appelle le gouvernement fédéral à prendre des mesures en faveur de l'atténuation. Ce renouveau marque ainsi une « montée des thèses plaçant les politiques domestiques au cœur du dispositif et conduisant à une forme *soft* de refus de retour à Kyoto » (Hourcade *et al.* 2010 : 27). Pour les États-Unis, les discussions reprennent à la COP 13 (2007) avec le Plan d'action de Bali. Mis à part les quatre "*building blocks*", nous retenons de cette conférence l'émergence du concept de NAMA, précurseur des INDC (Michaelowa 2015) et la date butoir pour le précurseur de Kyoto : décembre 2009.

Pour ce qui est des pays en développement, ceux-ci se montrent à Bali plus progressistes, acceptant, par exemple, la mention de « mesurables, rapportables et vérifiables » par rapport aux NAMA dans le Plan d'action qui est adopté. Pis encore, la Chine a désormais une politique visant les renouvelables, l'efficacité énergétique et la déforestation. Le pays met sur pied le *National Climate Change Program*, qui prévoit des mesures destinées à l'efficacité et à la production de l'énergie renouvelable. Il faut mentionner que la Chine vient de surpasser les US en termes d'émission de CO₂.

Les Parties ressortent de cette Conférence avec une feuille de route sur deux ans, le retour des États-Unis, un engagement (en demi-teinte) des PED et un « logiciel intellectuel en Europe globalement inchangé » (Hourcade *et al.* 2007). La scène pour la COP 15 de Copenhague commence à se préciser. Entre temps, l'exécution de la feuille de route de Bali s'avère laborieuse, laissant pour Copenhague un nombre important de questions non résolues. Il s'agit de questions techniques (*e.g.* financement, adaptation, technologie, nature juridique de l'accord) ainsi que de questions connexes au climat, (*e.g.* lien entre climat et commerce) (Guérin et Tubiana 2009).

À Copenhague, le point le plus névralgique porte sur le niveau d'effort des pays développés et la nature de l'engagement des pays en développement (Guérin et Tubiana 2009). Concrètement, l'Europe s'engage unilatéralement à réduire ses émissions de 20% (en 2010/1990) et de 30% si elle juge l'accord de Copenhague satisfaisant. Pour la Chine, la situation est complexe, celle-ci étant partagée entre la volonté d'agir, la solidarisation avec le G77 et la dépendance aux énergies fossiles. De leur côté, les États-Unis contestent les objectifs de réduction (nécessaires à la stabilisation des émissions) avancés par le GIEC (-25 à -40% en 2020/1990). Ils soutiennent (à raison) qu'il n'est pas possible de les atteindre et propose des réductions plus importantes entre 2020 – 2050 (Guérin et Tubiana 2009). Par ailleurs, les pays émergents devraient réduire leurs émissions de 15% en 2020 et 30% en 2030 (par rapport au Bau), ce qui est inacceptable de leur point de vue.

A ces difficultés, qui tiennent à la dynamique intrinsèque à la négociation, il faut ajouter les éléments de conjoncture. D'abord, la crise financière que subissent les États-Unis et l'Europe (avec un risque important pour l'UE à ce que celle-ci se transforme en crise de la dette). Ensuite, le changement tout récent (fin 2008) de l'administration américaine, qui ne laisse pas le temps à Obama de saisir le dossier climat (d'autant plus que la priorité est donnée

¹⁶ Il s'agit des chercheurs de la World Resource Institute de l'époque.

¹⁷ Voir l'appel à l'action de cette initiative, disponible à <http://www.c2es.org/docUploads/USCAP%20Report%20FINAL%20070117.pdf>. Consulté le 12.02.2015.

à sa réforme de la santé). Finalement, il s'agit de ce que Hourcade *et al.* (2010) appellent la « faiblesse diplomatique de l'Europe », qui demeure profondément attachée au schéma de Kyoto (qu'elle veut étendre à tous les pays), au 2°C et au facteur deux en 2050 (position confirmée précédemment lors du Sommet d'Aquila en juillet 2009). Dans ce contexte, l'analyse de la Conférence ne peut être faite en fonction des « attentes » optimistes exprimées de tous côtés, attentes visiblement surévaluées.

Il faut noter deux types de résultats à Copenhague, les deux étant, par rapport à ce qui aurait pu être, positifs. Le premier concerne le processus de coopération enclenché et les points convenus dans l'accord de Copenhague. Ainsi, l'on passe d'une régulation de 25% des émissions mondiales dans le dispositif Kyoto, à 75%, on voit inscrite la référence à la limitation à 2°C de l'augmentation des températures, on dispose d'une enveloppe pour le financement international des politiques d'adaptation et d'atténuation dans les pays du Sud, des engagements de réduction en absolu (à l'horizon 2050, qui sont supposés pour les pays de l'annexe I) (UNFCCC 2009). Le deuxième point consiste en ce que Hourcade *et al.* (2010) appellent la « sortie de l'hypnose » du mandat de Berlin, puisque la question concernant le développement (qui touche tout de même plus d'un milliard de personnes au niveau mondial, dont 25% de la population chinoise), pour être résolue, doit être préalablement reconnue en tant que condition initiale, ce qui fut le cas¹⁸.

Copenhague marque la fin du leadership européen et de l'approche par le haut : l'Union européenne n'est plus en mesure ni d'œuvrer significativement à la stabilisation des émissions mondiales, ni de persuader les autres à suivre sa voie. À la fin de la conférence, les PED se retranchent sur leur droit de souveraineté et refusent le partage « par le haut » du fardeau, puisque celui-ci est déconnecté de leurs aspects nationaux. Or, c'est cette préférence pour la souveraineté que semble avoir compris le Président Obama, « la prééminence de la législation intérieure » Hourcade *et al.* (2010 :30), qui lui permet de dialoguer avec les BASIC, pour arriver à la signature de l'accord de Copenhague. Le changement d'architecture, le passage du «*top-down*» au «*bottom-up*» est ainsi acté, ainsi que le retour de la Chine et des États-Unis sur le devant de la scène.

Cette période, de Kyoto à Copenhague, ou ce que nous avons appelé le premier régime climat, est marquée, du point de vue de l'économie politique, par le rôle de l'Europe dans la mise en place du Protocole de Kyoto et l'opérationnalisation de ces mécanismes. La fin de ce régime à Copenhague permet à ce que tous les grands émetteurs (par ailleurs grandes puissances) se retrouvent casés plus ou moins à la même enseigne, ce qui fut un des objectifs des Européens. Bien que l'Europe se retrouve affaiblie lors de cette Conférence, elle demeure néanmoins un acteur-clé de la coopération climatique. La Chine et les États-Unis, deux pays avec un potentiel énorme (*e.g.* technologique, d'investissement), semblent vouloir participer à la construction du régime après-Copenhague. Reste à savoir de quelle manière ces pays,

¹⁸ Dans un monde où les émissions des pays NAI sont deux fois plus importantes que celle des pays AI, le réalisme requiert la mise en place d'un régime climatique à travers lequel les PED puissent bifurquer vers des économies bas carbone, sans compromettre leur développement. Or, l'approche européenne (voir le texte danois), centrée sur le *top-down*, réclamait implicitement des PED une réduction de 15 à 30% de leurs émissions par rapport au Bau, sans aucune référence au développement, autrement dit aux conditions nationales. C'était bien loin de ce que ces pays entendaient par un partage équitable d'un bien public mondial.

puisque ce sont finalement eux qui ont négocié cet accord, veulent s'engager au service du climat.

La conférence de Copenhague montre que la mise en œuvre de la coordination internationale nécessite, pour emprunter la métaphore du jeu à deux niveaux de Putnam (1988), un dialogue permanent entre les exigences internes et les pressions externes. Les gouvernements tentent de répondre au mieux aux groupes d'intérêts internes, tout en minimisant les conséquences négatives sur le plan externe. Si nous nous sommes intéressés jusqu'à présent aux facteurs externes, il convient de regarder par la suite les aspects internes.

1.1.2. Déterminants structurels de la négociation ou le rôle des intérêts

Le traitement de la question du changement climatique est imprégné lourdement de motivations rationnelles (plus qu'idéelles), du fait notamment de l'existence des intérêts, des jeux de puissances, ou encore des connotations géopolitiques. Formellement, la rationalité présuppose que les acteurs soient dotés de préférences et adoptent des stratégies d'action conformes, ce qui fait que la question des négociations climatiques peut être formulée en termes d'adéquation entre moyens et fins (Balme 2010).

Bien que la notion de préférence nationale ne se réduise pas à l'intérêt économique, celui-ci est devenu une question majeure dans les discussions sur le climat ; peu importe si l'on considère le comportement rationnel comme étant individuel (théorie de l'utilité) ou qu'il vise plusieurs acteurs en interaction (théorie des jeux). Disons simplement qu'en économie politique les préférences se manifestent en tant que compromis entre des ensembles de groupes, ceux-ci étant intercedés et/ou coordonnés par le politique (par l'État, en tant qu'agrégateur de ces préférences) (Abbas 2010).

La défense de ces intérêts, et notamment des intérêts économiques, déplace le poids de l'analyse vers un aspect stratégique, qui peut être défini comme une « série d'actions sélectionnées par l'acteur pour réaliser ses préférences » (Balme 2010 : 545). Ceci dit, notre but, dans cette section, n'est pas de rendre compte des situations d'équilibre (à l'instar de la stratégie du conflit de Schelling, 1980), mais de mobiliser la rationalité au sens large, afin d'expliquer ou, du moins, de comprendre la construction de la problématique climatique compte tenu des aspects internes.

Il est propre au choix stratégique d'être fondé sur l'analyse de l'anticipation des acteurs plutôt que sur les déterminants du passé, mais pour le changement climatique (plus que pour d'autres problématiques) ces deux aspects sont indissociables. Les anticipations sont conditionnées par les déterminants existants, par exemple le système énergétique ou la

structure industrielle, ce qui confère au régime climatique des marges de manœuvre limitées¹⁹. De plus, lorsque ces marges existent, elles peuvent s'avérer particulièrement couteuses ou difficiles à exploiter. Une fois de plus, la lecture de J.-C. Hourcade, qui pose le problème en termes de « conjonction historique, tensions et accès aux ressources », s'avère pertinente pour expliciter la construction de la problématique climatique.

Selon J.-C. Hourcade *et al.* (2010 : 20), à la fin des années 1980, lorsqu'il est question d'une Convention pour le climat, c'est l'énergie qui apparaît au-devant de la scène (avec le rôle du charbon et du pétrole), ce qui donne à la question une dimension géopolitique inévitable. Sur les plans nationaux, la question se pose en termes de querelles des filières ; il s'agit d'arbitrages qui préfigurent des « décisions lourdes au plan industriel : nucléaire/énergies fossiles, rail/route, bio-industries ». Ces différents aspects, d'ordre national et international, auxquels s'ajoutent l'agriculture, la déforestation ou l'aménagement de l'espace, sont rapidement repris par les grands acteurs (Hourcade 1992). Ainsi, conclut l'auteur, les considérations du bien public mondial sont venues heurter rapidement les stratégies et intérêts de la plupart des acteurs.

Intérêts des trois grands acteurs et dynamique des négociations

Pour étayer notre analyse, nous proposons ci-dessous un regard rapide sur deux indicateurs extraits du bilan énergétique de l'Europe, de la Chine et des États-Unis. Ces indicateurs sont à garder en mémoire pour comprendre ce qui est en jeu lorsque ces pays discutent, au début des années 1990, de la limitation des émissions de GES. Nous nous devons de faire deux remarques à ce propos. Premièrement, il s'agit d'un exercice simplifié (dans une logique de fait stylisé), dans lequel nous ne prenons pas en compte les déterminants des consommations (Pib, population, technologies, etc.)²⁰. Le but est d'illustrer l'amplitude des enjeux auxquels nous faisons référence et non pas de mener une analyse détaillée des bilans énergétiques²¹. Deuxièmement, puisqu'il s'agit de discussions concernant le début des années 1990, nous avons pris en considération l'Europe à 15 et non pas à 28 membres. Les raisons en sont évidentes et concernent la différence de ressources énergétiques utilisées et la structure industrielle très contrastée entre l'Est et l'Ouest.

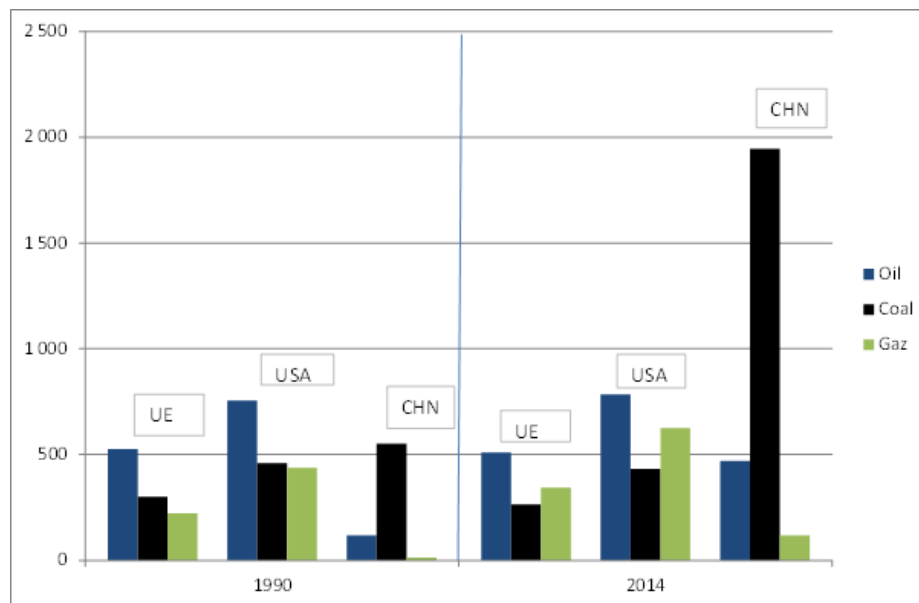
Mettre en miroir les années 1990 et 2010 (pour le premier indicateur) et 1970 et 2010 (pour le deuxième) permet de révéler la portée d'un éventuel engagement climatique de la part de ces pays, engagement qui devrait inéluctablement conduire à diminuer ou limiter les consommations d'énergies fossiles.

¹⁹ Pour décrire un système énergétique, on utilise souvent l'image d'un paquebot qui se déplace à une certaine allure et dont l'inertie l'empêche de faire des manœuvres soudaines.

²⁰ Ces déterminants seront analysés à travers l'équation de Kaya dans le deuxième chapitre.

²¹ Pour une image complète, il faut se référer aux balances énergétiques figurant dans les Annexes.

Figure 1.1. Consommation primaire par énergie pour l'Union européenne, les États-Unis et la Chine, en 1990 et 2012 (Mtoe)



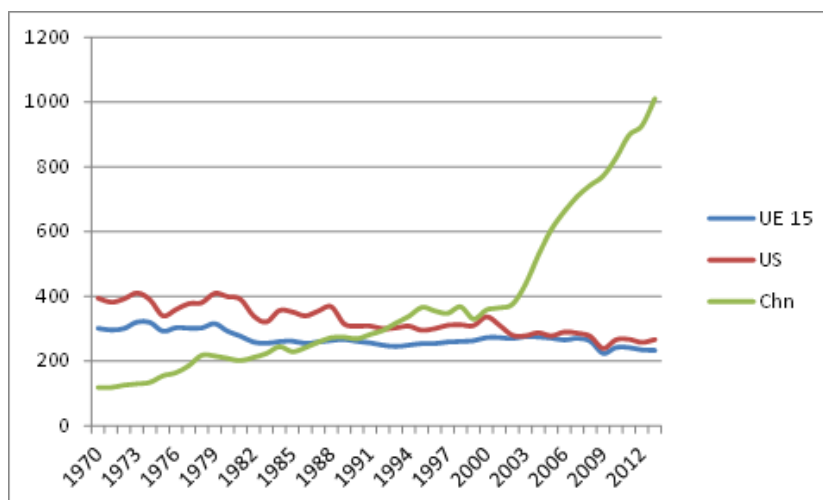
Source : à partir des données Enerdata.

Lorsque nous regardons la consommation primaire par énergie (Figure 1.1), trois remarques s'imposent :

- i)* Pour la Chine, le décollage de la consommation se base sur le charbon, principale ressource énergétique du pays. S'engager dans un accord climatique pourrait clairement entraver son potentiel de croissance, qui est tirée par la consommation de cette énergie peu chère et abondante.
- ii)* Pour l'UE et pour les USA, la consommation de pétrole (le transport) est restée stable, ce qui voudrait dire qu'il n'y a pas beaucoup d'espoir pour la réduction des émissions de ce côté. Peut-être plus significatif est le fait qu'il s'agit de la consommation d'énergie la plus importante, ce qui laisse entrevoir une difficulté réelle quant au rôle que le pétrole, donc le transport, va jouer à l'avenir.
- iii)* Cela amène l'UE et les USA à considérer d'autres secteurs sur lesquels les réductions des émissions peuvent être obtenues, notamment l'industrie. La substitution entre le charbon et le gaz peut, dans une certaine mesure, confirmer ce potentiel.

Pour ce qui concerne le deuxième indicateur (Figure 1.2), la consommation finale dans l'industrie, nous avons pris en considération une série plus longue, à partir des années 1970, dans le même souci de mettre en évidence la dynamique de ce secteur au moment des premières tractations autour du climat. Deux observations en marge de cet indicateur sont nécessaires. Pour la Chine, l'expansion majeure de son secteur industriel suffit à expliquer encore une fois sa réticence par rapport à un éventuel engagement. Pour l'UE et les USA, la constance de ce même secteur montre les différences avec le cas chinois, dans lequel on attend encore une augmentation de la consommation.

Figure 1.2. Consommation finale dans l'industrie pour l'UE, les États-Unis et la Chine (Mtoe)



Source : à partir des données Enerdata.

Ces deux indicateurs sont censés soutenir la pertinence du récit de J.-C. Hourcade. L'analyse par les intérêts montre la difficulté quant à la mise en œuvre des politiques de stabilisation des émissions ; plus précisément, il s'agit (génériquement parlant) de coûts (*i.e.* d'atténuation) que les gouvernements se sont efforcés d'anticiper au début des années 1990. C'est bien ces coûts qui font remarquer à l'auteur que le nœud gordien entre climat et développement n'as pas été tranché et ce sont ces mêmes coûts qui sont si problématiques quand il s'agit du partage du fardeau, question qui se trouve depuis au cœur de toutes les discussions.

Pour une mise en perspective de l'impact de ces considérations nous allons rendre synthétiquement les contextes nationaux de l'époque, concernant nos trois acteurs, les États-Unis, l'Europe et la Chine. Ces remarques sont notamment inspirées par Anthony Brenton²² (2013), négociateur chargé de la Convention de Rio, côté britannique.

i) Les États-Unis sont très dépendants de l'énergie peu chère, ils sont sceptiques pour ce qui concerne la science du climat et réservés quand il s'agit de prendre des engagements internationaux. De plus, ils ont un système politique (caractérisé par l'ouverture excessive aux lobbies industriels) qui rend les actions climatiques difficiles à mettre en place. À cela s'ajoute une tradition de politique extérieure réaliste (*i.e.* "realpolitik") qui fait que les USA sont moins ouverts aux demandes du reste du monde (Brenton 2013 : 543). Par ailleurs, il faut noter que, pendant les vingt ans de discussions sur le climat, les Américains se sont souvent positionnés (à travers des alliances) seulement pour préserver leurs intérêts immédiats : la réticence qu'ils avaient en 1992 par rapport au non-engagement des PED dans l'effort de lutte contre le changement climatique s'est transformée en opposition à l'Europe et à ses cibles de réduction

²² Anthony Brenton est également l'auteur de *The Greening of Machiavelli – The History of International Environmental Politics*, ouvrage édité par Earthscan en 1994, un essai sur le développement des relations internationales sur la question environnementale dans les années 1990.

en 1995 (lorsqu'ils ont créé le JUSSCANNZ²³), à tel point qu'ils négocieront en 2009, en l'absence des Européens, l'accord de Copenhague avec certains pays BASIC, notamment avec la Chine.

ii) L'Europe bénéficie d'une autre histoire, qui fait qu'elle est moins habituée à l'énergie peu chère²⁴, dispose une tradition concernant la régulation environnementale et est moins soumise aux lobbies industriels, du moins jusque dans les années 1990. Cela étant, il ne faut pas oublier les éléments de conjoncture, comme la réunification de l'Allemagne et l'effondrement de l'industrie très polluante de l'Europe centrale et de l'Est, le développement du nucléaire en France ou, de manière générale, le déclin du charbon un peu partout en Europe. À cela s'ajoutent, au sein des gouvernements, des influences en faveur de l'environnement, comme les « verts » en Allemagne. Ce sont des éléments qui renseignent sur la volonté de l'Europe à opter pour des engagements relativement forts, comme des réductions absolues, ou à choisir l'année 1990 en tant que référence et, plus tard, la limite de 2°C d'augmentation de la température.

iii) La Chine, bien que moins visible à l'époque, n'a pas été forcément moins présente. Brenton (2013) note qu'elle fut prompte à saisir les impacts que le changement climatique pouvait avoir sur son agriculture et l'opportunité pour son industrie (*i.e.* l'industrie des renouvelables). En attendant que les pays responsables prennent les devants, la priorité est de résoudre le problème de développement économique auquel le pays se confronte. Par ailleurs, étant donné le décalage qui existe par rapport aux pays industrialisés, lorsqu'il sera question de mettre en place des actions, la Chine suppose qu'il faudra prévoir l'argent et les technologies nécessaires. Pour ces fins, la Chine est en faveur d'une alliance large, le G77+Chine, susceptible d'assurer la pérennité de ses positions.

Ainsi, l'intérêt commun, c'est-à-dire la stabilisation des émissions, se décline différemment lorsqu'il est confronté aux situations nationales.

*

Après les années 2000, la Chine est de plus en plus consciente qu'elle doit réorienter son modèle économique qui devient très carbonée. Le pays entreprend des efforts, mais ceux-ci sont minorés par la croissance spectaculaire, ce qui se traduit par une augmentation dans ses émissions de l'ordre de 10%/an. Mais la croissance économique est tirée par l'essor sans précédent de la consommation charbonnière. Celle-ci double (de 1,3 à 2,8 Gt) entre 2001 et 2009, pour se situer aujourd'hui autour de 3 Gt. Le rythme annuel de la croissance de consommation de charbon est de 10%, un chiffre qui ignore même la crise économique mondiale (Martin-Amouroux 2008).

L'évolution des intérêts chinois peut être observée à travers les objectifs affichés dans ses plans quinquennaux. Alors que ceux des années 1990 mettaient l'accent sur la croissance et le développement (agriculture, industrie), le 11^{ème} Plan (2006-2010) est plus équilibré, prenant en compte, entre autres, l'environnement. Pour la première fois dans l'histoire du pays, il est question d'intensité énergétique. Dans le 12^{ème} Plan, un des cinq objectifs est de restructurer

²³ Pour Japon, US, Suisse, Canada, Australie, Norvège, Nouvelle Zélande.

²⁴ Par exemple, le prix de l'essence chez le consommateur final est environ deux fois plus cher en Allemagne qu'aux États-Unis en 1990.

l'économie en renforçant l'efficacité énergétique et en réduisant « de manière significative » les émissions de CO₂ et le volume des principaux polluants. Cela étant, il ne faut pas perdre de vue que la réduction de la pauvreté et la croissance demeurent des objectifs prioritaires, même dans ces plans.

Enfin, si l'intérêt à moyen terme consiste en l'orientation de son secteur électrique (75% de son électricité provient du charbon) et industriel, l'urgence actuelle de la Chine semble être le niveau de pollution des grandes villes. Chaque année, plus de 10 millions de personnes migrent de la campagne vers la ville, ce qui nécessite la construction de 20 milliards de m² de logements supplémentaires, surface équivalente au parc d'habitation de l'Europe (CAS 2009). Or, si en 2003, le coût estimé de la pollution était de 4% du Pib par la Banque Mondiale (2007), un rapport récent estime que ces coûts sont, en 2010, de l'ordre de 10% (GCEC 2014).

*

Aux États-Unis, c'est avec l'arrivée du Président Obama que l'on remarque un changement d'attitude et un renforcement des politiques climatiques au niveau des États. Mais les déterminants structurants des émissions agissent à l'encontre de ces politiques : un Pib par tête parmi les plus élevés au monde, une croissance plutôt forte et robuste et un mix énergétique fortement carboné. En 2009, à l'impulsion du Président, les États-Unis adoptent la *National Recovery and Reinvestment Act*, programme qui vise la hausse du pouvoir d'achat des ménages, la question du regain de compétitivité, la sécurité énergétique et la lutte contre le changement climatique. Le pragmatisme américain empêche la déconnexion des questions climatiques ou énergétiques du reste des secteurs économiques. À travers les nouveaux marchés de l'économie verte, les États-Unis entendent jouer de leur potentiel de développement de la technologie et de l'innovation, pour tirer la croissance.

C'est au niveau des États que les initiatives et programmes sont le plus présents. Les États-Unis disposent de plusieurs marchés de permis régionaux. Trois projets de systèmes "*cap and trade*" rassemblent une vingtaine d'États : la Western Climate Initiative (WCI), le Midwest Regional Greenhouse Gas Reduction Accord et la Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI). Pour ce qui concerne ce dernier, il faut noter l'importance de ses effets redistributifs : 262 millions de dollars furent dédiés au financement de programmes visant l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et la création d'emplois verts (CAS 2009). Le dispositif fut qualifié par l'EPA de « modèle pour la législation climatique fédérale », ce qui renforce l'idée que la question du changement climatique est étroitement liée aux autres pans de l'économie américaine.

*

La compréhension des préférences de l'Europe peut se faire à la lumière de l'évolution des émissions nationales à partir des années 1990. En suivant l'exemple du Comité dirigé par Christian de Perthuis (*Trajectoires 2020-2050. Vers une économie sobre en carbone*, 2011), nous pouvons analyser les trajectoires européennes en fonction d'un regroupement sous-régional (pays méditerranéens, occidentaux et nouveaux entrants), en considérant que celles-ci reflètent les contraintes socioéconomiques sous-jacents. Ainsi, depuis 1990, on remarque une très forte réduction des émissions des nouveaux pays membres de l'UE (pays de l'Europe centrale et de l'est, -30%), une augmentation importante dans les pays du Sud, en particulier

l'Espagne (plus de 50% de 1990 à 2007) et une tendance à la baisse des pays de l'Europe occidentale (Million 2011). Ces évolutions traduisent, dans l'ensemble, le changement de structure industrielle au sein de l'Europe. Les facteurs déterminants, comme la restructuration des économies de l'Est, la pénétration du gaz dans la production de l'électricité (e.g. découverte d'importants gisements de gaz en Mer du Nord), ou encore la hausse du prix du pétrole, ont conduit à une décarbonisation progressive du mix électrique européen.

C'est dans ce contexte, au début de 2007, qu'entre en discussion le Paquet énergie-climat, qui sera adopté un an plus tard. Dans le cadre des discussions concernant les objectifs de long terme (réduction de 80% en 2050), et suite à la crise économique (-7% des émissions), il apparaît possible de revoir la trajectoire nécessaire pour atteindre cet objectif, notamment par le rehaussement de l'objectif en 2020 (Guerin et Spencer 2011). Les objectifs de réduction proposés dans le Paquet énergie-climat ont été plus faciles à atteindre pour certains pays (pour des raisons autres que les considérations climatiques). Il s'agit des nouveaux entrants (UE-12), de l'Allemagne et de la Grande Bretagne. *A contrario*, des pays comme l'Espagne et l'Italie, qui ont vu leurs émissions dériver à la hausse entre 1990 et 2005, ont plus de difficulté à atteindre ces objectifs (fixés relativement à 1990). La proposition de relèvement de ces objectifs induit des coûts supplémentaires, ce qui redéfinit les camps des pour et des contre. L'Union européenne semble partagée entre, d'un côté, un discours vertueux et les gains associés aux politiques environnementales (en termes d'emploi, de croissance, de renouvellement du modèle économique) et, de l'autre, les intérêts des membres dont l'évolution de la structure industrielle ne peut se faire sans coûts sociaux et économiques.

*

La manière dont on analyse le développement du régime climatique n'est pas anodine et la lecture que l'on fait des événements mène inexorablement à rechercher et proposer des solutions différentes (voire divergentes). Du point de vue de notre analyse, nous avons essayé de montrer l'influence des différents paradigmes (que nous avons appelés des visions communes) dans la construction de la problématique climat. Cela étant, notre propos dans cette section n'a pas été d'offrir une recette pour expliquer la construction du régime climat, mais de montrer son caractère complexe, dynamique et marqué par l'inertie. Au début des années 1990, il n'était pas tant question de la Chine, ni de l'Inde, ni d'autres émergents. On n'y songeait pas beaucoup aux crises financières d'ampleur, comme celle de 1997-1998 en Asie et en Russie, ou celle qui frappe les pays développés à partir de 2008. Oran Young (2012) va jusqu'à dire qu'une des constantes du régime climatique est le changement même, alors que Keohane et Victor (2010) soutiennent la thèse d'un « régime complexe » dans lequel « les intérêts, le pouvoir, l'information et les croyances changent dans le temps ».

À partir de ces considérations, une des questions qui se dessine comme structurante pour notre cadre théorique est celle de la coordination internationale qui alimente ce processus. Dans la section suivante nous allons aborder la question climatique dans cette perspective.

1.2. Poser le problème du changement climatique en EPI.

L'étude de la question du changement climatique en Économie politique internationale (EPI) constitue un défi. L'EPI est habituellement mobilisée pour l'analyse des questions liées au commerce, à la sécurité, à la finance ou encore aux marchés d'énergie. Il s'agit de domaines importants notamment pour les États-Unis, pays d'où l'EPI est issue et où la discipline est la plus développée. Cependant, ces dernières années, dans la revue de référence de la discipline, *International Organization*, propose presque un quart des articles traite explicitement la question de l'environnement et un dixième traite le changement climatique. L'Économie politique internationale n'est pas la théorie la plus employée pour analyser le climat, il n'en demeure pas moins qu'elle retient de plus en plus l'attention des chercheurs de ce courant.

En effet, l'analyse en termes économique-politiques, comme nous l'avons montré ci-dessus, ne peut être absente des travaux sur le régime du changement climatique, puisque la nature du problème l'exige. Nous avons montré dans la section précédente que poser la question du changement climatique nécessite, pour ce qui est du niveau d'analyse, la prise en compte des aspects nationaux et internationaux. Cette prise en compte se manifeste à travers les actions des États, dont les intérêts se croisent au sein des organisations et notamment au sein de la CCNUCC. Les aspects domestiques (principalement les intérêts) sont impactés par les exigences internationales et, inversement, celles-ci supportent leur influence. Si les GES sont émis par tout un chacun à l'échelle locale (nationale), les dommages encourus sont à l'échelle globale.

Les institutions internationales jouent le rôle de bourse pour le « marché politique », pour reprendre la terminologie de Keohane (1984), où ont lieu ces tractations, censées produire, *in fine*, un régime international ou un bien collectif. Dans cette équation, malgré la multiplicité des acteurs et des niveaux d'analyse, l'État demeure le pivot principal et la CCNUCC, la principale tribune de dialogue (Raustiala 2001 ; Abbas 2010 ; Chasek *et al.* 2006). Comprendre les actions de l'État nécessite la considération de ses intérêts et préférences qui se traduisent sur le plan international par des positions, voire des actions, inévitablement conflictuelles et/ou coopératives.

Dans cette section, nous allons mettre en évidence notre cadre d'analyse, constitué principalement par l'approche institutionnelle en Économie politique internationale. En guise d'introduction de notre cadre théorique, nous allons procéder à l'exposition de quelques remarques liminaires concernant l'Économie politique internationale²⁵. Il s'agit de présenter principalement la problématique et la méthode de l'EPI, qui fondent la pertinence, à notre avis, de ce champ disciplinaire pour l'analyse du changement climatique. Pour une meilleure mise en perspective, nous présenterons les trois courants majeurs de l'EPI : le réalisme – point de

²⁵ Nous suivons l'exemple d'Abbas, qui reprend la distinction opérée par Katzentsein *et al.* (1988) entre Économie politique internationale en tant que discipline et économie politique internationale en tant que domaine spécifique de recherche en relations économiques internationales. Dans notre cas, il s'agit de mobiliser l'approche institutionnelle en tant que programme de recherche en Économie politique internationale, cadre spécifique qui sera introduit par la suite (Abbas 2010 ; Katzenstein *et al.* 1988).

départ de l'EPI –, le constructivisme – pour l'importance des idées et de son concept de communauté épistémique (essentiel notamment pour la compréhension du GIEC) – et le libéralisme – courant mobilisé dans notre travail. Malgré le caractère théorique de cette section, nous nous efforcerons de ne pas perdre de vue les positions de nos trois acteurs, l'UE, les États-Unis et la Chine, ainsi que l'aménagement de leurs positions dans les discussions climatiques.

Cette section sera basée sur les travaux de quelques chercheurs confirmés dans le champ d'EPI. Nous allons mobiliser l'expertise des théoriciens qui se sont trouvés à l'origine de l'EPI, comme Robert Gilpin, Robert Keohane, Duncan Snidal, Joseph Nye, Peter Katzenstein, Stephen Krasner, pour ne pas citer que quelques-uns, et également celle des auteurs francophones ayant contribué, à notre connaissance, au développement de la discipline : Mehdi Abbas, Stéphane Paquin et Gérard Kebabdjian.

1.2.1. EPI et changement climatique

À la différence de l'économie internationale, qui procède à l'analyse des relations économiques comme si le monde « se présentait sous la forme d'un emboîtement de marchés » (Kéabdjian 1999 : 9), l'EPI se base sur le « refus de poser l'extériorité de l'État par rapport au processus économique en général et aux relations économiques internationales en particulier » (Abbas 2010 :49).

La problématique de l'EPI est structurée à la fois par les facteurs politiques et les facteurs économiques. Robert Gilpin, acteur phare de la discipline, définit l'économie politique par « l'interaction réciproque et dynamique dans les relations internationales entre la poursuite de la richesse et la recherche de la puissance » (Gilpin 1975 : 43). Kebabdjian (1999 : 8) reprend cette définition en précisant que « l'EPI cherche à analyser la sphère des relations économiques internationales, centrée sur les phénomènes de richesse, en prenant en compte les articulations avec la sphère du politique, centrée sur les phénomènes de pouvoir ». L'EPI s'intéresse de ce fait à l'« existence parallèle et à l'interaction mutuelle de l'État et du marché » (Gilpin 1987 : 8). Comme nous l'avons vu dans la section précédente, les États, interlocuteurs privilégiés (et légitimes) dans les tractations climatiques, poursuivent leurs intérêts et cherchent à imposer une préférence nationale qui émane des tissus socio-économiques nationaux. Cela constituerait un premier point en faveur de l'utilisation de cette approche pour l'analyse des questions climatiques.

Du point de vue méthodologique, Abbas (2010 : 48) note que l'EPI est « construite dès le départ sur la confrontation permanente de la théorie aux faits ». En tant qu'approche positive, l'EPI identifie des causalités, tout en évitant « l'abstraction et la formulation d'hypothèses ne 'collant' pas à la réalité observée » (Abbas 2010 : 48). En tant qu'approche théorique, celle-ci porte sur le « système économique international et les structures d'ordres à cette échelle » (Kebabdjian 1999 : 12). Dans cette optique, l'Économie politique internationale distingue l'articulation de quatre dimensions : d'un côté, l'économique et le politique, et de

l'autre, le national et l'international. En l'absence d'une structure supranationale de gouvernance ou, comme le note Kebedjian, d'un *homo economicus mundialis*, le tandem État – individu constitue nécessairement le point de départ de l'analyse du système international. Ces considérations constituent un deuxième point qui recommande l'EPI pour l'analyse des questions climatiques.

La prise en compte des interactions systémiques qui s'établissent entre les éléments mentionnés ci-dessus est essentielle pour l'analyse des politiques climatiques, comme dans toute question du même ordre. Après tout, comme le remarque Kebedjian (1999 : 11), « il n'y a pas de phénomènes internationaux purs sans contreparties nationales et inversement ». De son côté, Stéphane Paquin (2013) note que, pour ce qui est du moins de l'école orthodoxe (dans le sillage duquel nous nous plaçons), l'EPI est axée sur les méthodes quantitatives et que les recherches sont qualifiées de "*problem-solving*". Cela ne signifie pas qu'une approche plus hétérodoxe ne soit pas pertinente pour l'analyse du climat. Notre choix s'explique par la nature et le contexte quantitativiste (*i.e.* prise en compte des coûts) dans lesquels nous avons mené notre recherche.

Pour un meilleur démarquage du cadre d'opérationnalisation de l'EPI, reprenons trois précisions faites par Abbas (2010 : 63) sur le consensus théorique au sein de la discipline :

- i) pour ce qui concerne l'articulation entre l'économique et le politique : « la compréhension de l'une nécessite l'étude de l'autre » ;
- ii) pour ce qui concerne l'importance de l'État et du fonctionnement des institutions économiques : « le politique est le principal facteur par lequel l'économique est constitué et transformé » ;
- iii) pour ce qui concerne l'articulation entre le national et l'international : « la politique intérieure ne peut être abordée, analysée et séparée de la politique internationale » et « symétriquement, les politiques publiques internationales ont souvent pour fondement et déterminant les équilibres domestiques des intérêts ».

Ajoutons également que la nature du changement climatique (*i.e.* géopolitique, étendue globale) et de ses volets d'action (*i.e.* atténuation, adaptation, financement) implique l'existence simultanée des enjeux de richesse et, par conséquent, de puissance. Considérées isolément, les sciences économiques (tout comme celles politiques) s'avèreraient partielles à la compréhension de la problématique climatique, d'où l'intérêt pour une théorie compréhensive. Ce cadre d'analyse (EPI), à travers sa double perspective internationale et nationale, sa fondation sur la coopération et son concept central de régime, semble convenir à l'analyse de la problématique climatique. Après tout, si l'on considère le défi du climat comme une nécessité à « connecter institutionnellement des actions qui sont physiquement connectées par nécessité » (Vatn 2012 : 31), alors le choix de ce cadre analytique semble approprié.

Nous précisons que la perspective de recherche dans laquelle nous nous inscrivons est structurée par un agenda qui renvoie aux systèmes de gouvernance²⁶. La configuration des

²⁶ Abbas (2010) distingue deux agendas de recherche possibles en EPI. Le premier porte sur la formation des préférences des acteurs, une problématique qui s'écarte du stato-centrisme pour investiguer les facteurs qui déterminent la constitution de ces préférences, agenda qui est investi par l'EPI hétérodoxe. Le deuxième agenda, qui concerne la gouvernance, est celui poursuivi dans notre démarche.

rapports de puissance et de richesse détermine la mise en place des systèmes de gouvernance ou, au contraire, cause leur affaiblissement ou suppression. À l'évidence, dans notre travail, il s'agit du système de gouvernance pour le climat, qui se construit principalement, à travers le cadre onusien, des négociations et des enjeux spécifiques. En ceci, nous souhaitons délimiter notre champ de recherche aux questions strictement liées au climat (*e.g.* l'énergie, les coûts associés à l'atténuation et à l'adaptation), sans le coupler avec des enjeux adjacents (*e.g.* le commerce, les investissements). Pour quelques repères temporels concernant la naissance de l'Économie politique internationale voir l'Annexe 1.

1.2.2. *Le réalisme et le constructivisme*

Dans ce qui suit, nous présenterons, afin de dresser une meilleure perspective, les deux premiers courants majeurs de l'EPI : le réalisme, en tant que point de départ de l'EPI, et le constructivisme, dont les idées et le concept de communauté épistémique sont essentiels, notamment pour la compréhension du rôle du GIEC.

L'EPI réaliste

Le cœur de la définition du réalisme en EPI est rendu par l'idée selon laquelle l'accumulation de la richesse procure aux États les moyens ou les capacités d'action (ang. "*capabilities*"). Les politiques climatiques influent directement sur les performances économiques, faisant surgir des enjeux de distribution qui se répercutent sur l'accumulation de la richesse et, donc, sur le pouvoir. Selon Abbas (2010), le réalisme repose sur quatre hypothèses fondamentales :

- i)* les États sont les acteurs-clés du système international ;
- ii)* les États peuvent être traités comme des unités homogènes guidées par leurs intérêts ;
- iii)* les États agissent de façon rationnelle dans la défense de leurs intérêts ;
- iv)* l'anarchie au niveau international signifie que l'antagonisme des intérêts interétatiques peut conduire à des situations de conflit et de coercition²⁷.

Les réalistes conçoivent les États en tant qu'agents rationnels qui essaient de maximiser leur puissance, logique qui englobe tous les autres aspects, y compris l'économie.

²⁷ Nous précisons à notre tour, et comme il se doit, le terme d'anarchie, concept central dans la sphère des Relations internationales. Le concept n'a pas un sens commun de désordre, mais il désigne l'absence d'autorité centrale au-dessus des États souverains (gr. *Anarkhia* : absence du chef). À la différence d'une régulation nationale, sur le plan international, l'état d'anarchie indique qu'il n'y a pas de légitimité d'un monopole de la force (Smouts *et al.* 2006).

Par conséquent, les décisions ayant trait au climat seraient (comme tous les autres) instrumentalisées, pour reprendre l'expression d'Abbas, afin de pouvoir répondre à des objectifs de puissance. Or, si les relations interétatiques sont structurées par la répartition de la puissance, alors les organisations internationales et les régimes mis en place reflètent les intérêts des plus puissants d'entre eux. Selon Hasenclever *et al.* (2000), la distribution des capacités d'action entre États a des effets critiques aussi bien sur les conditions de mise en place des régimes, que sur leur durabilité et sur leur nature. La distribution de la puissance ou, pour reprendre Dannreuther (2013), l'équilibre des puissances est vu, par les réalistes, comme une source significative de stabilité au niveau international.

Leadership et régimes internationaux

Les réalistes interprètent les régimes internationaux à partir de la théorie du leadership (Kindelberger 1973), en tant que biens publics. Ceux-ci sont difficiles à obtenir sans le concours d'un acteur dominant, un hégémon, qui puisse assurer sa fourniture et son exécution (ang. "*enforcement*"). Les réalistes doutent du fait que les régimes puissent durer en l'absence d'un hégémon qui ait un intérêt dans le bien public en question et qui œuvre à son maintien. Cela n'empêche pas le fait qu'un régime puisse continuer après un éventuel déclin du leader qui l'a mis en place, en raison de l'inertie, des habitudes ou du risque d'instabilité.

Pour ce qui est de la coopération, les réalistes mettent l'accent sur les gains relatifs, bien qu'ils n'ignorent pas les gains absolus. À la différence des libéraux, qui mettent l'accent sur l'égoïsme des États, les réalistes adoptent une réflexion stratégique par rapport aux gains. Puisque, « [l]es amis d'aujourd'hui peuvent s'avérer les ennemis de demain », écrivent Hasenclever *et al.* (2000 : 9), les États ne peuvent pas ignorer les gains relatifs. Autrement dit, les acteurs peuvent ne pas coopérer, même si cela serait à leur avantage en termes absolus, en raison de la possibilité d'obtention de gains supérieurs par leurs adversaires. La coopération, dans ces termes, reviendrait à endosser une balance des gains relatifs négatifs. Pour les réalistes, il s'agit donc de défendre leurs intérêts dans un contexte de compétition et non pas d'égoïsme, étant indifférents aux gains des autres. Ainsi, et puisque les États sont prédisposés à la concurrence et au conflit, la coopération internationale demeure évasive. Toute coopération émergeant des relations interétatique est soumise à une logique de dynamique conflictuelle qui trouve sa stabilité à travers un équilibre des puissances²⁸.

Une lecture « réaliste » de la problématique climatique reviendrait à dire que la coopération onusienne (le climat en tant que "*given-area*"), le contenu (*i.e.* les Décisions de la CCNUCC) et l'agenda (les éléments en discussion visant un éventuel accord climatique à venir) reflèteraient l'équilibre des grandes puissances. Étant donné la nature étendue, pour ainsi dire, du changement climatique ou l'actuel déséquilibre des puissances, il est difficile de

²⁸ Nous insistons sur la puissance économique et non pas sur celle militaire, en raison du fait qu'il y a peu de raisons de croire que la puissance militaire ait beaucoup d'importance dans les négociations des régimes environnementaux (Young 1994 : 136). Comme le remarquent également Porter et Brown (1996 : 15), la politique de l'environnement ne conduit pas à une hégémonie dans laquelle un État puisse contraindre un autre à accepter sa position ; bien au contraire, il y a une corrélation négative, puisque les dépenses militaires détournent les financements des politiques environnementales.

se prononcer quant à la meilleure manière de mesurer cette puissance²⁹. Mais il est courant que la puissance soit exprimée (et exercée) en termes économiques (Dur et Mateo 2010 ; Bailer 2012 ; Weiler 2012).

Ian Rowlands, chercheur à l'*Environment and Resource Institute* au Canada, donne plusieurs exemples pour illustrer l'exercice de puissance en termes économiques. Il s'agit des menaces proférées à l'encontre de ce que l'auteur appelle un « violeur climatique », menaces exprimées dans des cadres divers, comme le Protocole de Montréal, la Convention de Bâle³⁰ ou encore la Convention CITES³¹ sur les espèces en dangers (Rowlands 2001). Plus récemment, on peut invoquer la menace des taxes d'ajustement aux frontières, qui a beaucoup agité les discussions ces dernières années (Condon et Ignaciuk 2013 ; Abbas et Sindico 2012 ; Böhringer *et al.* 2012).

Le pouvoir et ses déclinaisons

Regardons de plus près une forme particulière de manifestation du pouvoir, visible dans le climat. Il s'agit de la capacité d'un pays, ou parfois d'un groupe de pays (coalition) d'acquiescer, de par leur taille économique (et, par conséquent, de par la quantité de GHG émises), le statut de « *veto player* »³² (Tsebelis 1995). Comme le remarque Falkner (2005 : 591), lorsqu'il s'agit de pays comme la Chine ou les États-Unis, il est question de plus que de simples joueurs qui s'opposent.

Ce raisonnement est basé sur l'analyse de Porter *et al.* (2000), développée initialement en rapport avec le Protocole de Montréal. Les auteurs expliquent que les acteurs nationaux peuvent être classifiés entre « *lead states* », « *support states* », « *swing states* », et « *veto states* ». Un pays dirigeant est un pays qui est fortement engagé au plan international et qui, en même temps, adopte un comportement progressiste en essayant de proposer, voire d'imposer sa vision des choses. Un État supporteur prend position en faveur du leader lors des négociations. Un État oscillant est un acteur ouvert au compromis, qui demande des compensations ou des concessions au regard de ces intérêts, sans pour autant déstabiliser le régime en tant que tel. Le pays adoptant un comportement de blocage est un pays qui s'oppose clairement à la mise en

²⁹ De son côté, Douglas Webber (Institut européen d'administration des affaires) distingue trois types fondamentaux du pouvoir : militaire, économique et idéologique (« *soft power* »). Webber D. (2014). *Declining Power Europe? The Evolution of the European Union's World Power in the Early 21st Century* [en ligne]. Working paper 2014/1. Monash University, European and EU Centre. <http://blogs.lse.ac.uk/euoppblog/2015/02/04/by-most-objective-measures-europe-must-now-be-classed-as-a-declining-power/>. Consulté le 04.02.2015.

³⁰ Il s'agit de la Convention sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination. Voir <http://www.basel.int/text/con-f-260408.pdf>. Consulté le 4.12.2013.

³¹ La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. <http://www.cites.org>. Consulté le 4.12.2013.

³² George Tsebelis définit les « *veto players* » en tant qu'acteurs individuels ou collectifs dont l'accord est nécessaire pour un changement de *status quo* (Tsebelis 1995 : 289).

place d'un régime ou qui essaie de le rendre inefficace (adapté de Chasek *et al.* 2006 : 41-43)³³.

De par leurs engagements, nos trois acteurs – Europe, Chine, États-Unis – apparaissent, de ce point de vue, comme oscillant entre des positions allant de “*lead*” au “*veto states*” (bien qu'ils ne soient pas les seuls). Si nous reprenons ce même modèle d'analyse (de Porter *et al.* 2009) et si nous ajoutons leur poids dans les émissions mondiales et leur puissance économique³⁴, nous pourrions analyser grossièrement la position de ces trois acteurs aujourd'hui de la manière suivante :

- i) l'Europe (plus d'un quart du Pib mondial et 10% des émissions mondiales), pour qui les émissions relatives sont en baisse, essaie d'assumer une position de “*lead state*”³⁵ ;
- ii) la Chine (moins de 10% du Pib et un quart des émissions mondiales) demeure, pour l'instant, un “*swing state*”, n'ayant pas les moyens économiques de s'imposer et, en même temps, étant concernée, voire menacée par une éventuelle régulation ;
- iii) les USA (17% des émissions mondiales et un quart du Pib mondial) nous paraissent bien difficiles à classer. D'un côté, ils devraient être un “*lead*” ou un “*support state*” et, de l'autre (*de facto*), ils se comportent comme un “*swing state*” – lorsqu'ils exigent par exemple un traitement non différencié par rapport aux grands émergents – et parfois comme un “*veto player*” – lorsque ces conditions ne sont pas réunies.

Une analyse en dynamique des positions de ces pays révélerait, du point de vue de la classification ci-dessus, des positionnements différents. À l'avenir, l'on peut raisonnablement supposer que le rôle de l'Europe demeure celui d'un dirigeant (ou du moins d'un supporteur). Pour ce qui concerne la Chine et les États-Unis, la préconisation ne peut être concluante. Comme le rappelle Patrick Criqui, le climat dépend du moment où la Chine décidera d'agir, autrement dit du moment où la Chine basculera du côté de l'ambition de politiques climatiques : « c'est quand la Chine s'éveillera et qu'elle viendra nous dicter ses conditions que l'on connaîtra les vraies perspectives du changement climatique », opinait Criqui pour le *Nouvel économiste* en 2011³⁶.

Cela étant, il ne faut pas perdre de vue le fait qu'au sein de la CCNUCC, les États se coalisent pour défendre leurs intérêts, ce qui est également une manière d'exercer (ou de subir) le pouvoir. Aussi bien la Chine, l'Europe et les États-Unis font partie de ces coalitions. Ces derniers temps, dans l'arène onusienne, on a pu constater certains réarrangements des groupes initiaux, ainsi que l'apparition de nouveaux groupes. Le “*Like-Minded Group*”, pour n'en citer

³³ Il s'agit de la 4^{ème} édition de *Global Environmental Politics* de Gareth Porter, Janet Welsh Brown, Pamela S. Chasek, parue en 2000, ouvrage auquel on fait référence ci-dessus.

³⁴ Il est vrai que nous aurions pu ajouter à ces deux critères la dimension démographique, mais cela aurait compliqué notre propos, nécessitant davantage de précisions.

³⁵ Du fait de son hétérogénéité étatique, l'Union européenne ne peut, d'un point de vue économique, être facilement considérée comme un acteur unique et donc être associée à un hégémon.

³⁶ Propos recueillis par J. Secondi (2011). *CO2 mon amour. Le réchauffement climatique passé à la trappe*. Article disponible à <http://www.lenouveleconomiste.fr/co2-mon-amour-12260/>. Consulté le 04.02. 2015.

qu'un, s'est fait remarquer dernièrement comme étant particulièrement prolifique. À cet égard, rappelons également que l'accord de Durban, porté par l'Union européenne, n'aurait pas été possible sans le concours des pays AOSIS et le Groupe Africain (Schaik 2012 ; Verolme 2012). Sebenius avait mis en garde par rapport à cela avant même la signature de la Convention-cadre, lorsqu'il remarquait que le pouvoir des coalitions se manifesterait pour « bloquer les actions climatiques en raison de la science, de l'intérêt, de l'idéologie ou de l'opportunisme » (Sebenius 1991).

En guise de conclusion, nous reprenons simplement les mots de Ian H. Rowlands (2001), qui caractérise l'approche réaliste dans l'analyse du changement climatique dans les termes suivants : « une approche réaliste suppose que les grandes puissances vont déterminer la réaction internationale au changement climatique ». La lecture réaliste de la problématique climatique serait tout à fait légitime pour saisir les enjeux des discussions associées et les processus à l'œuvre quant aux décisions prises. Dans tous les cas, une évacuation de la question de la puissance des tractations climatiques nous apparaît difficile à opérer, raison pour laquelle nous allons reprendre (de manière plus formelle) la question dans la troisième section de ce chapitre.

L'EPI constructiviste

L'Économie politique internationale constructiviste a été l'une des approches les plus fécondes en théorie des relations internationales. Celle-ci émerge à la fin des années 1980, moment où les relations internationales se confrontent aux « changements les plus dramatiques depuis 1945, la fin de la Guerre froide d'un côté, la mondialisation de l'autre » (Battistella *et al.* 2012 : 71). À ce moment, Nicholas Onuf introduit le constructivisme en théorie des Relations internationales, à travers son ouvrage *World of Our Making*. De ce point de vue, Abbas note que celui-ci « s'est substitué à l'EPI marxiste à partir des années 1990 » (Abbas 2010 : 59).

La fin des années 1980 est marquée (d'un point de vue théorique) par le positivisme néo-réaliste (selon lequel la structure anarchique du monde est constante et les intérêts des acteurs sont immuables) et le post-positivisme (qui stipule qu'il n'y a pas de réalité en dehors de la théorie qui l'étudie). Or, les théories rationalistes s'avèrent déficientes à expliquer l'évolution de la réalité internationale qui a suivi un sens différent que celui prévu par les prescriptions théoriques contingentes (Battistella *et al.* 2012). Ainsi, explique Dannreuther (2013 : 44-45), le « neo-libéralisme apparaissait, aux yeux de nombreux analystes, aussi dépassé et problématique que le néo-réalisme ». Des auteurs comme Smouts *et al.* (2006) expliquent l'avènement des constructivistes en donnant l'exemple du changement de régime en l'URSS. Pour comprendre ces changements, expliquent les auteurs, « il faut combiner une épistémologie positiviste – la réalité sociale existe et on peut l'étudier – avec une ontologie post-positiviste – cette réalité n'est ni objective, ni subjective, mais intersubjective (elle est ce que les croyances partagées des acteurs en font) » (Smouts *et al.* 2006 : 74-78). Mentionnons au passage qu'au moment où se développent les théories constructivistes, deux autres approches voyent le jour en Économie politique internationale : l'école britannique et l'école néo-gramscienne (voir l'Annexe 2).

Particularités de l'approche constructiviste

Partant des hypothèses susmentionnées, il apparaît que le constructivisme conteste plusieurs principes des théories rationalistes. Klotz et Lynch (1999) notent que, pour ce qui concerne, par exemple, les intérêts de l'État, ceux-ci ne peuvent pas être déduits de la répartition du pouvoir matériel dans le monde et qu'il y a forcément une composante sociale à prendre en compte dans la constitution de ces intérêts. Par ailleurs, ils ne représentent pas pour autant l'agrégation obtenue à partir de la sommation des intérêts individuels. Dans ce sens, le constructivisme insiste sur « la nature relationnelle plutôt qu'essentielle des intérêts et des identités ». Ainsi, concluent les auteurs, « [l]es acteurs définissent qui ils sont et ce qu'ils veulent en fonction de leur contexte social plutôt que simplement par leur position biologique, économique ou psychologique » (Klotz et Lynch 1999 : 54). On note ainsi les principales caractéristiques du constructivisme : *i*) l'accent mis sur le contexte social, *ii*) l'intersubjectivité et *iii*) la nature constitutive des règles et normes (Klotz et Lynch 1999).

Pour Alexander Wendt, le constructivisme est une théorie structurelle du système international qui pose les principes fondamentaux suivants : *i*) les États sont les principales unités d'analyse pour la théorie politique internationale ; *ii*) les structures clés du système interétatique sont intersubjectives plutôt que matérielles ; *iii*) les identités et intérêts des États sont en grande partie construits par ces structures sociales plutôt que donnés de façon exogène au système par la nature humaine et la politique intérieure (Wendt 1994). Les constructivistes, selon Wendt, mettent l'accent sur l'intersubjectivité, sur l'importance des normes, sur le rôle de l'identité dans la constitution des intérêts, ainsi que sur la constitution mutuelle des agents et des structures. Le constructivisme est vu par l'auteur comme une forme d'idéalisme structurel, car « les structures d'association humaines sont déterminées principalement par les idées communes plus que par les forces matérielles », ce qui lui confère son caractère idéaliste (Wendt 1999 : 1).

Le constructivisme met donc l'accent sur la notion d'identité nationale, qui se substitue, dans une certaine mesure, à l'intérêt national, ce qui justifie la remise en cause des hypothèses rationalistes et stato-centrées. Le constructivisme investit les acteurs avec le pouvoir de définir ou de faire évoluer leurs intérêts ou, comme écrit Abbas (2010 : 59), « de définir la réalité socioéconomique et les enjeux qui lui sont associés ». Il y a donc un aspect fort dynamique dans l'EPI constructiviste, qui part de l'hypothèse que les individus « opèrent dans un environnement socialement construit, qui évolue dans le temps » (Katzetsein *et al.* 1998 : 682). Ce processus n'est pas redevable à un équilibre des puissances, comme pour les réalistes, ni à un (en)jeu d'intérêts, comme pour les libéraux, mais à l'information et à la connaissance qui influent sur les identités des acteurs.

Les Communautés épistémiques. Le GIEC

L'EPI constructiviste a contribué à l'émergence des communautés épistémiques dans le cadre de la coopération internationale. Une communauté épistémique se définit en tant que « réseau de professionnels ayant une expertise reconnue et des compétences dans un certain domaine, bénéficiant de l'autorité nécessaire pour conseiller dans ce même domaine et informer quant

aux politiques publiques » (Haas 1992 : 3). Les communautés épistémiques peuvent réellement influencer sur les décisions politiques ou sur les choix des thèmes de négociation, voire sur les enjeux adjacents. Les communautés épistémiques peuvent être vues également comme des groupes ayant de l'autorité dans un domaine. Elles peuvent être en mesure d'exercer une certaine influence sur la définition des préférences d'un ou de plusieurs États. Bien qu'il ne soit pas nécessaire que les participants à une telle communauté viennent de la même discipline, ceux-ci se retrouvent souvent autour d'un problème commun et de la même « scientificité » du domaine. Abbas (2010 : 60) note que « la diffusion de l'autorité, qui accompagne la globalisation économique, confère aux communautés épistémiques [...] la capacité d'identifier les problèmes, de définir l'agenda d'une négociation et d'infléchir l'action politique dans un sens plutôt qu'un autre ». Dans leur travail, ces communautés mettent l'accent sur l'existence d'un savoir scientifique consensuel, dont les résultats sont publiés et discutés par les pairs, souvent au niveau international.

Le concept, du moins dans les relations internationales, fut initialement présenté par Peter Haas. La proposition fut bien reçue dans la communauté scientifique, communauté qui, écrivent Smouts *et al.* (2006 : 65), « rappelle qu'une coalition se targuant de l'autorité scientifique peut contribuer à la construction d'un régime, dans le domaine de l'environnement ». L'intérêt pour cette approche est d'autant plus important que le domaine investigué est hautement technique, comme c'est le cas du changement climatique. En effet, une communauté d'experts peut éclairer le débat sur les questions hautement épineuses, marquées par l'incertitude et la complexité, puisque la *compréhension* leur est accessible (Rowlands 2001). La démarche renvoie directement au rôle du GIEC, qui est souvent vu comme une véritable communauté épistémique.

Dans les négociations climatiques, les questions à poser afin de consacrer le GIEC en tant que communauté épistémique peuvent être formulées de la manière suivante : *i*) influence-t-il ou non, et dans quel mesure, l'action politique ? *ii*) si l'on a reconnu dans l'émission des GES la cause du réchauffement climatique depuis 1995 (SAR), pourquoi les États n'arrivent-ils pas à donner cours à ses recommandations ? *iii*) ce manque de résultat serait-il à même d'invalider, non pas forcément sa nature épistémique, mais son rôle ?

Les réponses sont, à l'évidence, plus complexes que cela ne puisse paraître. Cependant nous remarquerons que, même si les recommandations du GIEC peinent à s'imposer, celui-ci demeure la "*scientific supreme court*" pour le changement climatique. Le débat scientifique, politique et économique au sens large semble graviter inexorablement autour du GIEC. De ce point de vue, le GIEC nous apparaît aujourd'hui indispensable aux tractations internationales.

En guise de conclusion, retenons les concepts les plus communément utilisés par les constructivistes : identités et intérêts, normes, valeurs et règles, pratiques sociales, sens et signification. En tant qu'approche qui allie réflexion théorique et analyse empirique, le constructivisme a « supplant[é] le néo-marxisme comme troisième paradigme dominant » dans les questions internationales (Smouts *et al.* 2006 : 78). Nous terminons cet aperçu sur le constructivisme par ce qu'Abbas (2010 : 61) considère comme contribution du constructivisme au développement de l'EPI. Il s'agit de lui reconnaître d'avoir : « *i*) renouvelé les réflexions sur le rôle des idées dans la formulation des politiques et la construction des légitimités internationales et *ii*) insisté sur les différents canaux de diffusion des normes de comportement et de valeurs par les organisations internationales et les acteurs privés ».

1.2.3. Le climat au prisme des concepts et outils d'analyse de l'institutionnalisme libéral

C'est dans les années 1980, suite à la contestation des approches stato-centrées par le transnationalisme de Keohane et Nye³⁷, que l'institutionnalisme libéral émerge dans les débats théoriques des relations internationales. Les postulats fondamentaux de l'institutionnalisme³⁸ puisent leur source dans la philosophie libérale : la règle de droit, la démocratie représentative, la protection de la propriété privée, le libre-échange, s'inscrivant ainsi dans une longue tradition qui remonte à Locke, Kant, Smith et Keynes (Paquin 2013). Ce qui caractérise de manière générale les libéraux, c'est leur optimisme et leur croyance dans le potentiel de l'individu à éliminer le conflit de son expérience, idée issue des Lumières.

Un des traits les plus importants de la perspective libérale est l'idée que les individus sont à la recherche de leur bien-être et qu'ils agissent de manière rationnelle. Les individus et donc les sociétés qu'ils forment sont les acteurs fondamentaux de la politique internationale. Les relations État-société sont structurantes et contribuent à la compréhension de la politique internationale (Moravcsik 2001). Dès lors, « les États ont intérêt à établir des règles et des systèmes de régulation permettant le fonctionnement des différents marchés (marchés des biens et services, marchés des capitaux, marchés des changes), le respect de la concurrence et la fourniture des biens publics internationaux non pas pour des raisons de puissance, mais parce que cela accroît la richesse (le bien-être) de certains groupes sociaux » (Abbas 2010 : 55).

Avant de continuer, précisons le terme d'institutionnalisme libéral. L'idée d'institutionnalisme est assise sur le fait qu'au niveau international l'intérêt économique commun crée une demande d'institutions et des règles. Ces institutions sont définies en tant que « pratiques reconnues qui consistent en des fonctions facilement identifiables, couplées aux ensembles de règles ou conventions régissant les relations entre ceux qui exercent ces fonctions » (Young 1986 : 107). Concernant la version « néo », du libéralisme, Abbas note que celle-ci a été proposée initialement par Waltz en 1979 pour l'approche néoréaliste. La rupture, explique l'auteur, consistait en une prise en compte de la dimension systémique ou structurelle de l'approche réaliste. L'introduction de cette dimension systémique dans le libéralisme a conduit à certains amendements de la théorie et à l'ajout du suffixe néo au terme d'institutionnalisme libéral. À ce propos, et en reprenant Keohane, Abbas précise que « la problématique n'est pas de remplacer, mais seulement de rendre conditionnelles certaines des propositions du modèle réaliste et du modèle libéral » (Abbas 2010 : 56).

Dans le système international, les États ont intérêt à coopérer, ne serait-ce que pour éviter des résultats sous-optimaux (au sens de Pareto). En effet, la logique de l'intérêt

³⁷ Les auteurs expliquent que l'État n'est pas le seul acteur dans les relations internationales, malgré sa centralité. Ils suggèrent, par conséquent, de prendre en considération l'influence de nouveaux acteurs transnationaux, tels que les banques, les firmes, ou encore certaines organisations internationales, afin de comprendre la politique internationale.

³⁸ Stéphane Paquin mentionne que certains auteurs préfèrent l'appellation « néolibéraux », mais que, pour éviter toute confusion avec le terme utilisé en économie, il serait plus judicieux d'employer le terme de « libéralisme institutionnel » ou encore « institutionnalisme ».

détermine les individus à défendre et à vouloir imposer leurs préférences, qui doivent être défendues par les États sur le plan international. Cette logique fait que l'institutionnalisme libéral est une théorie éminemment coopérative, au sein de laquelle les relations internationales « constituent un jeu à somme positive (“win-win set”) » (Abbas 2010 : 55). Ainsi, le système international est structuré par le résultat des préférences des États, elles-mêmes cristallisées selon un processus décisionnel déclenché par les individus, et non pas par la distribution de la puissance (comme chez les réalistes). Cette vision des libéraux, qui conteste ainsi la théorie de la stabilité hégémonique, explique l'intérêt à coopérer.

Cela étant, la coopération doit être correctement comprise. Celle-ci contraste avec le désaccord, mais se distingue également de l'harmonie. La coopération peut être vue en tant qu'ajustement mutuel, situation dans laquelle « les intérêts communs surpassent les intérêts conflictuels » (Keohane 1984 : 12). Dans le cas du changement climatique, la poursuite des intérêts communs implique parfois l'accord et parfois la dispute, situation due à d'innombrables raisons. Cela peut empêcher la réalisation des intérêts communs de manière harmonieuse, mais cela n'empêche pas pour autant la coopération.

Penchons-nous, dans ce qui suit, sur les principaux concepts et définitions employés par l'institutionnalisme libéral, outils que nous souhaitons mobiliser dans notre analyse par la suite. Certaines définitions, comme celle du bien-être, sont communes et ne nécessitent pas davantage d'explication, pendant que d'autres concepts ont besoin d'être spécifiés : le rôle de l'information et des institutions, le pouvoir et le régime international. Ces concepts ne représentent pas l'exhaustivité des outils employés par l'EPI ou de ceux qui seront mobilisés dans notre recherche, mais ils forment le fondement de notre cadre d'analyse et, de manière non exhaustive, celui de l'institutionnalisme en EPI.

Le rôle de l'information et les institutions

L'information concernant les intentions des acteurs (des États) revêt une importance particulière dans l'institutionnalisme libéral. À la différence des réalistes, pour lesquels celle-ci n'est pas nécessairement fiable (ce qui détermine les États à adopter des stratégies défensives), les libéraux considèrent que l'information joue un rôle de catalyseur pour la coopération. L'information est ainsi produite et diffusée à travers des institutions (et des organisations), ce qui a pour résultat l'augmentation de la lisibilité de leurs comportements³⁹. Pour reprendre Stéphane Paquin (2013 : 205), nous pouvons dire que les institutions aident au développement des standards et des théories causales sur les relations entre actions et leurs résultats ; cela renvoie au rôle et à l'importance de l'information par rapport aux institutions internationales et, par conséquent, à l'importance des régimes. Une institution, cette fois d'après Keohane et Martin (2003 : 78) se définit comme « un ensemble de règles (formelles et informelles) pérennes et interconnectées qui prescrivent des rôles comportementaux, contraignent les

³⁹ On peut considérer également l'information dans un sens restreint, au sein de la CCNUCC. Ici, les Parties fournissent, pour la plupart, des informations relatives aux émissions de GES (mais pas uniquement) à travers des communications nationales (www.unfccc.int).

actions et structurent les anticipations », définition compatible, bien que plus restrictive, avec celle de Young (1986) cité ci-dessus.

Keohane et Martin précisent que l'institutionnalisme libéral conçoit les institutions en tant que variables à la fois dépendantes et indépendantes : « elles changent en raisons d'actions humaines et elles transforment les processus et les attentes, ce qui peut avoir un effet profond sur le comportement des États ». Autrement dit, il y a un continuum entre la création des institutions et leurs effets. Pour reprendre le propos des mêmes auteurs, les institutions sont créées par les États en raison de leurs effets anticipés sur les résultats attendus (Keohane et Martin 1995 : 46). Paquin (2013) fait remarquer, en citant Lisa Martin, qu'un cadre institutionnel augmente les implications de la coopération, par exemple l'application des sanctions, qui ont plus de chances de réussite (*e.g.* l'ORD de l'OMC). Cela peut expliquer pourquoi au sein de la CCNUCC les États sont si prudents par rapport à la mise en place de nouvelles institutions. L'évolution de ces règles ayant trait à la prescription comportementale des États, pour reprendre Keohane et Martin, sont un moteur pour le changement, qui est, soyons optimistes, un changement pour le meilleur.

Pour revenir sur l'information, celle-ci peut être vue sous différents angles, étant parfois très spécifique ou ayant des implications importantes. Élaborons rapidement ce point à travers un exemple. Les actions qui visent à faire émerger un prix pour le carbone et la mise en place des instruments économiques constituent des informations qui renseignent sur la crédibilité des politiques climatiques des États et en l'occurrence de leurs engagements (Auverlot *et al.* 2010). Ce qui inquiète ou ce qui brouille ce signal prix, c'est son évolution incertaine. Lorsque le prix du CO₂ s'effondre en Europe ou lorsque des lois comme la Lieberman-McCain⁴⁰ ou Waxman-Markey⁴¹ ne passent pas au Congrès, on ne voit pas comment les engagements affichés seraient respectés. *A contrario*, ce qui reconforte les acteurs est de voir des projets de marché carbone se mettant en place (comme en Chine ou au Brésil). L'information apaise les craintes liées au risque de la clandestinité passagère et renseignent les anticipations des États quant à la mise en place des politiques climatiques, à l'instar du contrôle des externalités négatives par les prix.

La question du pouvoir

Quand on en vient au pouvoir ou à la puissance, Keohane note dès le départ sa réciprocité avec le bien-être : d'une part, la distribution du pouvoir crée les conditions de production et distribution de la richesse et, de l'autre, les changements dans les conditions de production et l'accès aux ressources influent sur les relations de puissance (Keohane 1984 : 18). Pour commencer, précisons la définition de la puissance, qui demeure problématique et par rapport à

⁴⁰ La *Lieberman-McCain Climate Stewardship Act* a été débattue dans le Sénat américain en 2003. La loi visait la régulation des GES et couvrait 85% des émissions totales de 2000. Pour plus d'information : <http://www.c2es.org/federal/congress>. Pour plus de détails, se reporter aux Annexes.

⁴¹ La *Waxman-Makey Bill* a été proposée en 2009, étant considérée plus ambitieuse que la proposition d'Obama à Copenhague. Pour plus de détails, se reporter aux Annexes.

laquelle Gilpin⁴² remarque qu'elle est « encore plus diffuse que celle de la richesse » (Gilpin 1975 : 293). Si l'on associe la puissance au contrôle, alors on arrive rapidement à la difficulté à la mesurer et à l'évaluer. C'est pourquoi Keohane est d'avis de ne pas en faire un usage quantitatif mais plutôt un usage qualitatif : « la puissance fournit un langage pour décrire l'action politique » (Keohane 1984 : 20). Nous entendons, dans notre recherche, la définition de la puissance dans des termes qualitatifs, bien que nous ne nous interdisions pas la déclinaison de ce concept en termes quantitatifs (de type PIB).

Le monde dans lequel nous vivons est, selon Keohane et Nye (1987), un monde de l'interdépendance complexe, formé par de multiples et divers secteurs économiques (énergie, finance, industrie, etc.). Cela fait qu'un État puisse être puissant dans un secteur et vulnérable dans un autre. La nature de la puissance dans un monde complexe est, comme le note Paquin (2013), parfois paradoxale. Un État peut influencer sur un autre et subir concomitamment une influence de sa part. Si cette dynamique est moins visible dans les négociations climatiques onusiennes, elle l'est bien visible dans d'autres arènes internationales où on discute du climat, comme le G7 ou le G20⁴³.

Lorsqu'on fait le rapprochement entre la théorie et les négociations climatiques, on en arrive à une définition plus concrète de la puissance, visant la forme et le contenu de son régime et, plus précisément, des traités qui le fondent. De ce fait, on pourrait identifier la puissance comme « capacité à fixer l'ordre du jour (ang. “*agenda setting*”) [...], l'aptitude à influencer le contenu des normes [...], à lier entre eux les enjeux relevant de domaines différents (ang. “*linkage*”) » (Smouts *et al.* 2006). On pourrait ainsi analyser la puissance à travers la lecture d'un certain nombre de textes fondamentaux de la CCNUCC, comme le Mandat de Berlin ou l'accord de Copenhague.

Cela nous amène à une autre question épineuse (pas seulement en EPI), qui est celle de la distribution de la puissance. Si la poursuite de la richesse et de la puissance fait plutôt consensus, la question de sa distribution l'est dans une moindre mesure. Les acteurs, qu'il s'agisse du niveau international ou national, n'ont pas les mêmes “*power capabilities*” (au sens de ressources, pour emprunter un terme réaliste) pour faire jouer leur influence. Ce qui détermine leurs implications et leur réussite, ce sont les enjeux ; or, dans les discussions climatiques, ceux-ci sont multiples. Nous pouvons invoquer, pour ne prendre que les plus évidents, les enjeux de compétitivité, de sécurité de l'approvisionnement, la relocalisation des industries ou encore le financement de la transition du système énergétique. Renoncer à l'utilisation des énergies peu chères et abondantes pour la Chine et les USA est un défi difficile à assumer, surtout dans un contexte climatique marqué par un apparent dilemme du passager clandestin. Le dilemme est apparent, nous explique Patrick Criqui, car ces pays ont des émissions tellement importantes que, sans eux, le train dans lequel ils doivent monter est carrément annulé.

⁴² La mobilisation des auteurs réalistes, comme Gilpin, ne doit pas surprendre. Leur contribution à l'EPI dépasse leur attachement à une approche précise.

⁴³ À partir du Sommet d'Aquila en 2009, le sujet du changement climatique est constamment sur l'agenda des discussions. Les tractations autour des enjeux majeurs, comme les technologies propres, sont présentes dans ces discussions. Par exemple, lors du Sommet de Pittsburgh, plusieurs partenariats sont signés entre les USA et la Chine et l'Inde (voir http://www.whitehouse.gov/files/documents/g20/Fact_Sheet_Pittsburgh_Outcomes.pdf. Consulté le 17.01.2014.

Notons également l'importance de ce qu'on appelle « puissance douce » (ang. “*soft power*”) (Nye 2002 ; Borzel et Risse 2009 ; Webber 2014). La question est importante car, nous l'avons fait remarquer auparavant, certains éléments des discussions climatiques, et non pas les moindres (*i.e.* l'équité, l'inégalité), en dépendent. Joseph Nye fait la distinction entre le “*hard*” et le “*soft power*”⁴⁴. Si le “*hard power*” repose sur une force de coercition tangible (*e.g.* la force économique, commerciale), le “*soft power*” représente, à l'opposé, une forme non coercitive, subtile et moins concrète (*i.e.* les idées, la culture) ; c'est l'« effet empathie ». Pour Nye, la puissance se définit en tant qu'habileté d'influer sur le résultat et, si nécessaire, de changer le comportement des autres afin d'obtenir un résultat favorable (Nye 2002 : 4). Or, écrit Nye, les trois possibilités d'accomplir ce but sont : la coercition, le paiement et l'attraction. Cette dernière possibilité, qui relève de la puissance douce, a l'avantage d'être bien plus intéressante que les autres, puisque cela évite la première et fait économiser les carottes de la deuxième.

Lorsqu'on en vient à la manière dont le “*soft power*” peut être exercé, Nye identifie trois options : la culture (lorsque celle-ci est attirante pour les autres), les valeurs politiques (lorsque celles-ci sont respectées sur le plan interne et externe) et la politique externe (lorsque celle-ci est perçue comme étant légitime⁴⁵) (Nye 2013). La raison pour laquelle nous insistons sur cet aspect est due à l'importance que cela a dans la configuration du régime climat. Amrita Narlikar (2010) note que le regroupement des pays autour des questions internationales se fait en fonction de quatre variables : la stratégie de négociation, les coalitions, le cadrage (ang. “*framing*”) et le leadership⁴⁶. Or, à l'exception de la stratégie de négociation, les trois autres variables tiennent au “*soft power*”. En effet, négocier directement entre 195 membres est difficile, raison pour laquelle les pays concluent des alliances qui sont formalisées par la suite au sein des coalitions. Il est vrai que ces coalitions se forment initialement autour des intérêts et des « cultures de l'énergie » des pays. Mais ces intérêts évoluent et les acteurs peuvent changer de camp dans le temps. Ce fut le cas pour le Japon, par exemple, qui est passé d'un groupe de “*veto players*” à un groupe supporteur du climat (Chasek 2006 : 115-134).

Ces éléments sont mis en avant également par les praticiens de la négociation. Joyeeta Gupta, dans son *Guide de survie pour les négociateurs dans le climat*, argumente, par exemple, que : « Les coalitions servent à faire inscrire certaines questions à l'ordre du jour, à défendre un point de vue et à modifier ou à rompre un consensus » (Gupta 2001 : 35). Ces coalitions, précise Gupta, sont fondées sur la puissance, les intérêts ou sur des liens institutionnels⁴⁷. Le cadrage (ang. “*framing*”) concerne la manière dont le problème est posé, les solutions déclinées et les approches utilisées. À l'évidence, dans la manière de traiter la question du

⁴⁴ Concept semblable à celui de puissance structurelle de Susan Strange.

⁴⁵ Les discussions autour de la légitimité sont vastes et très importantes, mais pour des raisons de brièveté nous ne pouvons pas nous attarder davantage sur le sujet. Pour une discussion pertinente, voir par exemple Abbott *et al.* (2000). The concept of legalisation, *International Organization*, 54, (3), pp. 401-419.

⁴⁶ Ces variables déterminent la mesure dans laquelle les regroupements agissent pour ou contre les normes et valeurs qui définissent le système de négociation actuel (Narlikar 2010 : 15).

⁴⁷ D'un autre côté, Amrita Narlikar distingue entre les coalitions de type bloc (régional) et celles basées sur des enjeux particuliers (“*issue-based*”) (Narlikar 2013). Généralement, des groupes comme le G77 + Chine ou le BASIC adoptent des comportements de type bloc (Norden 2011), alors que l'UE est plutôt adepte des comportements “*issue-based*”. En ce sens, l'alliance opérée à Durban en 2010 entre l'UE, AOSIS et les LDC, qui s'est soldée avec l'adoption de la Feuille de route de Durban, nous semble évidente (Schaik 2012).

partage du fardeau, il y a une grande différence entre la proposition brésilienne et le “grandfathering”. Or, faire passer ces points de vue relève, en l’absence ou en compensation aux autres moyens (*i.e.* coercition, payement), du “soft power”.

Cela étant, aussi important que son rôle puisse être dans les questions climatiques, il ne faut pas être naïf et croire que le “soft power” suffit pour faire passer certaines demandes (sans une réelle contrepartie). Nous mettons l’accent sur cet aspect “soft”, car nous pensons que celui-ci fait souvent défaut dans les discussions entre les acteurs faisant l’objet de notre analyse, qui penchent souvent pour des positions qui relèvent de la force. Cela a pour résultat, au pire, le blocage des discussions (ang. “deadlock”) et, au mieux, un accord basé sur le plus petit dénominateur commun. Si nous devons porter un regard normatif, nous nous tiendrions, encore une fois, à la suggestion de Nye, conformément à laquelle il faut mobiliser une combinaison de coercition (des bâtons), de récompenses (des carottes) et de valeurs (“soft power”), pour arriver à exercer ce que l’auteur appelle un “smart power” (Nye 2006).

La conceptualisation du régime international

Un des instruments les plus importants dans l’institutionnalisme et dans le changement climatique est celui de régime international⁴⁸. L’analyse de Keohane (1984) en matière de régimes internationaux repose au départ sur le théorème de Coase (1960)⁴⁹. À l’essentiel, celui-ci stipule qu’en l’absence des coûts de transaction la négociation permettrait d’atteindre un optimum. Pour ce faire, Coase pose deux hypothèses explicites : la première est que l’objet de la négociation, c’est-à-dire le droit de propriété, soit clairement défini, et la deuxième, que les coûts de transaction soient nuls⁵⁰. En réalité, et particulièrement dans la réalité du climat, les deux hypothèses ne se vérifient pas : les coûts de transaction existent, et sont par ailleurs importants, et le droit de propriété sur l’utilisation de l’atmosphère n’est pas clair, pour ne pas dire qu’il est inexistant. Keohane arrive au constat qu’une inversion du théorème de Coase est plus appropriée pour analyser la coopération. Puisque les conditions posées par Coase sont impossibles à obtenir (notamment à l’international), alors les biens publics se confrontent aux problèmes du dilemme du prisonnier.

Par ailleurs, on sait qu’en situation de concurrence imparfaite l’apparition des défaillances de marché est inévitable (Samuelson 1954⁵¹), ce qui, du point de vue économique, représente le fondement de l’intervention publique (en vue de la correction de ces défaillances). Keohane appuie son idée de régime sur la théorie des biens publics

⁴⁸ Nous avons limité la littérature sur les régimes à trois auteurs : Krasner, Keohane et Young. Le grand exclu de cette discussion est, pour des raisons de concision, John G. Ruggie. Voir, par exemple, *The Antinomies of Interdependence* (1984), Columbia University Press.

⁴⁹ Coase R.H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 3, pp. 1-44.

⁵⁰ Coase montre que, lorsque les coûts de transaction sont nuls et la répartition des droits de propriété est claire, la négociation entre agents permet une allocation efficace des ressources. Dans le cas où les coûts de transaction sont positifs, Coase préconise de laisser faire le marché tant que ces coûts sont inférieurs à ceux que nécessiterait l’intervention publique.

⁵¹ Samuelson P.A. (1954). The Pure Theory of Public Expenditure. *The Review of Economics and Statistics*, 36 (4), pp. 387-389.

internationaux (plus exactement sur ses défaillances), par l'intermédiaire de la théorie des jeux (Schelling 1960)⁵². Puisque nous ne nous retrouvons pas en condition de concurrence parfaite ou, encore, puisque il y a des coûts de transaction, de l'asymétrie de l'information et puisque les droits de propriété ne sont pas correctement définis, la coordination échoue. C'est de ces déficiences (défaillance de marché, dilemme du prisonnier) que l'auteur dérive le besoin des régimes internationaux et c'est en cela que se trouve le sens de l'inversion du théorème de Coase.

Les « maux » collectifs, explicite Keohane toujours inspiré par Coase, posent trois types de problèmes : la définition des droits, les coûts de transaction et l'incertitude (1984 : 88-97). Les États, en l'absence d'un cadre établi (un régime), s'avèrent incapables ou réticents à résoudre ces problèmes et les questions collectives sous-jacentes. En même temps, mis à part l'opportunisme pur (le passager clandestin), la coordination pose de vrais problèmes qui font obstacle à l'action collective. Nous pouvons exemplifier, pour le climat, des questions qui relèvent de la transparence, de l'information scientifique, des préférences nationales, des principes de réciprocité, ou encore des mécanismes de sanction ou de conformité dans le cadre des arrangements entre États. C'est précisément à ce niveau que les régimes deviennent importants, afin de permettre aux pays de surmonter ces problèmes, d'adhérer aux régimes et conclure des arrangements mutuellement avantageux afin de pouvoir assurer la fourniture d'un bien public (la stabilisation des GES).

Keohane constate donc les problèmes d'action collective et décrit la coopération en utilisant des notions empruntées à la théorie des jeux, expliquant le développement des régimes en tant que réponse à une défaillance du marché politique ("*political market failure*") (1984 : 85). Dans ce contexte, explique l'auteur, les ententes entre États sont empêchées par leurs comportements rationnels et mènent à des résultats sous-optimaux au sens de Pareto. Les défaillances du marché politique peuvent être corrigées par la création d'institutions, au sein desquelles les acteurs mènent des négociations répétées (démonstrées empiriquement par Axelrod), qui devraient se solder *in fine* par des arrangements (institutionnels) convenables. La définition de Keohane est ainsi marquée par un aspect que l'auteur appelle fonctionnel (basé sur la rationalité), qui montre que les États ont intérêt à mettre en place des régimes et de les maintenir, même si les conditions initiales n'y sont plus, réfutant ainsi l'hypothèse hégémonique des réalistes.

Mais la notion de régime international, même pour Keohane, demeure inéluctablement liée à la définition de Krasner (1983), étant énoncée en tant qu'« ensemble de principes, normes, règles, procédures implicites et explicites autour desquels convergent les anticipations des acteurs dans un domaine donné de relations internationales ». Pour expliciter ces termes, Krasner précise que les principes concernent les croyances et que les normes sont des standards de comportements définis en termes de droits et d'obligations. Les règles représentent des prescriptions spécifiques et les procédures sont des pratiques utilisées pour la création et l'implémentation d'action collective (1983 : 2). Nous pouvons analyser, à l'instar de Blanchard *et al.* (2005), le régime du changement climatique à travers ces éléments proposés par Krasner, en distinguant les facteurs structurants, comme les principes ou les normes et les règles d'action (dont l'évolution n'entraînerait pas de modification ou de rupture

⁵² Thomas Schelling, explique Keohane, utilise le terme de "*mixed-motive games*", des jeux caractérisés par une combinaison de dépendance et conflit mutuels, de coopération et compétition (Keohane 1984 : 67).

du régime). De manière générale, dans l'analyse des régimes, lorsqu'on emploie cette définition, l'accent est mis, comme le suggère Krasner lui-même, sur les principes et les normes d'un régime, distinction reprise également par d'autres auteurs (*e.g.* Keabadjian 1999).

Pour Oran Young (1986) les régimes se définissent à travers un processus de socialisation institutionnelle. Sans perdre de vue la définition canonique de Krasner, nous souscrivons aux amendements de Young et, par conséquent, nous allons considérer sa définition de régime international. Ces institutions sociales, ou régimes, sont des pratiques reconnues, facilement identifiables, des collections de règles ou de conventions qui régissent les relations entre les acteurs impliqués (Young 1986 : 6). Nous précisons ces aspects pour deux raisons. La première consiste à faire remarquer le caractère dynamique du régime international : il s'agit d'un jeu à deux niveaux entre les États sur le plan international, et entre un État et ses citoyens. La deuxième raison est liée à l'aspect informel et les ententes non écrites qui font partie des régimes. Nous pensons que sans une prise en considération de ces aspects le régime climat oscillera tantôt dans un normativisme utopique – dû à une définition trop restrictive –, tantôt dans un flou conceptuel – dû au caractère ambigu de la notion.

Dans le prolongement de cette idée, et pour clore ce point, indiquons la différence entre pratiques institutionnelles et organisations (qui sont de fait des entités physiques), assimilation possible dans le climat. Mentionnons donc que la CCNUCC est une institution se rapprochant au sens précisé par Young (1994) et, en tant que telle, elle peut être associée au régime climatique. En même temps, la CCNUCC est dotée d'un Secrétariat et de traités, qui lui confèrent la fonction d'organisation ; c'est dans ce sens qu'il faut comprendre la relation entre institution et organisation et non pas vice-versa. Ce sont les principes de la Convention qui rassemblent les pays et non pas l'organisation en soi. À ce titre, la notion de régime complexe proposée par Keohane et Victor (2010), régime qui dépasse le cadre organisationnel de la CCNUCC (incluant G7, MEF, etc.), s'avère utile pour la compréhension de la relation institution – organisation.

*

Nous avons vu dans cette section les principaux outils de travail de l'EPI institutionnaliste, que nous entendons employer dans notre recherche. Les éléments que nous avons analysés, tels que l'information, les institutions, le pouvoir ou encore le régime international, seront mobilisés et explicités au fur et à mesure. Nous n'avons pas développé ou expliqué davantage ces concepts, pourtant très vastes, pour ne pas alourdir notre exposé. Ces éléments, qui forment le cadre de notre analyse, prendront corps dans les chapitres suivants. Retenons de l'exposition de ces instruments la pluralité des dimensions avec lesquelles nous entendons travailler par la suite. Concernant l'information, ce qui importe c'est sa qualité, sa transparence, sa véracité, ou encore la disposition des autres à vouloir l'intégrer. Le pouvoir est une pièce maîtresse de la construction de ce régime. Sans une prise en compte *a minima* de ces facteurs, un régime effectif ne peut atteindre ses objectifs.

Dans la section suivante nous allons nous intéresser au rôle que peuvent jouer ces aspects, dans leur ensemble, dans le façonnage du régime climatique. Cette analyse sera poursuivie dans la même ligne que la section présente, sous un angle essentiellement théorique.

1.3. Régime international pour le climat : de l'hégémon au k-groupe

Nous avons vu dans la section précédente les fondements de l'institutionnalisme libéral et nous avons essayé d'étayer les principales thèses de Keohane, notamment celle selon laquelle l'hégémonie n'est pas nécessaire à la création des régimes. Pour ce faire, les institutionnalistes utilisent les mêmes hypothèses théoriques que les réalistes et montrent que les acteurs, menés par l'idée des gains de la coopération, s'engagent dans des arrangements institutionnels dans un domaine donné. La question au centre du débat concerne la fourniture du bien collectif et la notion de passager clandestin, question introduite initialement par la théorie de la stabilité hégémonique de Kindleberger (1973). Bien que l'on doive à Keohane la contestation de cette théorie, c'est à Duncan Snidal (1985) qu'on doit sa démonstration.

En effet, ces dernières années, la question de la gouvernance du climat fut profondément marquée par les débats autour du rôle de son régime. Cette question cache une autre, celle de la puissance, qui s'avère cependant difficile à saisir (Koremenos *et al.* 2001). Le climat se trouve au cœur de ces deux notions structurantes (coopération et puissance) auxquelles, vus les enjeux, il ne peut échapper. La puissance renvoie à une problématique d'intérêt, pendant que la coopération renvoie à une problématique de type régime international, qui est liée à la volonté, aux nécessités, ou encore aux valeurs fondamentales défendues par un État. La relation entre les deux découle du fait que, pour reprendre un constat consacré par ailleurs, la CCNUCC est une "*party-driven organisation*"⁵³. À l'évidence, le régime de la CCNUCC est central pour le climat, ce qui ne veut pas dire que celui-ci est fort en soi⁵⁴, mais que les États derrière, précisément certains États, le sont.

Dans cette section, nous allons nous intéresser au rôle de la puissance dans la structuration du régime climat. Nous commencerons, dans un premier temps, par faire le point sur la théorie de la stabilité hégémonique de Kindleberger. Ensuite nous allons analyser la puissance à l'aide de la théorie développée par Snidal en 1985, le « k-groupe » hégémonique ou leadership collectif. Notre analyse est descriptive et d'ordre qualitatif. Pour autant, elle ne se veut pas métaphorique, déconnectée des aspects quantitatifs, mais, pour des raisons de cohérence de l'argumentaire, ces aspects seront renseignés dans les deux chapitres suivants. Le but suivi avec le développement de ce cadre théorique est d'introduire la théorie du « k-groupe », théorie qui sera appliquée à nos trois acteurs dans le chapitre quatre.

⁵³ Nous forçons ici la comparaison. La formule consacrée à l'OMC est celle de "*party-driven process*".

⁵⁴ Au sens de règles de conformité, ce qui lui confère en général le caractère d'effectivité.

1.3.1. *Coopération, bien public et puissance : un modèle théorique*

L'analyse théorique de l'hégémonie se décline à travers deux approches : rationaliste et interprétative (Lake 1993). Les approches rationalistes, explique Lake, comprennent deux types de programmes de recherche, selon s'il s'agit d'une approche libérale – ce qui débouche sur la théorie du leadership – ou s'il s'agit d'une approche réaliste – ce qui a donné naissance à la la théorie de l'hégémonie⁵⁵. Dans notre analyse, nous allons utiliser la version leadership de cette théorie, telle que sous-entendue jusqu'à présent et telle que spécifiée par Lake (1993 : 460) : « La théorie du leadership se développe à partir de la théorie des biens publics et se concentre sur la production de la stabilité internationale ».

Initialement, en économie politique, la théorie de la stabilité hégémonique fut proposée par Kindleberger (1973)⁵⁶. La théorie considérait la capacité d'une puissance à fournir les biens publics fondamentaux au niveau international. Il s'agissait, dans l'analyse de l'auteur, de prendre exemple sur le libre-échange et le système financier. Le monde a besoin de ces biens mondiaux qui seraient fournis par un hégémon bienveillant. Celui-ci mobilisera ses partenaires et imposera par cela même le respect de règles : « Pour que se stabilise l'économie mondiale, il faut un stabilisateur, et un seul » (Kindleberger 1986 : 312).

Pour ce faire, Kindleberger analyse la concordance entre : *i*) les phases de domination du monde (la Grande Bretagne au XIX^e et les États-Unis au XX^e), *ii*) l'existence d'une réglementation et *iii*) la stabilité économique au niveau international⁵⁷ pendant ces périodes, et il en conclut sur une relation de causalité entre ces trois aspects. La non concordance de ces éléments, situation due à l'absence d'un leadership bienveillant, expliquerait la crise des années 1930. Il est de la bienveillance du leader de pourvoir des biens collectifs, afin de stabiliser l'économie internationale. Mais la bienveillance de l'hégémon est à voir en rapport avec son intérêt : l'hégémon estime que, compte tenu de sa propre taille et de ses intérêts, les avantages dus à la mise en place d'un régime, excèdent les coûts que cela implique.

La nature de l'hégémon

Avant d'avancer sur la problématique du déclin de l'hégémon, interrogeons un instant la notion d'hégémonie. L'hégémonie est souvent considérée à la manière de l'économie, selon Eichengreen (1988 : 256), qui explique : « Je définis l'hégémon de manière analogue à une firme dominante : comme un pays dont le pouvoir du marché, compris dans ce sens, excède

⁵⁵ La théorie de l'hégémonie cherche à expliquer les modèles d'ouverture économique internationale (Lake 1993 : 460).

⁵⁶ Kindleberger C.P. (1973). *The World in Depression: 1929-1939*, University of California Press. Dans ce qui suit nous allons considérer la traduction de l'édition française, *La grande crise mondiale : 1929-1939*, Economica, Paris, datant de 1986.

⁵⁷ De son côté, Gilpin parle de *Pax Britannica* et *Pax Americana* en référence à la *Pax Romana* (Gilpin 1981).

significativement celui de ses concurrents ». Une définition plus neutre est donnée par Kebabdjian (1999 : 174) : « un État est hégémonique quand non seulement il est plus puissant que les autres, mais quand sa puissance relative ‘surpasse’ toutes les autres ». Une autre explication, faisant écho cette fois au pouvoir structurel de Strange, est donnée par Vanel (2003 : 9), qui définit l’hégémonie comme « un système de relation de pouvoir qu’exerce un hégémon et qui lui permet, non pas de fixer dans le détail les règles et principes internationaux, mais de structurer le champ d’action possible des autres acteurs »⁵⁸. Dans cette acception, l’hégémonie implique des facteurs qui s’apparentent au “*soft power*”, l’idée étant de faire en sorte que les autres adhèrent à ses propres souhaits sans en avoir à les imposer.

Cependant, explique Kindleberger (1986 : 306-307), afin d’assurer un bien collectif, il ne suffit pas de pouvoir le faire, il est également nécessaire de le vouloir : « il apparaît aujourd’hui que ce qu’il fallait à l’époque [de la crise de 1929, *n.r.*] allait au-delà de la coopération – il fallait susciter un mouvement [...] et que si les États-Unis ne montrent pas la voie, il ne se passe rien »⁵⁹. Cet aspect est repris également par Keohane, qui explique que le pouvoir ne crée pas automatiquement l’incitation à l’exercer à l’international (Keohane 1984 : 35).

Le fait que l’hégémon soit capable de fournir un bien public lui confère de la légitimation sur la scène internationale, ce qui peut justifier son comportement et surtout ses exigences vis-à-vis des autres. Cela détermine la nature de l’hégémonie ; chez Kindleberger, il s’agit d’un caractère bienveillant, lié donc au leadership, où il n’est surtout pas question d’une domination autoritaire, mais bien d’un consensus sur les actions entreprises. À l’évidence, l’acceptation des exigences de l’hégémonie par les autres est possible autant que le bien public est fourni, sans quoi la légitimation n’y est plus.

Cela nous mène à la manière dont on peut mesurer le pouvoir. Keohane (1984 : 32) définit cette mesure en termes de control sur les matières premières, sur les capitaux et sur les marchés, ainsi que sur les avantages compétitifs dans la production des biens à forte valeur ajoutée. D’un avis similaire semble être également Wallerstein⁶⁰, pour qui l’hégémonie est fondée d’un point de vue matériel sur les principaux domaines de l’économie : la production, le commerce et la finance. Dans notre travail, nous allons nous en tenir à la définition consensuelle donnée par Keohane (1984 : 34-35) : « L’hégémonie est définie comme une situation où l’État est suffisamment puissant pour le maintien des règles de gouvernance essentielles et manifestant la volonté d’assumer cette responsabilité ».

Une dernière remarque concernant ce bref examen de l’hégémonie et du pouvoir vise le rapport – pas toujours évident – entre puissance et régime international. Par exemple, pour Susan Strange (1996), les régimes internationaux ne sont « qu’un exercice subtil d’hégémonie politique ». Il s’agit en l’occurrence, et pour le dire clairement, des “*trade-off*” qui s’opéreraient entre actions relevant du climat et celles relevant d’autres domaines donnés. À ce titre, est illustratif l’appel constant des pays en développement qui redoutent que l’aide au développement ne soit pas conditionné par les engagements d’ordre climatique ou par le

⁵⁸ Cette définition est très proche de celle de Kebabdjian (1999 : 176) : « système des relations de pouvoir exercées par un hégémon et qui lui permet de structurer le champ d’action possible des autres acteurs ».

⁵⁹ Pour une perspective plus large, il faut voir tout le dernier chapitre de l’ouvrage.

⁶⁰Wallerstein I. (2002). *Le capitalisme historique*, Paris, La Découverte.

support politique, lors des discussions climatiques. Cela nous amène au cœur de notre cadre d'analyse, qui consiste à considérer qu'un hégémon n'est pas impératif au fonctionnement de la coopération, donc à la mise en place d'un régime.

1.3.2. *La thèse de Snidal : k-groupe et puissance partagée*

À la suite de Keohane, Duncan Snidal (1985)⁶¹ explique et démontre qu'un leader unique n'est pas nécessaire à la production d'un bien collectif. Selon Snidal, un leadership collectif, assumé conjointement par plusieurs grandes puissances, peut se mettre en place, assurant ainsi la fourniture d'un bien public dans un domaine donné (ang. "*issue-area*"). Nous allons étayer sa théorie par la suite.

Snidal reprend les bases de la théorie de la stabilité hégémonique et entame son argument par discuter le concept de taille, concept qu'il met en rapport avec la bienveillance et/ou la coercition du leadership hégémonique.

- i) Pour ce qui concerne le leadership bienveillant, l'auteur explique que la taille absolue du plus grand acteur a plus d'intérêt à ce que le bien public soit produit (1985 : 588). C'est la situation que décrit Kindleberger, dans laquelle ce qui importe c'est la taille en absolu de l'État qui détermine son intérêt à agir.
- ii) La deuxième situation correspond au leadership coercitif, situation dans laquelle c'est la taille relative de l'État qui compte ; ce qui importe dans ce cas, c'est la capacité de l'hégémon à maintenir sa supériorité par rapport aux autres. Ce qui est central, ce sont les coûts associés à la production du bien collectif. Ceux-ci peuvent augmenter avec l'élargissement du système, par exemple en raison de la croissance des autres pays. Ce dernier aspect, concernant la montée en puissance des autres pays, peut déboucher sur une situation de contestation de l'hégémon. Ainsi, Snidal explique que ce qui compte c'est la capacité d'obliger les autres États à contribuer à la fourniture du bien, et que cette capacité repose principalement sur la puissance relative des États (1985 : 589).

Snidal poursuit son analyse en apportant une précision concernant la relation entre la volonté et la capacité de l'hégémon par rapport à la production du bien public (les deux critères étant mis en rapport avec la taille de l'hégémon). L'auteur explique que, si l'hégémon a l'avantage d'une taille absolue, alors ce sont ses intérêts qui prédominent dans la coopération, ses capacités étant implicitement au rendez-vous (1985 : 589). Si l'hégémon a l'avantage d'une taille relative plus importante, alors c'est l'inverse, et l'intérêt est subordonné aux capacités (1985 : 589). Autrement dit, l'intérêt de l'hégémon relatif est tributaire à l'évolution des autres puissances qui peuvent contester, comme nous l'avons dit, sa légitimité et *in fine* ses moyens

⁶¹ Snidal D. (1985). The limits of hegemonic stability theory. *International Organization*, 39, (4), pp. 579-614.

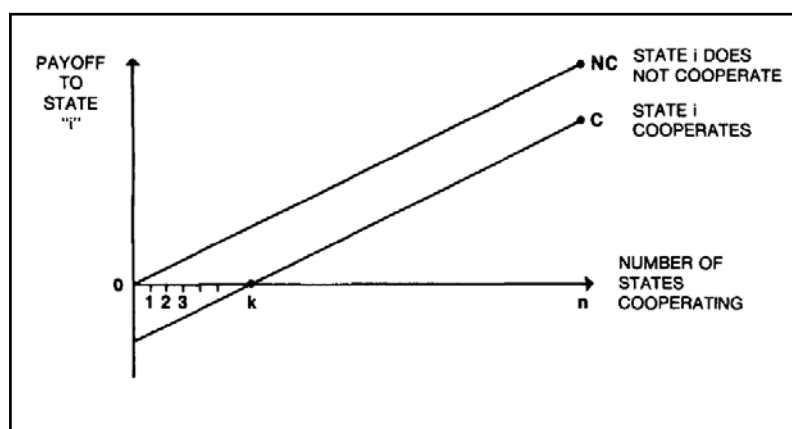
de coercition. Cela étant, ajoute l'auteur, les deux modèles ne sont pas exclusifs, un modèle hybride de coopération étant également susceptible de se mettre en place.

Le point de départ : le dilemme du prisonnier

Dans la théorie de Snidal, il y a trois hypothèses de départ. Les deux premières représentent les deux conditions dérivées du bien public : la non-exclusivité et la non-rivalité⁶², alors que la troisième, qui est en fait une contre-hypothèse (reprise chez Kindleberger), rejette l'impossibilité de l'action collective en l'absence d'un hégémon. Cette dernière prémisse a comme appui la coopération avérée (après-guerre) entre l'Allemagne et le Japon après le déclin des USA (1985 : 590-598). À partir de ces hypothèses, l'auteur démontre, sur la base de la représentation de Schelling (1978)⁶³, qu'un leader unique n'est pas strictement nécessaire à la production d'un bien collectif. Nous présentons le cœur du raisonnement de Snidal par la suite.

Le modèle de Schelling est une représentation du dilemme du prisonnier à n joueurs (États), qui ont des intérêts communs et peuvent choisir de coopérer ou non dans un domaine donné. La coopération étant coûteuse, il est plus avantageux pour un État de se soustraire à l'effort, à condition que les autres États bien évidemment coopèrent, et qu'ils produisent le bien en question (Figure 1.3). Cette situation est rendue sur la figure par le fait que la droite correspondant à la situation de non coopération est toujours supérieure à celle correspondant à la coopération.

Figure 1.3. Dilemme du prisonnier à n joueurs



Source : Snidal 1985.

Dans le plan de la Figure 1.3, les deux droites correspondent donc aux gains, mesurés en ordonnée, compte tenu du statut de la coopération et compte tenu du nombre total d'États qui coopèrent. Les gains augmentent pour un État (i) au fur et à mesure que le nombre de pays qui choisissent la coopération augmente. En même temps, les gains sont plus importants pour

⁶² La non-rivalité signifie que la consommation du bien par un agent n'a pas d'effet sur la quantité disponible de ce bien pour les autres, alors que la non-exclusion indique qu'une fois le bien public produit, tout le monde peut en bénéficier.

⁶³ Schelling T. (1978). *Micromotives and Macrobehavior*. New York, Norton.

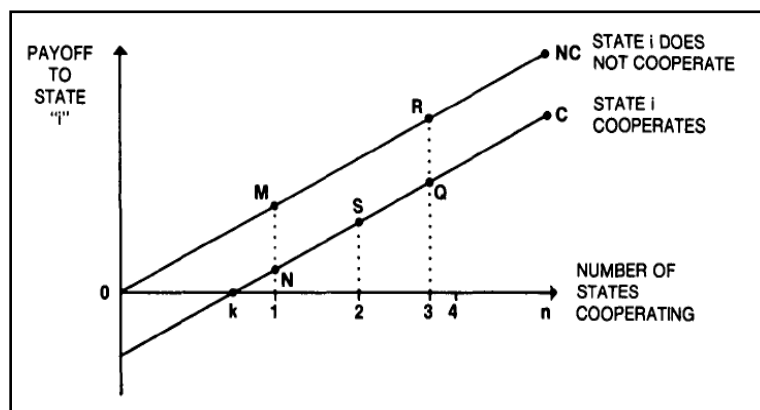
l'État en question s'il est le seul (ou enfin parmi les seuls) à se comporter en passager clandestin, pendant que les autres assurent tout de même la production du bien. À l'évidence, si tous les États adoptent une position de passager clandestin, alors le système trouve son point d'équilibre en zéro et donc les gains sont nuls.

Ce qui est crucial, dans le raisonnement initial de Schelling, comme dans celui de Snidal, c'est le nombre minimal d'États qui participent (et dont les gains sont égaux aux coûts) à la coopération (en dépit de la non coopération des autres), élément visible sur la figure. Ce nombre, k sur la figure, représente le point à partir duquel les gains (de la coopération) l'emportent sur les coûts associés à la production du bien. Dès lors, il s'agit d'un k -groupe, soit un nombre d'États (une coalition) qui rendent la coopération profitable. Ce groupe, poursuit l'auteur, s'apparente au groupe privilégié d'Olson, dans lequel chacun des membres ou certains d'entre eux ont un intérêt dans la fourniture du bien collectif (Olson 1965 : 49-51). Snidal fait remarquer que le k -groupe n'est pas nécessairement limité à un pays ni chez Schelling ni chez Olson, ce qui invalide, dans un premier temps, la théorie de Kindleberger.

La théorie de stabilité hégémonique correspond au cas où, dans le groupe privilégié (pour utiliser la terminologie d'Olson), $k < 1$ (Figure 1.4). L'argument en faveur de la coopération consiste en la considération des gains absolus (les gains économiques) des États, sans se soucier des aspects relatifs ou des relations de puissance. Snidal fait intervenir ici la taille différentielle des États, question discutée précédemment et argument central de la théorie de la stabilité hégémonique. Dans son modèle, Snidal introduit l'effet taille de manière simple, en suivant les prescriptions de Schelling, ce qui, toujours selon l'auteur, n'enlève rien à la capacité explicative du modèle.

Si dans la Figure 1.3 la taille des États est supposée égale, dans la Figure 1.4 les États sont rangés sur l'abscisse par ordre décroissant en fonction de la taille.

Figure 1.4. Dilemme du prisonnier pour n États différenciés selon la taille



Source : Snidal 1985.

Dans la Figure 1.4, l'État le plus grand, $i=1$, a une taille supérieure à k . Encore une fois, cette situation correspond à la théorie de la stabilité hégémonique. Le point N ayant une ordonnée positive, le pays 1 a toujours intérêt à produire le bien. Agissant de la sorte, ses gains passent donc de 0 à N, sachant que pour les autres pays les gains passent de 0 à M, supérieurs donc aux gains du pays 1 qui se comporte en hégémon bienveillant (comme le montre Kindleberger). Cela étant, ces gains, qu'il s'agisse de M ou de N, demeurent tout de même

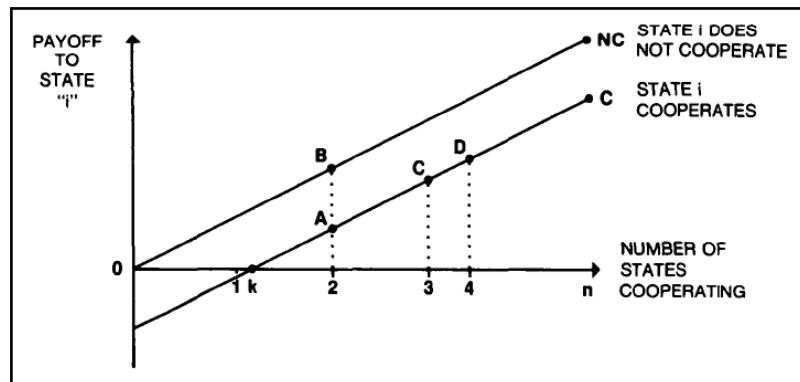
inférieurs aux gains possibles si la coopération était plus large. Il est possible, par exemple que la coopération se poursuive, et un deuxième État ($i=2$) rejoigne l'effort, point où le gain du premier pays passe de N à S , pendant que celui du deuxième pays, précédemment passager clandestin, passe de M à S (pour $i=3$, $Q>M>N$).

Le déclin de l'hégémon et la continuité de la coopération

Là où l'analyse de Snidal est particulièrement pertinente, surtout à propos du changement climatique, est lorsqu'elle prend en considération, au-delà de la théorie, les interactions qui ont lieu nécessairement entre États : « la théorie ignore l'impact du marchandage, de la négociation, de la rationalité stratégique et, bien entendu, de la coopération multilatérale » (1985 : 600). Ainsi, l'auteur explique que l'État 1 peut conditionner sa participation à la fourniture du bien, uniquement si les États 2 et 3 coopèrent (ne serait-il pas le cas de l'engagement de réduction de 30% de l'Europe ou tout simplement de celui des États-Unis ?). Dans cette situation, le gain du pays 1 passe de N à Q et ceux des pays 2 et 3 passent de M à Q . Cela étant, l'incitation à faire défection est d'autant plus importante, les gains étant, si tel était le cas, équivalents à la différence entre M et R . Mais le point important est le suivant : Q ayant une ordonnée supérieure à M , le pays 1 a beaucoup d'incitations à convaincre les pays 2 et 3 à coopérer. Suivant le même raisonnement, ces mêmes arguments peuvent fonctionner pour convaincre le plus de pays possible, rendant ainsi la coopération maximale.

Dans le troisième cas, il est supposé que le pays 1, l'hégémon, est en déclin ($1 < k$). Snidal utilise pour expliquer ce cas de figure la taille relative des États : le déclin du pays 1 se fait en faveur des pays 2 et 3, qui apparaissent (sur la figure) comme étant plus grands que l'ex hégémon (Figure 1.5).

Figure 1.5. Déclin du pays hégémonique et action collective



Source : Snidal 1985.

La première remarque serait que, dans ce cas, il ne s'agit plus d'un k -groupe ou d'un groupe privilégié, et que le pays 1 ne pourra plus produire le bien public seul. Selon Kindleberger, le bien n'est plus produit du tout et, par conséquent, le régime associé s'écroule. L'ensemble des pays se retrouvant sur la droite NC, leurs gains deviennent nuls. Snidal reprend ici l'argument concernant la nécessaire interaction entre États et montre que les puissances de second rang, les pays 2 et 3, ont tout intérêt à maintenir la coopération. Si ces

deux pays maintiennent la coopération, alors leurs gains se trouvent en C et non pas en zéro. Or, cette incitation est suffisamment importante pour que la coopération continue, ce qui invalide la théorie de stabilité hégémonique. Pis encore, comparativement, le point C est bien supérieur au point N de la figure précédente. La conclusion de Snidal est que « non pas seulement il est possible que la coopération continue après le déclin du pouvoir hégémonique, mais la coopération peut se trouver renforcée » (1985 : 602).

*

L'idée principale qui découle du raisonnement de Snidal est que ce n'est pas la taille relative du pays plus grand qui compte mais la taille relative de la coalition des États qui choisissent de coopérer. Le déclin des USA n'aurait pas affecté la taille de la coalition formée avec l'Allemagne de l'Ouest et le Japon. Ainsi, le régime en question reste en place et cela malgré le déclin américain. À l'évidence, nous allons mobiliser la théorie de Snidal dans le but d'analyser les conditions de la coordination entre les États-Unis, l'Europe et la Chine, analyse portée à travers une grille de lecture néo-institutionnaliste en EPI. Si la théorie libérale critique l'approche kindlebergerienne, la question qui se pose est de savoir dans quelles conditions une action collective et, pour ce qui nous intéresse, tripartite, est possible dans le domaine du changement climatique. Nous reviendrons sur l'exposition du raisonnement de la théorie snidalienne du k-groupe dans le chapitre 4, où nous allons l'appliquer à la coopération climat et à nos trois acteurs, en reprenant précisément ce troisième cas.

Conclusion

Nous avons entamé notre thèse par le développement du cadre théorique que nous entendons mobiliser afin de pouvoir analyser le régime climatique à travers la prise en compte des coûts d'atténuation et d'adaptation pour l'Union européenne, la Chine et les États-Unis. Nous avons commencé notre raisonnement par une interrogation sur la construction de la problématique climatique. Nous avons poursuivi par un passage en revue des instruments de l'Économie politique internationale et par la présentation de l'approche institutionnaliste en EPI. Nous avons présenté un cadre théorique d'analyse basé sur le modèle de coopération (Snidal 1985) et nous avons interrogé le concept de k-groupe.

Pour ce qui est de la finalité de ce chapitre, nous pouvons distinguer deux types de résultats : le premier concerne ce que nous pouvons appeler des conclusions intuitives. Il est important de les mettre en évidence, car elles découlent de l'ensemble des éléments que nous avons mobilisés. Le deuxième type ouvre des horizons moins communs, que nous entendons examiner dans la continuation de notre travail. L'intérêt que ces enseignements présentent n'est pas dû à leur originalité, mais à leur potentiel en termes d'application aux problèmes de coopération. Nous reprendrons ci-dessous les principales conclusions de ce chapitre, afin d'offrir une vision globale nécessaire à la suite de notre thèse.

Dans la première section de ce chapitre nous avons établi une « tête de pont » pour le démarrage de notre étude. Nous avons essayé d'esquisser une trame qui puisse rendre compte de l'aspect complexe et dynamique de la problématique du changement climatique. Nous avons traité ce problème sous un double angle : à travers ce que nous avons appelé des visions communes et à travers les intérêts. Pour ce qui concerne le premier angle, nous avons mis en avant quelques appréciations censées refléter l'esprit du temps de l'époque. Pour ce qui concerne les intérêts, nous avons pu constater des différences importantes quant aux structures économiques et politiques, différences qui ont conditionné les marges de manœuvre lors des discussions climatiques initiales. Les considérations stratégiques, ou encore les fondamentaux économiques et politiques sont structurants dans les négociations. Ne pas prendre en compte ces questions, à l'instar du « nœud gordien » d'Hourcade, ne mène qu'à l'illusion de coopération. La mise en place d'un régime climat pousse, de ce point de vue, au-delà du volontarisme, au réalisme et à la responsabilité.

Dans la deuxième section, nous avons soumis la problématique climat à une lecture d'Économie politique internationale. Nous nous sommes concentrés sur la notion (théorique) de régime international, dont nous avons mis en évidence les implications et les incidences. Nous avons retenu la définition d'Oran Young (1986), qui définit les régimes en tant qu'institutions sociales comprenant des principes, règles, procédures qui gouvernent les interactions des acteurs dans des domaines spécifiques. À la lumière de cette définition, la réponse à la question si nous avons ou non un régime climat n'est pas tranchée. D'un point de vue formel, il apparaîtrait que oui, et dans ce cas c'est son efficacité qui est en cause, c'est-à-dire sa capacité à atteindre son objectif.

La dernière partie de notre chapitre traite de la théorie snidalienne du k-groupe. Dans cette section, nous avons questionné la notion de puissance, toujours présente mais pas toujours visible, dans le climat. Nous avons insisté, suivant le développement théorique de Snidal, sur le calibrage à opérer entre intérêts et capacités, et, par conséquent, entre la pratique d'un leadership bienveillant et/ou coercitif. Le grand message développé dans ce chapitre est, avant tout, d'ordre théorique. Celui-ci comporte deux directions d'analyse. La première concerne la capacité d'un pays, ce qui renvoie à la notion de puissance, et le deuxième, à sa volonté d'agir, renvoyant donc à la notion d'intérêt. Ces aspects seront liés, dans les chapitres suivants, davantage à la problématique climat dans une tentative de quantification du moins des intérêts (responsabilités) des pays à mettre en place une coopération de type k-groupe.

Bibliographie du Chapitre 1

- Abbas M. (2010). L'Économie politique internationale. Entre théories et histoire. *Recherches internationales*, 88 (octobre-décembre), pp. 47-72.
- Abbas M. (2011). L'Économie politique du changement climatique. *Recherches internationales*, 89 (janvier-mars), pp. 151-180.
- Abbas M., Sindico F. (2012). *L'Europe face aux changements climatiques. Une mesure d'ajustement aux frontières pour préparer l'après-Kyoto ?* Note de travail no. 5/2012. Grenoble, EDDEN.
- Abbott K.W., Keohane R.O., Moravcsik A., Slaughter A.-M., Snidal D. (2000). The concept of legalisation. *International Organization*, 54 (3), pp. 401-419.
- Auverlot D. (dir.) (2009). *Les Négociations sur le changement climatique : vers une nouvelle donne internationale ?* Rapport CAS. www.strategie.gouv.fr/.
- Auverlot D., Barreau B., Buba J. (2010). Copenhague ou la nouvelle donne climatique internationale. *La note de veille*, 162. Paris, Centre d'analyse stratégique.
- Aykut S.C. (2012). *Comment gouverner un 'nouveau risque mondial' ? La construction du changement climatique comme problème public à l'échelle globale, européenne, en France et en Allemagne.* Thèse de doctorat sous la direction d'Amy Dahan, directrice de l'équipe Changement climatique, expertise et futurs au Centre Alexandre Koyré, Paris.
- Aykut S.C., Dahan A. (2014). *Gouverner le climat ? 20 ans de négociations internationales.* Paris, Presses de Sciences Po.
- Bäckstrand K., Elgström O. (2013). The EU's role in climate change negotiations: from leader to 'leadiator'. *Journal of European Public Policy*, 20 (10), pp. 1369-1386.
- Bailer S. (2012). Strategy in the climate change negotiations: do democracies negotiate differently? *Climate Policy*, 12 (5), pp. 534-551.
- Balme R. (2010). Rationalité. In L. Boussaguet *et al.* (éds.), *Dictionnaire des politiques publiques*, 3^{ème} édition actualisée et augmentée. Paris, Presses de Sciences Po.
- Barrett, S. (2003). *Environment and Statecraft: the Strategy of Environmental Treaty-Making.* Oxford University Press.
- Battistella D., Petiteville F., Smouts M-C., Vennesson P. (2012). *Dictionnaire des relations internationales.* Paris, Dalloz.
- Berthaud P., Cavard D., Criqui P. (2006). Économie politique internationale de l'environnement global : Kyoto est-il condamné ? In P. Berthaud et G. Kebabdjian, *La question politique en économie internationale.* La Découverte, pp. 213-225.

- Bodanski D. (1994). Prologue to the Climate Change Convention. In I.M. Mintzer, J.A. Leonard (éds.), *Negotiating Climate Change: The Inside Story of the Rio Convention*. Cambridge University Press.
- Bodanski D. (1996). The History and Legal Structure of the Global Climate Change Regime. In D.F. Sprinz et U. Luterbacher (éds.), *International Relations and Global Climate Change*, PIK Report no. 21, Potsdam Institute for Climate Impact Research.
- Bodanski D. (2001). The History of the Global Climate Change Regime. In D.F. Sprinz et U. Luterbacher (éds.), *International Relations and Global Climate Change*. Cambridge, MIT Press.
- Böhringer C., Balistreri E.J., Rutherford F. (2012). *The Role of Border Carbon Adjustment in Unilateral Climate Policy: Insights from a Model-Comparison Study*. Discussion Paper 2012-54, Harvard, Belfer Center for Science and International Affairs.
- Bolin B. (1994). Science and Policy Making. *Ambio*, 23 (1), pp. 25-29.
- Bolin B. (2007). *A History of the Science and Politics of Climate Change. The Role of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Börzel T.A., Risse T. (2009). The Transformative Power of Europe. The European Union and the Diffusion of Ideas. Working Paper no. 1. Freie Universität Berlin.
- Boudon R. (2004). Théorie du choix rationnel ou individualisme méthodologique ? *Revue du MAUSS*, 2 (24), pp. 281-309.
- Boussaguet L. et al. (éds.) (2010). *Dictionnaire des politiques publiques*, 3^{ème} édition actualisée et augmentée. Paris, Presses de Sciences Po.
- Brenton A. (2013). 'Great Powers' in climate politics. *Climate Policy*, 13 (5), pp. 541–546.
- Brousseau E. et al. (2012). *Global Environmental Commons. Analytical and Political Challenges in Building Governance Mechanisms*. Oxford University Press.
- Calvin K., Edmonds J., Bakken B., Wise M., Kim S., Luckow P., Patel P., Graabak I. (2014). EU 20-20-20 energy policy as a model for global climate mitigation. *Climate Policy*, 14 (5), pp. 581-598.
- Chasek P.S., Downie D.L., Brown J.W. (2006). *Global Environmental Politics* (4th Edition). Boulder, Westview Press.
- Cointe B. et al. (2011). *2°C: The History of a Policy-Science Nexus* [en ligne]. Working Paper no. 19/2011. Paris, IDDRI. <http://www.iddri.org/Publications/2-C-the-history-of-a-policy-science-nexus>. Consulté le 15.09.2013.
- Condon M., Ignaciuk A. (2013). *Border Carbon Adjustment and International Trade: A Literature Review*. OECD Trade and Environment Working Papers, 2013/06, OECD Publishing.
- Criqui P. (2009). *Au cœur du futur régime climatique international : taxes ou quotas CO2 ?* Note de travail 4, LEPII CNRS.
- Criqui P., Bureau D. (2009). Écotaxes et quotas d'émissions échangeables CO₂. *Références économiques*, 6. Conseil économique pour le développement durable.

Criqui P., Ilasca C. (2010). Après Copenhague : le climat dans le nouvel équilibre du monde. In CEPII (éd.), *L'économie mondiale 2011*, pp. 88-102.

Dannreuther R. (2013). *International Security: The Contemporary Agenda*. Polity Press, Wiley Sussex.

Deblock C. (2012). Présentation du dossier : Innovation et développement chez Schumpeter [en ligne]. *Revue Interventions économiques*, 46. <http://interventionseconomiques.revues.org> Consulté le 13.01.2014.

Demeritt D. (2001). The Construction of Global Warming and the Politics of Science. *Annals of the Association of American Geographers*, 91 (2), pp. 307-337.

Dür A., Mateo G. (2010). Choosing a bargaining strategy in EU negotiations: power, preferences, and culture. *Journal of European Public Policy*, 17 (5), pp. 680-693.

Ecofys (2013). *Mapping Carbon Pricing Initiatives 2013* [en ligne]. Rapport préparé par Ecofys pour la Banque Mondiale. <http://www.ecofys.com/files/files/world-bank-ecofys-2013-mapping-carbon-pricing-initiatives.pdf>. Consulté le 10.01.2014.

Egenhofer C., Georgiev A. (2009). *The Copenhagen Accord. A First Stab at Deciphering the Implications for the EU*. CEPS Commentary, Brussels.

Eichengreen B. (1988). Hegemonic Stability Theories of International Monetary System. *Brookings papers on International Economics*, 54.

Falkner R. (2005). American Hegemony and the Global Environment. *International Studies Review*, 7, pp. 585-599.

Falkner R. (2009). *Business Power and Conflict in International Environmental Politics*. Basingstoke, Palgrave Macmillan.

Falkner R. (éd.) (2013). *The Handbook of Global Climate and Environment Policy*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK.

Figueres C. (2013). Climate policy: a new foundation of stability and prosperity. *Climate Policy*, 13 (5), pp. 538-540.

Finnemore M., Sikkink K. (1998). International Norm Dynamics and Political Change. *International Organization*, 52 (4), pp. 887-917.

Frieden, J. (1999). Actors and Preferences in International Relations. In D.A. Lake et R. Powell (éds.), *Strategic Choice And International Relations*. Princeton University Press.

Fujiwara N. (2007). *The Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate: What it is and what it is not*. CEPS Policy Brief 144.

GCEC (Global Commission on the Economy and Climate). (2014). *Better Growth Better Climate: The New Climate Economy Report* (Global Report). Washington, New Climate Economy. <http://newclimateeconomy.report/>.

Gilpin R. (1975). *U.S. Power and the Multinational Corporation: The Political Economy of Foreign Direct Investment*. New York, Basic Books.

Gilpin R. (1981). *War and Change in World politics*. Princeton University Press.

- Gilpin R. (1987). *Global Political Economy. Understanding the International Economic Order*. Princeton University Press.
- Godard O. (2005). Les trois courants complémentaires du champ de l'économie de l'environnement : une lecture systémique. Cahier no. 2005-09 (332). In R. Nadeau (éd.), *Cahiers d'épistémologie*. Montréal, Groupe de Recherche en Épistémologie Comparée.
- Godard O. (2010). La discipline économique face à la crise de l'environnement : Partie de la solution ou partie du problème ? In J.-P. Touffut (éd.), *Changement de climat, changement d'économie ?* Paris, Éditions Albin Michel.
- Gourevitch P. (1978). The Second Image Reversed: The International Sources of Domestic Politics. *International Organization*, 32 (4), pp. 881– 912.
- Grasso M. (2004). *Climate change: the global public good*. Working Papers 75, University of Milano-Bicocca, Department of Economics.
- Guérin E., Tubiana L. (2009). Copenhague : les enjeux de la négociation. *Études*, 11, Tome 411. S.E.R., pp. 463 – 473.
- Guerin E., Spencer T. (2011). *Strengthening the European Union Climate and Energy Package to build a low carbon, Competitive and Energy Secure European Union*. Study no. 04/11 october. Paris, IDDRI.
- Guivarch C., Hallegatte S. (2013). 2C or not 2C? *Global Environmental Change*, 23 (1), pp. 179-192.
- Gupta J. (2001). *Au nom de ma délégation. Guide de survie des négociateurs des pays en développement sur le climat*. Amsterdam, Institute for Environmental Studies Vrije Universiteit.
- Haas P.M. (1992). Knowledge, Power, and International Policy Coordination. *International Organization*, 46 (1), pp. 1-390.
- Hall P.A. (1993). Policy Paradigms, Social Learning and the State: The case of Economic Policy-making in Britain. *Comparative Politics*, 25 (3), pp. 275-296.
- Hardin G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, New Series, 162 (3859), pp. 1243-1248.
- Hasenclever A., Mayer P., Rittberger V. (2000). Integrating Theories of International Regimes. *Review of International Studies*, 26 (1), pp. 3-33.
- Hourcade J.-C. (1992). L'effet de serre. Des bons et mauvais usages. *Études*, Tome 376, 5 (3765), Mai, pp. 635-645.
- Hourcade J.-C. et al. (2006). Untying the Climate-Development Gordian Knot - Economic options in a politically constrained world. In R. Guesnerie, H. Tulkens (éds.), *Politically Constrained World*. MIT Press.
- Hourcade J.-C. (2009). Des liens compliqués entre sciences et politique à propos du GIEC. *Projet*, 6 (313), pp. 42-47.
- Hourcade J.-C. et al. (2010). L'affaire climatique, au-delà des contes et légendes. *Projet*, 3 (316), pp. 19-33.

- Hurrell A., Sengupta S. (2012). Emerging powers, North–South Relations and Global Climate Politics. *International Affairs*, 88 (3), pp. 463–484.
- Jacquot S. (2010). L’approche séquentielle. In L. Boussaguet *et al.* (éds.), *Dictionnaire des politiques publiques*, 3^{ème} édition actualisée et augmentée. Paris, Presses de Sciences Po.
- Jaeger C. et Jaeger J. (2010). *Three views of two degrees*. ECF working paper no. 2/2010. Potsdam, European Climate Forum e.V.
- Katzenstein P.J. (1976). International Relations and Domestic Structures: Foreign Economic Policies of Advance Industrial States. *International Organization*, 30 (1), pp. 1–45.
- Katzenstein P.J., Keohane R.O., Krasner S.D. (1998). International Organization and the Study of World Politics. *International Organization*, 52 (4), pp. 645–685.
- Kaul I. (2003). Why Do Global Public Goods Matter Today ? In I. Kaul *et al.* (éds.), *Providing Global Public Goods. Managing Globalization*. Oxford University Press.
- Kaul I. *et al.* (éds.) (2003). *Providing Global Public Goods. Managing Globalization*. Oxford University Press.
- Kébabdjian G. (1999). *Les théories de l’Économie politique internationale*. Paris, Seuil.
- Kébabdjian G. (2006). De l’économie internationale à l’Économie politique internationale. In P. Berthaud et G. Kébabdjian (éds.), *La question politique en économie internationale*. Paris, La Découverte.
- Keohane R.O. (1984). *After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy*. Princeton University Press.
- Keohane R.O., Martin L. (2003). Institutional Theory as a Research Program. In E. Colin et M.F. Elman (éds.), *Progress in International Relations Theory. Appraising the Field*. Belfer Center, Harvard University.
- Keohane R.O., Raustiala K. (2008). *Toward a Post Kyoto Climate Architecture: a Political Analysis*. The Harvard Project on International Climate Agreements. Working Paper 08-01.
- Keohane R.O., Victor D.G. (2010). *The Regime Complex for Climate Change*. The Harvard Project on International Climate Agreements. Discussion Paper 10–33.
- Kilian B., Elgtröm O. (2010). Still a green leader? The European Union’s role in international climate negotiations. *Cooperation and Conflict*, 45 (3), pp. 255-273.
- Kindleberger C.P. (1973). *The World in Depression*. London. The Penguin Press.
- Klotz A., Lynch C. (1999). Le constructivisme dans la théorie des relations internationales. *Critique internationale*, 2 (2). Paris, Presses de Sciences Po.
- Knopf B. *et al.* (2010). Managing the Low-Carbon Transition–From Model Results to Policies. The Economics of Low Stabilization. *The Energy Journal*, 31 (Special Issue 1), pp. 223–245.
- Koremenos B., Lipson C., Snidal D. (2001). Rational Design: Looking Back to Move Forward. *International Organization*, 55 (4), pp. 1051-1082.
- Kratochwil F. (1989). *Rules, Norms, and Decisions. On the Conditions of Practical and Legal Reasoning in International Relations and Domestic Affairs*. Cambridge University Press.

- Lacassagne A. (2008). *Une reconstruction éliassienne de la théorie d'Alexander Wendt : pour une approche relationniste de la politique internationale*. Thèse de doctorat sous la direction de Dario Battistella. Université Montesquieu – Bordeaux IV, Institut d'études politiques de Bordeaux.
- Lake D.A. (1993). Leadership, Hegemony, and the International Economy: Naked Emperor or Tattered Monarch with Potential? *International Studies Quarterly*, 37, pp. 459-489.
- Lash J. (2007). The Road From Bali [en ligne]. Billet du 18 décembre 2007. <http://www.wri.org/blog/2007/12/road-bali>. Consulté le 12.02.2015.
- Levy M.A., Young O.R., Zürn M. (1994). *The Study of International Regimes*. Working Paper 94-113, Vienna, IIASA.
- Martin-Amouroux J.-M. (2008). *Charbon : Les métamorphoses d'une industrie*. Paris, Éditions Technip.
- McMahon H. (2008). Fact Sheet: International Negotiations on Climate Change [en ligne]. December 11, 2008. <http://www.wri.org/blog/2008/12/fact-sheet-international-negotiations-climate-change>. Consulté le 12.02.2015.
- Michaelowa A. (2015). *The INDC and NAMA landscape – where do we stand after Lima?* Présentation au Workshop Climate Perspectives du 13 janvier 2015, organisé par Zurich Carbon Market Association.
- Million A. (2011). L'analyse de l'évolution des émissions européennes et françaises depuis 1990. In C. de Perthuis (éd.) *Trajectoires 2020-2050 vers une économie sobre en carbone*. Paris. La Documentation française.
- Moravcsik A. (1997). Taking Preferences Seriously: A Liberal Theory of International Politics. *International Organization*, 51 (4), pp. 513-553.
- Moravcsik A. (2001). *Liberal International Relations Theory: A Social Scientific Assessment*. Paper no. 01-02, Weatherhead Center for International Affairs, Harvard University.
- Najam A., Papa M., Taiyab N. (2006). *Global Environmental Governance: A Reform Agenda*. International Institute for Sustainable Development (IISD).
- Narlikar A. (2010). *New Powers How to Become One and How to Manage Them*. London, Hurst & Company.
- Newell, R.G., Pizer, W.A., (1998). *Stock Externality Regulation under Uncertainty*. Resources for the Future, Working Paper.
- Nordhaus W.D. (2005). *Paul Samuelson and Global Public Goods* [en ligne]. A commemorative essay for Paul Samuelson, Yale University. <http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/-homepage/PASandGPG.pdf>. Consulté le 14.02.2014.
- Nye J. (2002). *The Paradox of American Power: Why the World's Only Superpower Can't Go It Alone*. Oxford University Press.
- Nye J. (2006). Soft Power and Smart Power. The United States has forgotten how to use soft power. *IP Journal*, Summer 2006, pp. 10-13.
- Nye J. (2013). L'équilibre de la puissance au XXIème siècle. *Geoéconomie*, 2 (65), pp. 19-29.

- Olson M. (1965). *The logic of Collective Action. Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press.
- Ostrom E. (2005). *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press.
- Paquin S. (2013). *Théories de l'Économie politique internationale : Cultures scientifiques et hégémonie américaine*. Paris, Presses de Sciences Po.
- Perthuis C. de (2010). *Et pour quelques degrés de plus... Nos choix économiques face au risque climatique*. Deuxième édition, Pearson Education.
- Perthuis C. de, Shaw S., Lecourt S. (2010). Normes, écotaxes, marchés de permis : quelle combinaison optimale face au changement climatique ? *Les Cahiers du PREC* no. 5. Université Paris-Dauphine et École Polytechnique Paris.
- Perthuis C. de, Buba J., Million A., Scapecchi P. et Tessier O., (2011). *Trajectoires 2020-2050 vers une économie sobre en carbone*. Paris: La Documentation française.
- Porter G., Brown J.W., Chasek P.S. (2000). *Global Environmental Politics*. Boulder, Westview Press.
- Rodrik D. (2012). *Les idées l'emportent sur les intérêts* [en ligne]. Project syndicate. <http://www.project-syndicate.org/commentary/ideas-over-interests/french>. Consulté le 24.02.2014.
- Rowlands I.H. (2001). Classical Theories of International Relations. In U. Luterbacher et D.F. Sprinz (éds.), *International Relations and Global Climate Change*. Cambridge, MIT Press.
- Ruggie J. (1982). International Regimes, Transactions, and Change: Embedded Liberalism in the Postwar Economic Order. *International Organization*, 36 (2), pp. 379-415.
- Ruggie J. (1998). What Makes the World Hang Together? Neo-utilitarianism and the Social Constructivist Challenge. *International Organization*, 52 (4), pp. 855-885.
- Sabatier P.A. (2007). The Need for Better Theories. In P.A. Sabatier (éd.), *Theories of the Policy Process*. Boulder, Westview Press.
- Samuelson P.A. (1954). The Pure Theory of Public Expenditure. *The Review of Economics and Statistics*, 36 (4), pp. 387-389.
- Schaik L. van (2012). *The EU and the progressive alliance negotiating in Durban: saving the climate?* Working Paper 354. London, Overseas Development Institute, Climate and Development Knowledge Network.
- Schelling T. (1980). *The strategy of conflict*. Harvard University Press.
- Schneider S.H. et Lane J. (2007). *An Overview of "Dangerous" Climate Change* [en ligne]. http://stephenschneider.stanford.edu/Publications/PDF_Papers/Schneider-lane.pdf. Consulté le 15.09.2013.
- Sebenius J.K. (1991). Designing Negotiations toward a New Regime: The Case of Global Warming. *International Security*, 15 (4), pp. 110-148.
- Smouts M.-C., Battistella D., Vennesson P. (2006). *Dictionnaire des relations internationales*. Paris, Dalloz.

- Snidal D. (1985). The limits of hegemonic stability theory. *International Organization*, 39 (4), pp. 579-614.
- Strange S. (1994). *States and Markets*. London, Pinter.
- Strange S. (1996). *The Retreat of the State. The Diffusion of Power in the World Economy*. Cambridge University Press.
- Terhalle M. et Depledge J. (2013). Great-power politics, order transition, and climate governance: insights from international relations theory. *Climate Policy*, 13 (5), pp. 572-588.
- Torney D. (2012). *Assessing EU Leadership on Climate Change: The Limits of Diffusion in EU Relations with China and India*. KFG Working Paper Series, no. 46. Berlin, Freie Universität.
- Tsebelis G. (1995). Decision Making in Political Systems: Veto Players in Presidentialism, Parliamentarism, Multicameralism and Multipartyism. *British Journal of Political Science*, 25 (3), pp. 289-325.
- UNFCCC (2009). Accord de Copenhague, décision 2/CP.15, Document FCCC/CP/2009/11/Add.1.
- United Nations (1988). *Protection of Global Climate for Present and Future Generations of Mankind* [en ligne]. A/RES/43/53. <http://www.un.org/documents/ga/res/43/a43r053.htm>. Consulté le 15.09.2013.
- Vanel G. (2003). *Le concept d'hégémonie en Économie politique internationale*. Cahier de recherche 03-02, CEIM, Montréal, Université du Québec.
- Vatn A. (2012). Environmental Governance: The aspect of Coordination. In E. Brousseau *et al.* (éds.), *Global Environmental Commons. Analytical and Political Challenges in Building Governance Mechanisms*. Oxford University Press.
- Verolme H.J.H. (2012). *European Climate Leadership Durban and beyond*. Discussion Paper. Heinrich-Böll-Stiftung, Brussels, European Union.
- Vieweg M., Hare B., Hohne N., Schaeffer M., Rocha M., Larkin J., Fekete H., Macey K., Gutschow J. (2012). Governments still set on 3°C warming track, some progress, but many playing with numbers [en ligne]. *Climate Action Tracker Update*. <http://www.climateanalytics.org/news/climate-action-tracker-update-governments-still-set-3%C2%B0c-warming-track-some-progress-many>. Consulté le 08.01.2014.
- Webber D. (2014). Declining Power Europe? The Evolution of the European Union's World Power in the Early 21st Century. Working Paper Series 2014/1. Monash University, European and EU Centre.
- Weitzman M. L. (1974). Prices vs. Quantities. *Review of Economic Studies*, 4 (41), pp. 477-91.
- Wendt A. (1994). Collective Identity Formation and the International State. *The American Political Science Review*, 88 (2), pp. 384-396.
- Wendt A. (1999). *Social Theory of International Politics*. Cambridge University Press.
- World Bank (2007). *Cost of Pollution in China. Economic Estimates of Physical Damages*. Washington, East Asia and Pacific Region, The World Bank.

Yarbrough B.V. et Yarbrough R.M. (1992). *Cooperation and Governance in International Trade: The Strategic Organizational Approach*. Princeton University Press.

Young O. (1986). International Regimes: Toward a New Theory of Institutions. *World Politics*, 39 (1), pp. 104-122.

Young O. (1994). *International Governance: Protecting the Environment in a Stateless Society*. Ithaca, Cornell University Press.

Young O. (2012). Navigating the Sustainability Transition: Governing Complex and Dynamic Socio-ecological Systems. In E. Brousseau *et al.* (éds.), *Global Environmental Commons. Analytical and Political Challenges in Building Governance Mechanisms*. Oxford University Press.

Chapitre 2.

Modèles globaux d'analyse économique des politiques climatiques

Le changement climatique, de par ses conséquences, ou encore ses implications, est marqué par un effet d'inertie et une dynamique de long terme. Ces particularités renvoient les questions climatiques principalement à l'évaluation des coûts et des bénéfices à venir et, plus généralement, à la modélisation (intégrée) des principaux paramètres climatiques et socio-économiques. Or, ce processus est ponctué, par nature, d'incertitudes, question qui en soi ne la condamne en aucune manière. Ce qui constitue un problème ce sont les façons dont les résultats, les prescriptions sont perçus, assumés, ou encore instrumentalisés par les responsables politiques.

Les différents États exercent une forte pression pour imposer une préférence – la leur – en dépit des éventuels risques climatiques qui se profilent. Les décideurs se trouvent en possession de peu d'instruments qui puissent les aider à prendre des décisions adéquates, à surpasser les « myopies » de ceux qui ne veulent rien (sa)voir, ou qui ne veulent tout simplement pas endosser le coût de leurs propres activités. Un de ces instruments, d'aide à la décision, est l'analyse prospective.

Depuis plusieurs années, l'économie de l'environnement a entamé un processus d'enquête scientifique important, notamment par la mise en place des modèles économiques. Ceux-ci sont devenus de plus en plus complexes et performants, notamment sur la prise en compte des impacts ou sur la fiabilité des projections, désormais callés sur des horizons de temps comparables aux cycles climatiques. À cela s'ajoute la conceptualisation des phénomènes jadis difficiles à saisir, ou encore le couplage avec les modèles climatiques. Le tout pour une meilleure compréhension, une meilleure rationalité des actions et la prévention des risques jugés hautement dommageables pour les sociétés humaines et pour la planète dans son ensemble.

L'analyse économique basée sur ces modèles représente, dans le sens suggéré ci-dessus, une plaque tournante pour de nombreux enjeux socioéconomiques (voire géopolitiques). Des choix relativement mineurs, par exemple la valeur d'un taux d'actualisation, peuvent avoir des véritables effets papillon pour les résultats de l'analyse économique. Pour juger de ces phénomènes, la prospective analyse le changement climatique aussi bien à travers les flux, qu'à travers l'effet stock. Si les dommages sont causés par l'accumulation des gaz, la solution se retrouve du côté de la régulation des flux. Il y a un mouvement de va-et-vient continu entre stock et flux à travers lequel on essaie d'évaluer les dommages et d'établir un diagnostic pertinent quant aux niveaux de réduction des émissions de GES. En même temps, c'est sur la quantification des dommages que nous fondons la régulation des flux, raison pour laquelle *global* et *local* se retrouvent étroitement liés. Qu'il

s'agisse des dommages ou de l'abattement des émissions, le changement climatique est synonyme de coûts.

Dans ce chapitre, nous analyserons principalement les coûts de l'atténuation. Il s'agit des efforts qu'il faut engager rapidement et qu'on ne peut pas différer sans des surcoûts importants. Les repousser, ce serait les convertir en coûts d'adaptation ou, pis encore, supporter les pertes sèches qui en découlent. Réduire les émissions de GES n'est pas une mince affaire pour l'économie mondiale et encore moins pour une économie nationale qui, de plus, risque de ne pas bénéficier des fruits de ses investissements. Faire payer cette « facture » est un exercice à même d'impacter le bien-être de ceux qui la supportent de façon permanente (puisque les bénéfices seront pour les générations d'après). Dans ce contexte, les arbitrages qui se présentent au planificateur économique, ou au décideur politique, relèvent d'une répartition optimale et équitable de ces coûts, entre les membres des sociétés et entre les générations présentes et à venir.

Mais les décideurs sont contraints par les populations qui les mandatent. Ils jouent de leurs préférences et essaient de se soustraire au déboursement, ou du moins de faire endosser ces coûts aux autres (contemporains ou générations à venir). Ces rapports mettent les politiques climatiques en tension, ce qui relie, dans un premier temps, l'analyse faite au chapitre précédent, notre cadre théorique, à ce chapitre. Autrement dit, les coûts du changement climatique influencent les préférences nationales (et vice-versa). Ces influences, ces tensions se retrouvent dans les décisions politiques prises, dans les positions que les pays adoptent et, par voie de conséquence, dans les politiques que ces mêmes pays mettent en place (ou pas).

Au-delà de ces considérations, l'action climatique et plus précisément l'arbitrage atténuation / adaptation posent de vrais problèmes, des problèmes techniques. L'enjeu majeur de la mise en place des politiques climatiques est, d'un côté, de déterminer le bon compromis entre action immédiate et action différée, et, de l'autre côté, de s'accorder sur la hauteur et sur les moyens (les plus économiques) de l'intervention. Pour le dire autrement, le *timing* et l'ambition des politiques climatiques sont contraintes au débat. Ces moyens engendrent des coûts qui dépendent, dans une analyse coût-avantage, de l'évaluation des dommages et des mesures de l'atténuation envisagées. Cela pose le problème de la traduction des phénomènes économiques futurs (leur évolution), dans des termes et conjonctures actuels. Ceci constitue un deuxième élément qui relie l'analyse précédente à ce chapitre et, de manière plus générale, à la problématique de la thèse.

La question qui met tous ces éléments en relation et à laquelle essaie de répondre ce chapitre est de savoir quelle est la hauteur des coûts à engager lorsqu'il est question d'atténuer les émissions de GES. Cette question sera traitée à plusieurs niveaux : estimations issues des modèles, valeurs des paramètres clés, coûts sociaux pour le carbone. Ainsi, répondre à cette question renvoie aux déterminants des émissions, aux choix méthodologiques, au choix des modèles ou encore, aux indicateurs retenus. Afin de mieux satisfaire à ces objectifs, nous avons opéré des choix à même de soutenir les points les plus saillants de cette problématique.

Ce chapitre présente trois jeux de résultats : des niveaux d'émissions issus d'une analyse coût-efficacité (section 2.2), des coûts issus de deux modélisations obtenus en analyse coût-avantages (2.4) et les derniers coûts des politiques climatiques en date, lors de la

rédaction de ce chapitre : les estimations du cinquième rapport du GIEC ainsi que ceux d'un projet européen d'ampleur, le projet AMPERE (section 2.5).

Nous commencerons (section 2.1) par des considérations d'ordre théorique. Nous définirons les coûts de l'atténuation, la taxinomie et la métrique des coûts du changement climatique. Nous présenterons par la suite les deux approches utilisées dans l'analyse de ces coûts : coût-bénéfice et coûts-efficacité. Dans les sections suivantes seront présentés les résultats du projet SECURE, projet portant sur l'énergie et le changement climatique, les résultats de Nordhaus (DICE R-2010) et ceux du rapport Stern (PAGE2002). Ces modèles sont contrastés, l'intérêt de les présenter étant, au-delà de la solide expertise qu'ils incorporent, de montrer des points de vue qui décrivent des images différentes du monde à venir. Nous terminerons par les estimations du GIEC (WGIII 2014) au niveau mondial et celles du projet AMPERE (2015), qui présente des estimations globales ainsi que régionales.

2.1. Les coûts des politiques climatiques, définitions et paramètres clés

Nous pouvons identifier le point de départ de l'évaluation des coûts des politiques et mesures climatiques dans le texte de la CCNUCC et plus précisément dans ses principes. À l'article trois on lit que « les politiques et mesures qu'appellent les changements climatiques requièrent un bon rapport coût-efficacité, de manière à garantir des avantages globaux au coût le plus bas possible » (CCNUCC 1992). Depuis, un éventail important des résultats (pour la plupart exprimés en termes de variation de Pib), entre scénarios de références et avec politique climatique, ont vu le jour. En général, on approche la question de coût par la différence résultant de la comparaison d'un monde futur sans changement climatique avec un monde futur avec changement climatique (*e.g.* GIEC 2007, 2014 ; EACC 2010). Cela est une manière d'élargir la définition de Jaccard *et al.* (2003 : 50), qui précise que « le coût d'une action est la différence de coût entre le scénario au fil de l'eau et un monde dans lequel l'action considérée est mise en œuvre ».

L'analyse qu'il convient de mener pour la mise en place des actions considérées (*i.e.* politiques climatiques) est l'analyse coûts-avantages (ACA). En effet, du point de vue théorique, cette approche a pour but de recenser tous les bénéfices (négatifs et positifs) d'une action sur le bien-être et de les évaluer en termes monétaires actualisés. Dans le cas des politiques qui visent l'atténuation des GES, un des problèmes majeurs est celui de l'arbitrage inter-temporel, puisque les mesures visant l'atténuation des émissions doivent être engagées rapidement, alors que les bénéfices seront enregistrés bien plus tard. Le coût (des politiques climatiques, des dommages et résiduels) associé au changement climatique, ainsi que plusieurs paramètres techniques (*e.g.* taux d'actualisation, coût social du carbone, jeu d'hypothèses) deviennent des éléments clés dans la construction des trajectoires qui visent la stabilisation des émissions dans l'atmosphère.

Lorsque les États s'engagent à respecter un objectif donné, disons le 2°C, alors l'analyse se place dans une perspective coûts-efficacité (ACE) qui fonctionne à objectif donné (cas dans lequel il faut minimiser les coûts des mesures qui permettent d'atteindre cet objectif). Ces coûts, notent Blanchard et Criqui (2000 : 79), « traduisent l'effort que la société est prête à consentir pour ne pas dépasser un niveau d'émission (de précaution) ». Notons que c'est cette même approche qui est supposée dans la Convention-cadre, puisqu'il est question d'un objectif préétabli (la stabilisation des concentrations à un niveau donné). Ainsi, ce n'est plus le coût des dommages qui prime, mais le coût d'abattement des émissions (le coût qu'il faut consentir pour réduire ces émissions afin que l'objectif soit atteint).

L'arbitrage entre l'action et l'inaction s'appuie (le plus souvent) sur des travaux de modélisation prospective¹. Il s'agit d'une démarche dans laquelle on considère comme point de départ la scénarisation, en privilégiant donc la prospective (par opposition aux approches prévisionnistes ou encore prédictives) et en procédant à la comparaison des scénarios développés². Ce processus mène à l'élaboration de représentations des mondes futurs, dont le GIEC présente des états de l'art régulièrement. Dans cette section, nous allons passer en revue les paramètres clés qui structurent la notion de coût du changement climatique. Nous commencerons par présenter une taxinomie des coûts (sectoriels, macroéconomiques et en bien-être). Nous ferons le point sur les deux analyses susmentionnées, coûts-avantages et coût-efficacité.

2.1.1. *Coût sectoriel, macroéconomique et en bien-être*

Les indicateurs (*i.e.* les métriques) utilisés pour capter les coûts de l'atténuation des émissions sont souvent exprimés en perte de bien-être, variation de Pib ou variation de consommation finale des ménages. Parmi ces mesures, la variation en bien-être demeure l'évaluation la plus difficile à mener, raison pour laquelle les deux autres métriques sont souvent privilégiées. En général, les estimations données par les modèles intégrés (particulièrement ceux utilisés dans le cinquième rapport, voir A.II.3.2, WG III, AR5 2014) sont faites en terme de variation de la consommation des ménages. Lorsqu'on parle d'atténuation, il y a un risque de confusion dû au fait que tous ces coûts sont exprimés souvent en points de Pib. Par exemple, un coût technique total (coût marginal d'abattement) donné par une certaine contrainte carbone et un coût macroéconomique induit par la mise en place d'une politique climatique sont tous deux exprimés en points de Pib, mais recouvrent des réalités bien différentes. Dans cette partie nous allons définir ces notions afin de préciser quelles réalités reflètent ces mesures.

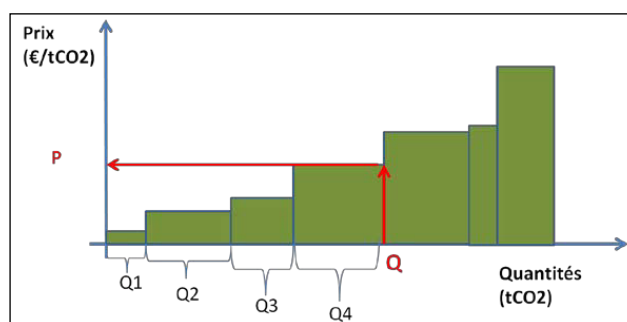
¹ Les modélisations s'appuient généralement sur quelques fondamentaux des émissions : population, Pib et consommation d'énergie, éléments qu'on retrouve communément dans l'identité Kaya (ou encore IPAT pour Impacts Proportionnels à la Population, l'Aisance et la Technologie, Nakicenovic *et al.* 2006).

² « Les scénarios sont des images diverses du déroulement possible du futur et ils constituent un outil approprié pour analyser comment des forces motrices peuvent influencer sur les émissions futures et pour évaluer les incertitudes connexes. Ils aident à analyser l'évolution du climat, notamment sa modélisation et l'évaluation des impacts, l'adaptation et l'atténuation » (Nakicenovic *et al.* 2000 : 3).

Le coût technique

Le coût technique ou sectoriel est donné par la variation du coût d'investissement ou du coût total de fonctionnement des systèmes techniques, dans un scénario « avec politique climatique » par rapport à un scénario « référence ». Ce coût peut être calculé au niveau d'un secteur ou d'un ensemble de secteurs (pour un pays). Pour commencer, précisons que la réduction des émissions de GES passe nécessairement par l'implémentation de nouvelles technologies, moins intensives en énergie et particulièrement en énergie fossile. Pour un secteur donné, la démarche consiste à identifier les options de réduction les plus pertinentes et à estimer pour chaque option la quantité de réduction et le coût unitaire de réduction correspondant. Ensuite, les options techniques sont empilées par ordre de coût croissant pour construire une courbe de coût marginal de réduction. Une courbe de coût marginal de réduction permet d'obtenir, pour le secteur en question et pour une année donnée, le coût marginal de réduction ainsi que le coût total des options techniques qui permettent d'atteindre l'objectif de réduction pré-identifié (Figure 2.1).

Figure 2.1. Courbe de coût marginal de réduction



Source : AETIC 2013.

À titre d'exemple, considérons la courbe de coût marginal dans la figure ci-dessus. En ordonnée, on retrouve les quantités de réduction d'émissions correspondant à chaque technologie (Q1-Q4) ainsi que la quantité cumulée au niveau du secteur (Q). En abscisse, on retrouve le coût moyen de réduction de chaque option. La courbe indique le portefeuille des technologies à mettre en œuvre (par ordre de coût croissant) pour atteindre la quantité de réduction Q (le coût de la dernière technologie étant P). Ainsi, le projet d'investissement qui vise la réduction d'émissions Q est coût-efficace. La courbe indique également le coût total des investissements, qui correspond à l'intégrale des surfaces des rectangles.

Les coûts techniques sont composés, avant tout, des coûts directs industriels et financiers induits par l'utilisation des nouvelles technologies. Il s'agit donc des coûts initiaux de mise en place des solutions technologiques et des dépenses afférentes à celles-ci (*e.g.* coûts de fonctionnement annuels). De manière générale, on retrouve sur le marché plusieurs solutions techniques qui sont soit alternatives soit complémentaires. En vue de l'acquisition d'une technologie, ces solutions sont comparées en termes de coûts d'investissements et d'exploitation, ainsi que de bénéfices qui découlent du fait de leur mise en œuvre, les deux étant actualisés. Le coût technique est obtenu en équilibre partiel, ce qui signifie qu'il ne prend pas en considération les rétroactions entre la mesure respective et le reste de l'économie.

Ces coûts sont l'apanage des modèles *bottom-up* (sectoriels) et reposent sur la représentation détaillée du système de production de l'énergie. Ces modèles sont assortis des hypothèses exogènes sur la croissance, la demande ou encore sur la disponibilité des ressources. Les modèles fonctionnant en équilibre partiel construisent des scénarios à partir des comportements d'acteurs et des grandes variables économiques et énergétiques. Par exemple, dans le modèle POLES, les évolutions démographiques et économiques sont considérées comme exogènes alors que les évolutions de l'ensemble des variables caractérisant la consommation, la transformation, la production et les prix de l'énergie sont endogènes au modèle (Blanchard et Criqui 2000).

Ce qui est particulièrement important dans ces modèles, précise l'AR4 (2007), ce sont les courbes d'apprentissage selon lesquelles les technologies se diffusent et arrivent à maturation. Par ailleurs, précisons que ces coûts peuvent être négatifs, par exemple lorsque les économies d'énergies obtenues par l'implémentation de la nouvelle technologie sont supérieures aux coûts d'investissements.

Le coût macroéconomique

Le coût macroéconomique prend en considération les rétroactions entre les différents secteurs et leur impact sur l'ensemble de l'économie. Il s'agit alors de mener une analyse en équilibre général, suite à la mise en place d'une politique climatique. Dans l'idéal, tous les éléments (et leurs interactions respectives) d'une politique climatique devraient être pris en compte. Par exemple, les mesures liées à la fiscalité carbone, les investissements concernant l'énergie, les effets d'éviction (entre investissements d'efficacité énergétique et autres investissements, ou entre la facture énergétique des ménages et les autres consommations), ou encore les effets rebond, entre l'amélioration de l'intensité énergétique et les autres consommations.

En effet, la mise en place d'une politique climatique a des impacts qui s'étendent au-delà du secteur dans lequel elle est implémentée. La modification de l'équilibre sur un marché fait évoluer l'ensemble des prix et la réallocation des ressources, ce qui impacte l'équilibre général au sein d'une économie. Les modèles macroéconomiques prennent en compte ces interactions et permettent de voir comment se répercutent les chocs induits sur un marché sur les autres, pour aboutir finalement sur le niveau et la composition du PIB national. Par ailleurs, précisons que ces modèles permettent la prise en compte de l'impact de l'utilisation des recettes générées par une éventuelle taxe sur les émissions. Ainsi, les coûts macroéconomiques sont présentés sous la forme de variations de Pib ou des coûts en bien-être.

Enfin, précisons que les analyses en équilibre général ne présupposent pas nécessairement l'optimisation – utilisation idéale des ressources dans une situation dans laquelle tous les marchés sont équilibrés à travers les prix. Généralement, on utilise la notion par opposition aux modélisations en « équilibre partiel » (*bottom-up*), modèles qui ne prennent en considération que certains secteurs, comme celui de l'énergie.

Le coût en bien-être

Le coût en bien-être renvoie à une évaluation quantitative des valeurs en termes pécuniaires. Pour mesurer ce coût, l'économie du bien-être établit les concepts de disposition à payer (ang. *willingness to pay*) et de disposition à accepter une compensation (ang. *willingness to accept compensation*), ce dernier concept représentant le dédommagement que les gens accepteraient pour vivre dans un monde sans politique climatique (Markandya *et al.* 2001). La disposition à payer (ang. *WTP*) représente le surplus du consommateur, le prix que les gens sont prêts à payer pour une politique climatique donnée. Le surplus du consommateur est une notion liée à la courbe de demande qui peut être interprétée comme la disposition marginale à payer (c'est le prix maximum qu'un consommateur est disposé à payer pour une unité supplémentaire). Le surplus du consommateur, explique Alain Quinet (2009 : 147), « est la mesure la plus pertinente du coût de bien-être puisque, par construction, elle prend en compte l'incidence de la variation de la structure des prix, qui est l'effet premier de la politique de changement climatique ».

Si le surplus des consommateurs est égal à la somme des surplus individuels, alors se pose la question de la répartition de ce coût entre les différentes catégories de ménages, qui ont des niveaux de revenus différents. Par exemple, si l'on considère une augmentation des prix de l'énergie due à l'introduction d'une taxe carbone, alors cette augmentation pénalise davantage les ménages à revenus modestes que les ménages à revenus élevés. La mesure du surplus des consommateurs en tant qu'indicateur de coût en bien-être s'avère difficile à mener, car son évaluation requiert des informations précises sur le consommateur et sur la variation de la structure de ses dépenses en fonction de ses revenus.

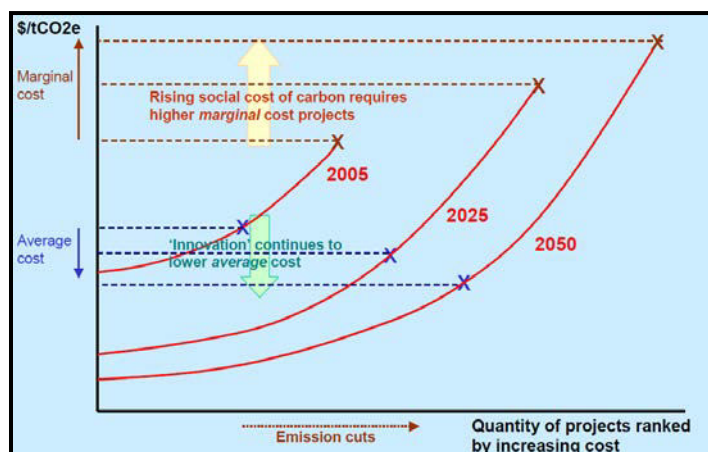
Enfin, nous reprenons la remarque de Guivarch (2010), qui attire l'attention sur la pertinence de l'évaluation des coûts en bien-être dans des scénarios qui visent des horizons de temps lointains (cent ans). La notion de bien-être collectif, explique l'auteur, peut évoluer significativement à long terme, car les préférences des agents économiques sont déterminées par les choix de développement et l'évolution des techniques. Cela complexifie l'évaluation des coûts en bien-être collectif lorsqu'on introduit des politiques climatiques qui mènent à des trajectoires très contrastées.

Coût marginal, moyen et total

Nous terminons avec l'examen d'un dernier point : la différence entre coût marginal, moyen et total. Nous nous appuyons, pour cet argument, sur le rapport de Stern (2006). Les notions de coût total et moyen sont communes, le coût moyen représentant le coût total divisé par le nombre d'unités de l'élément dont le coût est estimé. La distinction entre les deux est néanmoins importante. Il ne s'agit pas du fait qu'elle peut être porteuse de confusion, mais plutôt du fait de l'incertitude que les deux coûts comportent ainsi que l'usage qui est fait. Plus précisément, pour ce qui concerne l'incertitude, Guivarch (2010) note que celle-ci est plus importante pour le coût marginal que pour le coût moyen. Quant à l'usage, la question est notable, car cela renvoie à l'acceptabilité des politiques, ce qui n'est pas sans importance dans la construction des préférences nationales.

Nous reprenons du rapport Stern, dans la Figure 2.2, l'explication de la relation entre ces deux coûts. Le fait que les coûts moyens soient moins importants que les coûts marginaux expliquerait que les défenseurs des politiques climatiques fortes auraient tendance à les mettre en avant et vice-versa.

Figure 2.2. Relation entre coût marginal et coût moyen



Source : Stern 2006.

Stern explique cela dans les termes suivants :

Le prix du carbone devrait refléter le coût social du carbone. Celui-ci devant croître dans le temps à cause de l'augmentation des dommages additionnels pour chaque unité de GES émise. L'augmentation des prix devrait encourager les projets d'atténuation ayant des coûts marginaux croissants. Cela ne signifie pas que les coûts moyens augmentent. En effet, dans cette analyse, les coûts moyens sont supposés décroître, rapidement au début, et se stabiliser par la suite. À tout moment, les coûts marginaux se situeront au-dessus des coûts moyens puisque les projets les plus coûteux sont mis en place les derniers (Stern 2006 : 232).

Ainsi, la valeur du carbone (correspondant au coût social du carbone, coût censé refléter les pertes annuelles nettes dues aux impacts du changement climatique produits par l'émission d'une tonne de CO₂ eq.), est amenée à augmenter, alors que le coût moyen est amené à diminuer en raison de la baisse des coûts des technologies (Stern 2006 : 232).

*

Les définitions et les notions liées aux coûts sont importantes car, au-delà de ce que cela représente économiquement parlant, ces coûts des politiques climatiques peuvent se prêter au *quiproquo*. Dans un contexte d'économie politique, cet éclairage nous a semblé nécessaire, car – nous allons le discuter dans le chapitre quatre – la lutte contre le réchauffement climatique passe par la *perception* de ces coûts. Leur niveau est important, mais tout aussi important est de savoir comment on les définit, ce que cela représente. Dans la sous-section suivante nous allons poursuivre cette réflexion en présentant les démarches analytiques pour le calcul des coûts et des résultats que les modèles estiment.

2.1.2. *Le coût du changement climatique (ACA et ACE)*

Dans cette sous-section nous allons présenter la démarche générale sur laquelle s'appuie l'estimation des coûts de réduction et des dommages climatiques. Nous allons mobiliser principalement les travaux de recherche de Guivarch (2010), Crassous (2008), ainsi que le rapport Quinet (2008). Avant de procéder à la présentation des cadres analytiques pour l'estimation des coûts d'atténuation, nous allons préciser la démarche prospective, approche essentielle dans la modélisation des évolutions socioéconomiques. Nous empruntons la définition à Guivarch (2010 : 20), qui précise que :

L'approche prospective consiste à explorer l'éventail des états futurs concevables du système économie-énergie-environnement (E3) par la projection de scénarios contrastés sur la base de la formulation de visions qualitatives du futur, via des récits mettant en cohérence des évolutions économiques, techniques, des styles de développement, etc., et de leurs traductions quantitatives dans des modèles numériques.

Le but de la prospective, précise l'auteur, n'est donc pas de prédire au plus près l'avenir, mais, bien au contraire, d'élargir l'éventail des possibles, y compris aux cas extrêmes.

Cette approche est largement mobilisée dans les entreprises de modélisation concernant le climat, étant donné qu'elle est instituée assez tôt par le GIEC, notamment dans les exercices SRES (Nakicenovic *et al.* 2000)³. La modélisation prospective s'appuie sur la comparaison de scénarios. Généralement, l'estimation des coûts de l'atténuation est faite par la comparaison d'un scénario « de stabilisation » (pour les concentrations de CO₂) à une « référence ». À ce titre, Guivarch (2010) note que, du point de vue méthodologique, la référence est importante notamment pour le paramétrage des modèles, puisque ses hypothèses portent sur les déterminants des émissions, sur les élasticités, ou encore sur d'autres facteurs structurels (*i.e.* réserves d'hydrocarbures, marchés internationaux). Dès lors, la référence permet d'identifier les déterminants responsables de l'emballement des émissions et, de manière corolaire, les zones où il faut instituer des instruments afin de réduire ces émissions (similairement à Kaya, mais évidemment de manière plus élaborée). C'est à partir de ces éléments que l'on procède à la construction des scénarios tendanciels dans un premier temps et « avec politique climatique », par la suite.

Cependant, il faut préciser que ces scénarios prospectifs, qu'il s'agisse d'un « BaU » ou d'un scénario de stabilisation, sont soumis à des incertitudes. Guivarch (2010) évoque deux types d'incertitudes, liées à la sensibilité climatique et aux impacts et dommages causés par le changement climatique, ou à climat donné. Ces incertitudes sont mises en exergue constamment par le GIEC. Dans son dernier rapport par exemple, dans un scénario de 500 ppm CO₂eq. (donc proche de RCP4.5), la probabilité de dépasser le 2°C d'augmentation est de moins de 50%, alors que pour le 3°C la probabilité est de plus de 66%

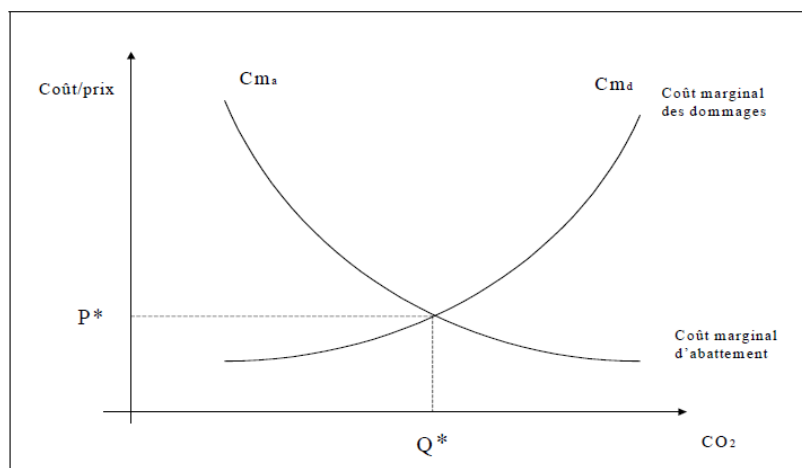
³ La même démarche prospective a été mobilisée dans les années 1990 avec les premiers scénarios du GIEC (IS92).

(Tableau SPM 1, AR5, 2014)⁴. Ces différences sont dues à la manière dont les dommages sont modélisés, d'une part, et au jeu d'hypothèses utilisées, de l'autre (*e.g.* sensibilité de climat)⁵. Enfin, notons que la démarche prospective est commune aux deux types d'outils de modélisation utilisés dans le climat (*top-down* et *bottom-up*), modélisations qui se distinguent par nature et structure et dont les résultats reflètent des réalités distinctes⁶.

L'approche coût-avantage

L'économie de l'environnement considère le climat et plus précisément les émissions de CO₂ sous l'angle des externalités négatives qu'il faut par conséquent internaliser (d'une manière ou d'une autre) aux marchés. Cela étant, le coût du changement climatique doit être minimisé, processus qui doit s'accompagner d'une trajectoire optimale pour l'évolution des émissions. Dans l'idéal, l'approche coût-avantages impliquerait l'égalité permanente entre le coût marginal des dommages associé à l'émission d'une tonne supplémentaire de CO₂ dans l'atmosphère et le coût marginal de réduction des émissions de CO₂. Comme le note le rapport Quinet (2008), « [c]e principe constitue le socle de l'analyse coûts-avantages » (Figure 2.3).

Figure 2.3. L'approche coût-avantage



Source : Quinet 2008.

Suivant la courbe des dommages, plus la concentration de CO₂ s'amplifie, plus le coût des dommages résultant d'une émission supplémentaire augmente. Le coût des dommages dépend donc de l'accumulation des émissions. Dès lors, le coût social du carbone est tributaire de la trajectoire de ces émissions, sa valeur étant augmentée par l'effet d'accumulation. Le

⁴ Pour un deuxième exemple, nous pouvons reprendre les estimations des coûts du GIEC (Tableau 2.9 dans la dernière section du chapitre), où l'on remarque la variation importante des pertes de consommation des ménages : par exemple, en 2100 celles-ci fluctuent, pour un même scénario de 500 ppm CO₂eq., entre 2,4 et 10,6% du Pib par rapport à la *baseline*.

⁵ Pour une discussion approfondie, voir Meinshausen M. *et al.* (2009). Greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature*, 458 (7242), pp.1158–1162.

⁶ Pour plus de détails concernant les différents types de modèles, voir l'Annexe 3.

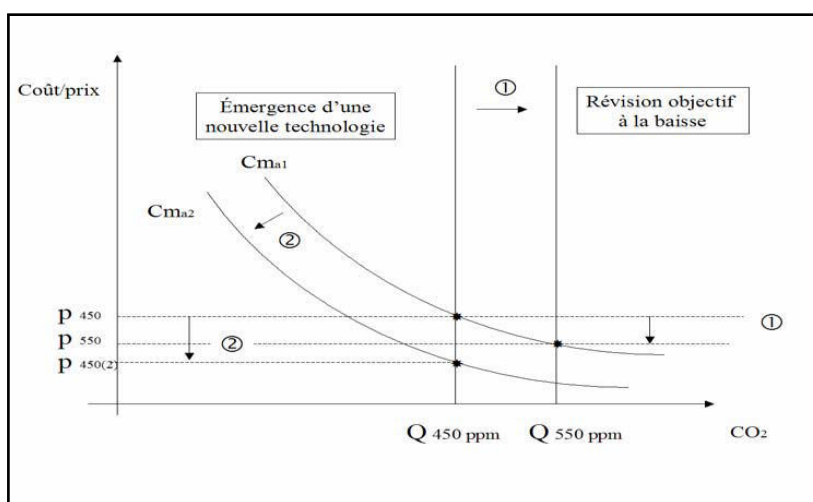
coût le plus important sera évidemment dans un BaU, alors qu'il diminuerait avec l'ambition des trajectoires de stabilisation. Concernant la courbe d'abattement, plus on diminue la concentration de CO₂, plus le coût marginal d'abattement augmente. L'égalisation des coûts marginaux permet de dégager une quantité optimale d'émission Q* pour un prix optimal P*.

Le rapport Quinet (2008) attire l'attention sur deux limites de l'approche coût-avantage dans l'estimation des coûts et des dommages. Pour ce qui concerne les coûts, c'est l'approche même qui serait mise en cause, puisque les coûts sont évalués en supposant qu'une politique climatique n'a pas un effet important sur les prix (mais un effet marginal). Or, une valeur carbone croissante sur les prochaines années modifiera de façon non marginale le système des prix et les investissements, donc les prix d'équilibre, donc les avantages et les coûts d'abattement. Ceci dit, cela ne devrait pas poser de problèmes aux modèles d'équilibre général qui prennent en compte l'impact de la valeur du carbone sur les prix et sur les autres secteurs de l'économie. La deuxième limite tient aux positions et aux pentes des courbes des dommages qui demeurent évidemment difficiles à estimer. Le juste niveau de réduction et le bon niveau de prix, conclut le rapport sur ce point, sont soumis à l'incertitude.

L'approche coût-efficacité

La deuxième approche est indiquée dans la Convention-cadre et retenue dans le Protocole de Kyoto. Elle consiste en la définition *ex ante* de l'objectif de réduction et dans l'investigation du volet coût-efficacité (Figure 2.4).

Figure 2.4. L'approche coût-efficacité



Source : Quinet 2008.

En général, la valeur de l'équilibre dépend du niveau des objectifs de réduction retenu (cas 1). Dans la figure ci-dessus, le rapport Quinet met en évidence une deuxième variable dont dépend la valeur d'équilibre, constituée par la disponibilité de la technologie (cas 2). À la lecture des courbes, on remarque que moins l'objectif est ambitieux, plus la valeur du carbone est faible (cas 1). Dans le deuxième cas, plus les technologies sont performantes, plus les coûts marginaux d'abattement et la valeur de carbone sont faibles.

Le rapport Quinet précise la complémentarité des deux approches. Si l'approche coût-avantage vise à établir un niveau optimal de concentration de GES dans l'atmosphère, l'approche coût-efficacité vise à associer une valeur carbone à un effort donné, effort qui correspond à un objectif de réduction. Le rapport conclut que, lorsque le niveau de réduction est fixé au niveau optimal, alors les valeurs du carbone estimées par les deux approches doivent converger.

2.1.3. *La question du choix du taux d'actualisation*

Les dommages dus au changement climatique sont susceptibles de se concrétiser à très long terme. Cela pose la question (éthique) du poids relatif qu'il faut accorder aux générations présentes et futures. Dans un contexte qui de plus est marqué par l'incertitude, le choix du taux d'actualisation devient une question centrale. Sans reprendre forcément tous les détails de l'actualisation et sans rentrer plus que nécessaire dans le débat, nous allons présenter les principaux choix des paramètres (de l'équation de Ramsey), insistant sur les points qui nous paraissent importants. L'opérationnalisation de la formule de Ramsey revient à faire des choix sur deux paramètres et à considérer un taux de croissance à plus ou moins long terme. Le taux d'actualisation est ainsi déterminé selon la formule :

$$\rho_t = \delta + \eta g$$

où ρ_t représente le taux d'actualisation social à l'instant t, (aujourd'hui), δ est le taux de préférence pure pour le présent (tppp), η est l'élasticité de l'utilité marginale et g le taux de croissance de la consommation par tête.

Le paramètre δ exprime la préférence pure pour le présent et traduit en principe, au niveau collectif, une valorisation supérieure en bien-être immédiat par rapport au bien-être futur. Le rapport Lebègue (2005) note que l'on s'accorde généralement pour situer ce taux autour de 1 à 2% par an. Il s'agit, pour le dire autrement, du « prix » concédé par les agents au temps, ou encore la « probabilité de mourir » (la probabilité que la collectivité n'existe plus dans le futur), comme chez Stern ($\delta=0.1\%$). Le débat sur la valeur de δ se donne entre ceux qui considèrent que toutes les générations pèsent pareillement dans le temps ($\delta=0$) et ceux qui s'inspirent de comportements (d'épargne) observables. Dietz (2008), faisant référence à Arrow *et al.* (1996), distingue ainsi entre une approche prescriptive (disons à la Stern) et une autre descriptive (disons à la Nordhaus) (voir l'Encadré 2.1).

L'élasticité de l'utilité marginale η peut être interprétée en tant que mesure de l'aversion à l'inégalité de consommation entre les générations (*i.e.* Lebèque 2005 ; Quinet 2008 ; Hardelin et Marical 2011). En effet, l'utilité marginale diminue avec l'augmentation du niveau de consommation (plus on est riche, moins compte une unité monétaire supplémentaire), d'où l'intérêt à opérer un équilibrage de la consommation entre les générations. Dans une économie en croissance, le sens du transfert est évident, allant des générations futures vers les générations présentes, l'utilité marginale dépendant donc de g . Dans la littérature, ce paramètre varie entre 1 et 3 (Lebèque 2005). Plus η est élevé, plus il est difficile de demander à la société de faire des efforts aujourd'hui en vue d'une amélioration future.

Les hypothèses faites sur le taux de croissance tournent autour de 2% (1,3 pour Stern et 2% pour Nordhaus). Hardelin et Marical (2011) notent que la présence du terme g peut justifier en lui-même la décroissance du taux d'actualisation dans le temps. Au-delà de l'hypothèse que les ressources naturelles sont limitées et difficilement substituables, on peut considérer les travaux récents de Piketty, qui soutient que la croissance sera, dans un scénario optimiste, de 2,5% jusqu'en 2030, autour de 2% en 2050 et autour de 1% vers la fin du siècle (Piketty 2014). De son côté, le rapport Lebèque (2005) fait référence à cette même fourchette, considérant la croissance comme étant comprise entre 1 et 3%.

Encadré 2.1. Approche prescriptive ou descriptive

L'approche prescriptive, défendue par Stern, considère que les paramètres du taux d'actualisation devraient être établis sur des principes éthiques. Suivant la prescription originale de Ramsay, qui considérait que le poids des générations futures devait être le même que celui des générations présentes, Stern établit que $\delta=0,1\%$: « si une génération future serait présente, nous supposons que celle-ci a le même droit que la génération présente » (Stern, 2006 : 31). Cela étant, selon Stern, δ ne représente pas la pondération de bien-être intergénérationnelle en tant que telle, mais la probabilité de l'occurrence d'une catastrophe éliminant l'humanité (voir le chapitre 6 du rapport Stern). En effet, les prescriptions varient beaucoup compte tenu de ce paramètre⁷.

L'approche descriptive, défendue par Nordhaus, considère que les choix des paramètres devraient être faits à partir des préférences réelles, observées chez les agents, donc à partir des taux d'épargne pratiqués sur les marchés. Hardelin et Marical (2011) relèvent quelques limites par rapport à cette approche. Notons deux d'entre elles. Pour la première, il s'agit du fait que les courbes des taux d'intérêt ne dépassent pas les 30 ans, alors que les projets ayant trait au développement durable peuvent facilement dépasser cet horizon de temps. Secondement, il s'agit du « sens » des paramètres : la propension à épargner concerne un comportement individuel alors qu'en réalité il s'agit de décrire des comportements collectifs et des générations différentes. Dans le tableau ci-dessous, on présente la multiplicité des choix de paramètres qui rentre en compte lorsqu'on considère le calcul de taux d'actualisation (selon Ramsey).

Taux d'actualisation et choix de paramètres

	δ	η	ρ (avec une croissance à 2 %)
Cline (1993)	0 %	1,5	3 %
Nordhaus (1994)	3 %	1	5 %
Stern (2006)	0,1 %	1	2,1 %
Gollier (2005)	1 %	2	5 %
CAS (2005)	0-1 %	2 %	4% puis décroissant au-delà de 30 ans

Source : Hardelin et Marical (2011).

Les deux « jeux » de paramètres qui nous intéressent sont ceux de Nordhaus et de Stern. Il s'agit, au premier abord, de deux options contrastées : là où Nordhaus suit une approche descriptive, Stern choisit une approche prescriptive. En effet, Nordhaus considère ces choix s'inspirant des comportements des marchés, sur lesquelles « les taux de rentabilité sont autour de 5% pour la plupart des secteurs » (Nordhaus 2008 : 58). De son côté, Stern considère qu'il est difficile d'établir cette valeur selon une approche descriptive du moment où les marchés reflètent les préférences individuelles sur l'horizon d'une vie et non pas des préoccupations intergénérationnelles. Cela étant, les solutions ne sont toujours pas tranchées et les discussions actuelles avancent en essayant d'intégrer des aspects complémentaires (*e.g.* effet des prix relatifs, risques).

⁷ À ce titre, Tol (2007) montre, dans une analyse concernant l'évaluation des coûts sociaux du carbone, que la moyenne de ce coût passe de 24\$/tC si l'on utilise un taux de préférence de 3%, à 80\$/tC si ce taux est de 1% et à 317\$/tC si le taux est à 0% (à la Stern).

2.2. Un scénario énergétique mondial en ACE. Scénarios Référence, Muddling Through et Global Régime dans le projet Secure

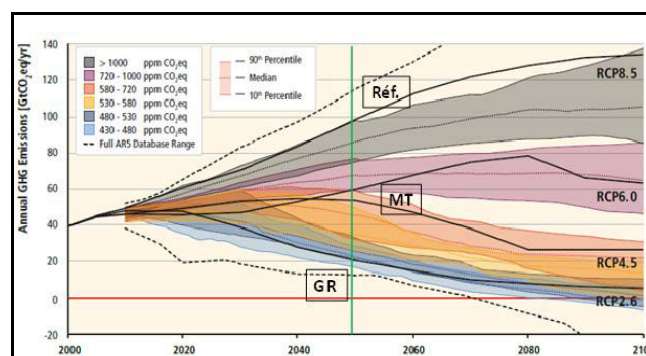
Dans cette section, nous présenterons trois scénarios issus du projet européen *Secure* (2008-2010), obtenus à l'aide du modèle POLES. Le but de cette présentation est de mettre en perspective plusieurs trajectoires énergétiques que peuvent suivre l'Europe, les États-Unis et la Chine dans une configuration (coopérative) donnée. Dans la section suivante, nous compléterons cette présentation par l'analyse d'un des scénarios (celui avec faible politique climatique) à l'aide de l'équation de Kaya. Nous commencerons par quelques remarques méthodologiques, avant de présenter brièvement le projet Secure. Nous analyserons ensuite deux indicateurs qui décrivent les tendances de la consommation primaire et des émissions de CO₂ pour chacun de nos trois acteurs. Enfin, nous terminerons avec l'interprétation en dynamique de l'équation de Kaya et de ses déterminants.

Pour internaliser aux fonctionnements des marchés le coût du changement climatique, les États recourent en général aux réglementations et/ou aux politiques incitatives. Ces dernières s'appuient sur les deux instruments économiques classiques (la « taxe pigouvienne » et le marché d'échanges) et visent à faire émerger un signal-prix pour orienter les comportements des agents (Pigou 1920, Coase 1960). Dans une approche coût-efficacité, l'objectif étant défini *ex ante*, l'évaluation des mesures porte sur les niveaux des coûts consentis afin de respecter cet objectif. Il s'agit des coûts d'abattement du CO₂, qui reflètent des valeurs carbone associées.

Dans le modèle POLES, l'évaluation de ces coûts de réduction est menée par l'introduction d'une taxe carbone fictive qui reflète la valeur du carbone. La contrainte carbone entraîne, pour aller à l'essentiel, des ajustements de la demande d'énergie finale, par des comportements implicites des agents ou par des substitutions dans les systèmes de conversion d'énergie. À partir d'une projection de référence dans laquelle la taxe carbone fictive est considérée égale à zéro, le modèle calcule, par simulations successives, les niveaux d'émissions associés à la taxe carbone fictive (la valeur du carbone). Dans les projections Secure, cette valeur varie, pas à pas, de 0 à 400 dollars/tCO₂ en 2050. L'introduction de la taxe entraîne principalement deux modifications. La première est liée au niveau de la demande de chaque secteur et la deuxième au taux de pénétration des technologies de la production d'électricité (WETO 2006).

Le projet Secure se base sur la construction de quatre scénarios structurels, dont trois seront repris dans cette section : le scénario Référence, le scénario *Muddling Through* (faible coordination de la politique internationale pour le climat) et un scénario *Global Regime* basé sur une action forte et coordonnée au niveau international (scénario 2°C). Pour une meilleure perspective de ces trajectoires, nous pouvons les mettre en rapport avec les projections du GIEC (AR5, 2014). On peut opérer ce rapprochement en faisant la correspondance des scénarios Secure et RCP à travers le niveau d'émissions annuel en 2050 (tel que présenté dans le chapitre 6, WG III, AR5, 2014 et dans Criqui et Mima 2012) (Encadré 2.2).

Encadré 2.2 Trajectoires des émissions de CO₂ pour les scénarios AR5 et correspondance avec les scénarios Secure



La figure ci-dessus met en évidence des images contrastées du monde en 2050, correspondant aux projections Secure et GIEC. Au niveau mondial, le scénario de référence repose sur un plateau pétrolier, un doublement du gaz, une forte progression dans le nucléaire et les renouvelables, mais surtout sur une production mondiale de charbon multipliée par un facteur trois. Ces développements mènent à un changement climatique de l'ordre de 5 à 6°C de hausse (correspondant à RCP 8.5). Dans un scénario de politiques climatiques faibles et non coordonnées (*Muddling through*), le modèle fait apparaître une croissance de la consommation de l'énergie moins forte et des émissions moins importantes, mais qui restent significatives, correspondant à des scénarios de type RCP 4.5 ou 6.0 (hausse des températures de l'ordre de 3 à 4°C). Enfin, dans le *Global Regime* la consommation d'énergie au niveau mondial est moindre (entre -20% et -25% par rapport à la référence), les énergies renouvelables sont plus présentes et les consommations de pétrole et gaz baissent par rapport à l'année 2000. La baisse des émissions (correspondant à la limitation des températures à 2°C) passe par l'utilisation de toutes les grandes options technologiques : l'efficacité énergétique, les renouvelables, le nucléaire et la capture et le stockage du CO₂⁸.

Source: WG III, SPM 4, AR5 2014; Criqui et Mima 2012.

2.2.1. Consommation primaire et émissions de CO₂ (scénarios Secure)

D'après les travaux du GIEC, pour limiter la hausse des températures à 2°C il faut diviser par deux les émissions en 2050, soit une réduction de 80% à 95% au sein des pays développés. L'enjeu climatique requiert un moindre recours aux énergies fossiles, ce qui nécessite, entre autres, la réduction des consommations d'énergie. La stabilisation des émissions réclame en conséquence un changement important du mix énergétique, qui par ailleurs doit tenir compte des enjeux majeurs que cela implique (sécurité d'approvisionnement, acceptabilité sociale, compétitivité) (Percebois 2012).

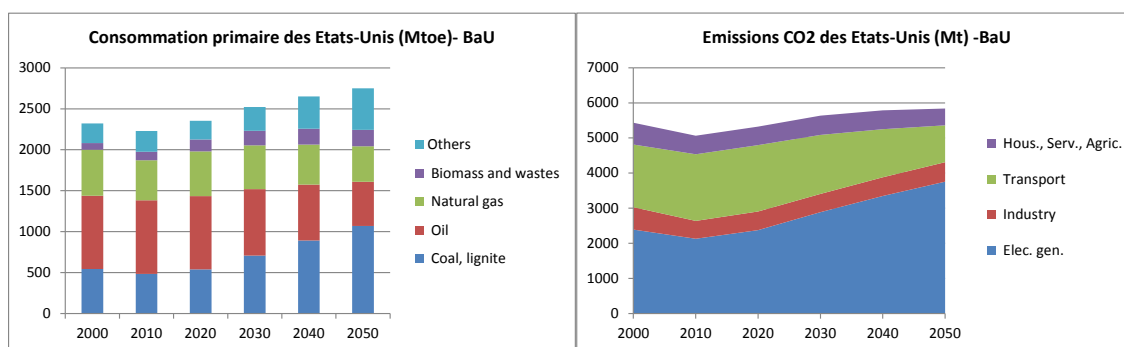
⁸ Pour les correspondances exactes entre émissions et hausse de températures, voir les tableaux SPM 10, WG I et SPM 2 WG III, AR 5, 2014.

Nous passerons en revue les implications des trois scénarios Secure pour chacun de nos acteurs, les États-Unis, l'Union européenne et la Chine. Pour des raisons de concision, nous retenons uniquement deux indicateurs : la consommation primaire⁹ et les émissions de CO₂ énergie par secteur. Ces résultats proviennent des simulations de POLES dans le cadre du projet Secure (Criqui et Mima 2012).

2.2.2. Les États-Unis

De manière globale, pour les États-Unis le scénario de référence impliquerait une augmentation d'environ 20% de sa consommation primaire, avec une progression importante pour le charbon, un plateau pour le gaz, une baisse du pétrole et une progression importante pour le nucléaire et les renouvelables (dans les figures ci-après sous le nom "others"). Ces évolutions doivent cependant être considérées à la lumière de l'essor très important des gaz et pétrole de schiste qui risquent de modifier ce mix. La pénétration des énergies non-conventionnelles aux États-Unis se fait au détriment du charbon (la production de l'électricité est obtenue pour la moitié à partir du charbon) (Figure 2.5).

Figure 2.5. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie au États-Unis (Référence)



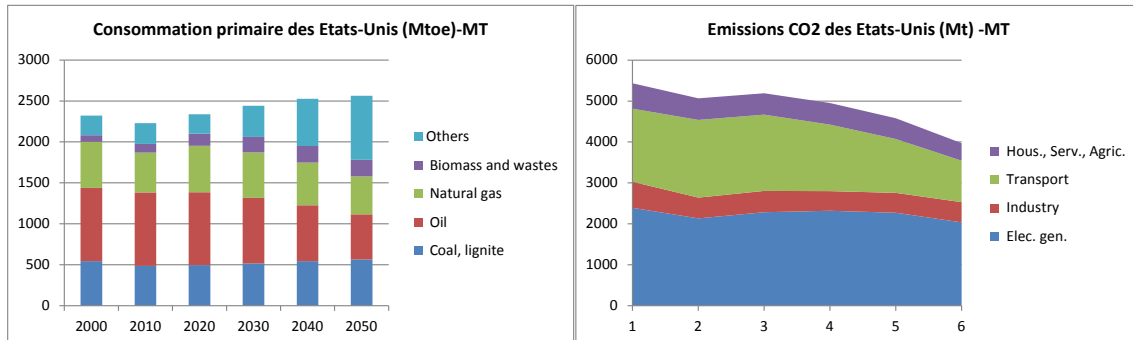
Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

Les émissions qui découlent de ces consommations progressent d'environ 10% sur la période considérée. Le secteur où l'augmentation est la plus forte est la production d'électricité. Ce scénario mène à des émissions autour de 6GtCO₂ au milieu du siècle, soit des émissions per capita de l'ordre de 15tCO₂.

⁹ La consommation intérieure brute d'énergie, parfois appelée simplement consommation intérieure brute, correspond à la demande totale d'énergie d'un pays. Elle représente la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire la demande intérieure. Elle se calcule comme la somme de la production primaire, des importations nettes, des variations des stocks, moins les soutes maritimes. Elle correspond à la demande totale d'énergie primaire dans la méthodologie de l'AIE.

Dans le scénario avec faible politique climatique (la valeur carbone est de 8€/tCO₂ pour l'Europe en 2010 et 40€/tCO₂ en 2050, le reste de monde suivant le même profil avec un délai de 10 ans)¹⁰ et faible coordination, le paysage est visiblement différent (Figure 2.6). La croissance de la consommation n'est que de moitié par rapport au scénario précédent, le charbon reste constant, la consommation de pétrole diminue de 40%, pendant que le nucléaire et les renouvelables sont multipliés par un facteur trois.

Figure 2.6. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie au États-Unis (MT)



Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

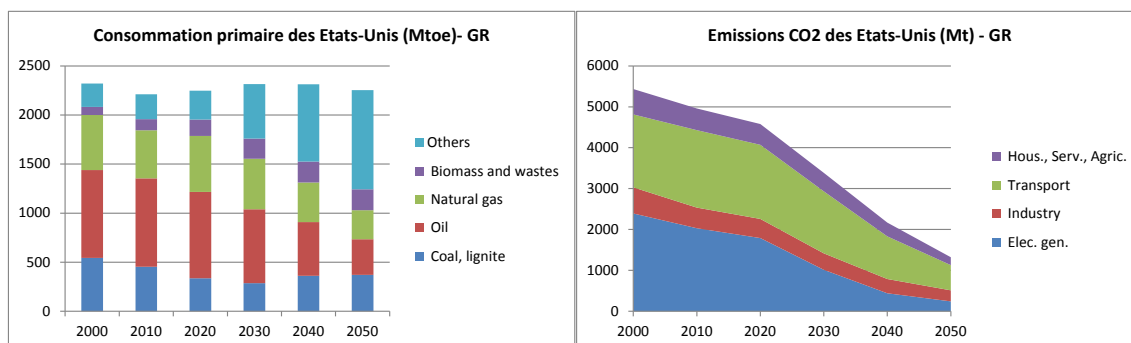
Pour ce qui concerne les émissions, celles-ci sont réduites d'un tiers par rapport à la référence, atteignant 4GtCO₂ en 2050, soit 10t/per capita. La réduction la plus importante est visible dans le secteur des transports, pendant que les émissions dues à la production de l'électricité restent constantes.

Le dernier scénario correspond à la limitation des hausses de températures en dessous de 2°C. La consommation est légèrement réduite au niveau global, mais c'est surtout le changement dans le mix énergétique qui change. Ce changement est obtenu grâce à un prix carbone qui augmente de 7 à 400 €/tCO₂¹¹ (entre 2000 et 2050). Pendant que toutes les énergies fossiles baissent, la biomasse et surtout le nucléaire et les renouvelables progressent considérablement, ces derniers étant multipliés par plus qu'un facteur quatre (Figure 2.7).

¹⁰ Valeurs valables pour toutes les projections du scénario *Muddling through*.

¹¹ Valeurs valables pour toutes les projections du scénario *Global Regime*.

Figure 2.7. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie au États-Unis (GR)



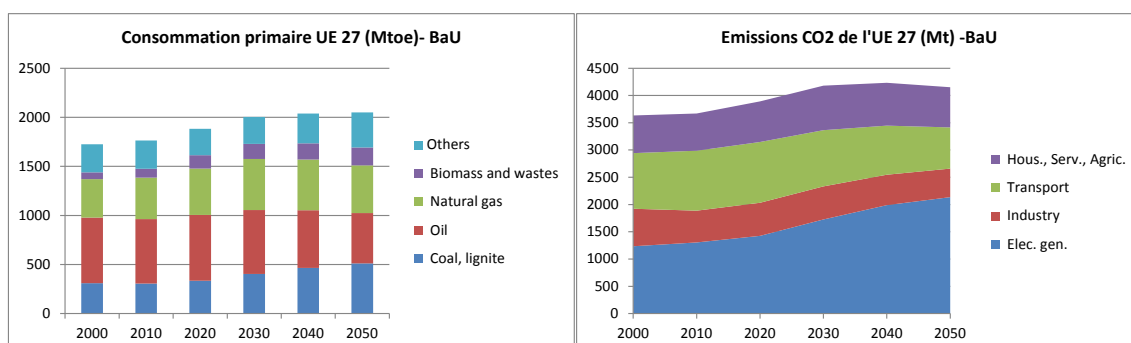
Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

Évidemment, les émissions sont en très forte baisse, se situant en dessous de 2GtCO₂ (en 2050). Si les valeurs carbone étaient de cet ordre au niveau mondial, alors les émissions mondiales seraient aux alentours de 12 GtCO₂ en 2050 (légèrement en dessous par rapport au scénario 450 de l'AIE)¹².

2.2.3. L'Union européenne

Dans le scénario de référence, la hausse de la consommation primaire totale est similaire à celle des États-Unis (de l'ordre de 20%), consommation tirée surtout par une forte hausse de la consommation du charbon (Figure 2.8). De manière générale, toutes les consommations sont à la hausse, sauf pour le pétrole qui enregistre une tendance inverse.

Figure 2.8. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie dans l'UE (Référence)



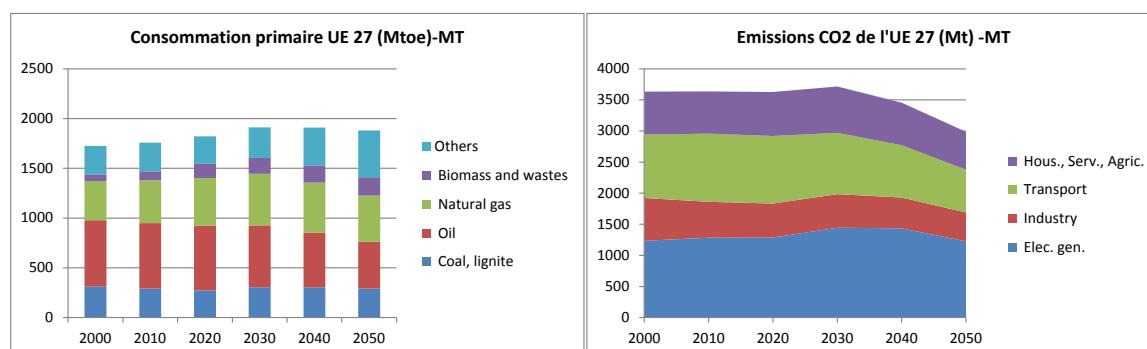
Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

¹² Dans le scénario 450 de l'IAE (WEO 2014), les émissions de CO₂ énergie sont de 19 Gt en 2040, pendant que celles de Secure sont de presque 18 Gt à la même année.

Les émissions de CO₂ énergie sont à la hausse et se stabilisent à partir de 2030 autour de 4 GtCO₂. Cette hausse est due, à hauteur de presque trois quarts, aux émissions dans la production de l'électricité et, dans une bien moindre mesure, aux secteurs résidentiels, des services et de l'agriculture.

Dans le scénario *Muddling through*, la croissance est de seulement 10% sur la période (mêmes valeurs carbone que précédemment) (Figure 2.9). La consommation du pétrole diminue considérablement, ainsi que celle du charbon. Le nucléaire et les renouvelables enregistrent une forte progression et, dans une moindre mesure, la consommation de gaz.

Figure 2.9. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie dans l'UE (MT)

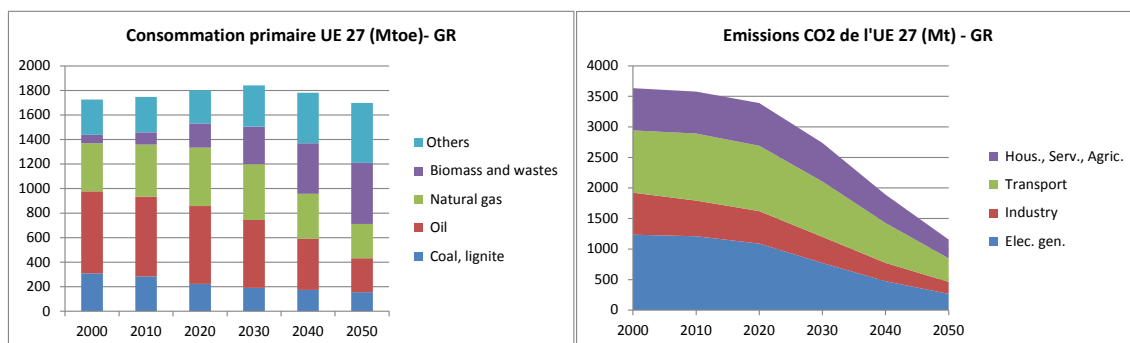


Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

Dans ce scénario, les émissions européennes baissent de 20%, réduction due principalement aux diminutions dans les secteurs du transport et de l'industrie, pendant que la production de l'électricité reste constante. Malgré ces évolutions qui mènent à la réduction de 700 MtCO₂ sur cinquante ans, l'UE demeure loin des prescriptions du GIEC.

Dans le *Global Regime*, la consommation européenne reste pratiquement la même, mais son mix est très contrasté par rapport aux scénarios antérieurs (Figure 2.10). La consommation du charbon et pétrole est divisée par deux, la biomasse est en très forte augmentation (multipliée par un facteur sept), le nucléaire et les renouvelables enregistrent une progression de 70%.

Figure 2.10. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie dans l'UE (GR)



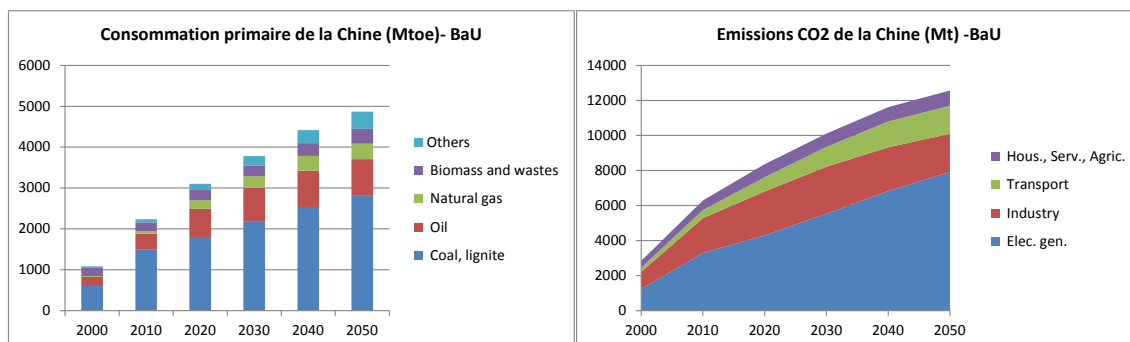
Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

Ces évolutions se retrouvent évidemment au niveau des émissions, qui sont divisées par un facteur trois (-67%). Les réductions les plus importantes sont dans les secteurs de la production de l'électricité (-80%) et de l'industrie (-70%), qui sont suivis par le secteur des transports (-60%).

2.2.4. La Chine

Pour ce qui concerne la Chine, la progression de ses consommations dans le scénario de référence est très importante à tous les niveaux (Figure 2.11). De manière générale, elle est multipliée par un facteur quatre en 2050, avec une consommation de charbon qui est dominante (60%). L'évolution des autres énergies est tout aussi importante, mais vu leur niveau relativement bas en 2000 (1Gtoe), elles apparaissent comme étant moindres, surtout par rapport au charbon, en 2050.

Figure 2.11. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie de la Chine (Référence)

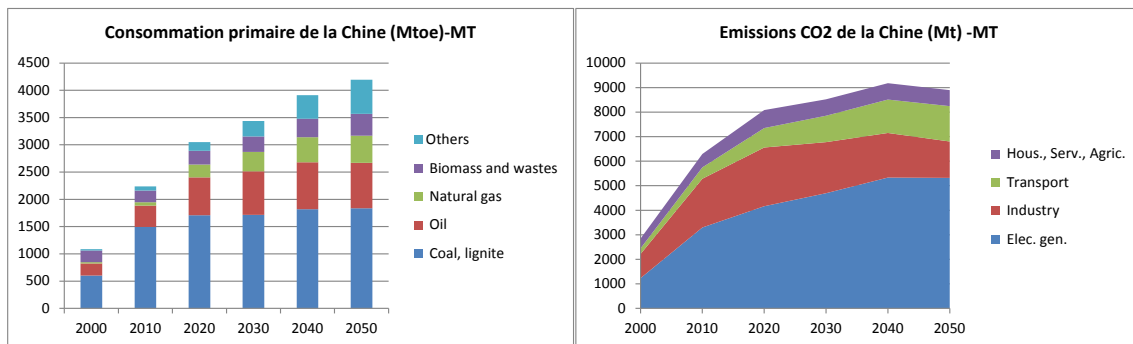


Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

Les émissions connaissent également une progression sans précédent, atteignant 12GtCO₂, soit plus d'un quart des émissions mondiales. La croissance la plus importante est due à la production de l'électricité, les émissions étant multipliées par un facteur six.

Dans le scénario *Muddling through*, la croissance de la consommation primaire y est moindre mais néanmoins très importante (Figure 2.12). Per total, celle-ci dépasse légèrement le seuil des 4Gtoe, avec une forte pénétration du gaz et un plateau pour le charbon (qui se stabilise à partir de 2030). Le nucléaire et les renouvelables constituent 15% de la consommation primaire totale en 2050.

Figure 2.12. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie de la Chine (MT)

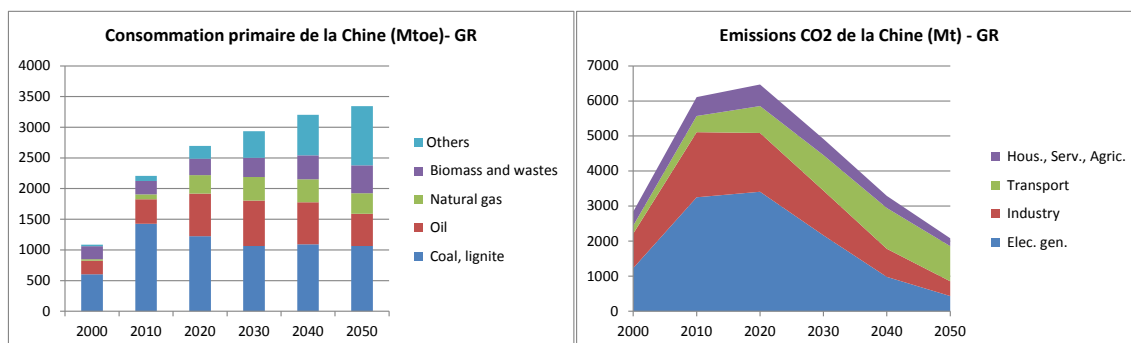


Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

Les émissions sont également moins importantes que dans le scénario précédent, étant tout de même multipliées par trois en 2050. Comme pour les deux autres pays, à scénario similaire, c'est la production d'électricité qui produit la grande partie de ces émissions. La pondération de l'industrie et, dans une moindre mesure, celle des transports connaît une progression importante. En fin de période, ces deux secteurs contribuent à hauteur de presque un tiers aux émissions globale.

La situation est toute autre dans le scénario *Global Regime*, la consommation primaire de la Chine apparaît beaucoup plus équilibrée à partir de 2030 (Figure 2.13). Per total, la consommation y est beaucoup moindre, étant de l'ordre de 3,3Gtoe (elle est de presque 5Gtoe dans la Référence). Le charbon connaît un déclin significatif, pendant que le nucléaire et les renouvelables sont en forte progression.

Figure 2.13. Consommation primaire et émission de CO₂ énergie de la Chine (GR)



Source : Projet Secure, Edden/Pacte 2011.

Ces tendances se retrouvent dans l'évolution des émissions, qui, après un pic en 2020, diminuent drastiquement, pour se situer autour de 3GtCO₂, soit un tiers par rapport au scénario précédent. Ces réductions dans les émissions proviennent pour la majeure partie de la production d'électricité, qui connaît un important processus de décarbonisation, pendant que le secteur industriel connaît des baisses significatives.

*

L'analyse des scénarios dans le projet Secure indique deux aspects fondamentaux en rapport avec notre analyse. Premièrement, cela montre l'intérêt de l'analyse coût-efficacité dans les politiques climatiques. La stabilisation des émissions en ligne avec l'objectif de limitation des températures à 2°C, passe par la mise en place de mesures économiques appropriées. Le résultat est sans équivoque : un signal prix croissant est indispensable pour stabiliser les émissions de GES. Deuxièmement, cela met en évidence les deux piliers de la décarbonisation : l'évolution nécessaire du mix énergétique et la sobriété de la consommation. Pour ce qui concerne le mix, et à la lecture des projections de type *Global Regime*, nous remarquons que la décarbonisation de la production de l'électricité et la diversification des ressources énergétiques sont des éléments clés de ce processus.

Nous terminons cette analyse en nous inspirant des observations de P. Criqui lors de la présentation de ces scénarios Secure auprès du Centre d'Analyse Stratégique (2013)¹³. Pour ce qui concerne l'Europe, compte tenu de la multiplicité des approches concernant la transition énergétique (Energiewende, Facteur 4, retour du nucléaire en Grande Bretagne), ce qui devient important c'est la mise en convergence des mesures climatiques et choix de mix énergétique (e.g. politique des renouvelables, rôle du nucléaire). Aux États-Unis, la même transition énergétique passera sans doute par les ressources non conventionnelles (pétrole et gaz), à même de garantir l'indépendance énergétique et la réindustrialisation du pays. L'enjeu sera d'arriver à coupler ce processus avec des politiques climatiques qui puissent orienter le pays vers une trajectoire de réduction conséquente des émissions. Pour ce qui concerne la Chine et au vu de sa dépendance du charbon, la transition énergétique semble dépendre avant tout de sa

¹³ P. Criqui (2013). *Quelle transition énergétique ? Une perspective internationale*. Présentation au séminaire Énergie & mondialisation: vers une nouvelle donne ? organisé par le CAS en mars 2013.

volonté politique, « de la date à laquelle la Chine passera sérieusement à la lutte contre le changement climatique, en interne comme à l'international » (Criqui 2013).

2.3. Les enseignements de l'identité de Kaya pour l'Union européenne, la Chine et les États-Unis

Dans ce qui suit, nous nous pencherons sur l'identité de Kaya afin d'analyser la progression des déterminants structurants des émissions à travers deux des scénarios présentés précédemment : *Muddling through* et *Global Régime*. Précisons que le modèle POLES est basé sur des hypothèses cohérentes pour ce qui concerne la disponibilité des ressources, les coûts et les performances des technologies. Dans le *Muddling through*, la simulation des décisions d'investissement dans le secteur de l'énergie est basée sur un taux d'actualisation de 8%, avec une valeur de carbone qui passe de 8 à 40 €/tCO₂ (en 2050). Dans ce scénario, la consommation mondiale est presque double en 2050/2000, avec une présence massive du charbon, qui passe de 2,2 à 4 Gtoe et des émissions qui progressent de 50% en fin de période. Le scénario *Global Régime* s'appuie sur le principe d'égalisation des courbes des coûts marginaux, telle qu'issue de l'introduction d'un prix unique du carbone à travers un marché global. La valeur du carbone augmente rapidement de 28€/tCO₂ à 178 en 2040 et 383€/tCO₂ en 2050 (Criqui et Mima 2012).

L'équation de Kaya (Kaya et Yokobori 1997) permet de décomposer l'évolution des émissions selon la population, l'activité économique (Pib par tête) et la structure du système énergétique (intensité énergétique du Pib et intensité carbone de l'énergie)¹⁴.

$$CO_2 = POP \times \frac{PIB}{POP} \times \frac{TEP}{PIB} \times \frac{CO_2}{TEP}$$

L'identité de Kaya permet ainsi d'établir un lien entre les émissions de CO₂ d'un côté et ses déterminants majeurs de l'autre. Les émissions de CO₂ sont fonction de la population, de la production par habitant, de l'intensité énergétique de l'économie et du contenu en gaz carbonique de l'énergie. Cette identité se trouve à la base de nombreux exercices de modélisation (e.g. Nakicenovic 1998, GIEC AR4 2007, Nordhaus 2013). À leur tour, Nakicenovic *et al.* (2006) remarquent que l'identité de Kaya présente des avantages indéniables, tout en comportant des inconvénients. Pour ce qui est des avantages, ceux-ci renvoient à sa simplicité et au fait de permettre une forme de standardisation pour la comparaison des estimations différentes.

¹⁴ Les travaux initiaux appartiennent à P.R. Ehrlich et J.P. Holdren, ou encore à B. Commoner, et datent des années 1970. Voir par exemple Ehrlich P. et Holdren J. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171, pp. 1212–1217, ou Holdren J. (2000). Environmental degradation: population, affluence, technology, and sociopolitical factors. *Environment*, 42 (6), pp. 4–5.

La formule de Kaya est importante principalement pour deux raisons : la première – nous l’avons déjà indiqué – c’est qu’elle permet de quantifier facilement les déterminants des émissions et, par conséquent, elle montre comment ces facteurs influent sur les niveaux d’émissions à (plus ou moins) long terme. La deuxième raison est qu’elle pointe implicitement vers les potentiels de réduction de ces émissions.

Les niveaux des émissions de CO₂ dépendent donc d’un effet *population*, d’un effet *richesse* (Pib/Pop), d’un effet *efficacité* énergétique (TEP/Pib) et d’un effet *mix énergétique* (CO₂/TEP). Compte tenu des prévisions actuelles, les deux premiers effets jouent indéniablement en faveur de l’augmentation des émissions. Les projections pour la population avoisinent les dix milliards pour le milieu du siècle (UN, *World Population Prospects: The 2015 Revision*), pendant que celles du revenu sont environ quatre fois supérieures en 2050 par rapport à 2000 (basé sur des données POLES, à partir de CEPII – modèle MaGE – et FMI *World Economic Outlook* 2014).

Pour ce qui concerne le troisième effet, *l’intensité énergétique*, celui-ci est supposé (puisque observé et projeté ainsi) diminuer de manière continue. Les explications pour cette baisse sont liées généralement aux niveaux élevés des prix de l’énergie, aux changements techniques, ou encore, à la tertiarisation croissante de l’économie (*e.g.* Criqui et Kitous 2012). Le quatrième effet concerne le *mix énergétique* et plus précisément son contenu en CO₂ (CO₂/TEP)¹⁵. De manière générale, prenant par exemple la période 1990-2010, les consommations mondiales d’énergie sont passées de 8 à 12 Gtep (+50 %) et les émissions liées à l’énergie de 23 à 33 GtCO₂ (+42 %) (données ENERDATA). Ces chiffres témoignent, du moins ou particulièrement pour le monde émergent, du difficile découplage de la croissance économique de la consommation d’énergie, ou encore de la diminution (rapide) de l’intensité en carbone du mix énergétique.

Déterminants des émissions à l’avenir dans deux scénarios contrastés

Cela laisse entrevoir un futur marqué par des évolutions contrastées selon l’intensité des politiques climatiques adoptées, assertion valable également pour l’Union européenne, les États-Unis et plus particulièrement pour la Chine. Explorons, dans ce qui suit, l’évolution de ces facteurs en mobilisant l’identité de Kaya à l’horizon 2050 et la progression de ces déterminants par rapport à l’année 2010 dans un scénario avec faible politique climatique et faible coordination, ainsi que dans un scénario 2°C (Tableau 2.1). Pour des raisons de concision et d’affichage des résultats, nous présentons uniquement la variation des indicateurs et non pas les valeurs *per se*. Ce qui nous intéresse, c’est de montrer l’évolution de ces déterminants dans deux scénarios contrastés (approche ACE) : l’un peut être considéré, comme l’indiquent Criqui et Mima (2011), comme reflétant un monde « probable » et le deuxième comme reflétant un monde « souhaitable ».

¹⁵ Les émissions de CO₂ sont calculées à partir des consommations d’énergie : 4 tCO₂/ tep de charbon ; 3,7 tCO₂/ tep de pétrole ; 2,35 tCO₂/ tep de gaz. La biomasse est considérée neutre en termes d’émissions.

Tableau 2.1. Variation des paramètres de l'identité de Kaya en 2050 (par rapport à 2010, dans les scénarios *Muddling through* et *Global Regime de Secure*)

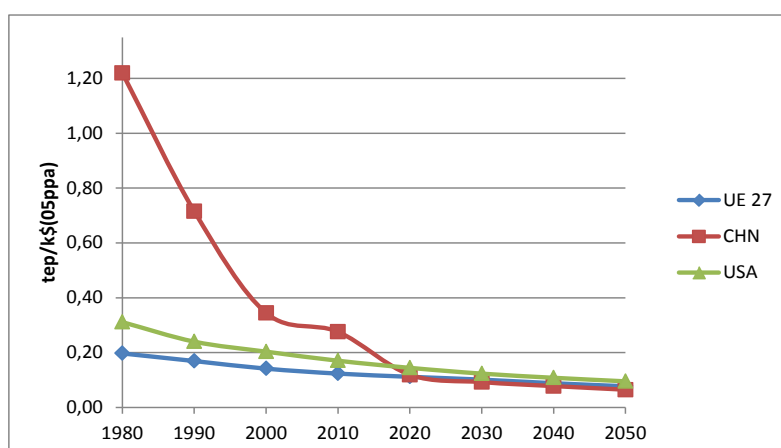
Tx.var.2050/2010	USA		UE		Chine	
Variables	MT	GR	MT	GR	MT	GR
POP	33%	33%	-2%	-2%	5%	5%
PIB/POP	54%	54%	80%	80%	343%	343%
TEP/PIB	-44%	-50%	-39%	-45%	-60%	-67%
CO ₂ /TEP	-31%	-71%	-23%	-66%	-23%	-72%
CO ₂	-20%	-71%	-18%	-67%	45%	-58%

Source : à partir de POLES- SECURE, 2011.

Remarquons rapidement la progression des deux premiers indicateurs (*Pop* et *Pib/Pop*). La population est plutôt stable pour l'Europe, en légère hausse pour la Chine et en forte progression pour les États-Unis (un tiers de plus, soit plus de 100 millions d'habitants en 2050 par rapport à 2010). Ce contexte démographique est marqué par une amélioration générale de la situation économique (Pib/tête). Dans les deux scénarios, la progression annuelle est d'un point et demi pour l'Europe, d'un point pour les USA et de presque 4 points/an pour la Chine. Il s'agit ici d'éléments structurels et à forte inertie, qui font augmenter la pression, pour ce qui concerne la nécessaire réduction des émissions, sur les deux autres facteurs : l'intensité énergétique et le contenu CO₂ de l'énergie (le mix énergétique).

Observons de plus près ces deux derniers facteurs. Pour des raisons de clarté de l'exposé, nous analysons l'évolution de l'intensité énergétique seulement dans le scénario *Muddling through*, la différence par rapport au *Global Regime* étant assez faible (Figure 2.14 et Figure 2.15).

Figure 2.14. Évolution de l'intensité énergétique du PIB (tep/K\$ 2005 constant ppa) (TEP/PIB)



Note : À partir du scénario *Muddling Through* POLES.

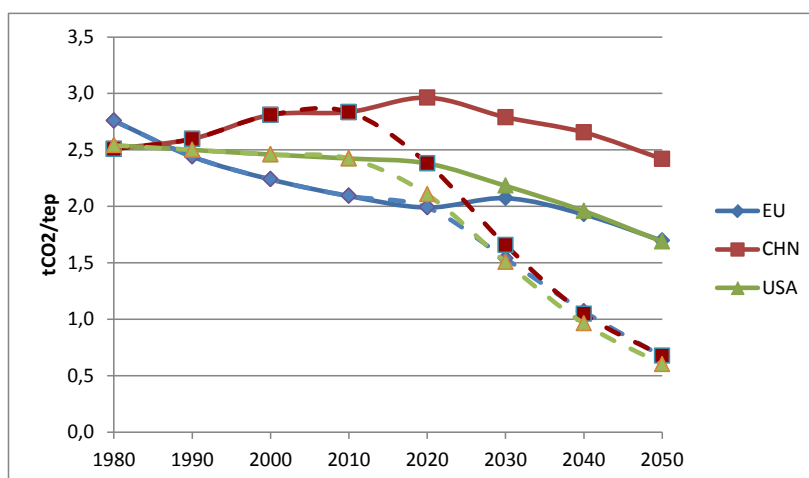
Source : ENERDATA, POLES-SECURE, 2011.

Ce qui est particulièrement remarquable, c'est l'amélioration très forte de l'intensité chinoise. Cette progression renvoie conjointement à la transformation de l'économie de la Chine et au renchérissement du coût de l'énergie (par ailleurs, cette baisse spectaculaire conduit à s'interroger sur les données statistiques en début de période¹⁶) (Zhang 2000 ; Zhong 2003). Cependant, cela n'empêchera pas la Chine, après un ralentissement de cette dynamique dans les années 2000 (phénomène dû probablement à la crise asiatique), de retrouver en 2020, un niveau de l'intensité énergétique comparable à l'Europe et aux États-Unis (valeurs projetées).

Une évolution importante est observée également pour les États-Unis, qui diminuent leur intensité énergétique de presque la moitié en trente ans (passant de 0,31 à 0,17 tep/k\$ en 2010). Ces chiffres sont néanmoins supérieurs de plus d'un tiers par rapport à l'Europe (+38% en 2010), ce qui peut s'expliquer par des facteurs historiques (abondance énergétique initiale), des facteurs liés aux niveaux des prix (ou encore par la fiscalité). Ces conditions déterminent des modes d'organisation et de fonctionnement de la société et de l'économie, plus intensive en énergie (Schipper *et al.* 1997 ; Hamilton et Turton 2002).

D'un autre côté, si l'intensité énergétique du Pib tend à converger rapidement, les émissions de CO₂ par unité d'énergie consommée ne suivent pas la même trajectoire (Figure 2.15).

Figure 2.15. Évolution des émissions de CO₂ par unité d'énergie (CO₂/TEP) (MT et GR)



Note : À partir des scénarios *Muddling Through* (trait plein) et *Global Regime* (en pointillé).

Source : ENERDATA, POLES, SECURE, 2011.

Entre 1980 et 2010 on observe une évolution pratiquement « en miroir » de la Chine et de l'Europe, ainsi qu'une stabilité relative pour les États-Unis. L'industrialisation rapide de la Chine et son accélération à partir des années 1990 culminera en 2020 (scénario MT) par une

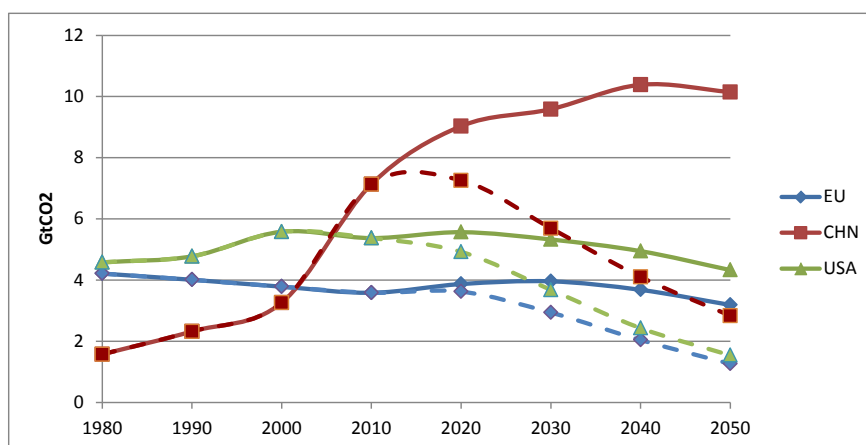
¹⁶ Les problèmes peuvent être dus soit à une surévaluation des consommations énergétiques soit à une sous-évaluation du Pib.

augmentation attendue de 15% des émissions par rapport à 1990, ce qui est un quart de plus par rapport aux USA et presque la moitié de plus par rapport à l'UE. L'explication de cette situation est à retrouver dans la poursuite, par la Chine, de son développement et également au recours important au charbon¹⁷. En cela, notamment dans le dernier élément, consiste l'une des questions les plus critiques pour ce qui concerne les futures émissions de CO₂ (voir par exemple les projections de WEO 2012, 2014 ou de BP *Energy Outlook* 2014). Dans le scénario GR, la situation est visiblement contrastée, la tendance à la baisse étant très visible pour la Chine et les États-Unis dans la décennie courante, et pour l'Europe après 2020. Le contenu en CO₂ de l'énergie tend vers des valeurs similaires pour les trois pays après 2030.

Rappelons que, dans notre analyse, les deux projections dépendent de l'introduction d'une valeur carbone croissant rapidement, ce qui explique évidemment les tendances à la baisse. Dans les projections BaU, les évolutions sont proches de l'historique, ce qui signifie tout simplement que, sans incitation, et compte tenu de la disponibilité relative des ressources énergétiques (charbon et pétrole non conventionnel), il n'y aura que difficilement des améliorations dans les mix énergétiques¹⁸.

Observons, afin de clore sur la question, l'évolution des émissions de CO₂ énergie, résultant de la multiplication des facteurs analysés ci-dessus, ce qui « emballe » l'effet stock ou l'accumulation des gaz CO₂-énergie dans l'atmosphère (Figure 2.16).

Figure 2.16. Évolution des émissions annuelles de CO₂ énergie (MT et GR)



Note : À partir des scénarios *Muddling Through* (trait plein) et *Global Regime* (en pointillé).

Source : ENERDATA, POLES, SECURE, 2011.

¹⁷ Nous admettons que l'explication est bien sommaire. Cependant, elle a le mérite de pointer vers deux des vecteurs les plus importants dans la dynamique énergétique de la Chine.

¹⁸ Pour des raisons de concision du raisonnement, nous ne présentons pas la désagrégation des émissions par source (cela apporte un niveau de détail que nous ne recherchons pas ici).

Encore une fois, on remarque l'augmentation importante des émissions chinoises qui dépassent les émissions de l'Europe et des États-Unis dans le courant de la décennie 2000, pour culminer à des valeurs trois fois supérieures par rapport à celles de l'Europe et plus que double par rapport à celles des États-Unis dans le scénario MT. En effet, il s'agit de niveaux d'émissions importants, même si l'on parlait des émissions par tête¹⁹. Dans le scénario *Global Regime*, nous remarquons la forte divergence des émissions chinoises par rapport au scénario précédent : l'on passe d'une augmentation de l'ordre de 50% à une réduction de même ordre. Pour l'Europe et les États-Unis, les émissions sont réduites par un facteur trois dans le *Global Regime* par rapport au scénario *Muddling through*.

*

L'identité de Kaya permet d'apercevoir l'ampleur de l'effort à accomplir ainsi que les directions vers lesquelles il faut diriger les incitations nécessaires à la stabilisation des émissions. Notons au passage que, malgré les efforts faits dans cette direction, pour le moment ces pays ne semblent pas se diriger vers un scénario du type 2°C. Lorsqu'on regarde l'évolution à court terme de ces indicateurs, on ne peut que constater le chemin qui sépare le « souhaitable » du « probable ».

Par ailleurs, si l'on considère les engagements de Copenhague, il est vrai que ces pays font des efforts quant à l'intensité énergétique : entre -3 et -4%/an pour la Chine (engagement de réduction de -40, -45% en 2020 par rapport à 2005), entre -3 et -3,5%/an pour l'UE (-35, -43% par rapport à la même année), entre -3,2 et -3,4%/an pour les États-Unis (-38, -41% par rapport à 2005)²⁰. *A contrario*, le mix énergétique semble plus problématique : pour les USA la réduction des émissions provenant des combustibles fossiles ne diminue que de 1% par an jusqu'en 2020, pour la Chine les émissions augmentent de presque 10% par an, pendant que pour l'Europe elles se stabilisent.

Nous pouvons ainsi conclure sur le dynamisme des émissions compte tenu des facteurs pris en compte par l'identité de Kaya. Celles-ci sont impactées négativement pour ce qui est de la « performance » et positivement pour les autres. Le double enjeu semble être celui du mix énergétique, qui demeure fortement carboné, et celui de la baisse des consommations. D'un côté, les solutions indiquent vers la substitution des énergies fossiles (ce qui renvoie aux coûts des investissements) et, de l'autre côté, il s'agit tout simplement d'œuvrer à la diminution des consommations.

¹⁹ Pour les émissions par tête, dans ce scénario, les USA se situeraient autour de 10t/capita, alors que la Chine et l'UE seraient, à peu de chose près, au même niveau, autour de 7t/tête.

²⁰ Pour plus de détail voir Criqui P. et Ilasca C. (2010). Les engagements pris à Copenhague et la question de la comparabilité des efforts. *Responsabilité et environnement*, 59, pp.45-59.

2.4. Deux approches paradigmatiques en ACA

Depuis les années 1980, les modèles économiques ont connu un développement important. Aussi bien leur nombre que leur qualité ont beaucoup évolué. Le GIEC présente, rapport après rapport, les modèles et les résultats qu'il juge les plus pertinents. Dans l'AR4 (2007), on dénote un nombre de 55 modèles et presque mille scénarios (Hanaoka *et al.* 2006). Dans l'AR5 (2014), le nombre des modèles est plus restreint (31), mais le nombre de scénarios dépasse les mille (AR5 *Scénario Database Version 1.0.1*). Les exercices de modélisation se trouvent au centre des analyses qui portent sur les questions climatiques. Sans ces modèles, les économistes, mais pas qu'eux, seraient privés d'un précieux outil d'analyse, à même de déterminer la mise en place ou non des mesures adéquates en direction du climat.

Dans ce contexte, et parmi un grand nombre de modèles existants, nous avons choisi de présenter celui de Nordhaus (DICE) et celui utilisé par Stern (PAGE, développé par Chris Hope à Cambridge). L'intérêt de ces deux approches, commençant par celle de Nordhaus, est dû à la fois au choix et à l'utilisation des paramètres dans les modélisations respectives, ce qui n'est ni anodin, ni sans conséquences pour le climat. Pour ce qui est du choix, il s'agit, à l'évidence, des paramètres du taux d'actualisation, ainsi que de l'horizon du temps considéré. Ces arbitrages reflètent la prise en compte des dommages²¹, le choix d'une *baseline*, l'estimation des coûts d'abattement, ou encore la sensibilité du climat. Il s'agit d'éléments sujets aux incertitudes et à la preuve de « l'acceptabilité » par les pairs et par les décideurs.

Il est question donc d'un choix tout aussi politique qu'économique. La combinaison de ces différents paramètres reflète différemment les préférences des acteurs²². Le « jeu d'hypothèses » retenu, particularité de chaque modèle, renseigne implicitement sur la position des acteurs qui les adoptent, donc sur la manière dont les États s'emparent du changement climatique. Sans reprendre l'historique de ces modèles, remarquons simplement que les deux modèles ont alimenté et continuent d'alimenter de nombreuses analyses, étant systématiquement mobilisés, notamment dans le cadre du GIEC (voir par exemple le chapitre 20, WG II de l'AR4 ou l'EMF 14). Par ailleurs, la question de *notoriété* – attribut que ces deux modèles peuvent légitimement réclamer, et qui renvoie à la confiance, voire à la transparence – nous a paru importante dans une thèse d'Économie politique internationale.

Ce qui nous intéresse en première instance, ce sont les résultats en termes de coûts d'atténuation, que ces modèles présentent. Ceci dit, il nous a semblé important de présenter sommairement les « processus » respectifs, qui rendent possible ces estimations²³. Cela est d'autant plus important qu'il y a des différences notables entre ces estimations, ce qui fait, à juste titre, que les décideurs se posent des questions quant aux impacts attendus et, par conséquent, quant aux politiques à mettre en place. Au-delà des aspects idéologiques, qui ne

²¹ Bien que le calcul des dommages implique des jugements de valeur. Par exemple, comment monétiser l'impact sur les secteurs non-marchands ?

²² Nous n'allons pas détailler davantage cette question pour interroger la manière dont les acteurs perçoivent les implications de ces choix.

²³ Nous suggérons au lecteur intéressé la thèse de Renaud Crassous (2008), qui nous a souvent guidé dans la rédaction de cette section.

nous intéressent guère, il s'agit de vraies questions, dont les « réponses » de la part des États mêmes sont de nature à déterminer le dénuement de la problématique climat.

Dans cette section nous mettrons en exergue, dans la continuité des sections précédentes, les notions de coûts de l'atténuation dans une approche coût-bénéfice. Nous appuyerons cette analyse sur les modèles RICE-2010 et PAGE02 (qui est associé au rapport Stern). Nous procéderons par la présentation successive de ces deux approches, présentant leur synthèse par la suite. Nous poursuivrons avec une discussion sur le rôle du coût social du carbone (CSC) et nous terminerons avec une analyse sur les incertitudes liées aux modélisations climatiques. Sur ce dernier point, nous focaliserons sur le cas des « queues épaisses » de Weitzman.

2.4.1. *L'approche de Nordhaus (atténuation et dommages)*

Consumption is the ultimate goal of economic life.

W.Nordhaus, *The Climate Casino*, 2013

L'approche de Nordhaus est associée, de manière générale, à des taux d'actualisation relativement élevés, sensibilité du climat plus faible, dommages moins importants et concentrations optimales²⁴ de CO₂ plus significatives. Pour Nordhaus (2008), la stabilisation de température optimale serait de 2,6°C, pour une concentration de presque 600 ppm CO₂, avec des coûts d'atténuation plutôt faibles (0,1-0,2% Pib). Au niveau mondial, dans un scénario *baseline*, les dommages vers la fin du siècle seraient de l'ordre de 12 mille milliards dollars, soit 2,8% du Pib pour une augmentation de 3,4°C (Nordhaus 2010).

Nous évoquerons, dans ce qui suit, le modèle de Nordhaus (RICE-2010) (pour une description succincte de ce modèle voir l'Annexe 4) et ses principaux résultats. Ces résultats sont présentés, à partir d'un travail publié par l'auteur, après la Conférence de Copenhague²⁵. Cet exercice comprend cinq scénarios : *Baseline* (sans politique aucune), *Optimal* (scénario d'optimisation avec la participation totale des pays), *Temperature-limited* (scénario à objectif donné, 2°C), *Copenhagen Trade* (les pays à haut revenu adoptent des politiques de réduction drastiques, les PED suivant à distance de 2 à 5 décennies) et *Copenhagen rich* (les pays à haut

²⁴ L'optimum correspond à la concentration en gaz à effet de serre qui réduirait le plus possible la contraction de la consommation mondiale due à la somme des coûts d'atténuation et des dommages causés par les impacts.

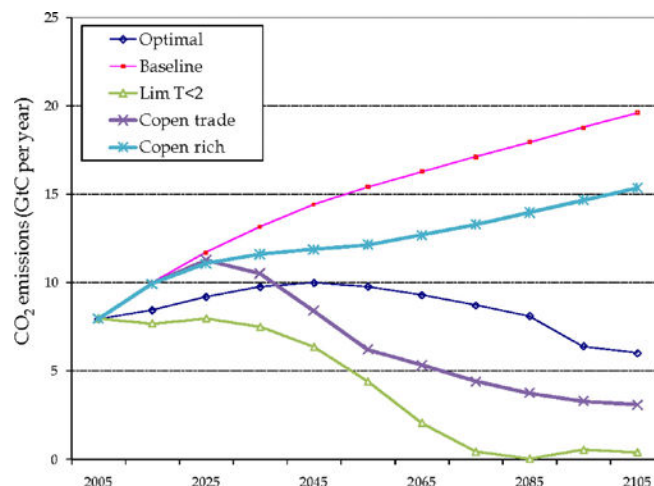
²⁵ Pour illustrer notre propos, nous allons mobiliser les résultats du modèle RICE-2010 (Nordhaus W. (2010). Economic aspects of global warming in a post-Copenhagen environment. *PNAS*, 107 (26), pp.11721-11726).

revenu font le facteur 4 et les PED ne suivent qu'à partir de 2100)²⁶. Nous allons présenter cinq projections, obtenues avec RICE-2010²⁷ : les émissions de CO₂, la hausse des températures, les coûts et les bénéfices de l'accord de Copenhague à moyen terme, les prix de CO₂ associés aux scénarios en question et les coûts nets de l'atténuation, en points de Pib pour plusieurs régions, dont l'Europe, la Chine et les États-Unis.

Émissions de CO₂ et hausse de température

Commençons par présenter la première projection, l'évolution des émissions sous les cinq scénarios énumérés ci-dessus, qui montre le contraste des futurs possibles dans la vision de l'auteur (Figure 2.17).

Figure 2.17. Projection des émissions de CO₂ sous différents scénarios



Source : Nordhaus 2010.

Sous la *BaU*, les émissions sont presque multipliées par un facteur trois entre le début et la fin du siècle. Dans le scénario *Optimal* et dans celui visant la limitation de l'augmentation de la température (*Lim T<2*), les courbes sont assez plates à court, voire moyen terme, et décroissent par la suite. À la fin du siècle, les émissions dans le scénario *Optimal* se retrouvent réduites de moitié, alors que, pour le scénario à température limitée, celles-ci tombent pratiquement à zéro à partir de 2075. Notons qu'entre l'*Optimal* et la *Lim T<2*, il y a une différence qui se creuse à partir de 2030. Remarquons au passage, pour la projection *Lim<2*, qu'il est difficile

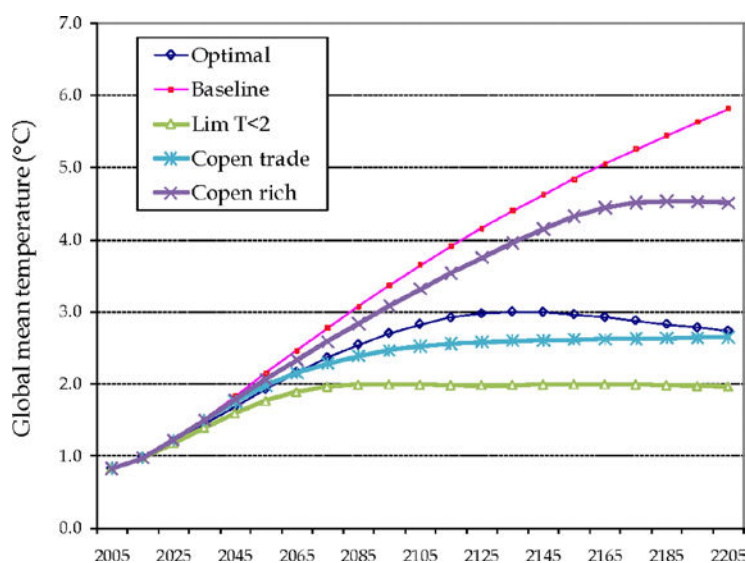
²⁶ En RICE-2010, les engagements de Copenhague (*i.e.* la limitation à 2°C assumée par les États) sont pris en compte à travers une fonction des dommages spécifiques, qui, explique Nordhaus (2010), projette des dommages plus importants que dans la version classique du modèle.

²⁷ Il s'agit d'une version du modèle RICE mise à jour, suite aux engagements dans le cadre de l'accord de Copenhague, par W. Nordhaus.

d'envisager qu'à partir de 2075 les émissions de CO₂ soient quasi-nulles (en tous cas, dans les conditions économiques et politiques actuelles). Ces émissions correspondent à des concentrations de l'ordre de 600 ppm pour l'*Optimal* et 450 ppm dans le scénario de température limitée²⁸.

Ces émissions correspondent, respectivement, à des hausses de température présentées dans la Figure 2.18. Remarquons au passage que celles-ci sont inférieures à d'autres projections et notamment à celles de l'AR5 (voir RiD, AR5, WG I, 2013).

Figure 2.18. Augmentation des températures globales (par rapport à 1900), différents scénarios



Source : Nordhaus 2010.

Sous la projection *baseline* la hausse des températures est de 3,5°C en 2100 et de presque 6° en 2200. Sous le scénario *Optimal*, le *peak* de l'augmentation de la température est à 3°C, limite à atteindre après 2100. À long terme, la température dans l'*optimum* et celle correspondant aux promesses de *Copenhague* convergent.

Coûts et bénéfices

Un troisième résultat concerne le coût et les bénéfices sous le scénario « accord de Copenhague » (Tableau 2.2). Rappelons que dans une approche coût-avantage on fixe la contrainte d'émissions, en égalisant à tout instant le coût marginal d'abattement d'une tonne de CO₂ au coût marginal des dommages évités. L'optimum de réduction est déterminé par le point assurant l'égalisation du coût marginal et du gain marginal de la réduction des émissions (Nordhaus 1991).

²⁸ Il est tout de même difficile de comparer ces concentrations avec celles de l'AR5 en raison des métriques utilisées. RICE-2010 « raisonne » en termes de CO₂ et non en CO₂-eq. Cela étant, la comparaison est possible avec ceux de l'EMF-22, notamment pour la *baseline*. Pour les autres scénarios, RICE donne des concentrations inférieures à celles de l'EMF-22.

Tableau 2.2. Coûts et bénéfices de l'accord de Copenhague en 2055 (valeurs actualisées)

Region	Costs and benefits (billions of US dollars, discounted through 2055)			
	Change in damages	Abatement costs	Permit purchases	Net costs
United States	-51	328	228	505
European Union	-56	160	171	276
Japan	-12	44	64	96
Russia	-5	92	-176	-89
Eurasia	-4	62	-150	-92
China	-52	655	-268	335
India	-54	185	-1	130
Middle East	-47	123	-134	-57
Africa	-41	0	0	-41
Latin America	-33	127	154	248
OHI	-18	96	48	126
Other	-42	188	64	209
World	-413	2,060	0	1,647

Note : La dernière colonne est la somme des trois autres. OHI pour « *other high income* ».

Source : Nordhaus 2010.

Les coûts nets du changement climatique représentent, à de nombreux égards, le cœur même du problème de la coordination et de la mise en place des politiques, comme le montre le tableau ci-dessus. Ces coûts mettent en évidence, pour le dire simplement, la rhétorique « gagnants – perdants ».

Les trois pays sur lesquels nous avons choisi de porter notre attention concentrent à eux seuls plus de deux tiers des coûts totaux à l'horizon 2055 (Tableau 2.2). Sur les plus d'un trillion de dollars des coûts pour ces trois pays, presque la moitié devrait être endossée par les États-Unis, moins d'un tiers par la Chine et un quart seulement par l'UE. Cette asymétrie dans la distribution des coûts nets, remarque Nordhaus, est à même de renforcer un équilibre non coopératif (de Nash) résultant « *in an 'après vous' syndrome in which no country takes substantial steps* » (Nordhaus 2010 : 11725). Nous faisons remarquer qu'aussi bien l'US, l'UE que la Chine subissent, à peu de choses près, les mêmes dommages. Les différences dans les coûts nets proviennent des politiques d'abattement, ainsi que de l'achat et de la vente des permis.

Un autre aspect important concerne la différence entre les dommages subis (la première colonne du tableau) et le coût des politiques (la deuxième colonne). Au niveau mondial, la différence est d'un facteur cinq, alors qu'au niveau national il y a des écarts très importants. Notons que pour la Chine cet écart est de treize et pour les USA il s'agit d'un facteur six. La vente de permis carbone par la Chine lui permettrait de réduire cette « facture », ce qui n'est pas le cas pour les États-Unis. Cela fait que, *in fine*, les coûts nets les plus importants sont à supporter par les États-Unis.

Cela nous amène à l'un des points les plus saillants que veut faire passer Nordhaus : la question des arbitrages intergénérationnels, puisqu'il est question des valeurs actualisées, donc des valeurs *aujourd'hui*. Il s'agit donc de consentir à supporter des coûts d'abattement, pour le total monde, qui sont cinq fois supérieurs aux dommages. Cela fait remarquer à Nordhaus que « *[a]sking present generations—which are, in most projections, less well off than future*

generations—to shoulder large abatement costs would be asking for a level of political maturity that is rarely observed » (Nordhaus 2010 : 11725).

Le quatrième résultat concerne les coûts marginaux de réduction dans les différents scénarios (Tableau 2.3).

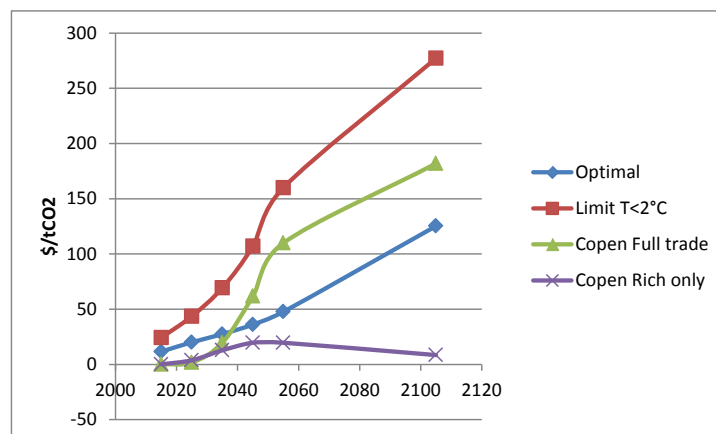
Tableau 2.3. Coûts marginaux de réduction de CO₂ dans les différents runs (\$ 2010/tCO₂)

	2015	2025	2035	2045	2055	2105
Optimal	11,64	20,09	27,45	36,12	47,71	125,29
Limit T<2°C	24,24	43,63	69,32	107,04	160,04	277,18
Copen Full trade	0,12	1,78	19,67	61,73	109,92	181,91
Copen Rich only	0,12	3,8	12,81	19,67	19,66	8,49

Source : Nordhaus 2010.

Les coûts marginaux de réduction des émissions (associés à l'émission d'une tonne supplémentaire de CO₂) suivent des trajectoires contrastées. Pour les deux premiers scénarios, cela passe d'environ 5 (actuellement) à 12 et respectivement à 24\$/t CO₂ en 2015. Dans l'*Optimal*, la trajectoire décrit une courbe régulière pendant que la courbe correspondant au Limit<2°C est plutôt raide, atteignant presque 300\$/t CO₂ en 2100 (Figure 2.19).

Figure 2.19. Évolution des coûts marginaux de réduction sous différents scénarios

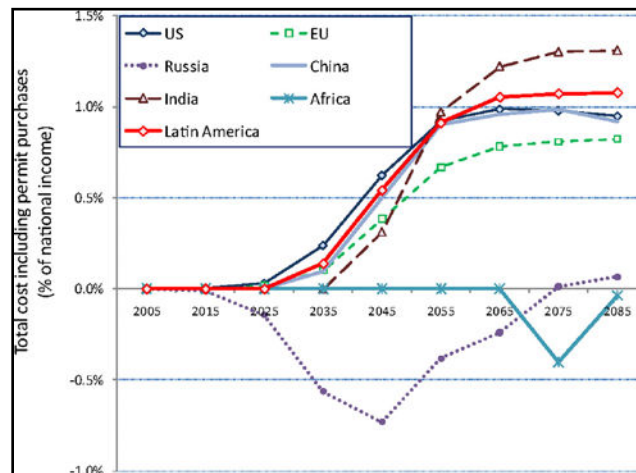


Source : à partir des données RICE-2010.

Les deux scénarios 'Copenhague' démarrent avec des coûts bas jusqu'en 2025. La progression s'accélère pour 'Copen trade' – accélération qui dénote l'augmentation de la participation des autres pays – et retombe dans 'Copen Rich only' en dessous de 10\$ après la fin du siècle, à cause de la non-participation des autres pays.

Enfin, le dernier résultat concerne l'évolution des coûts nets (différence entre les dommages et les coûts de réduction) dans le scénario *Copenhagen trade*, en points de Pib (Figure 2.20).

Figure 2.20. Coûts totaux de conformité avec l'accord de Copenhague (en % Pib)



Note : Comme indiqué, ces valeurs incluent l'achat des permis.

Source : Nordhaus 2010.

Ces valeurs correspondent aux chiffres du Tableau 2.2 ci-dessus. Pour ce qui nous intéresse, l'US et la Chine figurent avec des coûts près d'un pourcent du Pib (à partir de 2050 et en valeurs actualisées), alors que l'Europe arrive bien en dessous de cette valeur. Cela indique un désavantage *relatif* pour les États-Unis et la Chine.

*

Au-delà de l'intérêt et de la pertinence de ses résultats en termes d'analyse et de décryptage des futurs possibles, RICE-2010 donne des pistes à même de comprendre certains points de blocage des discussions climatiques actuelles. De manière implicite, nous trouvons que le modèle « suggère » quelques solutions. En effet, ce que montre Nordhaus, c'est qu'il existe des politiques capables de limiter la hausse des températures (trois scénarios qui visent une augmentation entre 2 et 3°C). De ce point de vue, disons-le clairement, Nordhaus n'est pas un adepte du catastrophisme. De plus, ces politiques peuvent être mises en place à des coûts raisonnables, à condition de concéder à certains niveaux d'effort (autour d'un pourcent du Pib après 2050 pour chacun de nos trois pays). La première condition à satisfaire relève de la coordination internationale des politiques. Dans ce sens, la mise en place des politiques pourrait être vue comme une conséquence de cette coordination plutôt que vice-versa.

Les scénarios les plus prometteurs nécessitent, selon l'auteur, le partage, tôt ou tard, du « fardeau ». Cela passe par l'institutionnalisation d'un *cap and trade* ou d'une taxe carbone au niveau mondial. La réalisation de la coordination s'accompagnera par la confrontation entre *pro* et *contre* ces systèmes au niveau international. Un des problèmes qui se pose à la lecture de ces courbes d'évolution des coûts est celui des incitations (à la coopération) et des

compensations nécessaires. D'un point de vue politique, l'arbitrage entre présent et futur pose un problème, comme le remarque très bien Nordhaus, de degré de maturité politique d'un pays.

2.4.2. *L'approche de Stern (dommages et atténuation)*

L'approche de Stern est caractérisée par une sensibilité du climat relativement élevée, des dommages potentiellement importants, un horizon de long terme et, bien entendu, des taux d'actualisation faibles. Ces conditions mènent à des concentrations optimales de 550 ppm CO₂-eq. et à une hausse de la température inférieure à 3°C. Dans cette sous-section nous présenterons les principaux résultats du Rapport Stern. Précisons qu'il s'agit de privilégier (d'un total de plus de 600 pages et 27 chapitres) uniquement l'exercice d'évaluation des dommages climatiques à travers les résultats du modèle PAGE2002 (chapitre 6), ainsi que les questions liées à l'économie de stabilisation des émissions (chapitres 8 et 9). Pour une description succincte du modèle, se rapporter à l'Annexe 4.

Pour évaluer les impacts climatiques, PAGE2002 utilise principalement des pondérations. Celles-ci permettent l'agrégation des deux secteurs, ainsi que la comparaison entre des régions qui sont préalablement définies. Les pondérations initiales expriment les pourcentages de perte de Pib pour une augmentation de 2,5°C pour l'Union européenne. Pour les autres régions, le modèle utilise des coefficients multiplicateurs. Ainsi, les impacts sont évalués pour chaque région et pour chaque secteur (Tableau 2.4).

Tableau 2.4. Impacts et pondérations utilisés dans PAGE2002 (et dans le Rapport Stern) pour une augmentation de 2,5°C

	Mean	Min	Mode	Max	Source
Econ impact in EU(%GDP for 2.5°C)	0.5	-0.1	0.6	1	IPCC (2001a, pp. 940, 943.)
Non-econ imp EU (%GDP for 2.5°C)	0.73	0	0.7	1.5	IPCC (2001a, pp. 940, 943.)
Impact function exponent	1.76	1	1.3	3	As in PAGE95
Eastern Europe & FSU weights factor	-0.35	-1	-0.25	0.2	IPCC (2001a, p. 940.)
USA weights factor	0.25	0	0.25	0.5	IPCC (2001a, p. 940.)
China weights factor	0.2	0	0.1	0.5	IPCC (2001a, p. 940.)
India weights factor	2.5	1.5	2	4	IPCC (2001a, p. 940.)
Africa weights factor	1.83	1	1.5	3	IPCC (2001a, p. 940.)
Latin America weights factor	1.83	1	1.5	3	IPCC (2001a, p. 940.)
Other OECD weights factor	0.25	0	0.25	0.5	IPCC (2001a, p. 940.)
Tolerable temp OECD economic (°C)	2				As in PAGE95 ^a
Drop in econ impact OECD (%)	90				As in PAGE95 ^a
Drop in econ impact RoW (%)	50				As in PAGE95 ^a
Drop in non-econ impact (%)	25				As in PAGE95 ^a

Source : Hope 2006.

Ce que montrent les résultats ci-dessus, c'est que, en l'occurrence pour l'Europe, le changement climatique peut avoir un impact économique négatif (0,5% en moyenne) pour une augmentation de 2,5°C, dans un scénario SRES A2. Cela étant, les impacts non-économiques (santé, biodiversité, etc.) peuvent aller jusqu'à 1,5% du Pib (la moyenne étant de 0,7%).

Si l'on simplifie ces résultats, pour ce qui nous intéresse, c'est-à-dire pour les trois pays que nous analysons, l'Europe, la Chine et les États-Unis, on observe que les impacts les plus importants sont attendus en Europe. À titre de comparaison nous présentons également les impacts pour l'Inde, pays qui apparaît bien plus exposé aux pertes dues au changement climatique. Au passage, remarquons que les pays africains ou ceux d'Amérique Latine sont potentiellement bien plus fragiles que le reste des pays (ayant dans le tableau des facteurs de pondération importants).

Tableau 2.5. Impacts économiques et non économiques pour différents pays (% du Pib) pour une augmentation de 2,5°C

Impacts économiques et non économiques	Moyenne	Min	Mode (a)	Max
EU	1,2	-0,1	1,3	2,5
USA	0,3	-0,1	0,3	1,3
CHN	0,2	-0,1	0,1	1,3
NDE	3,0	-0,2	2,6	10,0

Note : (a) La simulation *Mode* est caractérisée par une fonction des dommages plus « optimiste », impliquant donc une moindre réduction des émissions.

Source : à partir de Hope 2006.

En combinant les paramètres climatiques avec les pondérations respectives (Tableau 2.4), PAGE2002 calcule la moyenne des impacts dus au changement climatique pour le scénario A2, pour les prochains deux siècles, à 26,3 trillions US\$ (en dollars 2000)²⁹. Ce montant, dans l'exercice de Hope (2006), sur lequel nous nous appuyons, est calculé à partir d'un taux de préférence pour le présent (tppp) de 3% /an, le taux d'actualisation étant autour de 4%.

Stern Review: The Economics of Climate Change

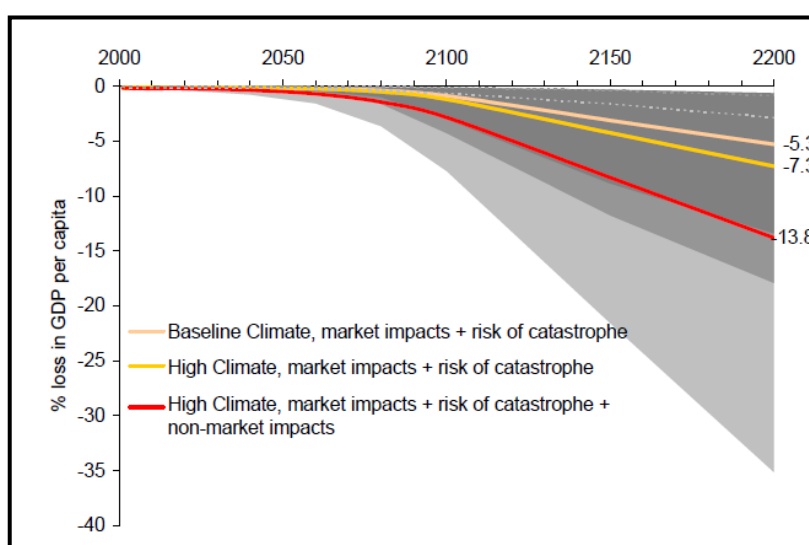
Regardons à présent les principaux « messages » du rapport Stern, qui entrecoupent les résultats que nous venons de présenter (puisque basés sur le même modèle). Le message central du rapport Stern concerne le scénario de l'*inaction* : le laisser-faire en matière de changement climatique pourrait diminuer jusqu'à 20% (sur le long terme) la consommation par tête dès maintenant et pour toujours. Le corollaire de ce message est que ces pertes peuvent être évitées en mobilisant des ressources relativement modestes, soit 1% du Pib mondial annuellement. Un deuxième résultat sur lequel nous souhaitons nous arrêter concerne les

²⁹ Pour la différence entre 2100 et 2200, PAGE procède à une extrapolation des données (des hypothèses initiales, par exemple les paramètres socioéconomiques).

trajectoires des émissions compatibles avec un scénario de stabilisation (550 ppm CO₂-eq.). Commençons par les coûts des dommages.

Pour ces estimations, PAGE2002 modélise deux lots (ang. *sets*) de trajectoires, qui comportent à chaque fois trois scénarios caractérisés par la prise en charge ou non des dommages non-marchands et des risques de catastrophe. L'horizon de temps est 2200 et les profils de hausse de température varient entre +2,4 et 5,8°C, pour le premier groupe (*baseline*) et de +2,6 à 6,5°C pour le deuxième groupe (*high climate*). Nous présentons les impacts dans trois des scénarios, jugés par Stern les plus probables, puisqu'ils incluent le risque d'occurrence de catastrophe (Figure 2.21).

Figure 2.21. Trajectoires de Pib par tête d'ici à 2200 selon différents scénarios

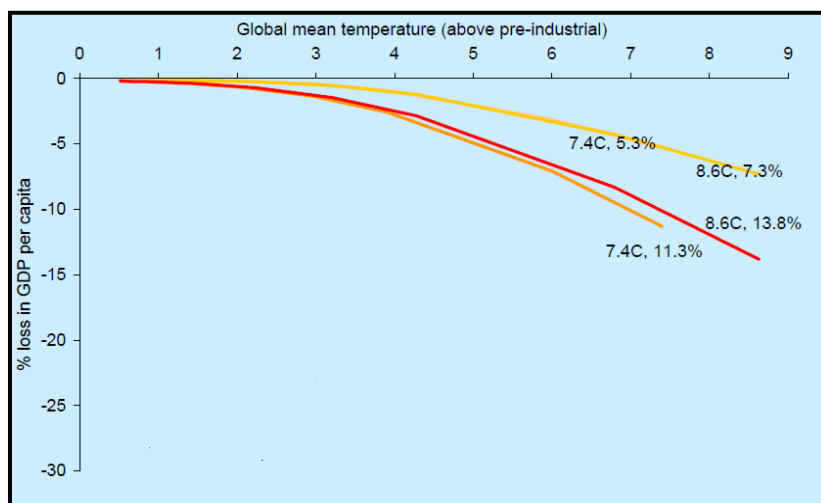


Source : Stern 2006, Figure 6.5.

Les pertes de revenu par tête sont comprises entre 5,3 et 13,8% en 2200 par rapport à un scénario sans changement climatique. La distribution de la fourchette des dommages (intervalle de confiance de 5 à 95 percentiles, zones grises sur le graphique) se situe entre -1 et -35% de pertes de PIB, suivant les hypothèses prises en compte. La première courbe, qui aboutit à des pertes moyennes de -5,3% en 2200, représente la *baseline* sans prise en compte des impacts non marchands. La deuxième correspond au scénario *high climate* sans prise en compte des impacts non marchands (moyenne de -7,3%) et la troisième, en rouge, correspond au même scénario avec prise en compte des impacts non marchands (moyenne -13,8%).

Le rapport établit également une relation entre ces mêmes pertes de PIB et la hausse des températures. Les courbes présentées dans la figure ci-après correspondent aux précédentes, ayant donc les mêmes propriétés (Figure 2.22).

Figure 2.22. Évolution des pertes de Pib par tête selon la hausse de température



Source : Stern 2006, Figure 6.6.

Stern note que les moyennes obtenus sont plus importantes que ceux du GIEC (TAR 2001). Par exemple, dans les scénarios *high climate*, la hausse est de 4,3°C en 2100, alors que dans la *baseline* la hausse est de 3,9°C. Sous l'influence des effets rétroactifs, ces différences, ainsi que les hausses des températures, s'accroissent pour atteindre plus de 8°C dans le *high climate* (courbe en rouge) et plus de 7°C dans le *baseline* (courbe orange). Cela étant, Stern précise que ces chiffres doivent être considérés comme indicatifs, puisque les modèles climatiques n'ont pas été utilisés pour explorer des températures aussi élevées. (Stern 2006 : 158).

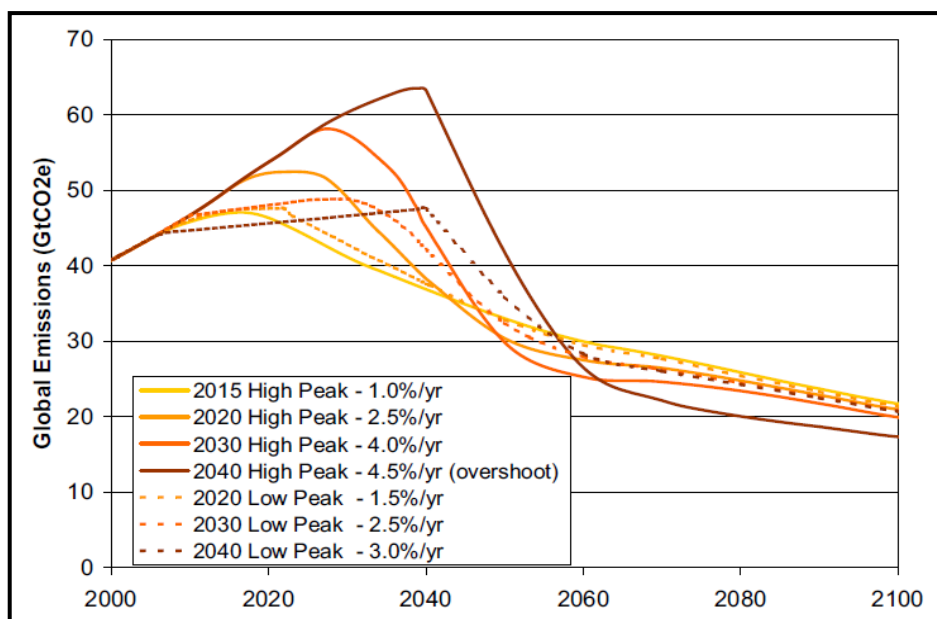
À l'évidence, c'est la technique d'actualisation pour valoriser les pertes intertemporelles de bien-être qui alimente les critiques autour de ces résultats. Nous n'allons pas reprendre ici, ni la défense (*i.e.* Dietz 2008 ; Hope 2008), ni les critiques (*i.e.* Weitzman 2007 ; Tol et Yohe 2006) qui ont été faites en rapport avec la « méthode » de Stern. Retenons simplement l'égard de Stern vis-à-vis de la croissance future, de l'éventualité de l'occurrence de catastrophes, ainsi que les considérations éthiques. Après tout, comme le remarquent Hourcade et Hallegatte (2008 : 6), « on peut considérer qu'un tppp très faible ne fait que pallier les biais des outils utilisés et des limites de l'état de l'art de l'analyse économique en ce domaine ».

Les coûts de l'atténuation dans le Rapport Stern

Regardons à présent les coûts de réduction des émissions. Dans la troisième partie du rapport, *The Economics of Stabilisation*, les auteurs expliquent que la stabilisation des émissions à 550 ppm CO₂-eq. nécessiterait un pic des émissions dans les prochaines 10 à 20 ans et un taux de réduction annuel de 1 à 3%. En 2050, les émissions au niveau monde devraient être réduites

de 25% par rapport aux niveaux actuels (Stern 2006 : 193)³⁰. Le rapport s'appuie sur le travail de Meinhausen (2006), qui synthétise plusieurs études et établit une correspondance entre concentration des émissions de GES et hausse des températures (Stern 2006, Figure 13.4). Une stabilisation à 550 ppm CO₂-eq. laisse 1 à 37% de chances de rester en dessous de +2°C et 31 à 79% de chances pour rester en dessous de +3°C. Les niveaux des émissions sous la BaU sont estimés à quelques 80 GtCO₂ en 2050. Pour atteindre des concentrations de 550 ppm CO₂-eq. en 2100, le rapport estime nécessaire des coupes de l'ordre de 35-40% (Stern 2006, Figure 8.4), soit des émissions globales de 50 Gt/an en 2050. Ces chiffres amènent l'équipe de Stern à proposer les scénarios de stabilisation suivants (Figure 2.23).

Figure 2.23. Trajectoires illustratives des émissions pour une stabilisation à 550 ppm CO₂-eq.



Source : Stern 2006, Figure 8.2.

Le profil de ce scénario suit une tendance plutôt « commune », connue sous le nom de « *peak-plateau-decline* » (Yawitch 2009 ; Criqui *et al.* 2014). Il s'agit d'un prolongement des tendances actuelles, disons jusqu'en 2020, voire plus, étape qui serait suivie d'une période de stabilisation des émissions de quelques années encore et d'une décline régulière par la suite (chez Stern celle-ci est prolongée après 2050). L'intuition de Stern s'avère réaliste car autrement (par un changement précipité) les trajectoires risquent d'être extrêmement coûteuses, engendrant des chocs massifs dans l'économie.

La proposition de Stern, dans la figure ci-dessus, montre six façons d'atteindre la concentration désirée, avec un arbitrage entre la *hauteur* et la date du pic (*low* ou *high*) et des taux de réductions annuelles plus ou moins faibles. Par exemple, pour un pic visé de 48Gt en

³⁰ Deux remarques s'imposent. D'abord, comme le remarque Stern lui-même, à ce niveau de concentration, la probabilité de dépasser les 3°C n'est pas négligeable. Si le TAR estime cette probabilité à plus de 30%, le Hadley Center l'estime à 70%. Cela nous amène à la possibilité de dépasser le 4°C qui est de 10% dans le TAR et de 25% pour Hadley (Stern 2006, Box 8.1). La deuxième remarque concerne la progression de l'accumulation des GES. Actuellement la concentration est de 400 ppm CO₂, soit environ 480 ppm CO₂-eq. Avec une progression d'environ 2 ppm/an (fourchette basse) on atteindra les 550 ppm CO₂-eq. en 2050.

2020, les émissions devront être réduites à un rythme de 2,5%/an, alors que pour un pic de 58 Gt en 2030, le taux de réduction devrait être de 4%/an. Stern estime que ce résultat pourrait être atteint pour un coût annuel, sur la période, situé dans une fourchette de -1% du Pib mondial (donc impact positif) et +3,5% (avec les hypothèses les plus pessimistes), l'estimation moyenne étant de 1% du Pib (930 Mds \$) à horizon 2050³¹.

Ceci dit, un des éléments qui fut apprécié dans le rapport consiste justement en son caractère complet qui prend en considération les mesures permettant de réduire (d'un quart) les émissions de CO₂. Le rapport identifie un portfolio de politiques à même d'assurer ce résultat : amélioration du rendement de l'offre énergétique, maîtrise de la demande d'énergie, substitution des combustibles à faible émission de carbone. Le rapport calcule l'évolution des coûts moyens des réductions d'émissions à partir des taux de pénétration des différentes technologies et des coûts marginaux d'abattement associés. Les émissions seraient ainsi amenées à 16 GtCO₂-eq. pour les secteurs non-fossiles et à 18 Gt pour les secteurs énergétiques, soit 34 Gt CO₂-eq. en 2050, émissions compatibles avec la concentration de 550 ppm CO₂-eq. Ceci pour un coût cumulé de 930 milliards \$, soit environ 1% du Pib en 2050. Ce coût, mille milliards, peut paraître – et de fait il l'est – important. Ceci dit, Stern précise qu'il est comparable à une augmentation de 1% de l'indice des prix, à revenus nominaux inchangés (Stern 2006 : 234).

*

Concluons rapidement ce bref aperçu en faisant remarquer trois éléments, qui à notre avis particularisent l'approche et les résultats du Rapport Stern :

i) Concernant la méthode, nous notons le choix du taux d'actualisation, donc le choix de ses paramètres. Sans vouloir défendre forcément ces options, nous lui devons d'avoir élargi le débat en dehors de son sentier battu³². Procédant ainsi, le rapport a permis à la communauté d'experts de forger la question, de s'interroger et de se responsabiliser par rapport aux arbitrages nécessaires qui s'imposent.

ii) Stern (de)montre qu'avec un investissement de l'ordre d'un pourcent du Pib mondial il est possible de stabiliser les émissions à un niveau raisonnable, et ce, afin d'éviter des dommages beaucoup plus importants. Procédant ainsi, il pointe dans deux directions, ce qui nous amène à notre troisième point.

iii) Il est nécessaire de remplir, à la fois, des conditions économiques (*i.e.* émergence du prix de CO₂, apprentissage technologique) et des conditions politiques (liées à la coopération), sans quoi ces mesures ont une portée partielle qui risque de les faire manquer le but pour lequel elles doivent être mises en place.

³¹ Précisons rapidement la méthode retenue pour obtenir ces résultats. La méthode de Stern, dans ce cas, est différente de la méthode d'actualisation utilisée précédemment pour le calcul des dommages. Il s'agit de ce que le rapport appelle « *resource-cost method* », qui consiste en l'estimation des coûts de l'action par rapport au Pib de 2050. Or, comme le remarque Celestin-Urbain (2008), si l'on rapporte la somme actualisée (1,4%) des coûts totaux de réduction des émissions sur la période 2005-2050 au Pib cumulé et actualisé sur la même période, le coût de l'action ressort à 0,6% et non pas à 1%.

³² Ceci dit, il faut mentionner que Stern n'est pas le seul auteur à avoir proposé un faible taux d'actualisation (voir par exemple Cline 1993), mais c'est son rapport qui a attiré l'attention sur ce point d'une façon inédite jusqu'alors.

À ce jour, la pertinence du rapport demeure, malgré un constat mitigé fait par Stern lui-même : « *Emissions have gone up faster than I thought and some of the effects of global warming are coming through more quickly [...]. But technical change has been faster too* »³³.

2.4.3. Synthèse sur les estimations de Stern et de Nordhaus

La synthèse que nous entendons mener entre ces deux approches n'est pas à prendre *stricto sensu*. Celle-ci s'inspire de l'observation d'Hourcade et Hallegatte (2008 : 9), qui expliquent que « le problème n'est pas de 'deviner' la valeur des dommages pour décider dès aujourd'hui de la bonne trajectoire d'émission à retenir sur le siècle ». L'objectif, pour ainsi dire, lorsqu'on parle de choix ou d'arbitrages dans l'évaluation des politiques climatiques, est de trouver plutôt « un compromis sur les vingt ou trente prochaines années entre des positions contrastées (de Greenpeace à Claude Allègre) en attendant d'en savoir plus ». Finalement, l'image du conducteur automobile qui ne sait s'il y aura du verglas au prochain virage nous apparaît assez juste. L'idée est donc de savoir si oui ou non on peut décélérer, s'il le faut, et dans quelles conditions. *A contrario*, au cas où « la neige aurait fondu », il ne faut pas se retrouver trop ralenti pour qu'on puisse reprendre convenablement la route.

Les analyses de Nordhaus et Stern peuvent être vues comme des alternatives à des idéaux-types d'analyse des politiques climatiques. Remarquons que dans le débat économique les deux approches gardent une proximité forte. Aussi bien Stern que Nordhaus, ainsi que ceux qui adoptent l'approche de l'un ou de l'autre, ne s'excluent pas de leurs travaux respectifs : DICE est souvent utilisé avec les paramètres de Stern et vice-versa. Nordhaus reste incontestablement un des « pères » de la modélisation climatique. Cela étant, il ne faut pas perdre de vue que le Rapport Stern a eu le soutien de plusieurs prix Nobel d'économie (*i.e.* Solow, Sen, Stiglitz). Par ailleurs, il faut souligner le mérite de Stern d'avoir fourni aussi bien une revue compréhensive qui couvre des principes pertinents pour la transition énergétique, qu'un support solide aux questions liées à la coordination internationale. Dans cette partie nous allons reprendre sous une forme comparative les résultats du rapport Stern et de Nordhaus.

Les politiques climatiques visent, dans l'idéal, à atteindre des objectifs (économiques avant tout) optimaux. On entend par *objectif optimal* la concentration ou la hausse de température qui causerait la réduction la plus faible de la valeur actuelle nette de la consommation mondiale³⁴. Comme nous l'avons montré précédemment, cela dépend des paramètres, des choix opérés suivant le sillage dans lequel on se place (en l'occurrence de

³³ Nicholas Stern s'est exprimé au Forum de Davos en janvier 2014 (<http://www.theguardian.com/business/economics-blog>). Consulté le 03.06.2014.

³⁴ Pour un investissement, la valeur actuelle nette représente la valeur des flux liés à celui-ci, montant calculé au taux d'actualisation retenu.

Nordhaus ou de Stern). Rappelons que l'approche de Nordhaus se caractérise par une sensibilité du climat plus faible (encore que celle-ci est désormais appelée sur celle du GIEC, soit 3°C), des dommages moins importants et un horizon de temps plus court. Pour Stern, la sensibilité du climat est relativement élevée, les dommages attendus plus importants et l'horizon de temps plus éloigné.

Pour la synthèse de ces deux modèles nous mobilisons l'étude de Hof, den Elzen et van Vuuren (2008)³⁵, qui explorent les impacts des jugements de valeurs et d'incertitude dans la définition des cibles optimales pour le changement climatique. Bien que l'étude de Hof *et al* (2008) examine un spectre assez large de paramètres (*e.g.* la sensibilité de l'objectif climatique à travers diverses hypothèses), nous nous sommes arrêtés sur deux résultats. Ceux-ci concernent des paramètres climatiques (la concentration de CO₂ et la hausse des températures) et la valeur actuelle nette, pour les deux approches susmentionnées. Les auteurs utilisent pour ces fins leur propre modèle (FAIR), qui leur permet d'intégrer différents jeux de paramètres, dont ceux de Stern et Nordhaus³⁶.

Bien qu'il existe de nombreux « runs », aussi bien en DICE (avec les paramètres de Stern) qu'en PAGE (avec les paramètres de Nordhaus), nous avons opté pour une approche « neutre » issue d'un modèle tiers. Les résultats, qui se distinguent de ceux exhibés précédemment, sont empruntés à Hof *et al.* (2008), étant basés sur FAIR, ce qui explique les différences avec DICE et PAGE02 (Tableau 2.6). Par ailleurs, ces estimations montrent comment peuvent varier les résultats, en utilisant les mêmes paramètres, en raison d'un changement de modèle, ce qui renforce la nécessité du compromis entre les solutions proposées.

Tableau 2.6. Résultats « optimaux » estimés avec FAIR sous l'« effet » des paramètres de Nordhaus et Stern.

	Climat		Valeur actuelle nette			
	CO ₂ -eq.(ppm.)	T max	Dommages	Atténuation	Indirect	Total
Nordhaus	≥ 745	≥ 3.6	0.9–1.1	≤ 0.1	0.3	1.3–1.4
Stern	550	2.3	1.3	0.5	0.2	2.0

Note : Il s'agit de la perte en pourcentage de la valeur actuelle nette par rapport à une valeur actualisée dans un scénario sans changement climatique. Dans la colonne *Indirect* il s'agit des pertes indirectes dans la consommation dues à l'abattement des émissions.

Source : Hof *et al* 2008, basé sur FAIR 2.1.

Avec les conditions de Nordhaus, la concentration optimale est de 750 ppm CO₂-eq. (supérieure à celle obtenue avec RICE-2010) pour une température maximale de 3,6°C (aprox. 3°C dans RICE-2010). En termes d'émissions (non visibles dans le tableau), cela implique une augmentation de 40% en 2050 par rapport à 1990. Avec le paramétrage de Stern, la concentration optimale est de 540 CO₂-eq. ppm pour une augmentation de 2,3°C et une

³⁵ Hof A.F., den Elzen M.G.J., van Vuuren D.P. (2008). Analysing the costs and benefits of climate policy: Value judgements and scientific uncertainties. *Global Environmental Change*, 18 (3), pp. 412– 424.

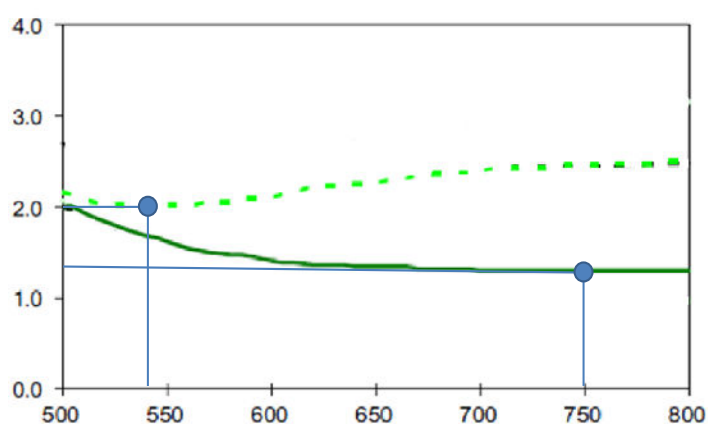
³⁶ Il s'agit de la version 2007 de DICE et PAGE02. À ce titre, FAIR utilise les fonctions de dommages, les taux d'actualisation et horizons de temps à 2200 et une sensibilité du climat de 3°C.

diminution de 13% des émissions en 2050 par rapport à 1990. Les pertes dans les consommations sont, de manière générale, plus faibles dans le jeu d'hypothèses de Nordhaus.

L'arbitrage entre rationalité et incertitude

Lorsqu'on appréhende la relation entre concentration optimale et recul de la consommation des deux approches respectives, on retrouve une des images les plus emblématiques de l'arbitrage entre action immédiate et différée.

Figure 2.24. Perte de consommation par rapport au BaU sous les concentrations maximales de CO₂-eq. correspondant aux conditions de Stern et Nordhaus



Note : Les conditions de Stern (courbe discontinue) : recul de 2% du Pib mondial pour une concentration de 540 ppm CO₂-eq. Pour Nordhaus (courbe continue), perte de 1,2% du Pib pour une concentration de 750 ppm CO₂-eq.

Source : Hof *et al.* 2008 (FAIR 2.1.).

Le premier constat qui se dégage de la figure ci-dessus est que les deux courbes sont relativement plates. Cependant, il y a une différence notable entre les deux profils, différence qui est mise en exergue par les auteurs. Si l'on suppose que l'optimum se trouve entre 500 et 800 ppm CO₂-eq., alors, utilisant les conditions de Stern, passer de 540 à 800 ppm CO₂-eq. coûterait 0,5% de plus. Il s'agit donc d'une perte supplémentaire jugée par les auteurs comme relativement importante. Avec les conditions de Nordhaus, le mouvement inverse, passer de 800 à 550 CO₂-eq., la différence est moindre. Plus précisément, il s'agit d'un passage d'une valeur proche d'un pourcent (à 800 ppm) à une perte d'environ 1,3% (pour une concentration de 560 ppm CO₂-eq.).

Le point de vue des auteurs est qu'une concentration de 560 CO₂-eq. pourrait être considérée comme quasi optimale (Hof *et al.* 2008 : 423). Ainsi, il serait plus judicieux d'avoir une concentration autour de 550 ppm pour un surcoût de 0,2%–0,3% du Pib (selon Nordhaus), objectif qui se traduirait par un gain de 0,5% du Pib, suivant la même logique, selon Stern. Hof *et al.* (2008 : 423) concluent en opinant que : « [b]ecause the function of NPV plotted against the concentration target is especially flat for high-concentration targets, much lower concentration levels than the optimal level can be easily justified ».

2.4.4. *Le coût social du carbone au cœur des choix de politique climatique (ACA)*

Le coût social du carbone est la valeur associée aux dommages occasionnés par l'effet de serre. Cela représente la préférence que la société attache à la protection du climat. En soi, l'internalisation de l'externalité négative que représente le carbone au fonctionnement des marchés ne pose pas de problème. Ce qui est plus problématique, c'est de trouver sa juste valeur ; comment évaluer les dommages futurs, comment prendre en compte les impacts sur la santé, les impacts physiques, ou encore comment les actualiser ? Cette partie fournit un exemple de la manière dont on peut s'interroger sur la question du coût social du carbone. Nous fondons cette analyse sur les résultats de l'*Interagency Working Group on Social Cost of Carbon* (USGI WG 2010), groupe travaillant sous l'égide de l'EPA américain. Le choix de cette étude est motivé par la prise en compte des deux modèles que nous avons développés dans cette section (DICE et PAGE). Par ailleurs, le coût social du carbone reflète la problématique de la tarification carbone, pivot central des politiques climatiques.

Le coût social du carbone (CSC) représente une estimation monétaire des dommages futurs associés à l'augmentation d'une unité (une tonne) supplémentaire (marginale) de carbone émise aujourd'hui. La tonne de carbone (sa valeur) est donc rapportée à son impact sur le bien-être des générations futures. On associe donc à une tonne émise de CO₂ aujourd'hui la valeur actuelle d'un dommage futur. Dans l'idéal, le prix du carbone (de la taxe ou du permis d'émission) devrait refléter le coût social du carbone. En réalité, faire converger le CSC et le prix du carbone est difficile, pour ne pas dire impossible, principalement en raison de la trajectoire de stabilisation des émissions. Cette trajectoire est déterminée au niveau mondial et non au niveau national, qui est le périmètre où l'on met en place des politiques climatiques. Ceci dit, c'est bien le CSC qui donne la vraie mesure du changement climatique, autant que l'on peut appréhender, et non pas le prix auquel s'échange la tonne de carbone.

Pour explorer les valeurs de CSC, nous suivons l'exemple de GIEC (AR5, WG3, 2014), ou encore de Weitzman (2013) et nous mobilisons les travaux de l'*Interagency Working Group on Social Cost of Carbon* (2010, 2011) (dénommé ci-après USGI WG 2010). L'équipe de ce rapport coordonnée par l'EPA américaine utilise pour la détermination du coût social de carbone trois modèles (DICE, PAGE09 et FUND), dont les estimations sont pondérées de manière égale. Les résultats, pour 2015, sont 12\$, 39\$, 61\$ et 116\$ (en fonction du taux d'actualisation propre à chaque modèle). Les trois premières estimations sont obtenues en utilisant des taux d'actualisation de 5%, 3% et 2,5%. La quatrième valeur correspond à un coût qui se trouve en haut de la fourchette de distribution, représentant donc un impact très fort des émissions. La valeur correspond donc au 95ème centile, valeur actualisée avec un taux de 3%.

Le CSC est censé représenter le coût total des dommages dû au changement climatique. Parmi les dommages les plus importants, on peut mentionner l'agriculture, la santé, les inondations, ou encore la propriété privée. Une des limites majeures des estimations de CSC est due au fait que les modèles n'intègrent pas tous les impacts (*i.e.* physiques, écologiques). Bien que ces impacts soient présents dans la littérature, le manque d'information précise empêche les modélisations à prendre ces éléments dans leurs calculs de manière rigoureuse. Le constat est fait par le GIEC même : « Les valeurs totales estimées des coûts masquent des

écarts importants entre secteurs, régions et populations. Elles sous-estiment très probablement le coût des dommages, puisque nombre d'incidences sont impossibles à chiffrer » (GIEC, AR4, RiD, p. 22). Cela signifie que les CSC, y compris ceux que nous allons présenter, doivent être considérés avec prudence, sachant qu'il est probable que ces coûts soient amenés à augmenter au fur et à mesure que les modèles arrivent à mieux prendre en compte les impacts.

Encadré 2.3. Un point sur le *timing* de calcul des CSC

Les modèles intégrés évaluent, dans un premier temps, les dommages dus aux émissions de GES (ceci sur un long terme, 2200 ou 2300). Par la suite, les dommages sont actualisés, d'où on calcule la valeur des coûts sociaux associés à l'émission d'une tonne de GES supplémentaire. Il y a, dans le calcul de CSC, deux « ressorts » qui tirent ces valeurs en directions opposées. À titre d'exemple, considérons le CSC en 2030. Celui-ci représente, en valeur actuelle nette, les dommages encourus entre cette date et la fin de la projection (disons 2200). Les valeurs des CSC diminuent dans le temps puisque le nombre d'année est moindre. En 2050 les dommages sont minorés de quelques 30 ans par rapport à 2020, ce qui pousse les estimations vers le bas. En même temps, le CSC est supposé s'accroître au fur et à mesure que les GES s'accumulent, créant un effet d'emballage qui augmente le stress sur les systèmes climatiques. On assiste donc à un effet inverse au précédent, de nature à tirer vers le haut le CSC.

Source : adapté d'EPA, *The Social Cost of Carbon*, 2010.

Les estimations américaines sont faites en utilisant les dernières versions des trois modèles considérés, DICE, PAGE et FUND. Nous présentons les résultats dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2.7. Estimations des coûts sociaux de carbone selon différents taux d'actualisation

Social Cost of CO₂, 2015-2050 (in 2011 Dollars)				
Year	Discount Rate and Statistic			
	5% Average	3% Average	2.5% Average	3% 95th percentile
2015	\$12	\$39	\$61	\$116
2020	\$13	\$46	\$68	\$137
2025	\$15	\$50	\$74	\$153
2030	\$17	\$55	\$80	\$170
2035	\$20	\$60	\$85	\$187
2040	\$22	\$65	\$92	\$204
2045	\$26	\$70	\$98	\$220
2050	\$28	\$76	\$104	\$235

Source : EPA, 2013.

Les taux d'actualisation utilisés sont paramétrés selon l'équation de Ramsey ($\rho = \delta + \eta$). Le taux de 5%, note le rapport, « représente la possibilité que les dommages soient liés aux taux de rentabilité des marchés » (USGI WG 2010 : 23). La valeur fait écho au taux retenu par Nordhaus et plus généralement à une *approche positive* qui correspond aux taux d'intérêt observés sur les marchés. Le taux de 2,5% correspond à l'approche de Stern, celle-ci étant incluse afin d'introduire l'incertitude³⁷. Ainsi, le rapport considère que sous l'*approche prescriptive* des valeurs entre 1,5 et 3% seraient justifiées. Le rapport tranche, au final, pour un *juste milieu* en faveur du 3% (deuxième colonne dans le Tableau 2.7). Ce taux, précisent les auteurs, est consistant avec les estimations dans la littérature économique et, en même temps, hypothèse est faite que la bonne approche pour le déterminer est celle descriptive.

À la lecture de la deuxième colonne du tableau, pour l'année 2015, nous observons que le coût social du carbone est de 40\$ (par rapport à la BaU). Dans une approche davantage prescriptive, on devrait considérer ce coût comme étant plutôt de 60\$, sachant qu'il y a une faible probabilité (5%) que ce coût soit de 116\$. La première remarque, disons-le de suite, est la grande différence entre le prix actuel (autour de 7\$) et le CSC (qu'il est supposé égaliser). Cette différence révèle l'ambition de l'effort à consentir pour internaliser le coût du carbone. Rappelons, à ce titre, que pour Stern le CSC est de 85\$ pour la *baseline* (et 30\$ par rapport à un scénario 550 ppm CO₂-eq.), et que pour Nordhaus le CSC est de l'ordre de 30\$ (fourchette de 10 à 40\$ pour une augmentation de 2 à 4°C en 2100).

Malgré les précautions prises dans le rapport de l'USGI, les auteurs pointent, à leur tour, vers les limites des modèles. Sont mis en avant les manques par rapport à la prise en compte des impacts catastrophiques, de l'adaptation ou encore du progrès technique. Un problème majeur est le peu de recherche concernant le lien entre impacts climatiques et dommages économiques. Ces limitations sont de nature à mettre en question les estimations exactes de CSC, ce qui ne justifie pas, selon certains auteurs, une critique de ces estimations aussi tranchée que celle de Pindyck (2013). Afin d'illustrer ce point, dans la partie suivante, nous nous intéresserons à certaines limites des modèles intégrés, en analysant le cas des « queues épaisses » de Weitzman.

³⁷ Cette considération à la hausse par rapport au taux « originel » de Stern est basée sur son article de 2008, *The economics of climate change. American Economic Review*, 98 (2), pp. 1-37. Stern reconsidère l'utilité marginale (η) à la hausse (de 1 à 1,5), ce qui fait que le taux d'actualisation est supérieur à 2%.

2.4.5. *Les limites des approches coût-bénéfice. Le cas des « queues de distribution épaisses »*

Nous essayerons à présent de nuancer les résultats présentés ci-dessus en explorant la problématique des incertitudes liées à la modélisation économique. Nous mobiliserons les travaux de Martin Weitzman (2010a, 2010b, 2011) sur la logique des « queues épaisses » (ang. *fat-tails*), qui met en garde contre la possibilité réduite d'avoir des fortes hausses des températures globales. Il s'agit donc de porter le regard sur la problématique « impact fort, probabilité faible » (Weitzman 2010b), question qui semble être délaissée, toujours selon Weitzman, dans le débat portant sur la prospective climatique. Notre but n'est pas de remettre en cause la pertinence de l'analyse précédente, mais d'attirer l'attention sur certaines de ses limites, afin de permettre une meilleure compréhension de l'analyse coût-avantage. L'exclusion de cette question du débat peut mener à une utilisation inadéquate de l'analyse économique à même d'altérer ces résultats.

Dans un premier, nous allons présenter l'argument des queues épaisses selon Weitzman. Dans un deuxième temps, nous allons compléter cet examen autour de l'incertitude par une exposition rapide d'autres points de vue sur la question, dont celui de Jean-Pierre Dupuy. Le but est de montrer, comme nous l'avons suggéré, l'importance de bien contextualiser l'analyse coût-bénéfice, dans ses spécificités liées au climat. Comme le remarque Weitzman (2010b), l'analyse coût-bénéfice appliquée au changement climatique ne peut avoir le même statut que si elle avait été appliquée à un autre secteur de l'économie.

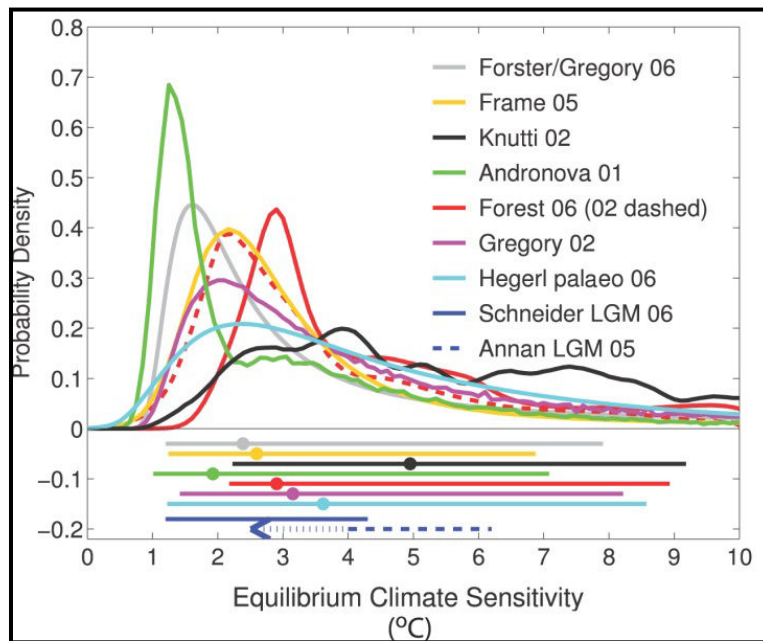
Dans le raisonnement de Weitzman, on peut identifier un double point de départ. D'un côté, il s'agit du fait que l'on ne puisse connaître exactement quelle sera la hausse des températures attendue et, par conséquent, la hauteur des dommages à venir. Dès lors, ces dommages doivent être exprimés sous forme de fonction de densité de probabilité (FDP) et non pas, comme le font la plupart des modèles, suivant les estimations moyennes. De l'autre côté, il y a la tentation de ce que Weitzman appelle la « politique gradualiste », conformément à laquelle, étant donné que les mesures d'atténuation sont coûteuses, elles sont repoussées par les États le plus possible. Puisque les effets des investissements « climatiques » (sur le bien-être) sont si éloignés dans le temps, leur rendement est perçu comme étant plus faible par rapport aux autres investissements (*i.e.* éducation, santé, infrastructures).

En même temps, Weitzman explique que le gradualisme politique est sensible à plusieurs éléments, dont les spécifications des extrémités des queues des distributions. Or, ce qui pose problème est la manière dont ces extrémités sont traitées. Dans la plupart des modèles, les incertitudes sur la hausse des températures et les dommages sont traités (« typiquement », précise l'auteur) sous forme de fonction de densité de probabilité à queues minces et non pas sous forme de FDP à queues épaisses. Pour soutenir sa thèse, Weitzman avance plusieurs arguments (ang. *exhibits*) liés aux risques des accumulations des GES, aux rétroactions du système climatique ou encore à la valeur du taux d'actualisation. Pour ce qui nous concerne, nous allons nous en tenir à ce qu'on peut appeler son argument central, concernant la variation de la sensibilité climatique (Dietz *et al.* 2012) (pour une description de la quantification des réponses du système climatique voir l'Annexe 5).

L'incertitude due à la sensibilité climatique

Dans cette perspective (de variation de la sensibilité climatique), l'analyse de Weitzman explore les implications de la probabilité inférieure à 10% pour que la hausse de température suite à un doublement de concentration de CO₂ soit supérieure à 6°C. Ainsi, Weitzman (2010b, 2011) s'appuie sur une vingtaine d'études présentées synthétiquement dans l'AR4 (WGI, Chapitre 9, tableau 9.3) portant sur la sensibilité du climat à l'équilibre.

Figure 2.25. Sensibilité climatique à l'équilibre dans l'AR4.



Source : AR4, 2007.

Dans la figure ci-dessus, dans la frange des valeurs de température supérieure, l'auteur remarque les 15% qui dépassent les 4,5°C et, parmi cela, la probabilité de 5% pour lesquelles la sensibilité climatique à l'équilibre est de 7°C (pour une description complète voir Weitzman 2011, Tableau 1). De fait, « les queues supérieures de ces 22 FDP tendent à être assez longues et épaisses pour que l'on puisse, en agrégeant pour simplifier les FDP de ces 22 études, parvenir à la conclusion très approximative que $P[S1 \geq 10^\circ\text{C}] \approx 1\%$ ». La raison pour laquelle ces queues sont longues et épaisses est expliquée par l'auteur par le fait que les événements extrêmes « ne relèvent pas du domaine de l'expérience », à la différence des événements ordinaires pour lesquels « la connaissance inductive est [...] utile » (Weitzman 2010b : 137).

Cela étant, Weitzman note que si la hausse de température atteint les 4°C (ce qui est inférieur à la valeur supérieure maximale retenue par le GIEC) les conditions seront de toute façon très différentes par rapport à celles d'aujourd'hui et que, dans ces conditions, il est difficile de dire jusqu'où ira le réchauffement. L'auteur conclut que l'analyse de ces « pièces à conviction », aussi bien dans la réalité, que dans la manière dont ces éléments sont traités par les experts, demeure « inquiétante ».

L'existence de densité de probabilité de températures extrêmes n'est pas anormale. Les événements catastrophiques peuvent être envisagés, mais leurs probabilité doit tendre vers zéro – la courbe de la probabilité doit être asymptotique. Ce qui est inquiétant, explique Weitzman, ce n'est pas le fait que les queues de distribution soient longues (ce qui indiquerait la possibilité théorique d'une hausse extrême de température ou d'occurrence catastrophique), mais qu'elles soient épaisses. Ainsi, la différence entre les deux types de courbes consiste en le fait que, dans le cas d'une queue mince, la probabilité d'occurrence de catastrophe décroisse rapidement (« de manière exponentielle »), alors que, dans le cas des queues épaisses, cela décroît lentement (« de manière polynomiale »). Cela amène l'auteur à s'interroger sur la question de savoir « à quelle vitesse la probabilité d'une catastrophe décline-t-elle relativement à l'ampleur et à l'impact de cette catastrophe ? » (Weitzman 2010b : 146).

Compte tenu de toute une série d'incertitudes qui s'accumulent (*e.g.* la manière dont s'accumulent les GES dans l'atmosphère, la mise en place de mesures d'atténuation, les processus d'adaptation), l'auteur arrive à la conclusion que, de fait, les queues épaisses sont inhérentes au changement climatique. L'épaisseur de ces queues correspond à un niveau d'incertitude important par rapport à l'occurrence d'événements catastrophiques, ce qui « effraie » tout agent dont la fonction d'utilité présente une aversion au risque toujours supérieure à zéro ». Or, bien plus que la préférence pour le présent, c'est l'aversion au risque et particulièrement à la catastrophe qui pèse plus dans le résultat de l'analyse coût-bénéfice. Ainsi, explique l'auteur, « [l]orsque les densités à queues épaisses des températures se combinent avec une fonction d'utilité sensible aux températures élevées, l'issue de l'ACB peut s'en trouver affectée » (Weitzman 2010b : 148-149).

Weitzman remet en cause la manière dont les modèles intégrés traitent les dommages des fortes températures, ce qui impacte *in fine* le consentement à payer des agents, afin de réduire les incertitudes liées aux variations importantes de ces températures. Le montant des dommages dans les modèles économiques est estimé par une fonction qui réduit la consommation en équivalent-bien-être par un multiplicateur (γ). Ce paramètre est calibré par rapport à une perte anticipée lorsque les températures augmentent de 2 à 3°C. Or, explique Weitzman, les modèles utilisent cette même forme de fonction pour les augmentations fortes de température ($T \geq 7^\circ\text{C}$), ce qui est problématique.

Dans le cas de fortes augmentations de températures, explique l'auteur, il serait plus approprié d'utiliser en guise d'un multiplicateur « de forme quadratique qui réduit la consommation et donne un équivalent en bien-être », une forme exponentielle. Pour des augmentations de température basses, les deux multiplicateurs donnent des résultats identiques. Cela change lorsque les températures augmentent, leur divergence étant progressive et croissante. Ainsi, lorsque le multiplicateur prend une forme exponentielle ($A(\Delta T) = \exp(-\gamma(\Delta T)^2$, où A représente le bien environnemental), « le consentement à payer pour éviter (ou même seulement réduire) l'incertitude à queue épaisse peut représenter une fraction très importante de la consommation » (Weitzman 2010b : 151). On peut ainsi arriver à des taux d'actualisation très faibles, ce qui rendrait les investissements climatiques bien plus acceptables.

Mais le propos de Weitzman ne se veut pas, nous semble-t-il, prescriptif, mais, comme le dit l'auteur même, « constructif ». Alors qu'on se trouve confronté à une situation d'incertitude structurelle, on ne devrait pas appliquer l'analyse coût-bénéfice comme s'il s'agissait d'une quelconque situation (fonction de densité des probabilités à queue mince). L'auteur suggère, dans ce sens, d'être plus prudents sur les estimations, et insister sur le caractère « imprécis » de ces résultats. Cette prudence serait justifiée d'autant plus que ces estimations sont dépendantes de nombre d'hypothèses subjectives et surtout de la forme de fonction de dommages relative à la forte hausse des températures.

Là où l'analyse de Weitzman nous paraît très pertinente, c'est dans la perception de ces incertitudes par les décideurs politiques. Si les modélisateurs semblent prendre en compte ces incertitudes, les politiques ne semblent pas trop s'en soucier, préférant travailler avec les estimations les plus « consensuelles », les estimations moyennes. Il s'agit de ce que Weitzman appelle la « précision artificielle » des analyses coût-bénéfice, notion dont la compréhension d'ensemble risque d'échapper aux décideurs.

Cependant, Weitzman n'est pas le premier à mettre en garde contre ces aspects. Par exemple, au début des années 2000, Claude Henry (2004) faisait état d'une « science incertaine mais néanmoins fiable ». Le point que nous souhaitons souligner est que, du moins dans le climat, l'incertitude n'exclut pas pour autant la fiabilité. L'abandon de l'un en faveur de l'autre peut faire basculer soit dans un écologisme démesuré, soit dans une confiance à outrance.

Entre un « faisceau d'incertitude » et un « catastrophisme éclairé »

Pour certains chercheurs, comme Olivier Godard (2010), le problème (les limites de l'analyse coût-bénéfice) serait plus profond, provenant du schéma conceptuel néoclassique même. Ainsi, écrit-il, il y a une erreur structurelle dans les analyses qu'on porte sur les questions climatiques, qui réside dans la mise en comparaison des coûts économiques et des coûts des dommages. Godard questionne ainsi la pertinence de l'analyse coût-bénéfice sur la base de l'asymétrie conceptuelle qui empêche de pouvoir mesurer de la même manière ces deux types de coûts. Pour d'autres chercheurs encore, dont Thomas Schelling (2010) et Jean-Pierre Dupuy (2010), le problème de ces mêmes limites, dont le traitement de l'incertitude, se pose encore différemment.

Schelling (2010) part du même constat que Weitzman concernant la marge d'incertitude pour la sensibilité climatique. Pour Schelling, la différence des valeurs, entre 1,5 et 4,5°C pour la sensibilité climatique, est « énorme », puisqu'elle est de l'ordre de 1 à 3. Étant donné que ces estimations ne gagnent pas en précision au cours des publications des rapports du GIEC, Schelling (2010 : 71) se demande pourquoi cette situation persiste-t-elle. Pis encore, cette incertitude semble être plus grande aujourd'hui qu'elle ne l'était avant, question qui serait due à sa « nouveauté », au fait que le système climatique s'avère bien plus complexe que l'on ne l'imaginait auparavant.

En même temps, la compréhension des impacts sur la productivité, la santé, le confort, rend difficile à imaginer, selon Schelling, le monde de demain. L'auteur se montre inquiet par rapport au moment où le changement climatique se fera réellement sentir, c'est-à-dire dans

cinquante ou cents ans. Loin d'être catastrophiste, Schelling met l'accent sur le changement de société nécessaire, qui sera amené par la nouvelle donne climatique. Si pour Weitzman les sources d'incertitudes semblent bien identifiées, pour Schelling la palette est très large, comprenant quasiment tous les systèmes socioéconomiques et physiques.

Ceci dit, la préconisation de Schelling est particulière, étant donné qu'il se réclame un réaliste du point de vue politique et milite (tout comme Weitzman) en faveur de l'ingénierie géologique. Ainsi, la cinquantaine d'années qui nous reste avant que le changement climatique se passe réellement devrait être mise à profit des essais des solutions d'ingénierie, ce qui se solderait par le fait de « trouver quelque chose de moins nocif que le sulfure à projeter dans la stratosphère » (Schelling 2010 : 83)³⁸.

Entre prévention et précaution

Dans ce débat, le point de vue de Jean-Pierre Dupuy sur un « catastrophisme éclairé » nous semble tout aussi pertinent. Dupuy (2010) pose le débat en exposant, d'un côté, les incertitudes (« immenses ») et, de l'autre, les certitudes (« absolues ») liées au climat. L'auteur aboutit à une critique forte du principe de précaution (tel que formulé par le traité de Maastricht). La critique de Dupuy a comme point de départ la distinction entre *prévention* et *précaution*, l'auteur s'interrogeant sur la pertinence d'avoir remplacé la première par la seconde. Pour soutenir son point de vue, il présente trois arguments. Nous allons présenter juste le premier point, qui montre bien, à notre avis, l'approche ou la zone d'argumentation suivie par l'auteur.

La distinction entre prévention et précaution remonte, pour Dupuy, à Keynes et à Knight, et plus récemment à Kourilsky et à Viney. Ces derniers, dans un rapport au premier ministre de l'époque, différenciaient entre deux type de risques : « connus » et « potentiels ». Du côté de Keynes, cette distinction correspond à la différence entre risque et incertitude, étant formulée comme suit : « [o]n peut en principe quantifier un risque en termes de probabilités objectives fondées sur des fréquences observables ; lorsque cette quantification est impossible, on entre dans le domaine de l'incertitude » (Dupuy 2010 : 91).

Dans les années 1950, Dupuy explique que la science économique, avec les travaux de Leonard Savage, se dote d'un nouveau concept appelé « probabilité subjective ». Celle-ci correspondrait non pas à une loi naturelle, mais aux choix d'un agent donné. Lorsqu'une probabilité est inconnue, elle se voit assigner « subjectivement » une distribution de probabilités. Ainsi, explique Dupuy, cette probabilité et le choix en situation d'incertitude (le bayesianisme) efface *de facto* la distinction entre risque et incertitude (entre prévention et précaution). Procédant de la sorte, le risque ou « l'incertitude liée au manque de connaissance » est traité de la même manière « que l'incertitude intrinsèque due au caractère aléatoire d'un évènement » (Dupuy 2010 : 91).

Or, dans le cas du changement climatique, on se trouve face à une incertitude objective (intrinsèque) et non pas face à une incertitude épistémique. Il ne s'agit pas pour autant d'un

³⁸ Précisons que cela ne résout pas le « *termination problem* ». Comme explique Stocker (*lead author IPCC*), la phase d'arrêt de la pulvérisation d'une couche quelconque dans l'atmosphère engendre des augmentations de température bien supérieures que celles initiales.

événement aléatoire, explique l'auteur, car la catastrophe qui menace l'humanité a un caractère singulier, événement unique, qui a trait à ce qu'on appelle une discontinuité ou un point de rupture. Dans ce cas, l'analyse coût-bénéfice est démunie de sens, puisque, tant que ces seuils ne sont pas dépassés, le système ne change pas radicalement, ce qui fait impossible la prise en compte des énormes coûts engendrés par ces discontinuités. L'analyse coût-bénéfice s'avère utile, tant que nous n'avons pas franchi ces points de rupture, à une condition. Dupuy précise que les paramètres d'évaluation de l'incertitude doivent être basés sur les propriétés des systèmes climatiques et non pas sur la subjectivité.

Pour Jean-Pierre Dupuy, s'accrocher au principe de précaution est une « fausse bonne nouvelle ». Le principe de précaution relève d'un cadre d'incertitude épistémique, dans lequel l'absence de certitude est due à « l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques ». L'incertitude intrinsèque requiert que l'« on ignore ignorer ». Autrement dit, même un état très avancé des connaissances scientifiques et techniques n'aboutirait pas à une diminution de l'incertitude. Dupuy va ainsi plus loin que Schelling, qui constatait que l'avancement des connaissances n'apporte pas plus à ce qu'on savait depuis trente ans concernant la sensibilité climatique, et affirme qu'au contraire les connaissances peuvent accroître l'incertitude.

Ainsi, le message de Dupuy est que ce n'est pas en tâtonnant, en faisant preuve de précaution, qu'on arrivera à gérer convenablement le changement climatique, mais en prévenant son point de rupture. Autrement dit, si la précaution indique la manière d'avancer (avec circonspection), la prévention défend simplement d'aller dans la direction respectueuse.

*

Pour clore la problématique de l'incertitude (et son traitement dans l'analyse coût-bénéfice) qui entoure le changement climatique, nous reprenons simplement, une fois de plus, Jean-Pierre Dupuy (2010 : 99), qui résume bien, à notre avis, la nature du dilemme que les États doivent trancher lorsqu'ils essayent de traiter correctement la question de l'incertitude : « Si l'on doit prévenir une catastrophe, il faut bien croire en sa possibilité avant qu'elle ne survienne. Si, en revanche, on parvient à l'empêcher, sa non réalisation l'enferme dans le domaine de l'impossible, et, par conséquent, les efforts de prévention paraîtront inutiles rétrospectivement ».

2.5. Enseignements des IAM (AR5 et AMPERE)

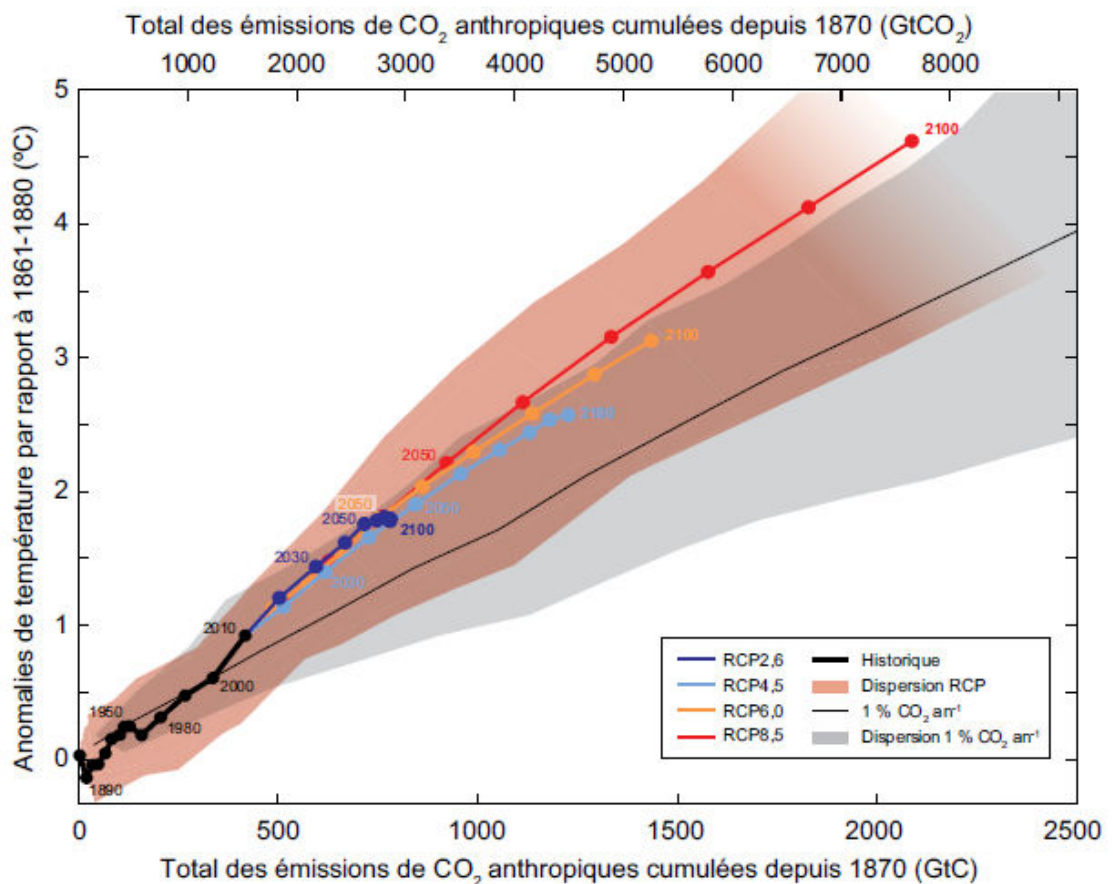
Dans cette dernière section nous allons reprendre des résultats des travaux plus récents concernant l'évolution des émissions et des coûts induits par les politiques climatiques. Notre analyse se divise en deux parties : la première reprend sommairement les scénarios RCP du dernier rapport du GIEC, pendant que la deuxième exhibe certains résultats issus du projet européen AMPERE, dédié à l'évaluation des coûts induits par le changement climatique. L'analyse que nous proposons à partir de ce projet est censée amener un niveau de détail

supplémentaire au regard de deux des pays que nous avons choisis d'analyser, l'Europe et la Chine. Procédant ainsi, nous souhaitons, à la fois, appuyer la cohérence des résultats précédents et clore le travail d'ensemble de ce chapitre sur les dernières estimations en date concernant les coûts du changement climatique.

2.5.1. Résultats de IAM dans l'AR5

Pour introduire les estimations des coûts dans les travaux de l'AR5, nous reprenons la présentation synthétique des scénarios RCP tels que recueillis dans le WG I (Figure 2.26) et, par la suite, la présentation des scénarios socioéconomiques qui alimentent ces trajectoires.

Figure 2.26 Relation entre hausse des temp. et émissions de CO₂ dans les scénarios RCP



La zone en couleur représente la dispersion des différents modèles pour les quatre scénarios RCP et s'estompe à mesure que le nombre de modèles disponibles diminue pour RCP8,5. La moyenne et la plage multimodèles simulées par les modèles CMIP5, forcés par une augmentation de CO₂ de 1% par an (simulations pour 1% CO₂ an⁻¹), sont indiquées par la fine ligne noire et la zone en gris. Les valeurs de la température sont données par rapport à la période de référence 1861-1880 et les émissions, par rapport à 1870.

Source : Tableau RID 10, GIEC, AR 5 (2013).

La figure ci-dessus restitue, sans aucune ambiguïté, la relation quasi linéaire entre l'augmentation des températures et l'accumulation des émissions : pour chaque niveau de réchauffement il y a une correspondance en termes de CO₂ cumulé. Précisons rapidement la méthode adoptée pour la construction de ces scénarios. Pour les RCP (ang. *Radiative concentration pathways*), à la différence des SRES, le point de départ est l'établissement *ex ante* des évolutions des concentrations de GES. Une fois ces profils établis, les climatologues et les économistes travaillent en parallèle, ces derniers élaborant des scénarios qui débouchent sur les projections climatiques correspondants aux RCP³⁹. Il s'agit d'évaluer les coûts d'adaptation et d'atténuation du changement climatique selon les évolutions présupposées des sociétés (corrigés par rapport aux précédents), en fonction des quatre scénarios de référence (Moss *et al.* 2010).

Tableau 2.8. Paramètres des profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP)

Name	Radiative forcing	Concentration (p.p.m.)	Pathway	Model providing RCP*	Reference
RCP8.5	>8.5 W m ⁻² in 2100	>1,370 CO ₂ -equiv. in 2100	Rising	MESSAGE	55,56
RCP6.0	~6 W m ⁻² at stabilization after 2100	~850 CO ₂ -equiv. (at stabilization after 2100)	Stabilization without overshoot	AIM	57,58
RCP4.5	~4.5 W m ⁻² at stabilization after 2100	~650 CO ₂ -equiv. (at stabilization after 2100)	Stabilization without overshoot	GCAM	48,59
RCP2.6	Peak at ~3 W m ⁻² before 2100 and then declines	Peak at ~490 CO ₂ -equiv. before 2100 and then declines	Peak and decline	IMAGE	60,61

* MESSAGE, Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact, International Institute for Applied Systems Analysis, Austria; AIM, Asia-Pacific Integrated Model, National Institute for Environmental Studies, Japan; GCAM, Global Change Assessment Model, Pacific Northwest National Laboratory, USA (previously referred to as MiniCAM); IMAGE, Integrated Model to Assess the Global Environment, Netherlands Environmental Assessment Agency, The Netherlands.

Source : Moss *et al.* 2010.

À partir de ces évolutions, pour gagner en rapidité et en réactivité, les équipes travaillent simultanément et en parallèle. D'un côté, les climatologues produisent des projections climatiques utilisant les RCP comme entrée et les économistes élaborent des scénarios socioéconomiques (SPP) compatibles avec les émissions escomptés dans les RCP (pour une présentation des scénarios SPP voir l'Annexe 6).

De manière générale, dans les rapports du GIEC, les coûts macroéconomiques sont souvent exprimés selon la perte dans la consommation finale des ménages, entre un scénario de politique climatique et le scénario de référence. Nous reprenons ci-dessous les dernières estimations rendues à travers le cinquième rapport du GIEC (Tableau 2.9).

³⁹ Les RCP sont des scénarios de référence de l'évolution du forçage radiatif sur la période 2006-2300.

Tableau 2.9. Estimation des coûts macroéconomiques de l'atténuation dans l'AR5 (ACE)

2100 Concentration [ppm CO ₂ eq]	Consumption losses in cost-effective scenarios ¹				Increase in total discounted mitigation costs in scenarios with limited availability of technologies				Increase in medium- and long-term mitigation costs due to delayed additional mitigation until 2030			
	[% reduction in consumption relative to baseline]		[percentage point reduction in annualized consumption growth rate]		[% Increase in total discounted mitigation costs (2015–2100) relative to default technology assumptions]				[% increase in mitigation costs relative to immediate mitigation]			
	2030	2050	2100	2010–2100	No CCS	Nuclear phase out	Limited Solar/Wind	Limited Bioenergy	≤ 55 GtCO ₂ eq		>55 GtCO ₂ eq	
									2030–2050	2050–2100	2030–2050	2050–2100
450 (430–480)	1.7 (1.0–3.7) [N: 14]	3.4 (2.1–6.2)	4.8 (2.9–11.4)	0.06 (0.04–0.14)	138 (29–297) [N: 4]	7 (4–18) [N: 8]	6 (2–29) [N: 8]	64 (44–78) [N: 8]	28 (14–50) [N: 34]	15 (5–59)	44 (2–78) [N: 29]	37 (16–82)
500 (480–530)	1.7 (0.6–2.1) [N: 32]	2.7 (1.5–4.2)	4.7 (2.4–10.6)	0.06 (0.03–0.13)	N/A	N/A	N/A	N/A				
550 (530–580)	0.6 (0.2–1.3) [N: 46]	1.7 (1.2–3.3)	3.8 (1.2–7.3)	0.04 (0.01–0.09)	39 (18–78) [N: 11]	13 (2–23) [N: 10]	8 (5–15) [N: 10]	18 (4–66) [N: 12]	3 (–5–16) [N: 14]	4 (–4–11)	15 (3–32) [N: 10]	16 (5–24)
580–650	0.3 (0–0.9) [N: 16]	1.3 (0.5–2.0)	2.3 (1.2–4.4)	0.03 (0.01–0.05)	N/A	N/A	N/A	N/A				

Note : Les scénarios coût-efficacité assument que les mesures d'atténuation sont mises en œuvre de suite et dans tous les pays, qu'il y a un prix du carbone unique et qu'elles n'imposent pas de limitations additionnelles concernant les technologies. Pour la prise en compte de ces aspects il faut considérer la totalité du tableau SPM 2.

Source : WGIII, AR5 2014.

Ce que montre le tableau ci-dessus, c'est que les coûts d'atténuation augmentent avec la rigueur des objectifs de stabilisation : pour des niveaux élevés de concentration⁴⁰ de CO₂ dans l'atmosphère, ces coûts sont plutôt faibles, alors qu'ils sont importants pour des niveaux compatibles avec le 2°C. Par exemple, pour une stabilisation entre 580 et 650 ppm⁴¹ CO₂-eq. en 2050 (correspondant à une hausse de température d'environ 3°C), les coûts sont de 1,3% du Pib (valeur médiane). Notons que dans l'AR4 (2007), pour ces mêmes concentrations, les coûts étaient estimés entre -1 et 2% du Pib. La différence est importante, puisque la possibilité que le changement climatique amène éventuellement un gain n'y est plus.

A contrario, une stabilisation autour de 450 ppm CO₂-eq. coûterait jusqu'à 3,4 % du Pib mondial (valeur médiane) à la même année (ce qui correspond à une croissance annuelle moyenne globale diminuée de moins de 0,06 points). Par rapport à l'AR4, ces coûts sont similaires, s'établissant dans le précédent à moins de 5,5% du Pib (<0.12%/an) (voir le Tableau 5.2, RID, AR4, 2007). Précisons également qu'il s'agit des estimations actualisées à 5%/an. Les coûts présentés peuvent laisser l'impression que ceux-ci sont faibles, ou du moins qu'en les relativisant ils peuvent l'être. Par exemple, dans un scénario 2°C, les coûts se situeraient entre 1,7 en 2030 et 3,4% en 2050, ce qui se traduirait par une réduction dans la croissance de

⁴⁰Le facteur de conversion entre dioxyde de carbone et carbone est égal à 12/44 : une tonne de CO₂ correspond à 12/44 tonnes de carbone.

⁴¹ La mesure en ppm, partie par million, représente la proportion de molécules d'un gaz donné rapportée à un million de molécules de l'atmosphère. Les différents GES sont mesurés à travers l'unité CO₂ équivalente, en multipliant les concentrations de chaque gaz (méthane, protoxyde de azote, hexachlorure de soufre, halocarbures) par leurs forçages radiatifs relatifs au CO₂. La concentration en ppm CO₂ eq. correspond ainsi à la concentration de CO₂ seul qui impliquerait le même niveau de forçage radiatif que le mélange de GES considéré.

la consommation de 0,06% par an (valeur médiane). Les hypothèses sous-jacentes de ce scénario requièrent une disponibilité immédiate de toutes les technologies et une coordination internationale efficace. Or, étant donné la situation actuelle, on sait à quel point ces hypothèses sont conditionnelles. Par exemple, la non disponibilité de la CCS peut augmenter ces coûts de 138% (entre 2015-2100), et une limitation de la biomasse augmenterait les coûts de 64% (colonnes gris dans le tableau). Pareillement, si l'atténuation est retardée jusqu'en 2030, ces mêmes coûts peuvent être majorés de 28 à 37% (colonnes orange).

L'analyse de ces estimations au niveau mondial nous inspire à faire trois remarques. La première est que la stabilisation des émissions à un niveau compatible avec la limitation de la hausse de température à 2°C (450 ppm) est possible, les coûts associés étant plutôt faibles jusqu'en 2030. Ces coûts progressent rapidement jusqu'au milieu du siècle, mais cette progression diminue en intensité par la suite. La deuxième remarque consiste en la disponibilité et la dissémination des technologies, élément clé pour la stabilisation des émissions. Au-delà des investissements que cela implique, nous faisons remarquer que dans le cadre de la CCNUCC le récent mécanisme de transfert de technologie ne produit pas encore de résultat concret, alors qu'une grande partie des réductions des émissions est attendue dans les pays n'ayant pas accès à ces technologies. Enfin, la troisième remarque concerne l'avantage d'une action précoce. Comme nous l'avons fait noter, le report des actions climatiques augmenterait significativement les coûts de stabilisation des émissions.

De manière générale, l'importante variation des coûts estimés par le GIEC ne doit pas être prise sous un angle « rhétorique » en proie aux manipulations cherchant à les minorer, ou, contrairement, à les majorer. Cette large fourchette de coûts appelle un jugement compréhensif, qui, de par ses implications, dépasse le cadre économique *stricto sensu*. Ces résultats doivent être considérés, explique O. Edenhofer, comme « des cartes vivantes, tracées par des scientifiques à partir des plus récentes évidences, afin d'aider les politiques à naviguer sûrement dans un paysage largement inconnu »⁴².

2.5.2. Résultats des IAM dans AMPERE

Le projet AMPERE⁴³ explore différentes trajectoires de réduction des émissions et les coûts associés sous diverses contraintes, à travers un panel de modèles donné. Aussi, le projet tient compte de l'évolution historique des émissions et des politiques climatiques existantes (*i.e.* les engagements depuis Copenhague). Une des particularités du projet, que nous entendons exploiter, est d'introduire des scénarios basés sur une coalition d'États qui se placerait en tête de course : l'UE ou l'UE et la Chine. Dans ce cas, ces pays engagent des actions de réduction des émissions fortes et immédiates, pendant que le reste du monde poursuit jusqu'à un certain

⁴² O. Edenhofer (2014). The IPCC cost estimates. *The Economist*, mai 2014.

⁴³ Le projet, les équipes participantes, les publications et les données connexes sont disponibles en ligne : <http://ampere-project.eu/web/>. Consulté le 16.03.2015.

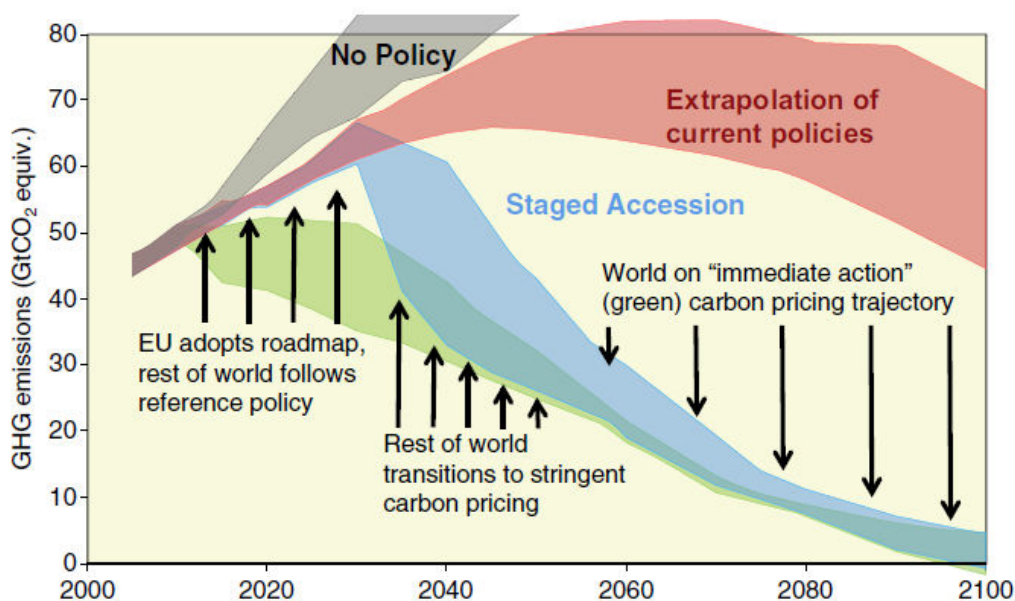
point (2030) un trend de référence. Il s'agit de ce que les auteurs appellent une construction du régime climat par étapes (ang. *staged accession scenarios*). Ces étapes sont franchies au fur et à mesure que les pays rejoignent l'effort commun, le résultat final conduisant à différents niveaux de stabilisation des émissions.

Le projet met en exergue trois résultats. Le plus important, nous semble-t-il, est que les réductions des émissions dans les deux prochaines décennies sont cruciales pour l'ensemble des évolutions qui vont suivre (message délivré également par le GIEC). Le deuxième résultat concerne l'Europe (et incidemment la Chine) et son/leur potentiel à engager les autres pays en direction des actions de réductions des émissions compatible avec le 2°C. On pourrait interpréter ces projections sous l'angle du leadership, bien que la question ne soit pas exprimée sous cette forme dans le projet. Le dernier résultat concerne la transition énergétique ainsi que les défis et les opportunités que cela implique pour l'Europe lorsque celle-ci engage une politique climatique forte.

Cette sous-section se base évidemment sur les travaux menés dans le cadre du projet AMPERE et particulièrement sur les articles de Schaeffer *et al.* (2015) et Krigler *et al.* (2014, 2015), papiers parus dans le numéro spécial de *Technological Forecasting and Social Change* (en janvier 2015, mis à part le rapport final, Krieglner *et al.* 2014). Pour ce qui concerne notre analyse, nous allons nous concentrer sur deux résultats. Dans un premier temps, nous allons présenter l'évolution relative des émissions et les hausses de température qui en résultent pour l'ensemble des scénarios et, dans un deuxième temps, nous allons présenter les résultats en termes de coûts des politiques climatiques. Il s'agit des coûts en termes de pertes dans la consommation et en termes d'abattement des émissions pour une sélection de scénarios compatibles avec le 2°C.

Les modèles présents dans le projet AMPERE (au nombre de 17) projettent une augmentation des températures entre 3,5 et 6°C à la fin du siècle. En tenant compte des engagements actuels, pris après Copenhague, les émissions devraient conduire à des hausses de températures de l'ordre de 3 à 4°C, températures qui progresseraient au courant du siècle suivant. Les scénarios qui visent la limitation des températures à 2°C exigent que les émissions soient, pour la plupart, éliminées au cours de ce siècle. Compte tenu des niveaux des émissions dans les deux prochaines décennies, il serait nécessaire (pour limiter donc la hausse des températures à 2°C), que les émissions soient négatives vers la fin du siècle (en vert sur le graphique, visible en fin de la période) (Figure 2.27).

Figure 2.27. Comparaison des scénarios dans le projet AMPERE



Dans les scénarios d'« extrapolation » il s'agit des engagements pris à horizon 2020 qui sont reconduits jusqu'en 2100. Les scénarios 2°C impliquent l'action immédiate ; ceux-ci sont représentés en vert. Les scénarios de consolidation par étape du régime (*staged accession scenarios*) poursuivent la trajectoire des politiques actuelles jusqu'en 2030 et changent par la suite. Après 2030, ces trajectoires suivent une évolution similaire aux scénarios 2°C.

Source : Kriegler *et al.* 2014.

Les trajectoires compatibles avec le 2°C impliquent un budget carbone limité (1500 GtCO₂ pour 450 ppm et 2400 GtCO₂ pour 550 ppm CO₂-eq.)⁴⁴. Si les politiques climatiques manquent d'ambition dans l'immédiat, alors le respect des budgets carbone compatible avec le 2°C nécessite des baisses sévères par la suite (entre 2030 et 2050, en bleu sur la figure). Par exemple, si les politiques actuelles sont maintenues jusqu'en 2030, alors les taux annuels de réduction des émissions devraient être de 6 à 8% jusqu'en 2050 (réductions d'autant plus importantes si on les compare avec l'augmentation de 2% observée pendant les deux dernières décennies). Ces taux de réduction impliquent une multiplication par un facteur quatre des énergies bas-carbone (renouvelables et fossiles avec CCS), ce qui nécessite que la moitié des infrastructures liées à production de l'énergie soit remplacée dans les vingt prochaines années (Kriegler *et al.* 2014).

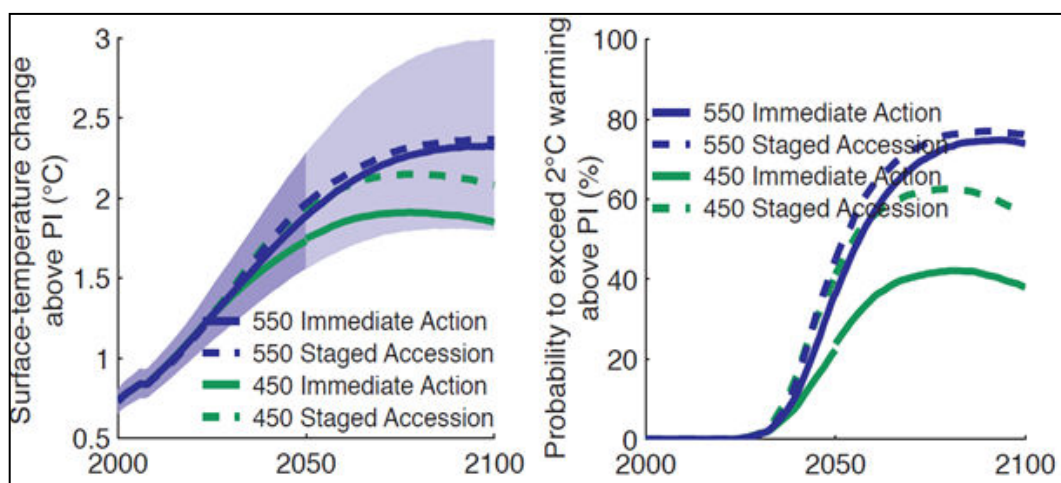
Mis à part le déploiement sans précédent de technologies et la modification du mix énergétique que cela implique, les trajectoires 2°C avec action différée (*delayed action*) augmentent les coûts d'abattement des émissions de 10 à 40% par rapport aux scénarios avec action immédiate (bien moins que les estimations du GIEC). Cela étant, le rapport final du projet note que même les scénarios avec action immédiate (en vert dans la figure ci-dessus)

⁴⁴ En cela, les scénarios modélisés dans AMPERE diffèrent des scénarios RCP. Ceux-ci raisonnent en termes de budget carbone et non pas à forçage radiatif donné. Cette différence est due à l'impossibilité des modèles à prendre en compte tous les GES (*e.g.* aérosols) et les forçages associés.

nécessitent un doublement des énergies bas-carbone et des taux de réduction des émissions conséquents, de l'ordre de 3 à 4% par an (Kriegler *et al.* 2014).

De manière plus détaillée, dans AMPERE sont développés cinq types de scénarios, chaque type comprenant plusieurs *sets* d'estimation des trajectoires (treize au total). Pour illustrer notre analyse, nous allons considérer quatre sets de scénarios, les quatre étant compatibles avec le 2°C. Les deux premiers scénarios sont les *450 Immediate* et *Staged Action* : dans le premier cas, un prix carbone compatible avec le 2°C est imposé au niveau mondial, alors que, dans le deuxième cas, l'Europe se place en tête de course, pendant que les autres pays suivent après 2030 (les prix carbone correspondent au scénario *450*, étant harmonisés au niveau monde). Les deux scénarios *550* sont similaires aux précédents, à la différence qu'il s'agit, comme le nom l'indique, d'une concentration supérieure. Pour ne pas alourdir notre exposé, nous allons présenter uniquement le résultat en termes d'augmentation des températures associées à ces trajectoires. Incidemment, pour rejoindre l'analyse précédente concernant les incertitudes liées à ces résultats, nous présentons les probabilités pour que ces trajectoires dépassent la cible de 2°C (Figure 2.28).

Figure 2.28. Projections de hausse de températures moyennes dérivées des scénarios IAM compatibles avec le 2°C et probabilité d'excéder cette cible



Notes : Les courbes représentent les valeurs médianes des projections. La zone nuancée en bleu représente l'intervalle de confiance de 66%.

Source : Schaeffer *et al.* 2015.

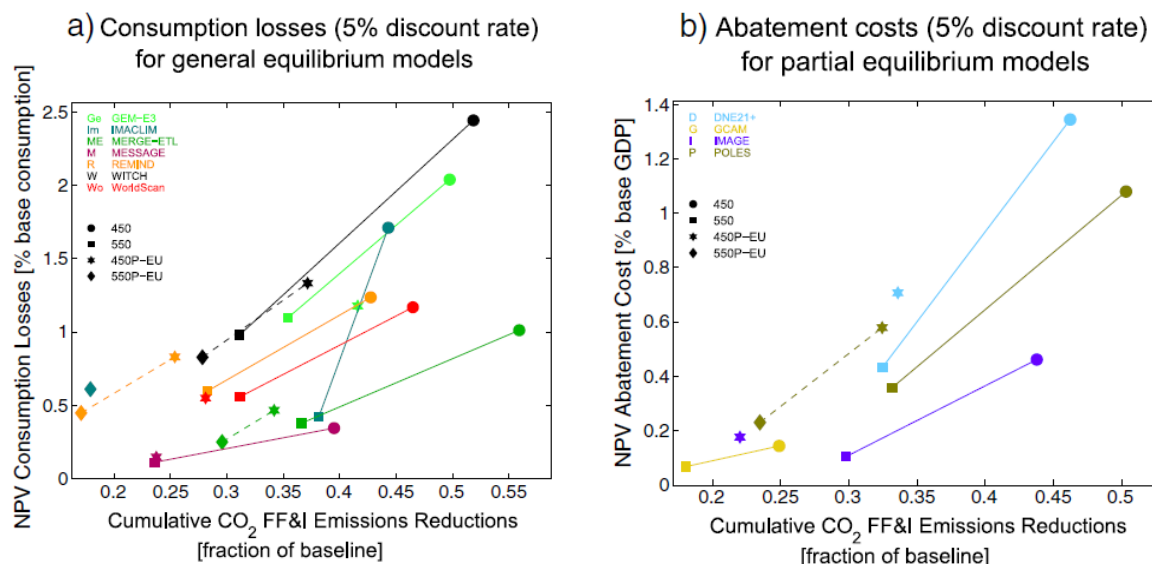
Le scénario *450 Immediate Action* mène à une hausse des températures en dessous du 2°C, projection dans laquelle la tendance à la baisse s'enclenche à partir de 2070. Le scénario *450 Staged Accession* est légèrement au-dessus du précédent, mais les hausses sont encore inférieures au 2°C. Pour une concentration supérieure, à 550 ppm CO₂-eq., la température dépasse le 2°C, mais les températures restent tout de même proches de la cible. La différence consiste en le profil d'évolution des températures. Si dans les deux scénarios *450* la tendance est à la baisse au courant de ce siècle, pour les trajectoires *550* la tendance est à la stabilisation.

Pour ce qui concerne la probabilité que la hausse de température dépasse les 2°C, nous faisons remarquer que, pour la *baseline* (non montrée dans la figure), cette probabilité est de plus de 66% dès 2050 et de plus de 90% dès 2060. Pour les scénarios 450 la probabilité de dépasser cette cible est en dessous de 66% (probabilité correspondant au scénario 450 *Stages Accession*). Pour le 450 *Immediate Action* la probabilité de dépasser les 2°C est en dessous de 40%. Cela étant, notent Schaeffer *et al.* (2015), sur l'ensemble des scénarios 450 la probabilité de rester en dessous de 2°C est de 55%, alors que la réalisation d'un scénario avec un degré de confiance « probable » (*likely*, selon la terminologie du GIEC) est de >66%. Pour ce qui concerne les scénarios 550, ceux-ci vont « probablement » (>66%) mener au dépassement de cette cible. Pis encore, ces scénarios ont une probabilité de 40-50% de dépasser 2,5°C en 2100 (estimation non visible sur la figure).

Au final, il n'y a que le scénario 450 *Immediate Action* qui garantit la « probabilité » (au sens du GIEC) de rester en dessous de 2°C. D'un point de vue « constructif », pour reprendre les mots de Weitzman, la « prudence » indiquerait ce scénario comme étant optimal. En même temps, pour reprendre encore une fois P. Criqui, ce scénario correspondrait au « souhaitable » beaucoup plus qu'au « probable ».

Nous poursuivrons cet examen avec l'analyse des coûts des politiques climatiques en termes de variation de la consommation et des coûts d'abattement des émissions (Kriegler *et al.* 2015). Pour ces fins, nous allons reprendre les mêmes scénarios que précédemment : 450 et 550 ppm CO₂-eq., avec l'Europe en tête de course (*Staged Accession*) (Figure 2.29).

Figure 2.29. Coûts des politiques climatiques mondiales pour la période 2010-2050 en fonction des réductions des émissions cumulées entre 2010 et 2050



Notes : a) Il s'agit, comme indiqué, des valeurs actualisées (à 5%) des pertes de consommation dans les modèles d'équilibre général indiqués ; b) Les coûts de réduction des émissions dans les modèles d'équilibre partiel pour les modèles indiqués. Les lignes pleines montrent la différence entre les scénarios *Immediate Action*, 450 et 550. Les lignes pointillées montrent la différence entre les scénarios *Staged Accession*, 450 et 550.

Source : Kriegler *et al.* 2015.

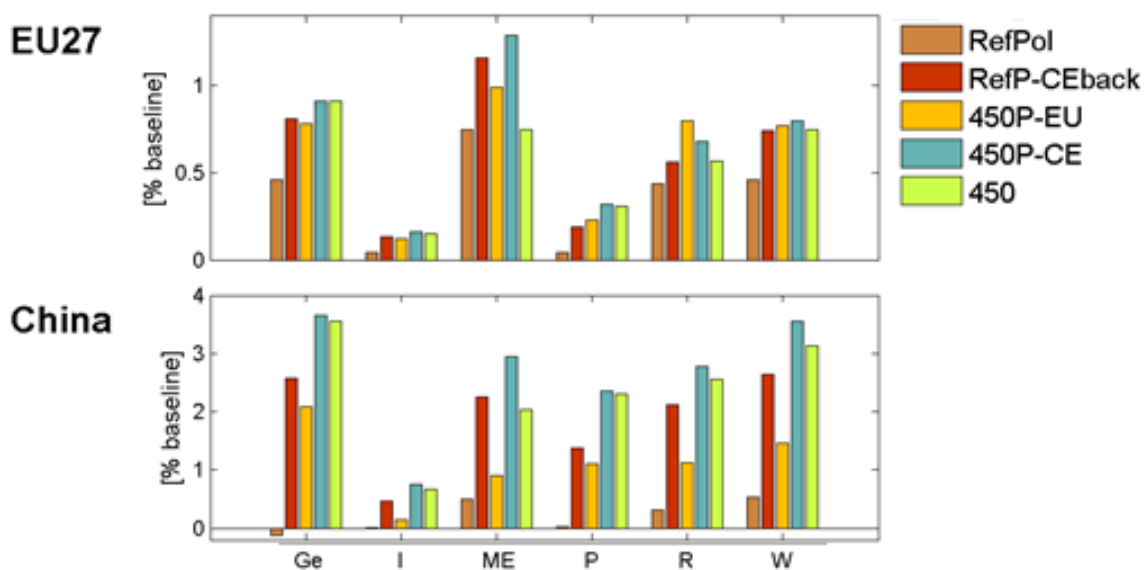
En général, il est supposé que les coûts d'atténuation augmentent avec l'ambition des politiques. Il est également supposé que lorsque les politiques sont repoussées dans le temps, les mêmes coûts du changement climatique augmentent. Cela est dû au fait que dans les scénarios avec « action immédiate » les émissions soient réduites là où le coût marginal d'abattement est le moindre. Par conséquent, les scénarios *Staged Accession* ont des coûts supérieurs aux scénarios *Immediate Action* (Kriegler *et al.* 2015). Dans la figure ci-dessus les coûts d'atténuation croissent entre les scénarios 550 et 450 et entre 550P-EU et 450P-EU. Les différences entre ces estimations, expliquent les auteurs, sont dues à la manière dont les modèles répondent à l'introduction des prix carbone et, pour ce qui est des modèles d'équilibre général, à la manière dont la hausse des prix de l'énergie impacte l'économie. Pour les modèles en équilibre partiel, les coûts reflètent la surface sous la courbe marginale de réduction totale (Kriegler *et al.* 2015).

Au niveau monde, les scénarios *Staged Accession* ont des coûts inférieurs par rapport à ceux à l'action immédiate, mais en revanche, ceux-ci mènent évidemment aux moindres réductions. Par exemple, dans la Figure 2.29 a) nous pouvons suivre l'évolution des coûts tels que donnés par IMACLIM. Dans les scénarios *Immediate Action*, la perte de consommation passe de 0,4% du Pib pour un scénario 550 à 1,6% pour un scénario 450. Dans la même figure, panel b), les coûts d'abattement donnés par POLES progressent de 0,4% du Pib pour le 550 à 1,1% pour le scénario 450 (*Immediate Action*). Ceci dit, notent Kriegler *et al.* (2015), dans les scénarios *Staged Accession*, les coûts pour le reste du monde ont une progression plus importante après 2030 par rapport au scénario *Immediate Action*, en raison de l'introduction du prix carbone. Dans ce cas, il s'agit d'un arbitrage entre le court (coûts supportés plus tôt et des niveaux bas) et le moyen terme (coûts reportés et niveaux plus élevés).

Enfin, le dernier résultat que nous voudrions mettre en exergue concerne les coûts d'atténuation dans une perspective régionale. Il s'agit de savoir, pour ce qui nous intéresse, quels sont les coûts pour l'Europe et la Chine au cas où ces pays se placeraient en tête de course par rapport à la mise aux politiques climatiques⁴⁵. Pour cela, dans la figure ci-après, nous allons reprendre quatre scénarios. Mis à part le scénario Référence (en marron), il s'agit du scénario 450 *Immediate Action* (en vert) et deux scénarios *Staged Accession* : 450P-EU (Europe en tête, en orange) et 450P-CE (Chine et Europe en tête, en bleu). Nous ne considérons pas le scénario *RefP-CEback* qui décrit une situation dans laquelle l'Europe revient sur son engagement de référence (Figure 2.30).

⁴⁵ Le projet ne traite pas spécifiquement des États-Unis. Cela étant, du point de vue de la coopération, c'est le couple Europe-Chine qui nous intéresse davantage.

Figure 2.30. Coûts régionaux d'atténuation entre 2010-2050



Notes : Les histogrammes montrent les pertes de consommation (actualisées à 5%/an, par rapport à la *baseline*) pour les modèles d'équilibre général (Ge=GEM-E3, Me=MERGE-ETL, R=ReMIND, W=WITCH) et les coûts d'abatement (par rapport à la *baseline*) pour ce qui est des modèles d'équilibre partiel (I=IMAGE, P=POLES).

Source : Kriegler *et al.* 2015.

Pour rappel, le scénario *450 Immediate Action* (en vert) décrit une situation dans laquelle la coopération démarre immédiatement, il y a un prix carbone mondial et une dissémination des technologies. Dans les scénarios *Staged Accession (450P-EU, 450P-CE)*, l'Europe et la Chine agissent en tant que leaders (*front runner*), pendant que les autres pays poursuivent leurs politiques climatiques respectives (celles qui découlent des engagements pris à Copenhague). Dans le cas de l'Europe seule en tête de course, les politiques climatiques sont compatibles avec sa Feuille de route (-25%, -40% et -80% en 2050). Lorsque l'Europe et la Chine sont toutes deux en tête, les prix carbone pour ces deux pays correspondent au scénario 450 ppm, pendant que les autres pays suivent le scénario de référence. Après 2030, ces pays adoptent un prix carbone correspondant au scénario *450 Immediate Action*. Comme nous l'avons dit, les coûts dans les scénarios à action immédiate sont supérieurs aux scénarios de référence. Ces coûts, notent les auteurs, sont par ailleurs plus importants dans la deuxième partie du siècle (situation due à l'effet d'accumulation des politiques d'atténuation, non montré dans la figure).

Lorsqu'on regarde les estimations pour l'Europe, pour les scénarios *450 Immediate Action* et *450P-EU*, on remarque la diversité des résultats, ceux-ci montrant des coûts plus ou moins importants d'un scénario à l'autre. Dans POLES et IMACLIM par exemple, les différences sont assez faibles (rappelons cependant qu'ils ne mesurent pas les mêmes choses). Pour illustrer l'ordre de grandeur de ces coûts, Kriegler *et al.* (2015) comparent ces coûts avec l'effet de la crise financière de 2008. Nous reprenons cet exemple pour sa nature illustrative. Ainsi, la croissance européenne, pour la période 2008-2017 et compte tenu de la crise, est

supposée être de 6,5% (WEO 2013), alors que celle-ci aurait dû être de 2%/an (projection initiale). L'écart entre la croissance hors effet crise (2%) et la croissance effective (0,7%) est de l'ordre de 1,3% par an, soit beaucoup moins que la mise en place des politiques climatiques (0,04 du Pib/an).

Dans le cas de l'Europe en tant que *front runner* (450P-EU), le projet montre un autre résultat, qui est donné comme « robuste » dans tous les modèles. Il s'agit dans ce cas de l'augmentation de l'efficacité énergétique, l'évolution des renouvelables, la diversification de l'offre d'énergie, s'agissant donc d'une amélioration de la sécurité énergétique (des conclusions similaires ressortent également du projet SECURE ; voir Criqui et Mima 2012). Ces implications sont valables y compris si les autres pays ne suivent pas l'exemple européen. Par ailleurs, les co-bénéfices des politiques climatiques renforcent ces résultats, puisque l'utilisation des énergies bas carbone amène des gains en termes de santé ou encore en termes de coûts de production d'électricité (substitution du charbon par des renouvelables autres que la biomasse) (Kriegler *et al.* 2015).

Pour ce qui concerne la Chine, l'on remarque, avant tout, que dans le scénario de *référence* les coûts sont très bas. La plupart des modèles, expliquent les auteurs, estiment que les engagements de Copenhague peuvent être atteints uniquement par des moyens technologiques, la mise en place d'un prix carbone n'étant pas nécessaire. Par contre, un scénario *450 Immediate Action* fait grimper les coûts significativement, au-dessus de la moyenne mondiale (non montré dans le graphique). Le cas où la Chine reporte l'introduction d'un prix carbone pour après 2030 (450P-EU) conduit à des réductions des coûts (par rapport au 450) par un facteur de 1,7 à 5,2 sur la période 2010-2050 (estimation d'ensemble de tous les modèles, valeurs actualisées). Cela pose évidemment la question de l'arbitrage à laquelle se confronte la Chine (tout comme les autres pays), qui devrait assumer des coûts bien plus importants si elle décidait de mettre en place des politiques ambitieuses.

*

Pour clore sur cette analyse, nous proposons de regarder plus particulièrement le scénario *450P-CE* (l'Europe et la Chine en tête de course), à travers les estimations de POLES (en bleu sur la figure). Nous proposons également de considérer ce scénario dans un cadre coopératif d'un leadership conjoint entre l'Europe et la Chine. Dans ce cas de figure, le partage de l'effort entre les deux pays apparaît très inégal. Si pour l'Europe les coûts sont en dessous de 0,5% du Pib, pour la Chine ils sont supérieurs à 2%. Pour des raisons de concision, nous ne montrons pas la différence avec le reste du monde, mais cette différence est évidemment d'autant plus importante.

Bien que les coûts ne puissent, à eux seuls, rendre la dynamique du régime climat, cela laisse entrevoir l'ampleur de la difficulté que cette question introduit dans la lutte contre le changement climatique. Cela pose vraisemblablement un problème de compensation, ou un problème de *partage*, soit du « fardeau » (pour reprendre le jargon de la CCNUCC), soit du « leadership » (pour employer le jargon de l'EPI). Dans le premier cas, il s'agirait d'une répartition des coûts plus large (au niveau des autres pays) et, dans le deuxième, il s'agirait d'un leadership assumé par d'autres pays en dehors de l'Europe et de la Chine (disons les États-Unis). Dans les deux cas, le résultat pourrait entraîner des différences de coûts moins importantes, donc politiquement et économiquement plus acceptables.

Conclusion

Nous avons commencé ce chapitre par définir les coûts d'atténuation du changement climatique et par préciser les cadres théoriques par lesquelles nous approchons la question, l'analyse coût-bénéfice et coût-efficacité. Nous nous sommes interrogés sur le choix du taux d'actualisation et de ses paramètres. Ces éléments introductifs ont été censés poser les bases de l'analyse des coûts de l'atténuation. Nous avons poursuivi avec l'analyse d'un scénario énergétique en ACE, à travers les estimations d'un modèle en équilibre partiel (POLES, projet SECURE). Nous avons passé en revue trois scénarios possibles, dont un qui vise la hausse des températures à 2°C. Nous avons analysé ces scénarios à travers un choix restreint d'indicateurs, portant sur la consommation primaire et sur l'évolution des émissions. Pour ce qui est de la probabilité que ces pays se retrouvent dans un de ces scénarios, nous pouvons supposer qu'ils évolueront sur un *continuum* allant du scénario « probable » (*Muddling through*) vers le scénario « souhaitable » (*Global Régime*).

Ce que montrent ces projections, c'est qu'avec des valeurs du carbone qui ne dépassent pas les 40€/t la cible de 2°C ne peut être atteinte. Ces valeurs doivent grimper rapidement (être multipliées par un facteur dix en 2050) pour stabiliser les émissions au niveau convenu internationalement. Les niveaux d'émissions de CO₂ pour les trois pays que nous analysons, dépendront de l'ambition des politiques climatiques, donc des prix du carbone que ces pays vont mettre en place. Nous pouvons dire que ce sont ces prix, reflet de la volonté politique et de la préférence nationale en matière de climat, qui déterminent l'évolution ou la trajectoire que suivra la transition énergétique pour chacun des trois pays.

Nous avons poursuivi avec la présentation des estimations de deux modèles paradigmatiques (ACA), qui alimentent la réflexion autour des politiques climatiques (celui du rapport Stern et de Nordhaus). Malgré les différences entre ces deux exercices d'évaluation, il faut voir ce sur quoi Stern et Nordhaus sont en accord. Au-delà du fait que le laisser-faire n'est pas une option, ces auteurs recommandent fortement la mise en place des actions immédiates et tirent la sonnette d'alarme par rapport aux conséquences désastreuses qu'implique le changement climatique. De ce point de vue, il faut remarquer la « compatibilité » de leurs recommandations par rapport aux politiques climatiques. Ceci dit, force est de constater que ce sont surtout les *différences* entre ces deux analyses qui ont prévalu sur les similarités.

Lorsqu'on parle de politique climatique, une question essentielle est celle du coût social du carbone. Pour Stern, ce coût est de 85\$, pour Nordhaus 30\$, pour l'EPA 40\$, pendant que sur le marché les quotas carbone s'échangent autour de 7\$ (mars 2015). À l'évidence, ces chiffres doivent être repris séparément, on doit spécifier les années et les hypothèses sous-jacentes des modélisations respectives, mais les grandeurs sont là. La bonne nouvelle réside peut-être dans le fait que le prix de marché peut grimper vite. Le problème est, avant tout, politique, étant lié au fait que le signal-prix n'est pas donné convenablement. En attendant, l'écart risque de s'amplifier, puisque les coûts sociaux se creusent et que les prix carbone ne progressent pas.

La dernière partie traite des estimations récentes des coûts de politiques climatiques, estimations portées par des modèles qui adoptent des approches coûts-efficacité. Nous avons

passé en revue les estimations du GIEC ainsi que celles du projet européen AMPERE. Pour ce qui des estimations du GIEC, nous avons vu que les coûts associés à une stabilisation précoce des émissions sont plutôt faibles sous certaines hypothèses, notamment pour ce qui concerne la dissémination des technologies et le *timing* de l'action (supposée immédiate). De l'autre côté, ces coûts peuvent augmenter, dans le cas où ces hypothèses ne se confirment pas, et notamment, au cas où le CCS ne réussit pas.

Dans le projet AMPERE, les estimations sont similaires à celles du GIEC. Nous avons pris deux exemples correspondant aux deux types de modélisation, en équilibre général et partiel. Pour ce qui est du premier type, dans les scénarios *Immediate Action*, IMACLIM projette une perte de consommation de 0,4% du Pib pour un scénario 550 et 1,6% pour un scénario 450. Pour ce qui est du deuxième type, les coûts d'abattement estimés par POLES progressent de 0,4% du Pib pour le scénario 550 à 1,1% pour le scénario 450. Enfin, le dernier résultat concerne une combinaison particulière dans laquelle deux États mettent en place des actions climatiques fortes. Il s'agit du cas où l'Europe et la Chine prendraient le devant dans la lutte contre le réchauffement climatique. Nous avons artificiellement lié ce concept à celui de leadership. Ces scénarios révèlent un déséquilibre marquant entre les coûts supportés par l'Europe, voire par le reste du monde, d'une part, et la Chine, d'autre part, ceux-ci étant quatre fois supérieurs.

Cela pose, une fois de plus, le problème de la coopération internationale – au sens fort du terme –, raison pour laquelle nous avons relié ce scénario à la notion de leadership. Un régime climatique fort ne peut se mettre en place que si les problèmes d'harmonisation de ces coûts, de manière acceptable, voire équitable, sont concrètement traités. Cela renvoie à des questions qui dépassent le domaine économique, auquel nous avons souhaité nous limiter dans ce chapitre.

Bibliographie du Chapitre 2

Aglietta M., Hourcade J.-C. (2012). Can Indebted Europe Afford Climate Policy? Can it Bail out its Debt without Climate Policy? *Intereconomics*, 47 (3), pp.159–164.

Arrow K.J., Cline W.R., Maler K.-G., Munasinghe, Squitieri M. R., Stiglitz J.E. (1996). Intertemporal equity, discounting and economic efficiency. In J.P. Bruce, H. Lee, E.F. Haites (éds.), *Climate Change 1995 - Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Cambridge University Press.

Blanchard O. et Criqui P. (2000). La valeur du carbone : un concept générique pour les politiques internationales et nationales de réduction des émissions. *Économie Internationale*, 82, pp. 75-102.

Coase R.H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 3, pp. 1-44.

Crassous R. (2008). *Modéliser le long terme dans un monde de second rang : application aux politiques climatiques*. Thèse de doctorat. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).

Criqui P. et Ilasca C. (2010). Les engagements pris à Copenhague et la question de la comparabilité des efforts. *Responsabilité et environnement*, 59, pp.45-59.

Criqui P. et Kitous A. (2012). 2010-2020 : une décennie décisive pour l'avenir du climat planétaire. *Économie Appliquée* LXV, 2, Questions pour Rio+20, pp. 47-76.

Criqui P. et Mima S. (2012). European Climate - Energy Security Nexus: a model based scénario analysis. *Energy Policy*, 41 (1), pp. 827-842.

Criqui P., Ilasca C., Prados E. (2014). *National Soft Landing CO₂ Trajectories under Global Carbon Budgets*. PACTE–EDDEN, Cahier de recherche 3/2014.

Dupuy J.-P. (2010). Pour un catastrophisme éclairé. In J.-P. Touffut (dir.), *Changement de climat, changement d'économie ?* Paris, Albin Michel.

European Commission (2006). *World Energy Technology Outlook – WETO H₂*. Directorate-General for Research, Brussels.

Godard O. (2010). La discipline économique face à la crise de l'environnement : Partie de la solution ou partie du problème ? In J.-P. Touffut (dir.), *Changement de climat, changement d'économie ?* Paris, Albin Michel.

Gollier C. (2010). Ecological discounting. *Journal of Economic Theory*, 145 (2), pp. 812-829.

Grandjean A. (2012). La monnaie, une affaire d'États. *Revue Projet*, 4 (329), pp. 81-87.

Guivarch C. (2010). *Évaluer le coût des politiques climatiques. De l'importance des mécanismes de second rang*. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est.

- Hamilton C. et Turton H. (2002). Determinants of emissions growth in OECD countries. *Energy Policy*, 30 (1), pp. 63-71.
- Hanaoka T., Kainuma M., Kawase R., Matsuoka Y. (2006). Emissions Scénarios Database and Regional Mitigation Analysis: A Review of Mitigation Scénarios since the IPCC Third Assessment Report. *Environmental Economics and Policy Studies*, 7 (3), pp.367-389.
- Hardelin J. et Marical F. (2011). *Taux d'actualisation et politiques environnementales : un point sur le Débat*. Études et documents no. 41, mai 2011. Commissariat Général au Développement Durable.
- Henry C. et Henry M. (2003). Etat de la connaissance scientifique et mobilisation du principe de précaution. Séminaire *Développement durable et économie de l'environnement*, organisé par l'Iddri et la chaire Développement durable Ecole polytechnique – EDF.
- Hof A.F., Elzen M.G.J. den, Vuuren D.P. van (2008). Analysing the costs and benefits of climate policy: Value judgements and scientific uncertainties. *Global Environmental Change*, 18 (3), pp. 412– 424.
- Hope C. (2006). The marginal impact of CO₂ from PAGE2002: An integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern. *Integrated Assessment*, 6 (1), pp. 19-56.
- Hope C. (2008). Discount rates, equity weights and the social cost of carbon. *Energy Economics*, 30 (3), pp. 1011-1019.
- Hourcade J.-C. (2014). Le défi climatique pour horizon. *Revue Projet*, 2 (339), pp. 41-48.
- Hourcade J-C. et Hallegatte S. (2008). *Le rapport Stern sur l'économie du changement climatique : de la controverse scientifique aux enjeux pour la décision publique et privée*. Institut Veolia environnement.
- IEA (2012). *World energy outlook 2012*. IEA, Paris.
- IEA (2014). *World Energy Outlook 2014*. IEA, Paris.
- IPCC (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- IPCC (2007). Climate change 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- IPCC (2014). Summary for Policymakers. In O.Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (éds.), *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC (2014). Contribution of Working Group III [en ligne]. <http://mitigation2014.org/>. Consulté le 09.03.2015.

- Jaccard M., Nyboer J., Bataille C., Sadownik B. (2003). Modeling the Cost of Climate Policy: Distinguishing Between Alternative Cost Definitions and Long-Run Cost Dynamics. *The Energy Journal*, 24 (1), IAEE, Cleveland.
- Kaya Y., Yokobori K. (1997). *Environment, Energy, and Economy: Strategies for Sustainability*. Tokyo, UNU Press.
- Kriegler *et al.* (2014). *AMPERE. Assessing Pathways toward Ambitious Climate Targets at the Global and European Levels. A synthesis of results from the AMPERE project* [en ligne] <http://ampere-project.eu>.
- Kriegler *et al.* (2015). Making or breaking climate targets: The AMPERE study on staged accession scénarios for climate policy. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, Part A, pp. 24–44.
- Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W, Raper S.C.B., Frieler K, Knutti R., Frame D.J., Myles R.A. (2009). Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature*, 458 (7242), pp. 1158–1162.
- Mastrandrea M. D., Mach K. J., Plattner G.-K., Edenhofer O., Stocker T. F., Field C. B., Ebi K. L., Matschoss P. R. (2011). The IPCC AR5 guidance note on consistent treatment of uncertainties: a common approach across the working groups. *Climatic Change*, 108 (4), pp 675-691.
- Mendelsohn R.O. (2006). A critique of the Stern Report. *Regulation*, winter, pp. 42-46.
- Millner A., Dietz S., Heal G. (2013). Scientific Ambiguity and Climate Policy. *Environmental and Resource Economics*, 55 (1), pp. 21–46.
- Moss *et al.* (2010). The next generation of scénarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463, pp. 747-756.
- Nakicenovic N., Victor N., Morita T. (1998). Emissions Scénarios Database and Review of Scénarios. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 3 (2-4), pp. 95-131.
- Nakicenovic N., Alcamo J., Davis G., Vries B. de, Fenhann J., Gaffin S., Gregory K., Grubler A., Yong Jung T., Kram T., La Rovere E.L., Michaelis L., Mori S., Morita T., Pepper W., Pitcher H.M., Price L., Riahi K., Roehrl A., Rogner H.-H., Sankovski A., Schlesinger M., Shukla P., Smith S.J., Swart R., Rooijen S. van, Victor N., Dadi Z. (2000). *Special Report on Emissions Scénarios: a Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. GIEC, Genève.
- Nakicenovic N., Davidson O., Davis G., Grubler A., Kram T., La Rovere E.L., Metz B., Morita T., Pepper W., Pitcher H., Sankovski A., Shukla P., Swart R., Watson R., Dadi Z. (2000). *Scénarios d'émissions Rapport spécial du Groupe de travail III. Résumé à l'intention des décideurs du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. GIEC, Genève.
- Nakicenovic N., Kolp P., Riahi K., Kainuma M., Hanaoka M. (2006). Assessment of emissions scénarios revisited. *Environmental Economics and Policy Studies*, 7 (3), pp.137-173.
- Nordhaus W. (1991). To Slow or Not to Slow: The Economics of The Greenhouse Effect. *The Economic Journal*, 101 (407), pp. 920-937.

- Nordhaus W. (2008). *A question of Balance*. Yale University Press.
- Nordhaus W. (2009). An analysis of the dismal theorem. *Cowles Foundation Discussion Paper No. 1686*. Yale University Press.
- Nordhaus W. (2013). *The Climate Casino*. New Haven & London, Yale University Press.
- ONERC (2013). Découvrir les nouveaux scénarios SPP et RCP utilisée par le GIEC. Synthèse, Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique.
- Pachauri R., Taniguchi T., Tanaka K. (éds.) (2000). *Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC*. Geneva.
- Percebois J. (2012). Énergies 2050. Rapport du groupe de travail présidé par Jacques Percebois. Centre d'analyse stratégiques.
- Perthuis C. de, Buba J., Million A., Scapecchi P., Teissier O. (2011). Trajectoires 2020-2050 vers une économie sobre en carbone. Rapport du Comité présidé par Christian de Perthuis. La Documentation française.
- Pigou A. C. (1920). *The Economics of Welfare*. London, Macmillan and Co.
- Pindyck R.S. (2010). Fat Tails, Thin Tails, and Climate Change Policy. Working Paper 16353. Cambridge.
- Pindyck R.S. (2013). Climate Change Policy: What Do the Models Tell Us? *Journal of Economic Literature*, American Economic Association, 51 (3), pp. 860-872.
- Quinet A. (2008). *La valeur tutélaire du carbone*. Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Centre d'analyse stratégique.
- Schaeffer M. (2015). Mid-and long-term climate projections for fragmented and delayed-action scénarios. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, Part A, pp. 257–268
- Schelling T. (2010). Un faisceau d'incertitudes. In J.-P. Touffut (dir.), *Changement de climat, changement d'économie ?* Paris, Albin Michel.
- Schipper L., Ting M., Khrushch M., Golove W. (1997). The evolution of carbon dioxide emissions from energy use in industrialized countries: an end-use analysis. *Energy Policy*, 25 (7–9), pp. 651-672.
- Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (éds.) (2007). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Stern N. (2006). *The stern review report on the economics of climate change*. <http://eprints.lse.ac.uk/3149/>.
- Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (éds.) (2013). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Tirole J. (2009). Politique climatique, une nouvelle architecture internationale. Rapport du Centre d'analyse stratégique. Paris, La documentation française.

- Tol R.S.J. (2005). «The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An assessment of the Uncertainties». *Energy Policy*, 33 (16), pp. 2064-2074.
- Tol R.S.J., Yohe G.W. (2006). A review of the Stern Review. *World Economics*, 7 (4), pp.233-250.
- Tol R.S.J. (2007). The social cost of carbon: trends, outliers and catastrophes [en ligne]. *Economics Discussion Papers* 44. <http://www.economics-ejournal.org/economics/discussionpapers>. Consulté le 23.06.2014.
- Weitzman M. (2010a). What is the “damages function” for global warming — and what difference might it make? *Climate Change Economics*, 1 (1), pp. 57–69.
- Weitzman M. (2010b). Changement climatique extrême et économie. In J.-P. Touffut (dir.), *Changement de climat, changement d'économie ?* Paris, Albin Michel.
- Weitzman M. (2011). Fat-Tailed Uncertainty in the Economics of Catastrophic Climate Change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5 (2), pp. 275–292.
- Yawitch J. (2009). *Long Term Mitigation Scénarios: Process and Outcomes. Presentation at the Climate Change Summit 2009*. Department of Environmental Affairs and Tourism of South Africa.
- Zhang Z.X (2000). Can China afford to commit itself an emissions cap? An economic and political analysis. *Energy Economics*, 22, pp. 587–614.
- Zhong Xiang Z. (2003). Why did the energy intensity fall in China's industrial sector in the 1990s? The relative importance of structural change and intensity change. *Energy Economics*, 25 (6), pp. 625-638.

Chapitre 3.

Les impacts du changement climatique, les coûts de l'adaptation et la vulnérabilité climatique dans une perspective nationale

La réponse aux problèmes climatiques a souvent été appréhendée selon deux aspects principaux et distincts : l'atténuation et l'adaptation. La dynamique des émissions étant croissante et l'objectif final de la Convention étant de stabiliser ces émissions, les efforts se sont concentrés sur les actions de réduction. Bien que la question de l'adaptation fût présente dans le débat dès le début des années 1990, notamment à travers les textes de la CCNUCC, le changement climatique est rapidement devenu synonyme d'atténuation des émissions. Sans aller jusqu'à considérer l'adaptation comme « un aveu d'échec des politiques d'atténuation [et] une solution de dernier recours » (Gemenne *et al.* 2010), force est de constater l'absence de symétrie entre atténuation et adaptation ou, pour reprendre O. Godard (2010), « entre prévention et adaptation ».

L'arbitrage entre atténuation et adaptation fut renforcé par la lecture qui a été faite du principe de « responsabilité commune mais différenciée, et des capacités respectives » (article 2 de la CCNUCC). La distinction dichotomique entre pays¹ a fait que l'accent a été plutôt mis sur la différenciation de la responsabilité que sur l'aspect commun de celle-ci, et encore moins sur les capacités respectives (Aldy et Stavins 2012). Cette différenciation mettait en première ligne les pays AI (puisque'ils étaient davantage, voire entièrement, responsables du problème) et leur devoir d'atténuer les émissions, question qui s'est avérée suffisamment ample pour monopoliser le débat en dépit des autres aspects et notamment celui de l'adaptation.

L'introduction *de facto* de l'adaptation sur l'agenda internationale s'est faite progressivement à partir du milieu des années 2000 (de Perthuis *et al.* 2010). On peut invoquer plusieurs facteurs qui ont contribué à cela (ce qui peut être considéré tout aussi comme une prise de conscience). Ceux-ci furent à la fois scientifiques, avec les rapports du GIEC, (notamment la médiatisation du quatrième Rapport en 2007), politiques, à travers les prises de position de la part des pays vulnérables et des ONG, ainsi que socioéconomiques, avec de nombreux rapports, dont le rapport Stern (2006) est sans doute des plus significatifs. Ces éléments, pour ne pas citer que quelques-uns, ont marqué une prise de conscience progressive et collective de la nécessité de l'adaptation (Jamieson 2005). Cette conscience évolue concomitamment avec les faibles résultats concernant l'atténuation des émissions et s'impose « au fur et à mesure que l'on se rend compte des difficultés à définir et à atteindre des objectifs de mitigation à la fois partagés, réalistes et suffisamment ambitieux » (Magnan *et al.* 2009).

¹ Cette différenciation s'est précisée plus tard, en 1997, lors de la COP 3, avec le Protocole de Kyoto.

Dans le processus onusien, au sein de la COP, cette prise de conscience s'est dessinée de manière plus nette entre la Conférence de Bali en 2007 et celle de Cancun en 2010². En 2007 la CCNUCC livre un des plus importants rapports portant sur le problème de l'adaptation (document sur lequel nous allons nous appuyer dans cette section), tandis qu'à Cancun, dans les décisions adoptées, et pour la première fois dans les textes officiels, le chapitre concernant l'adaptation passe avant celui de l'atténuation (Décision 1/CP 16 2010). Plus encore, lors de cette dernière réunion, les pays développés s'engagent à fournir conjointement des ressources nouvelles et additionnelles à hauteur de 30 milliards de dollars sur la période 2010–2012 au titre d'un fond « à démarrage rapide » et également à augmenter cet effort et fournir jusqu'à 100 milliards de dollars annuellement jusqu'en 2020 – argent dont la destination doit être « équilibrée » entre l'adaptation et l'atténuation.

Cela marque un point important dans le débat sur l'adaptation. Un an après, à la COP de Durban, la question des méthodes, des sources de financement et des besoins peut être réellement posée, ce qui révèle l'ampleur, la complexité et les conséquences de l'adaptation, ainsi que l'absence d'une expertise solide dans ce sens (Décision 5/CP 17 2011). Ce ne sera donc que vers la fin des années 2000 que la question de l'adaptation commencera à s'imposer véritablement dans le débat, renvoyant automatiquement à la question des coûts de l'adaptation, surtout pour les PED.

La problématique de ce chapitre porte sur les coûts de l'adaptation et sur la vulnérabilité d'un point de vue socioéconomique. Ces deux facteurs sont à même d'influer grandement sur la manière dont les pays considèrent et se positionnent par rapport au changement climatique. Avec l'irruption de l'adaptation, le débat sur la meilleure manière de gérer le changement climatique sort de son sentier battu, qui concernait précédemment l'atténuation, et du périmètre d'un nombre limité de pays (les pays AI), et il embrase le monde des pays en développement au sens large, considéré souvent comme plus vulnérable (Field *et al.* 2012). Face à ce défi, les acteurs adoptent un comportement (plus ou moins) rationnel, procédant à une analyse des coûts et des avantages des politiques spécifiques. Cette problématisation pose en amont un autre problème, relatif aux sciences du climat et à leur viabilité, raison pour laquelle la question doit également être traitée.

Les actions ou les politiques climatiques qui découlent de ce défi dépendent, au-delà des moyens ou des préférences, de la manière dont les états projettent le monde et se projettent eux-mêmes dans l'avenir. Ces projections sont alimentées par divers *inputs* ou des considérations qui se sont imposées comme étant structurantes du débat. Pour ce qui concerne notre argumentation, nous nous sommes arrêtés sur les coûts de l'adaptation qui renvoient aux modalités et au *timing* des actions.

La rationalité requise pour gérer l'adaptation revêt des couleurs différentes dans les yeux des sociétés qui se voient confrontées aux impacts du réchauffement climatique. Comme le note O. Godard (2010), « nous sommes dans une période charnière de changement brutal des imaginaires à venir : l'apocalypse est venue se glisser au côté du progrès rayonnant pour structurer les représentations ». Face à ce dilemme, celui de considérer les conséquences d'un monde au-delà de 2°C d'augmentation et un autre marqué par une réduction coûteuse des

² On précise que la plupart de ces décisions ont été amorcées une année auparavant, lors de la Conférence de Copenhague, y compris l'adaptation.

émissions, le choix semble difficile à faire. Une indication dans ce sens, qui illustre bien la pensée des pays les plus concernés, est donnée par la Banque Mondiale : « Le développement est la forme la plus puissante d'adaptation » (EACC 2010). Ainsi, on se retrouverait dans une logique de type « anneau de Moebius » à la Godard³ (2004), dans laquelle on serait dans une dynamique circulaire de sens inverse : dans la mesure où on n'arrive pas à découpler la consommation d'énergie (fossile) de la croissance, le développement apparaît comme cause et solution à la fois.

Ce chapitre est structuré en trois sections. Dans la première section (3.1), nous ferons le point sur l'observation, l'incertitude et la complexité du climat. Comme nous verrons, l'adaptation risque d'être couteuse pour la société et non uniquement en termes économiques. Pour le dire autrement, la question est de savoir s'il s'agit d'un renchérissement qui aurait acquis des tendances catastrophistes ou d'un problème réel. Dans les deux sections suivantes (3.2 et 3.3), nous analyserons les coûts d'adaptation *per se*, selon deux perspectives, une de nature indépendante et transversale et l'autre plutôt nationale. La première catégorie d'étude présente l'avantage d'offrir une vue extérieure et homogène sur les coûts d'adaptation (du moins du point de vue de la méthodologie, des variables et des hypothèses considérées), permettant une certaine comparabilité des résultats. La deuxième catégorie de coûts est analysée selon une perspective nationale, afin de voir quelle différence il peut y avoir entre ces deux types d'estimations. Un éventuel écart observé est important de plusieurs points de vue, notamment pour ce qui concerne les anticipations des acteurs qui déterminent la place que l'adaptation occupera dans le prochain régime climat.

³ La comparaison porte sur ce que l'auteur appelle une « hiérarchie enchevêtrée » entre un système et son environnement. Ce couple (système – environnement) se trouve dans une dynamique circulaire de sens inverse dans laquelle l'un précède et, en même temps, est précédé de l'autre, d'où le terme d'hiérarchie enchevêtrée.

3.1. L'observation climatique et l'incertitude scientifique

Les difficultés de l'observation climatique⁴ ont été mises en exergue dès le début des années 1990. Le premier rapport du GIEC mentionne le fait que les travaux concernant le réchauffement climatique comportent de nombreuses inconnues. Concernant les incertitudes, il est question, dans ce premier rapport, du rythme, de l'ampleur et de la répartition régionale des effets dus au changement climatique (Houghton *et al.* 1990). La CCNUCC fait écho à ces préoccupations et les reproduit dans son préambule⁵ (Nations unies 1992). En même temps, saisissant le danger qui pourrait se cacher derrière ces inconnues, la Convention reprend la question dans ses principes et met en garde par rapport à la tentation de l'inaction : « Quand il y a risque de perturbations graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour différer l'adoption de telles mesures » (article 3). Le débat concernant le rapport entre science et politique climatique, entre faits et valeurs, semble ainsi amorcé.

Cette section traite de l'incertitude liée au réchauffement climatique et de la probité de la science. S'agit-il d'un réel problème et, par conséquent, d'un bien public global qui est menacé ou d'un simple échafaudage intellectuel ? Dans un premier temps, nous ferons quelques précisions préalables concernant les sciences du climat. Ensuite, nous allons voir les principales difficultés liées à *l'évolution passée* du climat et son *observation présente*. Bien que cela puisse paraître secondaire au débat, nous précisons que c'est bien sur *l'observation passée* qu'est assise la réalité du changement climatique. L'objectif de limiter la hausse de température à 2°C sur le long terme est établi par rapport à la période passée et, plus précisément, par rapport à la période préindustrielle.

Précisons que, dans les sciences climatiques, on distingue entre observation (passée, présente) et prospective ; dans notre propos nous avons choisi de traiter seulement de ce premier aspect. Ce choix est motivé par un élément de conjoncture, pour ainsi dire, qui tient au phénomène du scepticisme quant à la réalité du changement climatique. Ainsi, nous allons construire notre démonstration à partir des sciences de l'environnement. Le développement de notre argumentaire s'appuie principalement sur les rapports du GIEC, les travaux des scientifiques de l'Institut Pierre Simon Laplace⁶ et de l'Institut national des sciences de l'univers⁷.

⁴ Comme nous préciserons par la suite, l'observation climatique est un processus central dans la climatologie, car c'est sur l'observation antérieure des évolutions climatiques qu'on base les projections futures.

⁵ La Convention note « que la prévision des changements climatiques recèle un grand nombre d'incertitudes, notamment pour ce qui concerne leur déroulement dans le temps, leur ampleur et leurs caractéristiques régionales ».

⁶ <http://www.ipsl.fr/>.

⁷ <http://www.insu.cnrs.fr/>.

3.1.1. *La science climatique au cœur du débat*

La question de la certitude et de l'incertitude est centrale, puisque c'est sur cette tension que nous appuyons, dans une certaine mesure, l'ambition d'une politique climatique. La compréhension et le degré de confiance sont importants pour l'arbitrage entre action immédiate ou différée ainsi que sur la hauteur des actions. Or, l'ambition de l'atténuation détermine le niveau de l'adaptation, et par ailleurs celui des dommages résiduels, ce qui lie l'observation et la prospective climatique à l'adaptation, dans une relation conditionnée nécessairement par l'atténuation⁸. Au fur et à mesure que l'ambition des actions d'atténuation se précise, les États procèdent non à un « rééquilibrage de la balance » mais à un « bouclage » de l'action climatique en abordant la question de l'adaptation. Ce processus (dichotomique), comprenant l'atténuation et l'adaptation, est fondé sur les sciences climatiques qui acquièrent une importance fondamentale dans la construction des politiques climatiques.

Le débat concernant l'incertitude scientifique fut vigoureusement repris en novembre 2010 lors de l'affaire *Climategate*, déclenchée par le piratage d'un grand nombre de courriers électroniques provenant de l'Université d'East Anglia⁹. Ces échanges suggéraient que des scientifiques du climat auraient commis des erreurs déontologiques et auraient manipulé des données, afin de renforcer la thèse du réchauffement climatique (Revkin 2009, Hayward 2009). Peu de temps après la Conférence de Copenhague, un autre élément allait surgir dans le débat. Toujours en 2010, une erreur importante allait être constatée dans le quatrième Rapport du GIEC : la date de fonte des glaciers de l'Himalaya était annoncée à tort pour 2035. Bien que cette erreur (et quelques autres encore) a été reconnue et corrigée, une boîte de Pandore fut ouverte. Ces éléments ont remis en doute le consensus qui s'était établi autour de l'impact de l'activité de l'homme sur le climat. Ce ne sont pas tant les mesures prises jusqu'alors – plutôt modestes – qui sont mises en question, mais plutôt les engagements futurs qui risquent d'être tempérés au nom des incertitudes existantes.

L'importance de poser judicieusement le débat du point de vue scientifique devient essentielle car, comme nous l'avons dit, c'est sur cette base que la communauté internationale est amenée à agir. La science du climat ne peut pas se contenter d'un rôle marginal mais, au contraire, elle est appelée à accroître sa contribution et à accompagner ce processus. Après tout, c'est bien d'elle que sont venus les premiers signaux concernant le changement climatique et c'est toujours la communauté scientifique en général, et le GIEC en particulier, qui sert de référence (Zaccai *et al.* 2012). Par ailleurs, cette légitimité de la science a été confirmée par la création du SBSTA (organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique) au sein de la CCNUCC en 1992, groupe dont la mission est, entre autres, « l'observation systématique du système climatique »¹⁰.

⁸ Cela peut expliquer pourquoi, pendant les premières années de négociations, les discussions ont penché vers l'atténuation.

⁹ Cela étant, il y a un autre élément qui aurait pu contribuer à cette mise en question et qui tient aux intérêts ; lorsqu'on voit ses « rentes » menacées on remet tout en question, y compris, voire surtout la science (cf. Chapitre 1).

¹⁰ Citation reprise dans la description de ce conseil, disponible à http://unfccc.int/science/workstreams/systematic_observation/items/3462.php. Consulté le 20.07.2013.

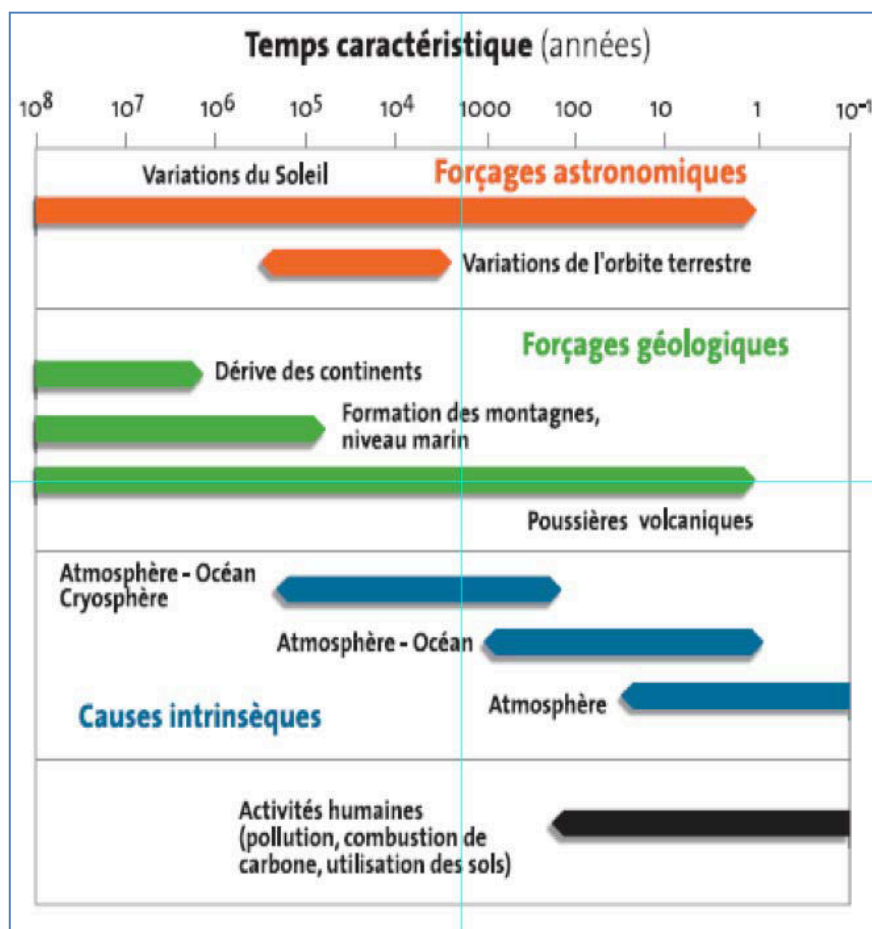
Afin de pouvoir utiliser cette science, il faut la rendre sans équivoque pour qu'elle puisse remplir son rôle de fondement à l'assise des décisions concernant le climat. Dans cette perspective, comme nous l'avons mentionné auparavant, un des enjeux principaux réside dans la tension qui apparaît entre la tentation à repousser des décisions qui peuvent s'avérer urgentes et un catastrophisme démesuré, entre déni et alarmisme. Souvent, les décideurs sont polarisés par ces deux extrêmes, dans un débat où les signaux sont contradictoires. L'éclairage du débat sur la nature des incertitudes concernant la certitude scientifique s'impose comme une condition préalable aux discussions subséquentes liées à l'adaptation (tout comme pour l'atténuation).

Les incertitudes qui accompagnent ce processus s'avèrent particulièrement complexes. À ce titre, le GIEC en énonce trois types. Le premier relève de la nature complexe du climat et se manifeste par sa variabilité aux forçages naturels (*i.e.* activité solaire, volcanique). Le deuxième type d'incertitude est lié aux insuffisances dans les exercices de modélisation, ce qui relève des inexactitudes de représentation des réalités dans les modèles. Le troisième type tient au choix des sociétés à venir et des modèles de simulation des émissions de GES anthropiques (Solomon *et al.* 2007, Parry *et al.* 2007). Par la suite nous allons tenter d'explicitier les deux premiers types d'incertitudes.

3.1.2. *Incertainitude intrinsèque et observation du climat*

Le système climatique est formé par cinq composantes majeures : l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère (neige, glaciers, etc.), les surfaces continentales et la biosphère. Entre ces composantes s'établit une dynamique interne déterminée par des flux (physiques, chimiques et biologiques) qui sont échangés entre elles. L'équilibre climatique est déterminé par l'interaction de ces flux, mais aussi par l'interaction du système avec les facteurs de variabilités externes (forçages). Il s'agit de facteurs d'origine naturelle (pour les plus importants, l'activité solaire et volcanique), de rétroactions au sein du système climatique et de facteurs anthropiques (l'émission des GES).

Figure 3.1. Classement des facteurs du changement climatique avec les temps caractéristiques qui leur sont associés.



Note : On distingue quatre types de facteurs qui déterminent le changement climatique : forçages astronomiques, géologiques, variabilité interne (causes intrinsèques ou forçage interne) et forçage anthropique.

Source : d'après E. Bard 2006.

Notre analyse présente deux faits stylisés, à même de mettre en évidence le caractère incertain de la science, correspondant à deux périodes de temps distinctes, la période médiévale et la période actuelle. Deux perturbations sont mises en exergue : le forçage solaire et le forçage anthropique.

Le point de départ de notre argumentation se trouve dans la reconstruction des températures à la surface de la terre par l'équipe de Michael Mann, concrétisée par la fameuse « crosse d'hockey » (Mann *et al.* 1999, Jansen et Overpeck 2007). Il s'agit de la représentation de l'évolution de la température moyenne de l'air à la surface de l'hémisphère Nord à partir

d'informations paléoclimatiques¹¹. Cette première estimation avait la forme d'une crosse de hockey et montrait des variations de température plutôt faibles (< 0,5°C) au cours du dernier millénaire, puis une augmentation importante à partir des années 1970 – ce qui confère à cette courbe sa forme spécifique. L'augmentation récente de la température s'explique principalement, selon Mann, par l'introduction dans l'atmosphère d'un nouveau forçage, celui des GES. Cette reconstruction a été reprise dans le troisième rapport du GIEC, afin d'illustrer le caractère prononcé du changement climatique. Le résultat a été fortement contesté à cause de nombreuses incertitudes, dont *les méthodes statistiques* utilisées et les *données paléoclimatiques*¹² (Mason-Delmotte 2012 ; voir Encadré 3.1).

Encadré 3.1. Méthodes et données climatiques

Les méthodes statistiques utilisées (appelées fonctions de transfert) pour la reconstruction des températures s'appuient sur des proxys sondés dans des *archives*, tels que les anneaux de croissance des arbres ou les carottes de glace. Il s'agit d'observer aujourd'hui l'empreinte laissée par les modifications géomorphologiques et de les comparer avec les empreintes laissées antérieurement, par des modifications similaires. Les principales incertitudes dans cette reconstruction relèvent de la stabilité des relations indicateur – climat au cours du temps (Cortijo, Masson-Delmotte 2011). Ces méthodes sont en train d'être améliorées, notamment pour mieux distinguer les variations lentes du climat.

Les données paléoclimatiques sont prélevées généralement sur des coraux, des carottes glaciaires, ou proviennent de l'observation des anneaux de croissance des arbres ; il s'agit donc de données indirectes, qui sont reconstruites et traduites par la suite en *proxys* utilisés dans les modèles. L'absence de données a été palliée évidemment par des projections ; en cela les données sont sujettes à des incertitudes. Néanmoins, la reconstruction des données est assise sur des informations qui sont précises et calibrées sur une période dite « instrumentale ». La plus grande incertitude liée aux *proxys* en eux-mêmes est due aux signaux climatiques enregistrés par ceux-ci, puisqu'ils peuvent être soumis à des perturbations climatiques aussi bien que non climatiques.

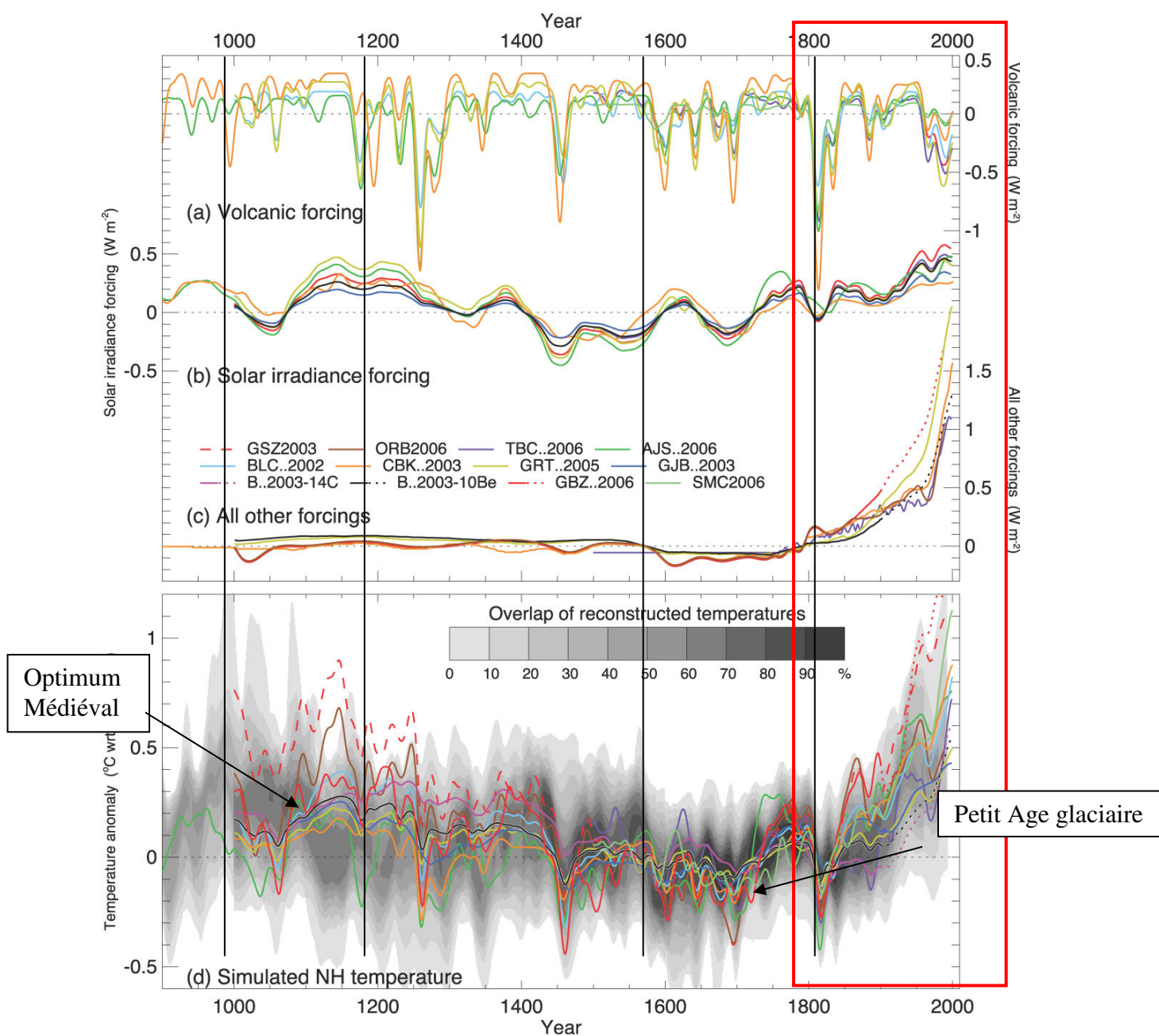
Le fameux « *trick* » pour cacher la « divergence » entre les données climatiques et les mesures prises sur les cernes d'arbres du *Climategate* est révélateur en ce sens. À partir des années 1980, on observe un écart entre l'épaisseur (densité) des anneaux des arbres et les températures. S'il y a plus de CO₂ dans l'atmosphère, pourquoi les arbres ne poussent-ils pas davantage ? À ce jour, les causes de cette « divergence » restent inconnues (Mason-Delmotte 2012).

Une des incertitudes majeures concerne les époques connues sous les noms *d'Optimum Médiéval* (années 900-1100) et de *Petit Age Glaciaire* (années 1500-1800), qui ne sont pas visibles sur la courbe de Mann, sur la « queue » de la crosse. Le quatrième Rapport du GIEC, afin de pallier les manquements signalés, a repris un éventail de modèles climatiques (voir Tableau 6.2. *Climate model simulations*, chapitre 6, WG I, AR4, p.476), dont nous reprenons les courbes graphiques par la suite.

¹¹ Il s'agit de l'observation du climat à des périodes antérieures à l'invention d'instruments de mesure, y compris pour les temps historiques et géologiques, pour lesquels nous ne disposons que de données climatiques indirectes (AR4 2007).

¹² Il est question essentiellement de *proxys* (indices climatiques comme les anneaux de croissance, les sédiments marins, etc.).

Figure 3.2. Forçages radiatifs et simulation des températures pendant le dernier millénaire.



Note : Forçage radiatif moyen global (exprimé en $W m^{-2}$) utilisé dans les simulations des modèles climatiques dû à a) l'activité volcanique, b) l'activité solaire, c) autres forçages, y compris les GES, d) la moyenne de la température annuelle globale dans l'hémisphère Nord ($^{\circ}C$) modélisée à partir des trois forçages mentionnés. Les forçages et les températures sont exprimés en anomalies par rapport à une température moyenne (1500 – 1899).

Source : Quatrième Rapport (Figure 6.13., WG I, p. 477).

Par rapport aux premiers travaux de Mann et du troisième Rapport du GIEC, ces courbes présentent des différences significatives, notamment en termes d'amplitude et de variation des températures. La première période correspond donc à l'*Optimum Médiéval* et met en évidence une hausse de la température entre l'an 1000 et 1200. En l'absence d'autres

forçages majeurs signalés par la reconstruction des températures ou d'autres déséquilibres du système climatique, certains chercheurs estiment que c'est le soleil qui aurait causé cette évolution (*i.e.* Camp et Tung 2007), explication possible d'autant plus que le soleil fournit la quasi-totalité de l'énergie de la Terre (99,96%) (Dudok de Wit et Lilensten 2011). Si le soleil a joué ce rôle une fois, il est fort possible que l'augmentation de la température actuelle puisse être due à la même cause.

Or, on constate un premier problème lié au fait que la hausse de la température dont il est question précède le pic de l'activité solaire, pendant que les autres forçages demeurent constants. Cela indique que, malgré l'énorme importance du soleil dans le réchauffement climatique, celui-ci n'est pas, *a priori*, responsable de la modification de la température (voir Encadré 3.2). En outre, lorsqu'il y a une augmentation de son activité, vers la deuxième période considérée, la tendance de la température est plutôt à la baisse¹³ (Mason-Delmotte 2012). Au-delà de l'impact indéniable de l'activité solaire sur le climat, il ne faut pas exagérer son influence. Cela étant, les scientifiques reconnaissent que la variabilité du soleil sur le long terme demeure peu connue (Dudok de Wit et Lilensten 2011).

Encadré 3.2. L'activité du soleil

Généralement, le cycle de l'activité du soleil (11 ans, cycle de Schwabe) est caractérisé par un nombre d'éruptions, un nombre de particules énergétiques et le vent solaire, l'ensemble étant connu sous le nom de *taches solaires*. Au cours d'un cycle, le nombre de taches fluctue d'un minimum à un maximum. La manière dont l'activité solaire se répercute sur le climat est aujourd'hui sujette à débat. Il est généralement accepté que les cycles du soleil ont un faible impact sur le climat (Mélières, Maréchal 2010). En même temps, ces cycles sont souvent accompagnés d'autres mécanismes qui peuvent donner naissance à des éruptions solaires très importantes (puissance d'irradiance¹⁴ de 10^6 Wm^{-2}). L'énergie de ces éruptions, notent Dudok et Lilensten, « est distribué[e] selon une loi de puissance : de nombreux événements pourraient à terme avoir un impact non négligeable sur le climat ». Par ailleurs, les deux auteurs conviennent que la « méconnaissance de l'histoire de l'évolution du vent solaire et de sa variabilité est quasi-totale » (Dudok de Wit, Lilensten 2011, p.49). Mélières et Maréchal arrivent à une conclusion similaire « C'est actuellement un objet d'étude et de débat que de savoir dans quelle mesure les fluctuations climatiques observées [...] sont l'expression des fluctuations solaires ou le résultat d'un autres mécanisme » (Mélières et Maréchal 2010, p.87).

Ces observations nous amènent à un double constat. D'abord, on ne peut pas réduire l'évolution du climat à un seul facteur, même s'il s'agit d'un forçage aussi important que celui du soleil. Ensuite, on note que le rôle de la variabilité de soleil sur le climat est soumis à de nombreuses incertitudes qui font l'objet des recherches et des préoccupations parmi les scientifiques, ce qui suscite des vraies discussions de recherche. Par exemple, l'impact des forçages externes en général et les rétroactions au sein du système climat ont conduit à une hausse de la température sur la période de l'ordre de $+0,5^\circ\text{C}$. Or, sur le dernier siècle, la

¹³ Cette température peut être due à une anomalie de la circulation océanique (Mason-Delmotte 2012).

¹⁴ L'irradiance ou éclairement énergétique est un terme utilisé en radiométrie pour quantifier la puissance d'un rayonnement électromagnétique par unité de surface. Elle se mesure en Wm^{-2} .

variation de la température est beaucoup plus importante, comme nous allons le voir par la suite.

Concernant la deuxième époque, le *Petit Âge de glace*, le raisonnement est similaire au précédent. Pour des raisons de brièveté, nous ne reprendrons pas l'intégralité des explications. En l'absence de forçages externes majeurs, comment s'explique la baisse de la température durant cette période ? Il est à supposer que les forçages volcaniques et solaires puissent avoir été plus forts que ce qui est retenu ou qu'il s'agit d'une variabilité naturelle (interne) du climat. Cette deuxième hypothèse est plausible car la baisse de la température est assez faible. Encore une fois, les raisons qui ont mené à cette baisse de la température demeurent peu connues ; les scientifiques du climat ne sont pas en mesure de tracer exactement l'évolution des températures et les causes qui ont joué sur sa détermination.

L'analyse succincte de ces deux questions illustre la nature de l'incertitude avec laquelle travaillent les scientifiques, ce que Claude Henry (2012) appelle « incertitude impossible de probabiliser ». Malgré cette insuffisance, il est important de noter que l'amplitude de la variation de la température n'a jamais été au-dessus de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ de moyenne (suivre la courbe tracée en noir sur la Figure 3.2). Or, dans la période qui a suivi, on observe une toute autre histoire, correspondant à la partie courbée de la crosse de hockey de Mann et que nous allons voir par la suite.

3.1.3. *Complexité du système climatique et rôle des GES*

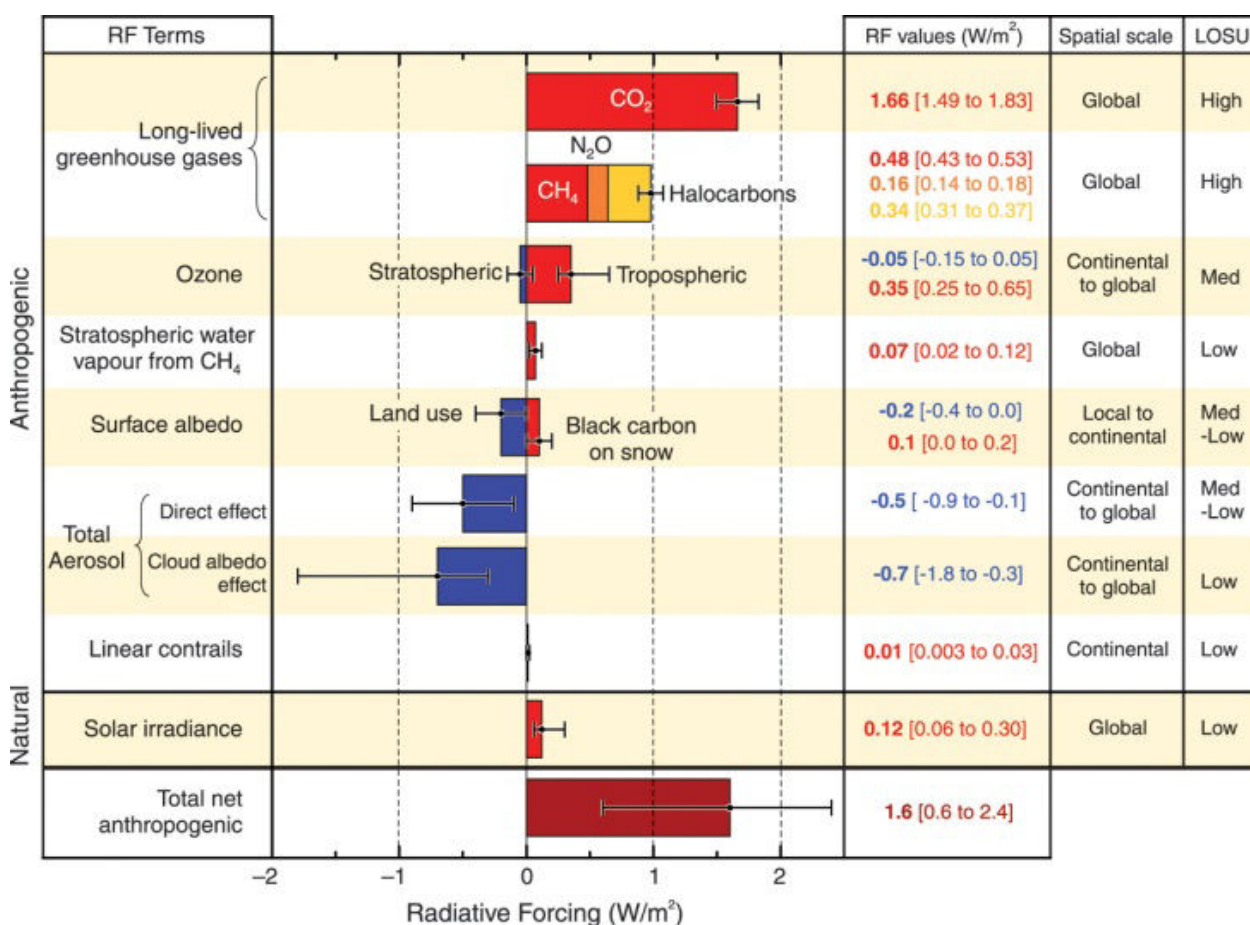
La période marquée par le carré rouge dans la Figure 3.2 correspond à l'ère industrielle (à partir du XIX^e siècle). Ce que montre le travail de Mann, et en l'occurrence la figure ci-dessus, c'est que l'accumulation de GES dans l'atmosphère coïncide de manière flagrante avec l'augmentation de la température ; c'est ce sur quoi porte également le message du GIEC¹⁵. Lorsque l'on considère l'impact des forçages externes sur le changement climatique, notamment celui du soleil¹⁶ et des GES, il faut analyser les causes et les résultats de ces impacts. Il est donc important de regarder l'ampleur de ces impacts et notamment les ordres de grandeur lorsqu'on parle des hausses des températures dues à ces deux forçages.

Le constat est sans équivoque : tandis que le forçage solaire se situe en dessous de $0,5 \text{ Wm}^{-2}$, celui des GES est de l'ordre de $1,5$ à 2 Wm^{-2} . Sans considérer cette différence comme preuve ultime du fait que le changement climatique soit causé en grande partie par l'émission de GES, force est de constater l'impact majeur de ceux-là sur la hausse de la température moyenne. Pour appuyer ce constat, nous présentons le détail de la composition des forçages radiatifs des gaz anthropiques (Figure 3.3).

¹⁵ « L'essentiel de l'élévation de la température moyenne du globe observée depuis le milieu du XX^e siècle est très probablement attribuable à la hausse des concentrations de GES anthropiques » (Pachauri et Reisinger 2008).

¹⁶ On exclut, faute d'observations d'activité conséquente, le forçage volcanique.

Figure 3.3. Composantes du forçage radiatif



Note : Forçage radiatif moyen en 2005 par rapport à 1750 pour différents gaz à effet de serre et autres composants atmosphériques, ainsi que pour d'autres agents et mécanismes importants. L'étendue géographique du forçage, ainsi que le niveau de compréhension scientifique (*LOSU-level of scientific understanding*) sont donnés à droite. Les rectangles représentent l'estimation moyenne du forçage radiatif et les traits noirs indiquent l'incertitude associée. Les forçages positifs sont représentés en rouge et en bleu les forçages négatifs.

Source : AR4, RiD, 2007.

L'effet global des gaz atmosphériques est considéré en termes de forçage radiatif. Le solde de ce bilan radiatif est défini comme la différence entre l'énergie solaire absorbée par la terre et l'énergie infrarouge émise par celle-ci. Lorsque ce solde est positif, le système climatique se réchauffe et vice versa. Ainsi, le forçage radiatif estimé pour le CO₂ est de 1,66 Wm⁻² avec une marge d'erreur d'environ 10%, pendant que le forçage pour la totalité des GES est de +2,7 Wm⁻². Les aérosols et l'effet d'albédo des nuages jouent négativement sur le bilan global (-1,2 Wm⁻²). On fait remarquer la différence entre le forçage radiatif de l'irradiance solaire, +0,12 Wm⁻² et celui du total des activités anthropogéniques, +1,6 Wm⁻². Le forçage dû aux émissions de GES est ainsi 13 fois supérieur au forçage dû à l'activité solaire. Encore une fois, il s'agit d'ordres de grandeur très contrastés¹⁷.

¹⁷ Dans le dernier rapport du GIEC ces valeurs sont pratiquement les mêmes (AR5, WGI, 2013).

Pour ce qui concerne l'incertitude scientifique, l'analyse des périodes antérieures du climat fait ressortir deux faits saillants. Le premier est lié à la difficulté de reconstruire les données manquantes, lorsqu'on fait appel à des données indirectes. Les climatologues sont les premiers à signaler ces difficultés. Pour l'essentiel, il s'agit de la qualité et du choix des données paléontologiques et des méthodes utilisées pour reconstruire les températures. Ces préoccupations font actuellement l'objet de débats et de recherches. On fait remarquer que l'avancement de ces questions n'invalidera ou ne viendra pas contredire les résultats obtenus jusqu'alors. Il y a de vrais problèmes quant à l'estimation exacte de la température à la surface de la Terre, surtout pendant l'*Optimum médiéval* ou pendant le *Petit Âge glaciaire* ; cela étant, comme nous l'avons mentionné, la variation de la température a été relativement constante pendant le dernier millénaire. Ce qui est moins soumis à l'incertitude, c'est l'impact des émissions de GES sur le climat. La période récente, sur laquelle on opère des mesures atmosphériques directes (y compris pour ce qui concerne le pouvoir de réchauffement des GES), met en évidence le caractère certain de leur impact sur le climat.

3.2. Études transversales de l'adaptation

Après avoir discuté de la nature et des incertitudes dans les sciences naturelles concernant le climat, à présent, nous nous pencherons sur la question des coûts de l'adaptation. Étant donnée l'étendue et la complexité de la question, l'analyse que nous mènerons requiert de nombreux choix méthodologiques et empiriques. Dans ce qui suit, nous préciserons les nôtres.

Premièrement, précisons que l'adaptation n'acquiert pas la même importance selon qu'il s'agisse d'un pays développé ou en développement. On retrouve ici l'idée, rendue par Amartya Sen, de prendre en compte un point de vue « positionnel » dans lequel décisions et choix dépendent de « l'endroit où nous nous trouvons par rapport à ce que nous essayons de voir » (Sen 2010). Selon la position des États (au sens plutôt socioéconomique que géographique), il s'agit d'enjeux différents lorsqu'on décide d'engager ou non des politiques d'adaptation, surtout lorsqu'on parle d'États aussi hétérogènes que ceux que nous considérons dans notre étude.

Secondement, à présent, il n'y a pas d'étude explicite et complète pour estimer les coûts de l'adaptation ni pour les pays que nous analysons ici, ni pour d'autres. Dès lors, nous allons considérer les estimations les plus pertinentes à ce jour. Il s'agit d'études qui ont été produites au sein des institutions reconnues par la communauté internationale : la CCNUCC et la Banque Mondiale.

Pour l'Europe et les États-Unis, la question de l'adaptation ne semble pas se heurter aussi brutalement à la question d'opportunité économique des mesures, ou, du moins, le débat n'est pas mené explicitement dans cette direction. À titre d'exemple, la position de la

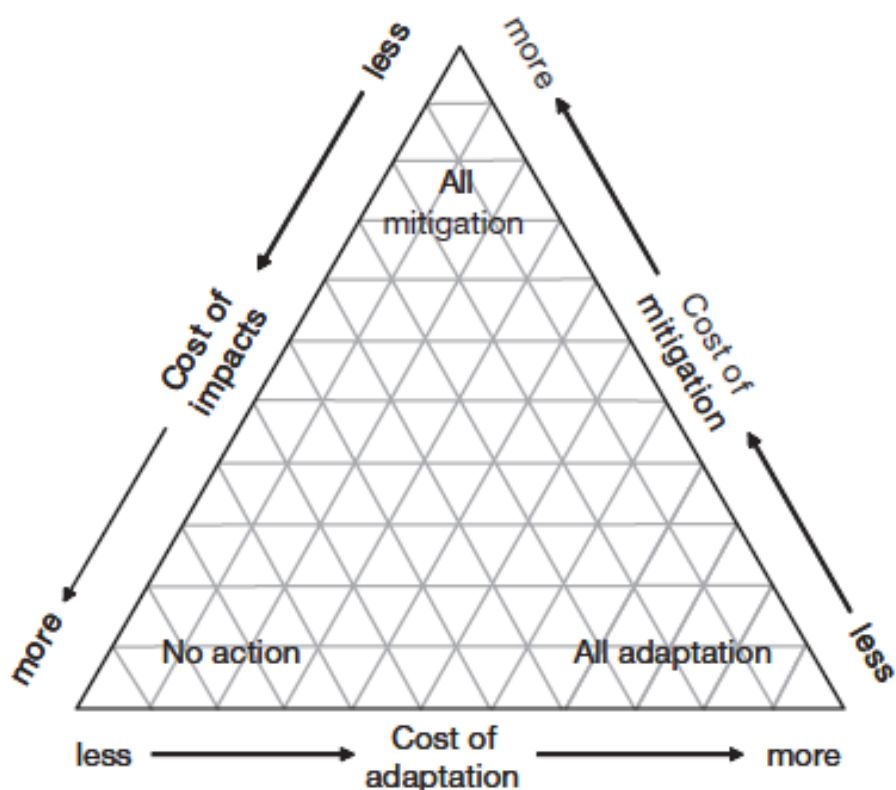
Commission montre que sa stratégie d'adaptation vient renforcer les actions d'atténuation et non pas se substituer à celles-ci (EC 2013). Pour les émergents, notamment pour la Chine, la question se pose évidemment par le biais du développement.

Ainsi, le problème de l'adaptation se posera nécessairement et progressivement, faute d'alternative, aussi bien pour la Chine que pour les autres pays. Pour le dire clairement, pour la Chine, la question de l'adaptation est devenue synonyme de développement (Gemenne *et al.* 2010). L'absence d'une action forte au niveau d'atténuation mène à un choix implicitement manichéiste : faute de pouvoir réduire les émissions, il faut s'adapter aux conséquences. Cette rationalisation n'est pas sans effet sur le régime climatique, qu'il s'agisse de son aspect coopératif ou de son contenu.

Dans notre analyse, l'accent sera mis sur les coûts de l'adaptation dans les pays en développement, selon les régions, pour lesquelles la question est prioritaire et déterminante. Par ailleurs, nous mentionnons que la plupart des études empiriques confirment que l'adaptation est une question qui se pose, avant tout, pour les pays en développement : sur la dizaine de rapports majeurs qui analysent les coûts de l'adaptation seulement deux concernent les pays développés. Nous ne nous limiterons pas aux trois pays qui se trouvent au cœur de notre analyse mais nous allons présenter l'ensemble des régions. Bien que ces trois acteurs, la Chine, l'Europe et les États-Unis, soient centraux pour notre analyse, lorsque cela est possible, nous essayons de ne pas faire abstraction des autres.

Avant de passer à la première sous-section, il convient de faire une précision sur la relation entre atténuation et adaptation. En effet, la combinaison adéquate entre les efforts d'atténuation et ceux de l'adaptation demeure une question économique complexe. En théorie, faute de pouvoir agir globalement, un état devrait ajuster ses efforts d'atténuation et d'adaptation jusqu'à l'optimum, là où les coûts cumulés sont les plus bas (Parry *et al.* 2009) (encore que la substituabilité pose de réels problèmes). Dans la recherche de cet optimum, il faut explorer les complémentarités, les *trade-off* et les synergies possibles entre adaptation et atténuation. La représentation ci-dessous illustre ces interdépendances (Figure 3.4).

Figure 3.4. Représentation de l'inter-conditionnalité entre atténuation, adaptation et impacts.



Source : Klein *et al.* 2007.

Deux observations semblent nécessaires :

i) À ce jour, la relation entre impacts, atténuation et adaptation demeure insuffisamment explorée. Rien qu'au sein du GIEC, on constate le problème de coordination entre Groupes II et III pour harmoniser ces actions (de la Vega 2013). Comme le notent les auteurs du chapitre 18 du Groupe II de l'AR4 en 2007 : « *Research on adaptation and mitigation has been rather unconnected to date, involving largely different communities of scholars who take different approaches to analyse the two responses* » (Klein *et al.* 2007). Or, les études sur l'adaptation sont callées le plus souvent sur une atténuation assumée, en général en ligne avec le 2°C. Si l'atténuation demeure ce qu'elle est aujourd'hui, c'est-à-dire en ligne avec une augmentation de 3,5°C, alors tous les calculs d'adaptation qui n'ont pas pris en compte cette possibilité sont à revoir.

ii) La position de l'atténuation à la pointe de la pyramide n'est pas un hasard. C'est bien en fonction de celle-ci qu'on peut calculer tant les impacts que l'adaptation nécessaire. C'est pour cette raison que les politiques climatiques se sont construites autour des systèmes énergétiques, même si, compte tenu de l'inertie du climat, l'adaptation demeure inévitable.

3.2.1. Les coûts de l'adaptation

Nous commençons par définir la notion et la rationalité de l'adaptation en partant de la notion de vulnérabilité. Nous allons traiter la question brièvement, car l'enjeu que nous poursuivons n'est pas d'ordre épistémique ou encore méthodologique ; ce n'est pas l'aspect intrinsèque de la question que nous visons mais sa prise en compte par les acteurs nationaux. Par la suite, nous allons faire le point sur les évaluations des coûts de l'adaptation en nous appuyant principalement sur les études de la CCNUCC, *Investment and Financial Flows to Address Climate Change* (2007), et de la Banque Mondiale, *Economics of Adaptation to Climate Change* (2010).

Les coûts de l'adaptation sont liés de manière implicite et explicite à la question de la vulnérabilité. D'un point de vue implicite, on se base sur l'idée « abusive » que le niveau de richesse est déterminant pour la vulnérabilité d'un pays : plus un pays manque de ressources (financières), plus il est exposé aux aléas climatiques. L'idée est fragile, car « associer vulnérabilité et pauvreté est pratique dans le cadre de la négociation, même s'il y a là un raccourci qui pose bien des questions d'un point de vue scientifique » (Magnan 2012). D'un point de vue explicite, on est concerné par des questions pratiques, telles que l'organisation de l'espace et de la société, son fonctionnement, son rapport à l'environnement. La faiblesse des infrastructures, des institutions ou encore le niveau d'investissements, ou l'accès aux capitaux, font que certains pays soient plus exposés et qu'ils subissent, *in fine*, des coûts d'adaptation relativement plus importants que d'autres.

Le concept de vulnérabilité¹⁸ est assez intuitif : « degré selon lequel un système est susceptible, ou se révèle incapable, de faire face aux effets néfastes des changements climatiques » (Pachauri et Reisinger 2008). À la différence de l'atténuation, qui peut avoir des bénéfices et qui peut éviter des dommages globaux, l'adaptation se ressent à l'échelle locale. La vulnérabilité revêt ainsi la couleur de l'environnement où elle est éprouvée et détermine la mesure de l'adaptation. Pour cette raison, il est peut-être plus facile de cerner la question en la considérant à partir de l'échelle locale, la définition devant se préciser davantage au fur et à mesure de notre analyse. D'autres caractéristiques concernant cette nature s'ajoutent, comme la dimension temporelle, puisque l'adaptation est un processus de long terme, ou encore le caractère incertain des impacts du changement climatique, qui font que l'adaptation demeure difficile à définir de manière exhaustive (Gemene *et al.* 2010).

Une des définitions jugées comme étant consensuelles reste celle du GIEC dans son quatrième Rapport : « L'adaptation est l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques réels ou attendus ou de leurs effets, qui en diminue les dommages ou tire parti de leurs aspects positifs » (Pachauri et Reisinger 2008)¹⁹. De son côté, Mendelsohn (2006) définit l'adaptation « comme les changements que les personnes, les entreprises ou les gouvernements encourrent pour réduire les dommages (ou augmenter les

¹⁸ La vulnérabilité est définie par le SREX comme « propension ou prédisposition à subir des dommages ».

¹⁹ L'accord de Copenhague a élargi le concept d'adaptation en ajoutant à cette définition celle de l'adaptation aux effets négatifs de la lutte contre le changement climatique ; il s'agit de l'adaptation aux impacts des actions d'atténuation.

bénéfiques) des changements climatiques », alors que selon de Perthuis *et al.* (2010), c'est « l'ensemble des évolutions d'organisation, de localisation et de techniques que les sociétés devront opérer pour limiter les impacts négatifs de ces changements et maximiser leurs effets bénéfiques ». Ces définitions nous rapprochent plus de la vulnérabilité biophysique que de celle socioéconomique, mais en réalité ces deux aspects s'entremêlent.

Nous retenons que, quelle que soit la définition donnée, on retrouve communément deux éléments : d'un côté, il s'agit des risques, changements, ou dangers et, de l'autre, de la réponse des populations. Cela nous amène à la taxinomie de l'adaptation et, pour des raisons de clarté, nous mettrons l'accent sur deux critères de classification seulement, l'un temporel et l'autre spatial.

Dans la littérature, on retrouve deux classifications principales pour l'adaptation²⁰. La première discrimine l'adaptation selon le moment choisi pour agir ; on distingue ainsi entre adaptation anticipative et réactive. L'adaptation réactive consiste à répondre *ex post* aux impacts du changement climatique, une fois que ceux-là se sont produits. L'adaptation anticipative consiste à agir avant que les impacts ne se produisent (Smit 2000; Agrawala et Fankhauser 2008). Compte tenu de la manière dont les pays considèrent l'adaptation, du degré de l'incertitude des conséquences, des moyens qu'ils peuvent mobiliser ainsi que des conditions institutionnelles, les pays sont tentés de privilégier une approche ou l'autre.

La deuxième classification différencie selon l'échelle spatiale, l'adaptation pouvant être locale, régionale, voire mondiale (Agrawala et Fankhauser 2008). Pour ce qui nous intéresse, c'est l'aspect régional – au sens de national – que nous allons favoriser dans notre analyse. Celui-ci, par l'inclusion de l'échelle locale et l'exclusion de celle mondiale, s'avère évidemment le plus pertinent pour notre propos.

Répondre à ces deux questions, à savoir *quand* et *où* faut-il agir, paraît évident, surtout qu'on peut retrouver des traits communs avec l'action d'atténuation, mais ce n'est pas pour autant le cas. L'adaptation anticipative, qui d'un point de vue normatif serait souhaitable, suppose, pour faire simple, qu'on utilise des ressources aujourd'hui pour prévenir des situations difficiles dans le futur. Ces ressources doivent être mobilisées par un effort commun, nationalement ou internationalement, pour le bénéfice d'une population plus ou moins restreinte, là où la nécessité s'impose. Cela nous amène aux spécificités de l'adaptation, telles qu'énumérées par de Perthuis *et al.* (2010) :

i) L'incertitude sur l'évolution globale du climat. Dans les scénarios climatiques, nous avons une palette très large des impacts, suivant le niveau de réchauffement attendu ; celle-ci diffère si l'atmosphère se réchauffe de 2°C, de 4°C ou de plus. Les impacts ne sont pas les mêmes dans les différents cas de figure et l'adaptation devrait se faire en concordance avec ces impacts attendus, ce qui renvoie à l'ambition de l'atténuation. Autrement dit, il existe un risque de sous ou sur investissement par rapport à l'évolution du climat à long terme.

ii) L'incertitude sur la résolution spatiale des modèles climatiques. À ce jour, la résolution des modèles ne permet pas de tracer avec exactitude au niveau national, voire sous-

²⁰ D'autres typologies existent : s'il s'agit de l'échelle temporelle, on parle d'adaptation à court et à long terme ; suivant l'*impulsion* de l'action, on peut avoir une adaptation autonome ou planifiée ; ou encore, selon l'*agent* de l'adaptation, on peut distinguer entre les systèmes naturels ou humains, entre individus et collectivités, etc. (Agrawala et Frankhauser 2008).

national, les impacts possibles. Certaines mesures sont envisageable, par exemple le déplacement/ remplacement des cultures, basé sur des prévisions spatialement approximatives, mais cela ne garantit pas pour autant le résultat. Au-delà des intuitions de ces résultats, on ne peut pas savoir comment sera impacté l'écosystème ou les sociétés par ces déplacements (considérons l'exemple des cultures).

iii) L'incertitude sur les rétroactions des impacts sur les grands variables climatiques (flux solaire, précipitations, circulation des océans, etc.). Lorsqu'on voit arriver, dans un laps de temps aussi court, autant de modifications liées au climat, aux précipitations, etc., ou lorsqu'on voit des effets de seuils atteints, il y a un risque d'apparition des rétroactions entre les différentes composantes systémiques du climat (prenons encore une fois le cas du déplacement des cultures).

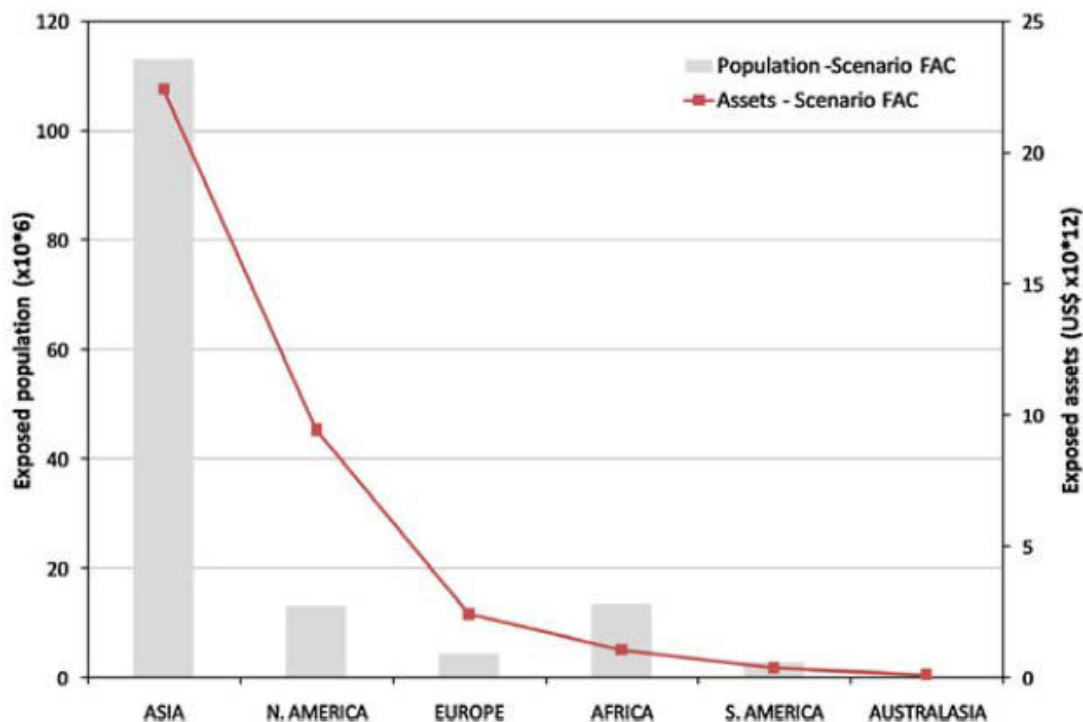
Pour une meilleure compréhension, nous présentons par la suite un exemple qui illustre le point de départ de notre raisonnement, celui de la vulnérabilité et des coûts de l'adaptation, ainsi que l'approche méthodologique pour le calcul des coûts de l'adaptation.

Vulnérabilité et événements climatiques extrêmes

Cet *exemple* est basé sur les conséquences les plus évidentes du changement climatique, l'expansion thermique des océans et les événements climatiques extrêmes. Les travaux scientifiques montrent qu'en limitant même fortement les émissions de GES (en fait même en arrêtant de les émettre après un éventuel pic), leur durée de vie dans l'atmosphère demeure constante pendant très longtemps. Dans l'un des meilleurs scénarios, celui où les émissions plafonneraient à 450 ppm en 2100, les concentrations de GES demeurent constantes dans l'atmosphère pendant au moins le centenaire suivant (Solomon *et al.* 2009). Par voie de conséquence, la température qui en découle à la surface terrestre serait, dans ce scénario de 450 ppm, supérieure de 1°C par rapport à l'ère préindustrielle. Si l'on considère des concentrations à 550 ppm de CO₂, voire plus (puisque ces concentrations progressent de 2 ppm/an) pour la même année, l'augmentation de température est d'au moins 2°C. Dans ces conditions très plausibles, l'expansion thermique des océans est une évidence.

Des travaux scientifiques récents (Hanson *et al.* 2011, Nicholls *et al.* 2009) montrent l'impact que peut avoir la hausse du niveau de la mer en termes d'exposition aux inondations des côtes. L'étude concerne les villes portuaires les plus importantes au monde (plus d'un million d'habitants). Dans cette analyse, il s'agit précisément de populations et de biens exposés à des phénomènes climatiques extrêmes dans des conditions d'augmentation du niveau de la mer de l'ordre de 0,5 m en 2070 (Figure 3.5).

Figure 3.5. Population totale et actifs totaux exposés aux risques de l'augmentation des mers et des événements climatiques extrêmes



Source : Hanson *et al.* 2011.

Ce cas de figure révèle que l'Asie est la région la plus exposée, avec 65% de la population totale, tandis que les populations de l'Amérique du Sud et de l'Australasie sont les moins exposées (moins de 3% et respectivement moins de 1%). Les évolutions, à cet horizon de temps, sont très importantes, puisque l'exposition au risque des populations dans les zones considérées triple entre 2005, l'année de référence, et 2070, pour atteindre 150 millions de personnes (alors qu'elles étaient de 38 millions en 2005). Il est notable que les populations de l'Afrique dépassent celles de l'Amérique du Nord et de l'Europe. Dans les régions considérées, quelques pays concentrent la majorité des populations exposées, notamment la Chine (21%), l'Inde (11%), les USA (9%) et le Japon (5%).

Lorsqu'on en vient aux pertes matérielles potentielles (ang. *assets*), l'échelle droite du graphique, l'étude montre que celles-ci passent de l'équivalent de 5% du Pib mondial en 2005 (en ppa) à 9% en 2070, soit un quasi doublement. Encore une fois, on retrouve l'Asie en première position, alors qu'elle était deuxième après l'Amérique du Nord en 2005, pendant que les autres pays maintiennent une exposition relative par rapport à 2005. Du point de vue national, 90% des actifs exposés sont concentrés dans quelques pays, dont la Chine, les États-Unis, l'Inde, le Japon et les Pays-Bas (Hanson *et al.* 2011).

Approche méthodologique pour le calcul des coûts d'adaptation

Généralement, on distingue les estimations des coûts de l'adaptation d'un point de vue chronologique, ce qui fait qu'on parle aujourd'hui d'estimations de première, deuxième, voire troisième génération. Les estimations de première génération utilisent une méthode *top-down*, méthode utilisée initialement par la Banque Mondiale et visant les PED. Trois principaux flux financiers, l'investissement direct étranger, la formation brute de capital fixe et l'APD, sont considérés. À partir de ces flux, on estime la fraction qui serait « sensible » au changement climatique. Ensuite, on estime les coûts nécessaires à l'amélioration de la résistance aux impacts de cet investissement menacés, de manière forfaitaire (*mark-up*) par un pourcentage censé refléter les risques associés (10 – 20%). La totalité de ces coûts d'amélioration constitue les coûts d'adaptation (Agrawala et Fankhauser 2008).

Encadré 3.3. Méthodologie de la Banque Mondiale (2006) pour l'estimation des coûts de l'adaptation aux changements climatiques dans les pays en développement.

Estimations des différents flux que connaissent les pays en développement: **APD**: 100 milliards \$ par an; **IDE**: 160 milliards \$ par an; **IIB** (ou FBCF): 1 500 milliards \$ par an.

Soient α_{APD} , α_{IDE} et α_{IIB} le pourcentage de chacun des flux qui serait exposé aux effets des changements climatiques, la Banque Mondiale estime que :

$$\alpha_{APD} = 40 \% ; \alpha_{IDE} = 10 \% ; \alpha_{IIB} = \mathbf{2 \text{ à } 10 \%}$$

Les flux exposés aux effets des changements climatiques sont donc estimés entre :

$$40 \% \times APD + 10 \% \times IDE + \mathbf{2 \%} \times IIB = 86 \text{ milliards } \$ \text{ et}$$

$$40 \% \times APD + 10 \% \times IDE + \mathbf{10 \%} \times IIB = 206 \text{ milliards } \$$$

Hypothèse sur les coûts d'amélioration de la résistance aux effets des changements climatiques : **10 à 20 %** des flux exposés aux effets du changement climatique.

D'où la fourchette d'estimation des coûts de l'adaptation aux changements climatiques pour les pays en développement :

$$10 \% \times 86 \text{ milliards de dollars} = 8,6 \text{ milliards de dollars soit environ } \mathbf{9 \text{ milliards } \$}$$

$$20 \% \times 206 \text{ milliards de dollars} = 41,2 \text{ milliards de dollars soit environ } \mathbf{41 \text{ milliards } \$}$$

Source : Drouet 2009, Agrawala et Fankhauser 2008.

Les estimations de deuxième génération sont complétées par des estimations des coûts d'adaptation sectoriels (*bottom-up*). En l'occurrence, l'étude de la CCNUCC (2007) considère certains secteurs, dont l'infrastructure et l'agriculture (y compris la sylviculture et la pêche), à travers une approche *top-down*, en évaluant de la même manière les coûts d'amélioration de la résistance aux changements climatiques pour les investissements respectifs. Pour l'approvisionnement en eau, la santé et la protection des côtes, la CCNUCC utilise des modèles sectoriels spécifiques intégrant le risque climatique. L'investissement additionnel se fait par rapport à plusieurs scénarios. Les estimations peuvent ainsi varier en fonction des horizons temporels différents et des hypothèses (socioéconomiques) différentes.

Nous précisons que l'étude n'exprime pas les estimations de ces coûts d'adaptation par rapport aux Pib respectifs. Pour ne pas introduire de biais supplémentaire nous ne le ferons non plus.

Pour l'infrastructure, un des secteurs les plus importants, l'estimation globale des coûts se fait en trois étapes :

- i)* estimation des investissements intérieurs bruts (IIB ou FBCF) ; en 2030 ceux-ci sont de 22,2 trillions US \$;
- ii)* multiplication par un pourcentage de risque correspondant aux investissements vulnérables au changement climatique de 0,7 selon Munich Re, ou 2,7% selon ABI (Association britannique des assureurs), ce qui revient à 153 à 650 milliards US \$/an ;
- iii)* dans ce montant, 5 à 20% représente les coûts additionnels d'adaptation pour renforcer l'infrastructure, ce qui correspond à 8 à 31 milliards si l'on utilise les données de Munich Re, et 33 à 130 milliards si on utilise les données de l'ABI.

Les coûts de l'adaptation selon la CCNUCC

Nous présenterons, par la suite, les coûts de l'adaptation dans deux des secteurs analysés par l'étude de la CCNUCC, *Investment and Financial Flows to Address Climate Change* (2007). Cette étude a fait l'objet d'une critique ultérieure, que nous allons prendre en considération (Parry *et al.* 2009). La critique de Parry consiste en une réévaluation de certaines estimations, notamment pour l'infrastructure et la protection des côtes (Tableau 3.1, colonnes 3 et 4). L'amendement des auteurs est motivé par le fait que, pour le secteur de l'infrastructure, les coûts soient calculés à partir de l'investissement existant. Or, pour les PED ou les pays de l'Afrique, cela reviendrait à sous-estimer « dramatiquement » ces coûts. Il est « absurde d'estimer l'adaptation pour des infrastructures qui n'existent pas encore » (Parry *et al.* 2009 : 74). Il faut donc prendre correctement en considération la croissance (très importante) de la population et son déficit actuel d'infrastructure : donc plus d'infrastructure, plus d'adaptation nécessaire.

Nous allons considérer les secteurs les plus importants, la protection des côtes et les infrastructures pour plusieurs raisons. D'abord, l'étude de la CCNUCC différencie les pays régionalement seulement pour ces deux secteurs ; ensuite, il s'agit des secteurs les plus coûteux en termes d'adaptation, regroupant à eux seuls plus de 80% des coûts totaux. Finalement, on considère que les estimations de ces deux secteurs sont plus robustes par rapport aux autres secteurs analysés, ce qui offre une meilleure comparabilité entre régions (Parry *et al.* 2009).

Au total, la CCNUCC estime les besoins financiers pour l'adaptation aux changements climatiques entre 49 et 171 milliards de dollars par an. Dans cette fourchette, les secteurs que nous avons retenus comptent pour 30 à 152 milliards de dollars par an, soit la majeure partie de ces coûts. Les coûts d'adaptation des infrastructures représentent de loin le montant le plus important. Sa limite supérieure est plus de dix fois supérieure que les coûts des autres secteurs.

Nous précisons que, pour le calcul de l'adaptation dans les infrastructures, la CCNUCC considère que ces coûts seront compris entre 5 et 20% des investissements sensibles dans les infrastructures.

Encadré 3.4. Jeu d'hypothèses de la CCNUCC, retenu dans l'estimation des coûts d'adaptation.

a) Pour l'infrastructure :

- Année de référence : 2030.
- Scénario climatique retenu : SRES A1B.
- L'investissement intérieur brut (IIB ou FBCF) en 2030 est de 22,27 trillion \$ (soit trois fois le montant investi en 2000).
- La proportion de cet investissement considéré comme « sensible » à l'impact du changement climatique est basée sur les pertes dues aux désastres naturels, telles que rapportées par l'ABI (l'Association britannique des assureurs) ; cette fraction est de 2,7%.
- Les coûts d'adaptation de ces investissements « vulnérables » sont compris entre 5 et 20%, ce qui relève des coûts annuels totaux de 33 – 130 Mld. \$.

b) Pour les côtes :

- Le rapport utilise le modèle DIVA pour le calcul des digues et autres mesures d'adaptation des côtes.
- Les coûts sont basés sur l'expérience pratique d'une entreprise spécialisée, *Delft Hydraulics*, et prend en considération les coûts résiduels.
- Les calculs prennent en considération plus de 12 000 segments de côtes qui comprennent l'ensemble de la côte au niveau mondial, à l'exception de l'Antarctique.

Les coûts d'adaptation annuelle en 2030 sont présentés dans le Tableau 3.1. Les estimations pour l'infrastructure et pour les zones côtières figurent dans la colonne cinq. Pour des raisons de simplicité, nous présentons des coûts moyens dans la colonne six. À titre de comparaison, dans la colonne sept sont présentés les estimations correspondantes de la Banque Mondiale (EACC 2010).

Tableau 3.1. Coûts annuels d'adaptation au changement climatique pour l'infrastructure et les côtes en 2030 (Milliards US \$)

(1) Region	(2) Coûts pour l'infrastructure UNFCCC (ABI data)	(3) Coûts pour l'infrastructure (Parry et al. 2009)	(4) Coûts pour la protection des côtes (UNFCCC et Parry et al. 2009)	(5) Coûts agrégés d'adaptation (colonnes 3+4)	(6) Coûts agrégés moyens d'adaptation (colonnes 3+4)	(7) EACC (BM 2010)
Afrique	0,1 - 04	3,1 - 12,3	4,0	7,1 - 16,3	11,7	10,9
Asie PED (+Proche Orient)	2,0 - 33,5	10,9 - 43,5	7,1	18 - 50,6	34,3	31,1
Amérique Latine (+ Caraïbe)	0,4 - 6,9	1,9 - 7,4	4,8	6,7 - 12,2	9,4	14,5
OECD Europe	4,3 - 17,1	-	5,4	9,7 - 22,5	16,1	-
OECD Amérique du Nord	15,9 - 63,7	-	6,1	22,0 - 69,8	45,9	-
OECD Pacifique	2,0 - 8,1	-	3,2	4,2 - 11,3	8,3	-

Note: Scénarios retenus pour les estimations de la CCNUCC A1B (SRES) ; scénario retenu pour les estimations de la Banque Mondiale NCAR ; type d'agrégation des coûts « X-sum »²¹. Pour l'infrastructure, colonnes 2 et 3, il faut considérer les cases en gris. Ces coûts sont recalculés pour l'Afrique et les PED pour prendre en considération le déficit d'infrastructure (Parry *et al.* 2009).

Source: à partir de CCNUCC 2007, Parry *et al.* 2009, EACC 2010.

Dans la somme des coûts totaux de l'adaptation, et en assumant une valeur moyenne pour chaque région, on retrouve dans les premières positions l'Amérique du Nord et l'Asie en développement, dont la Chine, avec plus d'un tiers et respectivement plus d'un quart des coûts pour chaque région. L'Europe devrait assumer des coûts supérieurs de 10% du total, suivie par la région d'Afrique et l'Amérique latine, avec des coûts inférieurs à 10%. Cela étant, le message et les estimations de la CCNUCC sont à prendre dans le bon sens. Il ne s'agit pas de savoir si les pays auront suffisamment de ressources pour « se payer » l'adaptation, mais plutôt d'évaluer correctement le problème. À la lecture du tableau, trois remarques semblent nécessaires :

- i) l'adaptation n'est pas une « mince affaire » : celle-ci se chiffre en milliards (ceci dit, il faut rapporter ces chiffres au Pib) ;
- ii) lorsqu'on regarde les estimations, on note le large éventail de ces coûts, ce qui indique l'état précaire des connaissances ;
- iii) les chiffres proposés supposent une augmentation de 2 à 3°C (A1B) ; si l'atténuation n'est pas au moins « à la hauteur » de ce scénario, ce qui est actuellement le cas, puisque on table sur des augmentations de 3 – 4°C, alors, « les coûts de l'adaptation vont augmenter et, probablement de manière exponentielle » (Fankhauser 2009). Le scénario A1B correspond au RCP6 dans le nouveau rapport (augmentation de plus de 3°C en 2100).

²¹ Les types d'agrégation des coûts sont présentés dans la sous-section suivante.

3.2.2. Coûts d'adaptation pour les PED

Dans ce qui suit, nous proposons une analyse plus détaillée, focalisée sur les pays en développement, basée sur le rapport de la Banque Mondiale (EACC 2010). Les estimations de ce rapport se placent dans la fourchette supérieure des estimations de la CCNUCC (2007), mais en dessous de celles de Parry *et al.* (2009). Ainsi, le rapport estime que le coût de l'adaptation pour une augmentation de 2°C en 2050 est compris entre 75 et 100 milliards US\$ par an (soit le même ordre de grandeur que l'ensemble de l'aide au développement actuel). L'évaluation des coûts de l'adaptation repose sur la mesure des coûts des actions nécessaires pour s'adapter à un monde avec changement climatique, par rapport à un monde sans changement climatique (*référence*).

Une des particularités de ce rapport concerne le déficit de développement, qui est inclus dans le scénario de référence, intégrant ainsi les critiques antérieures, notamment celles de Parry *et al.* (2009). Par conséquent, les coûts de l'adaptation proprement dits ne concernent que les coûts additionnels dus aux changements climatiques futurs. Cela étant, comme ce fut le cas pour le rapport de la CCNUCC, l'équipe de l'EACC précise que ces estimations ont une valeur indicative, puisqu'elles dépendent, d'abord, du niveau d'atténuation, puis du niveau des dommages résiduels²². Le rapport estime des coûts censés permettre d'atteindre un niveau de bien-être équivalent à celui qui aurait prévalu en l'absence du changement climatique.

Tableau 3.2. Coûts annuels totaux de l'adaptation pour tous les secteurs, par région, de 2010 à 2050 et pour deux scénarios (en milliards US \$ de 2005, non actualisés).

Cost aggregation type	East Asia and Pacific	Europe and Central Asia	Latin America and Caribbean	Middle East and North Africa	South Asia	Sub-Saharan Africa	Total
<i>National Centre for Atmospheric Research (NCAR), wettest scenario</i>							
Gross sum	28.7	10.5	22.5	4.1	17.1	18.9	101.8
X-sum	25.0	9.4	21.5	3.0	12.6	18.1	89.6
Net sum	25.0	9.3	21.5	3.0	12.6	18.1	89.5
<i>Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), driest scenario</i>							
Gross sum	21.8	6.5	18.8	3.7	19.4	18.1	88.3
X-sum	19.6	5.6	16.9	3.0	15.6	16.9	77.6
Net sum	19.5	5.2	16.8	2.9	15.5	16.9	76.8

Source : EACC 2010.

²² Pour des raisons de réalisme, l'adaptation ne vise jamais l'adaptation totale.

De manière générale, le scénario « sec » (CSIRO) présente des coûts moindres que le scénario « humide » (NCAR), principalement en raison des coûts inférieurs pour l'infrastructure. Concernant le type d'agrégation des coûts, il y a une différence entre la méthode *Gross sum* et *X-sum*, qui est due au fait que certains pays apparaissent comme bénéficiaires du changement climatique, notamment en Asie du Sud-est (Encadré 3.5).

Encadré 3.5. Principales hypothèses de travail de l'EACC et type d'agrégation des coûts.

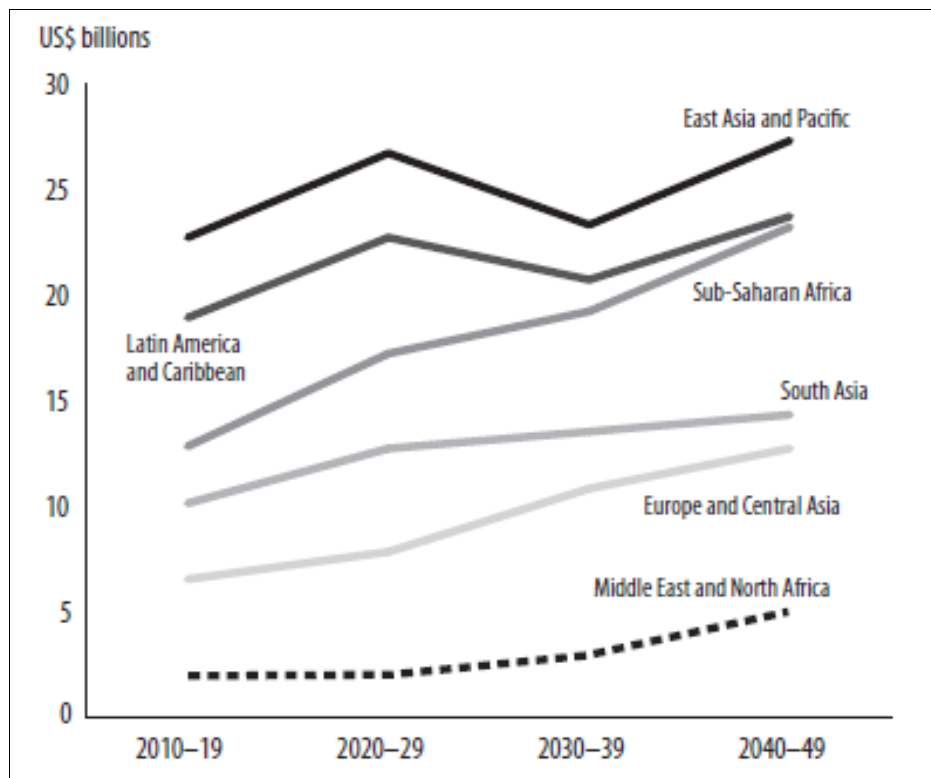
- a) L'approche utilisée consiste à comparer les deux états du monde, avec et sans changement climatique. La différence entre ces deux « mondes » correspond aux coûts additionnels de l'adaptation.
- b) Deux scénarios contrastés sont retenus (le plus humide - NCAR, le plus sec - CSIRO envisagés par le GIEC). Il s'agit de modèles climatiques de circulation générale (GCM pour *General Circulation Models*).
- c) L'année de référence est 2050, et les coûts sont estimés pour une augmentation moyenne de 2°C.
- d) Les secteurs considérés sont : l'infrastructure, les zones côtières, l'approvisionnement en eau, la gestion des inondations, l'agriculture, la pêche, la santé, les forêts et les services de l'écosystème.

Types d'agrégation des coûts : *i*) *Gross sum* représente les coûts positifs agrégés pour tous les secteurs au sein d'un pays, tandis que les coûts négatifs ne sont pas pris en compte (autrement dit, ceux-ci sont remis à zéro). *ii*) *Net sum* prend en considération aussi bien les coûts négatifs que positifs (de manière « symétrique ») en les additionnant. Cette méthode permet la sommation des coûts entre différents pays. *iii*) *X sum* prend en considération pareillement les coûts négatifs et positifs, mais ne permet pas l'agrégation de ces coûts entre différents pays. Dans notre analyse, c'est bien cette dernière méthode que nous allons considérer, sauf indication contraire.

Source : EACC 2010.

Dans son rapport, l'équipe de la BM estime que la majorité des coûts proviennent, comme pour la CCNUCC (2007), de l'infrastructure et des zones côtières. L'infrastructure urbaine compte pour plus de la moitié de ces coûts (54%), pendant que l'adaptation des routes compte pour 23%. L'Asie de l'Est et du Sud-est enregistrent les coûts les plus importants dans le temps, reflétant évidemment leurs populations importantes. L'Afrique subsaharienne enregistre l'augmentation la plus significative, puisqu'elle passe de 1,1 milliards US \$ en 2010 – 2020 à 6 milliards US \$ en 2050. Pour ce qui concerne les zones côtières, c'est l'Amérique latine et l'Asie de l'Est qui supportent la majorité des coûts (Figure 3.6).

Figure 3.6. Coûts totaux pour l'adaptation sous le scénario humide (NCAR), par région, pour la période 2010 – 2050 (en milliards US \$ de 2005, non actualisés)

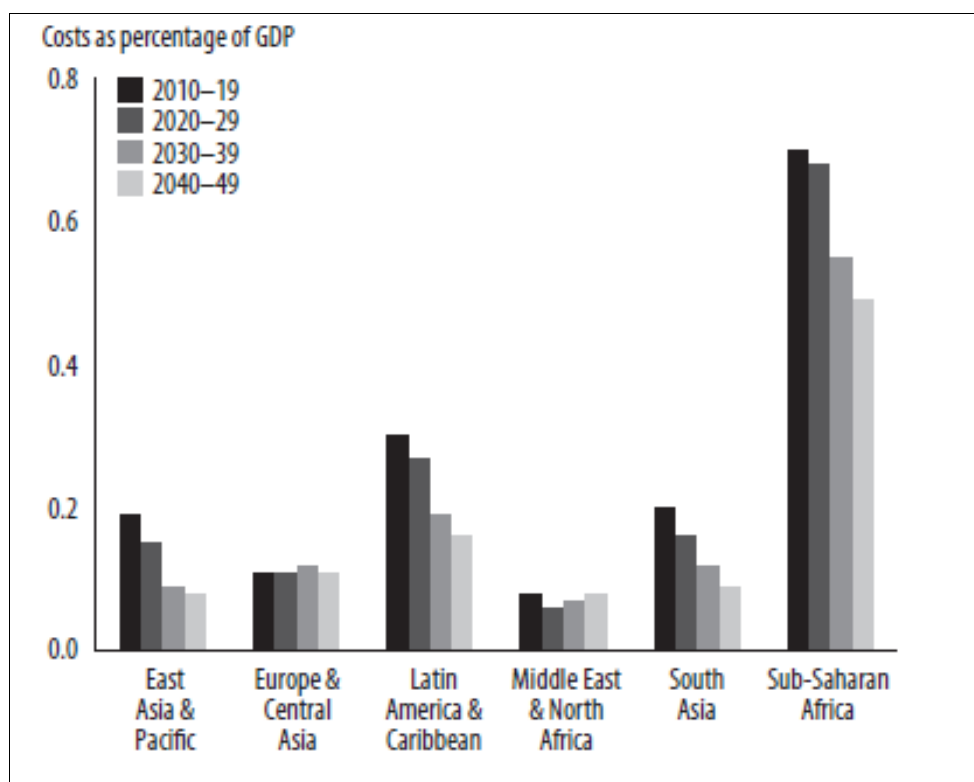


Source : EACC 2010.

Sur les 89,6 milliards de dollars de coûts attendus avec ce scénario « humide », 27% concernent l'Asie de l'est et le Pacifique, plus de 23 % l'Amérique latine et les Caraïbes et 20% l'Afrique subsaharienne. À l'opposé, l'Europe et l'Asie centrale ainsi que le Moyen Orient et l'Afrique du Nord sont les régions où les coûts seront plus faibles. Ceux-ci sont respectivement de 10 et 3%.

Si tous ces coûts représentent la « moitié vide du verre », le rapport fait mention également de la « moitié pleine ». Il s'agit d'un des messages importants du rapport : « Les coûts absolus d'adaptation augmentent dans le temps mais diminuent par rapport au Pib » (EACC 2010 : 6 ; Figure 3.7).

Figure 3.7. Coûts totaux pour l'adaptation sous le scénario humide (NCAR), par région, pour la période 2010 – 2050, par rapport au PIB (en pourcentage, en US\$ de 2005, non actualisés)



Source : EACC 2010.

Les coûts de l'adaptation relatifs au Pib varient néanmoins d'une région à l'autre. Pour l'Afrique subsaharienne les coûts demeurent les plus importants, ceux-ci sont stables pour l'Europe et l'Asie centrale, le Proche Orient et l'Afrique du Nord, et décroissent rapidement pour l'Asie de l'Est et pour l'Amérique latine (Tableau 3.3).

Tableau 3.3. Coûts annuels totaux de l'adaptation en pourcentage du Pib, par région, pour la période 2010 – 2050 (X sum, pourcentage, non actualisés)

Period	East Asia and Pacific	Europe and Central Asia	Latin America and Caribbean	Middle East and North Africa	South Asia	Sub-Saharan Africa	Total
<i>National Centre for Atmospheric Research (NCAR), wettest scenario</i>							
2010-19	0.19	0.11	0.30	0.08	0.20	0.70	0.22
2020-29	0.15	0.11	0.27	0.06	0.16	0.68	0.19
2030-39	0.09	0.12	0.19	0.07	0.12	0.55	0.14
2040-49	0.08	0.11	0.16	0.08	0.09	0.49	0.12

Source : EACC 2010.

Nous concluons cette présentation avec trois remarques concernant les secteurs de l’approvisionnement en eau, l’agriculture et la santé (issues de ce rapport).

i) La question de l’approvisionnement en eau potable, qui, en termes de coûts, se situe en troisième position après les zones côtières et l’infrastructure, requiert une attention particulière, surtout pour l’Afrique subsaharienne. Dans le scénario « sec », non traité ici, ce secteur implique des coûts plus importants que ceux pour l’infrastructure.

ii) Concernant l’agriculture, le rapport montre que les impacts du changement climatique, notamment la modification des précipitations, touchent les rendements et les exportations des PED, qui chutent au profit des exportations des pays développés ; l’Asie du Sud aurait la baisse de production agricole la plus importante et deviendrait importateur net. Dans le scénario « humide », les pays développés voient leurs exportations augmenter de 28% (elles sont de 75% dans le scénario « sec » par rapport à 2000). Sous le même scénario (humide), l’Asie de l’Est et le Pacifique deviennent également des exportateurs de produits agricoles.

iii) Pour ce qui concerne la santé, les coûts (en absolu) observés pour l’adaptation sont en chute pendant la période considérée. En fait, ceux-ci sont en dessous de la moitié par rapport à l’an 2010. Il s’agit, en effet, de bénéfices de la croissance économique et du développement. Ce fait est un point important qui relie l’adaptation au développement.

*

Cette dernière remarque nous amène à notre premier point de conclusion de cette section. Le rapport de la Banque Mondiale estime que le développement est prioritaire. Le développement amène avec soi une meilleure capacité des sociétés et des institutions à faire face aux changements à venir.

Deuxièmement, les analyses développées dans ces deux études s’accordent pour affirmer que les politiques d’adaptation ne peuvent pas se concevoir indépendamment des politiques d’atténuation. Cela pose le problème (inhérent) de l’ambition et du financement de ces mesures. Dans tous les cas, nous considérons qu’il existe le risque que ces deux volets soient découplés.

Enfin, un troisième point concerne les impacts évités, ou tout simplement ce qu’on peut appeler le « double dividende » des politiques d’adaptation. Le bénéfice total des impacts évités grâce aux mesures d’adaptation ne peut être entièrement connu. Cela engendre un biais par rapport à l’analyse coût-bénéfice des mesures d’adaptation, dans laquelle les gains doivent excéder les coûts induits. Le financement de l’adaptation en pâtit, les coûts apparaissant plus importants que leur contrepartie (Weikmans 2012).

3.3. Études nationales de l'adaptation

Les études exposées précédemment proviennent de grandes institutions spécialisées dans le calcul des coûts de l'adaptation. Nous avons précisé également les jeux d'hypothèses sur lesquelles celles-ci se sont appuyées, ainsi que les résultats, qui reflètent ces hypothèses. Les postulats sur lesquels se fondent ces estimations sont critiquables, surtout en raison de leur paramétrage nécessairement simplificateur. Agrawala et Fankhauser (2008) notent que, par rapport aux ordres de grandeur de ces estimations, il est prématuré de parler de « consensus ». En même temps, il faut noter que l'adaptation a un caractère local, puisque les États choisissent eux-mêmes quand, comment et à quelle hauteur ils doivent agir. Cela nous amène à considérer le point de vue domestique. Dans cette section, nous nous intéresserons, séparément, aux perspectives nationales²³ de l'Union européenne, des États-Unis et de la Chine concernant l'adaptation. Une comparaison directe entre les coûts calculés précédemment et ces estimations nationales serait difficile, en raison principalement des méthodologies et hypothèses différentes.

3.3.1. L'Union européenne

À présent, il n'existe pas d'étude explicite et complète pour l'adaptation en Europe. Celle-ci a fait pourtant l'objet, pendant les dernières années, d'un certain nombre d'estimations. En général, ces études concernent l'impact du changement climatique attendu et/ou les coûts de l'adaptation pour différents secteurs de l'économie, résultats obtenus à travers diverses méthodes d'analyse (Watkins 2011). La variété des approches, des méthodologies, des secteurs concernés, des horizons de temps considérés ou encore des scénarios climatiques ou socioéconomiques utilisés, font que les estimations obtenues sont difficilement comparables. Parmi les analyses disponibles, nous allons privilégier le projet PESETA (*Projection of Economic Impacts of Climate Change in Sectors of the European Union Based on Bottom-up Analysis*), qui a été commandité par la Commission européenne et qui est actuellement dans sa deuxième phase d'exécution.

Parmi les exercices *bottom-up*, et mises à part les estimations de la CCNUCC (2007), on retrouve également le rapport de Simms *et al.* (2004), le rapport Stern (2006), ainsi qu'une estimation faite par la Commission Européenne (EC 2009). Le projet PESETA (I et II), en 2009 et 2013, est parmi les dernières tentatives menées pour apporter des précisions quant à l'estimation des coûts potentiels de l'adaptation en Europe. Dans un premier temps, nous présenterons rapidement les estimations de Simms *et al.* (2004), de Stern (2006) et de la CE (2009), considérées comme étant des études de première génération. Dans un deuxième temps,

²³ Pour l'Union européenne le terme est bien évidemment forcé.

nous présenterons les estimations des impacts dus au changement climatique dans le projet PESETA (Ciscar *et al.* 2011).

Dans le rapport de la CCNUCC (2007), les besoins financiers pour l'adaptation aux changements climatiques sont compris entre 49 et 171 milliards de dollars par an. Dans cette enveloppe, 22 à 104 milliards correspondent aux coûts des pays industrialisés. Nous rappelons que pour ces estimations, la CCNUCC considère que les coûts supplémentaires nécessaires à l'amélioration de la résistance des investissements aux changements climatiques seront compris entre 5 et 20%²⁴. Ces estimations sont calculées sur la base des pertes dues aux désastres naturels qui sont de l'ordre de 0,7% (Munich Re) et 2,7% (ABI) et de la IIB (FBCF) en 2030 (22,2 Mld.US\$).

Le rapport d'Andrew Simms *et al.* (2004), paru sous les auspices de la *New Economics Foundation* et *Greenpeace*, est la première étude d'envergure concernant les coûts de l'adaptation. Celui-ci était paru assez tôt par rapport aux autres travaux et incluait la plupart des secteurs usuels, dont l'infrastructure, les zones côtières et l'agriculture. La fourchette des estimations obtenue dans ce rapport est large, allant de 6 à 28 mld.\$ annuellement, pour un horizon compris entre 2030 et 2050. Ces estimations sont obtenues en faisant l'hypothèse que le coût supplémentaire pour adapter les infrastructures (y compris les bâtiments) soit compris entre 1 et 5% des investissements courants, pourcentage basé sur la « réalité » britannique.

Simms *et al.* supposent que le même principe peut être appliqué à l'ensemble des pays de l'OCDE, ce qui fait qu'ils parviennent à des coûts de l'ordre de 15 à 74 mld.\$ par an, pour l'Union européenne. Cette approche fut reprise dans le rapport Stern (2006) qui, pour sa part, augmente le pourcentage de calcul des coûts supplémentaires des infrastructures nécessitant l'adaptation de 1-5% à 1-10%, par rapport à l'investissement prévu²⁵. Procédant ainsi, Stern obtient des coûts d'adaptation, pour ce secteur d'infrastructure et de construction, de l'ordre de 15 à 150 mld.\$ (0,05-0,5% du Pib) par an, pour les pays industrialisés en général, et de 6 à 60 mld.\$, pour l'UE.

En 2009, la Commission européenne publie un *Impact Assessment* (EC 2009) qui reprend la méthodologie de Stern et le Pib de l'UE 27 pour 2006 (et non pas celui de 2001-2003, comme Stern), estimant ainsi un montant de 5,8 à 58 mld.€ par an pour adapter l'infrastructure et le bâtiment (aprox.7,3 à 73 mld.\$) au changement climatique. Le rapport mentionne que la première valeur peut être représentative d'une adaptation rapide (vers 2030), alors que le montant plus important sera nécessaire pour une adaptation ultérieure (vers 2100).

²⁴ Ce pourcentage n'est pas à confondre avec les investissements considérés comme sensibles aux changements climatiques, qui, eux, sont de l'ordre de 2 à 10%.

²⁵ Par ailleurs, notons que le premier rapport de la Banque mondiale avait repris la même méthode de calcul.

Encadré 3.6. Évaluations utilisant des modèles intégrés (IAM).

Parmi les estimations *top-down* on retrouve, entre les projets les plus importants, le projet ADAM (Hulme, Neufeldt 2010) et le rapport de l'OCDE, « *Plan or React? Analysis of Adaptation Costs and Benefits Using Integrated Assessment Models* » (Agrawala *et al.* 2010). Généralement, ces estimations sont plus basses que celles obtenues par les méthodes *bottom-up*. Dans ADAM, on retrouve des coûts d'adaptation pour l'Europe de Ouest de 0,04% du Pib en 2020 (soit 5 mld.\$), et de 0,13% en 2050 (35 mld.\$). Ces estimations sont faites en prenant en compte un scénario d'augmentation des températures de 2°C. Pour l'étude de l'OCDE, dans un scénario d'augmentation de 2,5°C, le coût estimé pour l'Europe de l'Ouest est compris entre 0,0% (AD-WITCH²⁶) et 0,12% (AD-RICE²⁷) du Pib en 2050, et 0,4% et 0,8%, en 2100. Au niveau sectoriel, pour le bâti, les coûts sont estimés à 0,18% du Pib et, pour l'aménagement des côtes, à 0,31%. Pour rappel, l'impact du changement climatique en Europe pour ce même scénario (2,5°C) est de 2,83% du Pib, en 2100 (estimation basée sur DICE) (Agrawala *et al.* 2010). Bien que très appréciées et utilisées, ces modélisations demeurent marquées par des limitations. Comme le note Watkiss (2011), « les estimations utilisant des modèles intégrés sont hautement agrégées et très incertaines ».

En somme, les études de première génération indiquent des estimations, pour l'UE, de l'ordre de 6 à 73 Mld.\$ par an (soit 4,6 à 58 €), afin d'adapter le habitat et l'infrastructure au changement climatique. Cette fourchette demeure large, ce qui lui confère un caractère incertain qui rend difficiles les décisions concernant l'orientation des investissements nécessaires. De plus, comme souvent noté par les experts, ces résultats font l'objet des limitations méthodologiques importantes. On peut mentionner la question du choix forfaitaire des pourcentages des infrastructures sensibles au climat, l'absence des connaissances empiriques concernant les impacts résiduels (ou tout simplement leur prise en charge), l'absence de la prise en compte des politiques d'atténuation, ou encore les diverses rétroactions qui peuvent se manifester dans le temps.

Le projet PESETA²⁸ fait une évaluation multi-sectorielle des *impacts*, évaluation exprimée en coûts en bien être pour l'Europe, pour une période allant jusqu'en 2100. Le projet se distingue par deux caractéristiques. D'abord, l'approche utilisée est basée sur des modèles d'impact physique qui prennent en compte de manière assez précise les rapports entre changement climatique et impacts biophysiques. Ensuite, les modèles employés utilisent les mêmes données concernant le climat et les évolutions socioéconomiques. Le projet PESETA estime des coûts d'impact d'un changement climatique en 2080 de l'ordre de 22-65 mld.€ du Pib, pour des températures allant de 2,5 à 5,4°C et correspondant à des pertes d'utilité autour de 0,7% du Pib²⁹.

²⁶ Adaptation - World Induced Technical Change Hybrid model (<http://www.witchmodel.org/index.html>) Consulté le 22.07.2013.

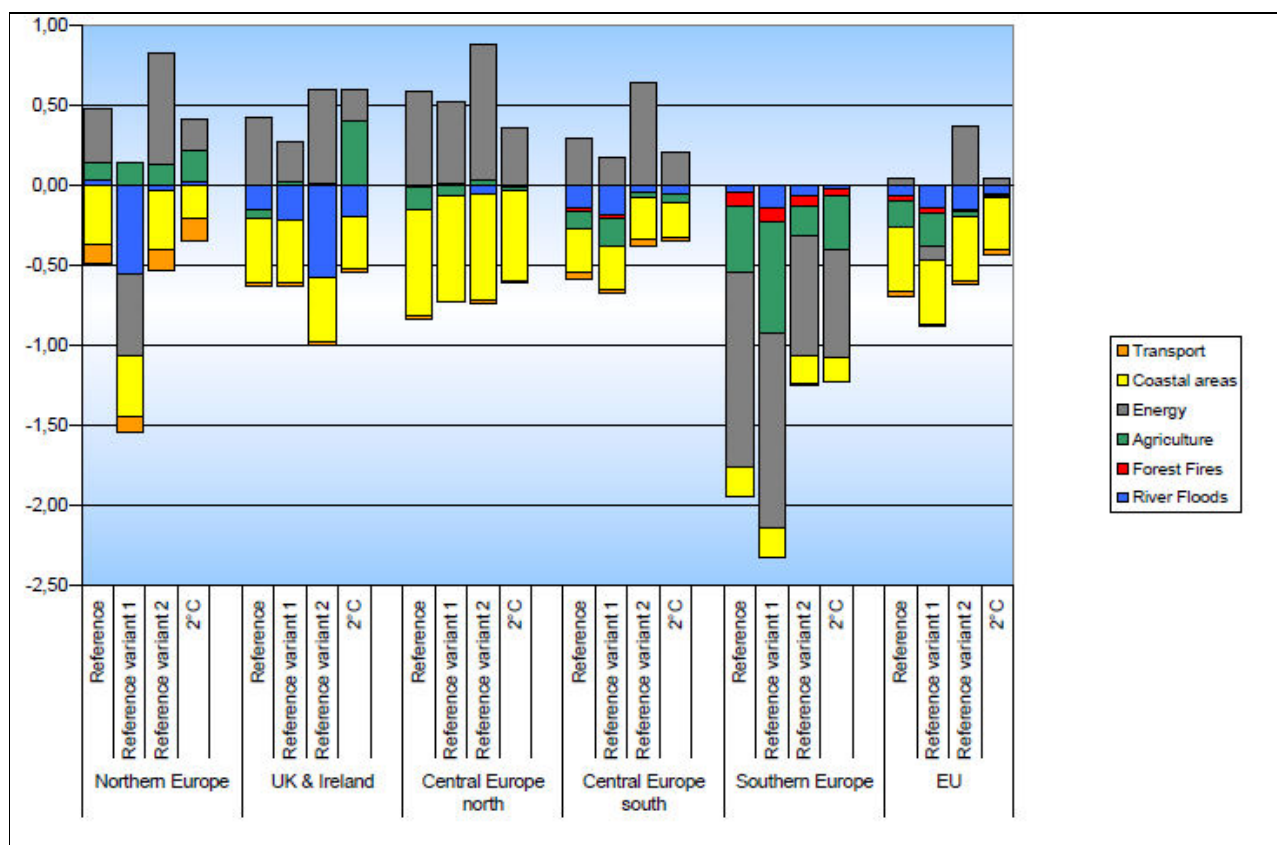
²⁷ Adaptation - Regional Interactions of Climate Ecosystem.: <http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/dicemodels.htm>. Consulté le 22.07.2013.

²⁸ <http://peseta.jrc.ec.europa.eu/index.html>. Consulté le 17.06.2013.

²⁹ Le projet PESETA utilise deux métriques, l'une concerne l'impact sur le PIB et l'autre l'impact sur le bien-être.

PESETA analyse les six secteurs de l'économie les plus usuels. Pour chaque secteur, on retrouve des estimations des impacts physiques et économiques obtenues à l'aide des modèles d'équilibre général (GEM-E3³⁰). Le projet, à travers ses modélisations, compare une Europe ayant subi des changements climatiques en 2080 avec l'Europe d'aujourd'hui. Nous présentons par la suite le détail des impacts sur le bien-être des ménages.

Figure 3.8. Impact sur l'utilité des populations européennes



Note : La « Reference » représente la moyenne des simulations basées sur les scénarios A1B (30 cm d'augmentation du niveau de la mer). La référence (BaU) est calée sur la période 1961-1990. La version 1 de la Référence est un scénario plus chaud et plus sec par rapport à la référence, pendant que la version 2 est plus fraîche et humide. La simulation 2°C est basée sur un autre scénario que A1B, le E1³¹ (augmentation du niveau de la mer de 18 et non pas de 30 cm).

Source: le projet PESETA 2012.

Pour l'UE (les histogrammes à droite du graphique), la perte nette d'utilité est de 0,7% du PIB dans un scénario de référence et de presque 1% dans le scénario chaud et sec (version 1). Globalement, l'impact sur l'énergie est positif dans la plupart des régions (sauf pour le Sud), phénomène dû au moindre besoin de chauffage. Les populations sont les plus

³⁰ Pour plus de détails, voir la page de présentation du modèle : <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/activities/energy-and-transport/gem-e3/>. Consulté le 17.06.2013.

³¹ Le scénario E1 a été développé dans le cadre du projet européen ENSEMBLES. Pour plus de précision, voir la page du projet <http://www.ensembles-eu.org/>. Consulté le 20.06.2013.

impactées par les dégâts dans les zones côtières, les inondations des rivières (pour la version 2) et l'agriculture (pour la version 1).

Du point de vue des pays membres, on note des différences importantes entre régions. Les plus touchés seront les pays de Sud (dont l'Italie et l'Espagne), mais aussi, dans un scénario Version 1, les pays de Nord. La Grande Bretagne et l'Irlande subiront des pertes importantes dues aux inondations et à la hausse de la mer, tandis que l'Europe centrale du Nord (dont l'Allemagne et la Pologne) sera impactée massivement par les dégâts en zones côtières.

Encadré 3.7. L'effet transfrontalier des impacts du changement climatique.

Mis à part ces résultats, PESETA analyse quelques implications secondaires, dont *l'effet transfrontalier* du changement climatique. Le raisonnement est le suivant : si un pays, voire une région, ne s'adapte pas ou n'anticipe pas les changements à venir, alors, la population y habitant va subir des pertes. À travers divers canaux, notamment le commerce, ces pertes vont se répercuter sur l'utilité des autres pays de l'UE. Cette hypothèse est faite étant donné le fort degré d'intégration commerciale de l'Europe. À titre d'exemple, est supposé un scénario dans lequel l'Europe centrale nord est impactée par la hausse du niveau de la mer, pendant que le reste de l'Europe ne l'est pas. Cela peut se chiffrer pour les pays de centre et Nord par une perte dans le bien être de l'ordre de 20,5 mld.€. Par l'effet transfrontalier, cette perte entraîne un coût supplémentaire de 30% (aprox. 5,6 mld.€) à supporter par les autres partenaires commerciaux européens.

Les estimations fournies par le projet PESETA, qui portent sur l'évaluation de la perte d'utilité des populations, font ressortir deux particularités. Premièrement, il y a des différences importantes entre les régions de l'Europe. Secondement, les côtes littorales, les rivières (le risque d'inondation) et l'agriculture sont particulièrement vulnérables au changement climatique.

À ce jour il n'existe pas d'estimation explicite et précise pour la totalité des coûts de l'adaptation pour l'UE. Parmi les estimations les plus étendues, on note celle de la CCNUCC (2007), le rapport de Simms *et al.* (2004) le rapport Stern (2006) et particulièrement le projet PESETA (2010). Dans ces rapports le coût d'amélioration des infrastructures est estimé entre 4 et 60 mld.\$ par an (Simms *et al.* 2004, Stern 2006, CCNUCC 2007 et EC 2009). Du côté du projet PESETA, les impacts d'un changement climatique en 2080 en termes actuels sont évalués entre 20 à 65 mld. annuellement (Ciscar *et al.* 2010).

3.3.2. *Les États-Unis*

Similairement à l'Union européenne, il n'existe pas d'analyse complète pour estimer les coûts d'adaptation aux États-Unis. Les études concernant l'adaptation sont faites indépendamment et au niveau sectoriel, mais tous les secteurs ne sont pas analysés. Lorsque ces analyses sectorielles existent, celles-ci ont des degrés de profondeur variables. Parmi ces études, on retrouve les secteurs-phares de l'adaptation, les zones côtières, l'infrastructure et l'énergie, tandis que d'autres secteurs, comme les écosystèmes, la santé ou l'agriculture sont presque absents.

La comparaison de ces études nationales reste, comme souvent, difficile. Les méthodes de travail, les hypothèses, les types d'impact ou la manière dont l'adaptation est considérée font qu'une analyse transversale de ces travaux est laborieuse. Cela étant, on peut voir à travers les estimations fournies, la magnitude des coûts de l'adaptation pour les États-Unis pour les quelques secteurs analysés. Ces travaux montrent qu'*a priori* et à moyen terme les coûts de l'adaptation ne dépassent pas un point de Pib, tout en se chiffrant en dizaines, voire en centaines de milliards de dollars. Ce constat s'avère toutefois fragile, car ces coûts risquent de s'envoler au fur et à mesure que l'expertise s'étendra aux autres secteurs de l'économie.

Dans cette partie nous allons passer en revue les quatre secteurs pour lesquels il existe à ce jour des estimations nationales concernant l'adaptation : les zones côtières, l'infrastructure des routes, l'énergie et l'approvisionnement en eau. Deux de ces secteurs, les côtes et les routes permettront de faire le lien avec l'étude de la CCNUCC (2007), présentée auparavant. Nous allons faire un point sur l'état de l'avancement des travaux pour ce qui concerne les autres grands secteurs, la santé et l'agriculture, pour lesquels les résultats ne sont pas aussi bien établis. Nous allons, par la suite, mettre en évidence les zones les plus exposées au changement climatique.

Pour ce qui concerne la protection des côtes, il y a eu peu d'études exhaustives qui présentent des coûts d'adaptation, malgré le fait que les chercheurs américains se sont préoccupés assez tôt de la chose. Les premiers travaux ont été réalisés dans les années 1990 et prenaient en considération des niveaux d'augmentation de la mer allant de 50 à plus de 230 cm (Sussman *et al.* 2013). Les mesures proposées comprenaient la construction des digues, la relocation des structures et des routes et l'aménagement des plages. La fourchette des coûts (en cumulé) était comprise entre 100 et plus de 1000 milliards dollars. Une dizaine d'années plus tard, Neumann *et al.* (2011) se sont attelés à la même tâche pour obtenir des résultats similaires, que nous allons présenter par la suite (Tableau 3.4).

Pour les infrastructures, Chinowski *et al.* (2013) estiment des coûts de l'adaptation pour les routes goudronnées et non goudronnées, à 2,8 milliards dollars (non actualisés) annuellement en 2050 (si actualisé à 3%, ce chiffre tombe à 0,8). Les coûts incluent la maintenance et les investissements nécessaires à l'entretien du réseau actuel. Les conditions simulées sont faites sous deux scénarios différents et considèrent l'affectation des routes par la chaleur, les précipitations et le gel-dégel. Dans le même secteur de l'infrastructure, les ponts sont considérés à part, bénéficiant d'une étude spécifique (Wright *et al.* 2012). Les mesures considérées sont de renforcement, afin d'anticiper ou de s'adapter au changement climatique.

L'étude conclut que si les mesures sont anticipatives alors les coûts seront moindres que s'il s'agit de s'adapter aux changements climatiques.

Pour l'approvisionnement en eau, les estimations proviennent d'une étude commanditée par la Confédération américaine de recherche sur le changement climatique³², *Socioeconomic Impacts of Climate Variability and Change on U.S. Water Resources* (Frederick et Schwarz 2000). Ces auteurs analysent les coûts de l'adaptation sous deux scénarios, dont un plus « sec ». Le modèle utilisé considère les investissements supplémentaires dans l'infrastructure et l'acquisition (l'achat) d'eau. Ces coûts sont estimés à deux moments, les années 2030 et 2095, étant, par comparaison, plus importants que les études faites jusqu'alors (Sussman *et al.* 2013).

Pour l'énergie, Mansur *et al.* (2008) utilisent un modèle économétrique basé sur des rapports entre la consommation de l'énergie et la hausse des températures attendue. Précisément les auteurs montrent comment sont (seront) impactés la consommation et le choix de l'énergie lorsque la température augmente. Dans les scénarios les plus extrêmes – hausse des températures jusqu'à 5°C –, le coût supplémentaire – le coût d'adaptation – va jusqu'à 87 milliards de dollars annuellement. Dans notre analyse, nous avons pris en compte le scénario bas, de 2-2,5°C d'augmentation, pour lequel les coûts de l'énergie sont divisés par deux.

Nous présentons par la suite les coûts de l'adaptation pour ces quatre secteurs que nous avons introduits ci-dessus : les zones côtières, infrastructures (y compris les ponts), l'approvisionnement en eau et l'énergie. Là où cela a été possible, nous avons présenté également les coûts cumulés.

³² <http://www.globalchange.gov/>. Consulté le 22.07.2013.

Tableau 3.4. Coûts nationaux annuels d'adaptation, en milliards dollars 2010 (non actualisés)

Secteur et spécifications	Estimations
Infrastructure des côtes, en 2100 (a)	
Cout total, NA, pour 67 cm ENM	230
Cout annuel, dont:	2,3
Zone Atlantique Nord	0,6
Zone Atlantique Sud	0,3
Florida	1,1
Côte du Golf	0,1
Pacifique	0,2
Infrastructure des routes, en 2075 (b)	
Cout total	190
Annuel NA	3,9
Infrastructure des ponts, en 2055 (c)	
Annuel	4 - 6
Approv. en eau, en 2095 (d)	
Annuel	86 - 294
Energy (aug.temp. de 2 - 2,5°C), en 2100 (e)	
Cout annuel	40
TOTAL pour les 4 secteurs	136 - 346

Notes : (a) ENM pour élévation du niveau de la mer ; basé sur un scénario SRES A1B ; (b) basé sur les projections de température à partir de MAGICC/SCENGEN ; (c) à partir des quatre modèles de circulation générale (GCM) : CNRM-CM3, CCCMA-CGCM3, GFDL-CM2.0, HADCM3 ; (d) deux modèles utilisés : le Canadian Global Climate Model (CGCM) et le British Hadley 2 ; (e) pour la partie économétrique a été utilisé le model Dubin– Mcfadden basé sur des hypothèses du GIEC et sur les hypothèses des auteurs : croissance du prix de l'électricité de 25%, pour le pétrole majoration des prix de 50%, croissance du Pib par tête de 2%/an, croissance de la population de 0,3%/an.

Sources : Sussman *et al.* (2013) ; Neumann *et al.* (2011) (a) ; Chinovski *et al.* (2013) (b) ; Wright *et al.* (2012) ; Frederick et Schwarz (2000) (d) ; Mansur *et al.* (2008) (e).

Les estimations pour la protection des zones côtières, d'après Neumann *et al.* (2011), comprennent, à la fois, les coûts d'adaptation en soi (*i.e.* digues, ensablement des plages) et les dommages résiduels (en tant que valeur de la propriété abandonnée). Deux points apparaissent critiques dans cette analyse. D'abord, elle ne prend pas en considération les effets des mesures de l'adaptation prévus sur les secteurs non marchands, notamment sur l'écosystème. Le deuxième point, mis en avant par les auteurs, est que l'estimation ne concerne pas les événements extrêmes. Or, comme nous l'avons précisé auparavant, l'étude de l'OCDE de Nicholls *et al.* (2008) montre que sur un total de 35 000 mld. d'actifs exposés au risque du changement climatique dans les plus grandes villes port, plus d'un quart (donc plus de 9 000 mld. d'actifs exposés) se trouve aux États-Unis. L'analyse de Neumann *et al.* (2011) montre également que certaines zones, notamment la Floride et l'Atlantique Nord (dont Boston et New York), sont bien plus exposées que les autres. Par ailleurs, une autre étude fait ressortir que ces mêmes régions (*i.e.* Louisiane, Floride, mais aussi de l'autre côté, la Californie)

concentrant beaucoup les populations, sont très vulnérables à la hausse du niveau de la mer (Neumann *et al.* 2011).

Concernant l'infrastructure pour les transports, les routes goudronnées et non goudronnées, les auteurs mettent en avant des limitations similaires à celles montrées antérieurement, portant sur les événements extrêmes, qui ne sont pas pris en considération. Chinowski *et al.* (2013) montrent, à travers une étude menée au niveau de l'état de Louisiane, que les coûts supplémentaires encourus pour un seul événement climatique (une tempête) qui submergerait les routes, peut coûter de 0,5 à 0,8 mld.\$. Cependant, nous faisons remarquer que ces estimations ne prennent pas en compte les autres infrastructures liées au transport : les chemins de fer, les aéroports ou l'infrastructure de transport urbain, ce qui renforce l'idée que les études d'impact aux États-Unis n'en sont qu'à leur début et que les coûts vont vraisemblablement augmenter. Pour l'instant, pour ce qui est de l'adaptation des routes uniquement, les coûts d'adaptation ne représentent que 2% des dépenses totales au niveau national en 2007 (CBO 2010).

De loin, la situation la plus dramatique concerne l'approvisionnement en eau. Les coûts d'adaptation, très importants pour le scénario « sec », sont de l'ordre de 10% par rapport aux dépenses publiques totales dans ce secteur. Encore une fois, la côte Atlantique est la plus concernée. Pour un scénario « sec », sur les 294 mld.\$ des coûts induits, plus de la moitié est à supporter dans cette région. D'autres états concernés se trouvent plus à l'intérieur, comme l'Ohio ou le Tennessee, avec des coûts de l'ordre de 15 mld.\$ annuellement. La situation est inquiétante car, si pour l'augmentation du niveau de la mer on peut se déplacer et si pour l'énergie on peut trouver des alternatives viables, la désalinisation à grande échelle demeure problématique à de nombreux points de vue (Elimelech et Phillip 2011).

Lorsqu'on en vient à l'énergie, on constate que les dépenses supplémentaires associées aux coûts de l'adaptation sont également très importantes, de l'ordre de 40 mld.\$ annuellement, mais, rapportées aux dépenses énergétiques, elles sont faibles. Cela représente 3% du total des dépenses énergétiques américaines en 2011 (soit 1373 mld.\$) et moins de 2% des dépenses en 2040 (soit 1829 mld.\$) (AEO 2013). Ces coûts sont évidemment croissants avec les températures, et peuvent atteindre plus de 87 mld.\$/an dans un scénario de 5°C. Cela étant, même à cette hauteur, les dépenses restent inférieures à 5% dans le total des dépenses énergétiques.

Mises à part ces études nationales, il existe des estimations partielles, qui portent sur un nombre limité de régions ou de secteurs. C'est le cas pour le secteur de la santé, où on retrouve des estimations concernant le nombre supplémentaire de cas d'asthme dus à une dégradation de la qualité de l'air suite au réchauffement climatique. Le traitement médical représenterait un coût additionnel de 4,7 mld\$/an en 2025 par rapport à 1990 (Epstein et Mills 2005). Une autre étude, Liao *et al.* (2010), présente les coûts de contrôle de la pollution et estime les montants nécessaires pour maintenir des standards de qualité de l'air pour protéger la santé de l'ordre de 12 milliards \$/an. L'étude en question considère seulement 6 régions et 5 villes et concerne principalement les niveaux d'ozone. De ce point de vue, les zones les plus touchées sont sur les côtes, puisque celles-ci sont plus industrialisées et peuplées. La côte Est, dont la région de New York, concentre plus de la moitié de ces coûts et la côte Ouest, avec Los Angeles, approximativement un tiers. Les auteurs suggèrent que les coûts au niveau national peuvent s'avérer tout de même bien plus importants que ceux obtenus dans leur propre rapport.

Pour les autres secteurs, notamment pour l'agriculture, il n'existe pas, en termes de coût d'adaptation, de recherche concluante, mais plutôt en termes d'impact (*i.e.* Reilly *et al.* 2003). De manière générale, et comme le note un rapport de *Resources for the future* (2010), les coûts sont très faibles, sinon négatifs. Ce rapport estime l'impact du changement climatique sur l'agriculture comme étant de l'ordre de quelques milliards de dollars, alors que la valeur de la production et de la consommation est de plus d'un trillion (1,2 trillions \$). Le résultat serait dû principalement aux gains supérieurs des consommateurs qui surpassent les pertes des producteurs (Antle, Capalbo 2010). En général, les études américaines prévoient une hausse de la productivité de l'agriculture, phénomène dû principalement à la hausse de concentration de CO₂ dans l'atmosphère (effet de fertilisation). À titre d'exemple, Deschênes et Greenstone (2007) prévoient une hausse des profits de l'ordre de 1,3 milliards \$ par an en 2099, pour l'ensemble de l'agriculture américaine.

Les coûts de l'adaptation aux États-Unis se chiffrent entre des dizaines et des centaines de milliards de dollars annuellement. Ces coûts sont assez faibles par rapport au Pib, étant, pour les quatre secteurs analysés, autour d'un pourcent du Pib. Lorsqu'on en vient à les rapporter aux dépenses nationales (budgétaires), de l'ordre de 5975 milliards \$ en 2012, ce pourcentage est déjà plus important.

Certaines régions seront bien plus impactées que d'autres par le changement climatique. La région de Nord-est semble devoir subir ce changement « de plein fouet ». Lorsqu'on regarde les dépenses par état, on ne peut que constater la grande hétérogénéité des dotations financières de chaque état. Entre les 85 mld.\$ de la Floride et les 280 mld.\$ de la Californie en dépenses totales en 2011 il y a un facteur trois³³ (NASBO 2011). Pour d'autres états dans le Sud-est (*i.e.* Louisiane, Mississippi), les dépenses totales des états sont encore plus faibles, ce qui risque d'augmenter relativement les coûts de l'adaptation dans leur budget. Cela nous amène à un constat mitigé : les coûts de l'adaptation s'avèrent faibles rapportés à la fédération, mais la distribution de ces coûts est très inégale. Une compréhension approfondie de l'importance de ces coûts est à rechercher dans les rapports que les États-Unis auront à définir entre impacts du changement climatique par région et revenus des états. Le problème, mise à part l'estimation même, se posera au moins à deux autres niveaux, celui entre le niveau fédéral et étatique et celui entre public et privé.

³³ À partir des données de <http://www.census.gov/govs/state/>.

3.3.3. *La Chine*

L'ampleur de l'adaptation en Chine est proportionnelle à sa taille, ou plutôt à sa population, et, lorsqu'on parle des impacts des phénomènes climatiques, on arrive rapidement à des chiffres importants. Par exemple, en 1998, les inondations du Yangtze ont affecté plus de 20 millions d'hectares, 5 millions de maisons et ont causé plus de 20 milliards de dollars de dommages. Des sécheresses récentes, entre 2009 et 2010, ont affecté dans le Sud-ouest du pays environ 77 millions d'hectares, plus de 24 millions de personnes, et ont causé presque 4 milliards de dollars de dommages (Li *et al.* 2011). Il s'agit, en effet, de chiffres qui devraient pousser le gouvernement chinois à s'intéresser de près à la question.

À la différence de l'Europe et des États-Unis, en Chine il existe encore moins d'études quantifiées concernant l'adaptation. Le peu d'études existantes sont des travaux d'impact physique, comme la perte de zones côtières, les zones inondables ou les rendements des cultures agricoles. Autrement dit, le pays est en train d'amorcer seulement le « débat » concernant les impacts socioéconomiques du réchauffement climatique, son retard, dans ce sens, étant estimé à une décennie (He *et al.* 2012).

Dans cette sous-section, nous allons présenter quelques points saillants de l'adaptation en Chine. Ces points sont critiques car, si mal pris en compte, ils peuvent avoir un effet de domino dans l'économie chinoise. À défaut d'avoir des estimations concernant les coûts, nous nous concentrerons sur les impacts physiques qui, à ce point, sont peut-être plus pertinents que le chiffrage monétaire. Nous allons commencer par présenter brièvement ce qu'on peut considérer comme le point de départ de la politique de l'adaptation en Chine, le *China's National Assessment Report on Climate Change: Climate change impacts and adaptation* (2007). Ce premier rapport sur l'adaptation passe en revue la science, les impacts et les mesures prises pour lutter contre les effets du changement climatique. Nous présenterons ensuite deux des secteurs, à la fois les plus vulnérables et les plus sensibles pour l'économie chinoise : les zones côtières et l'agriculture. Une gestion inadaptée de ces secteurs peut entraîner des conséquences lourdes pour l'ensemble du pays.

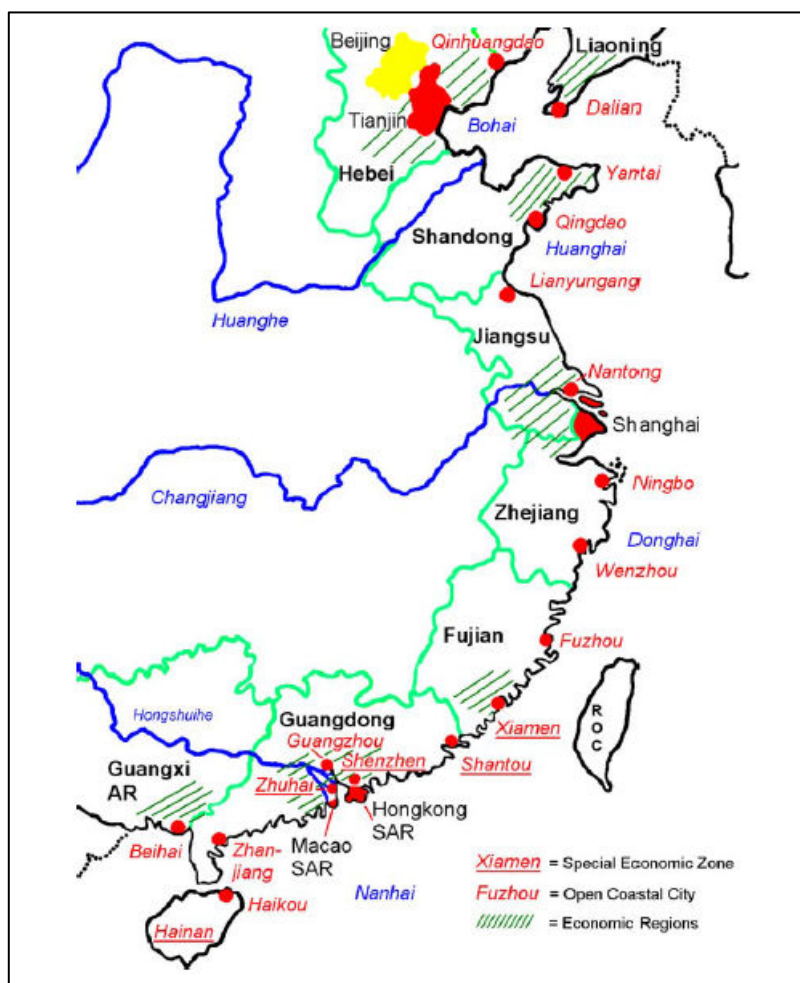
Du point de vue géographique, d'après Rebecca Nadin, directeur du programme d'adaptation au changement climatique en Chine (*Adapting to Climate Change in China Project*), si l'on divise le pays en grandes régions, alors chacune de ces régions comporte une fragilité distincte. Le Nord-est est soumis à des risques de désertification, le Nord est soumis à la pénurie en eau, la côte est soumise au risque d'inondations et aux événements extrêmes, le Sud à des risques de débordement des rivières et le plateau du Tibet se confronte avec la fonte des glaciers et la baisse du débit des rivières (Nadin 2012). Cette vision très synthétique fait écho au *China's National Assessment Report on Climate Change* (Erda *et al.* 2007), rapport qui met en exergue les fragilités de la Chine par rapport au changement climatique. Le rapport indique que les écosystèmes, le milieu terrestre et aquatique, l'agriculture, l'approvisionnement en eau, les zones côtières, la santé, quasiment tous les secteurs sont sensibles au changement climatique. Le rapport suggère qu'il pourrait y avoir certaines retombées positives, mais que la plupart des conséquences sont négatives.

Nous retenons de ce rapport préliminaire les principaux messages qui mettent en évidence la dynamique des vulnérabilités climatiques (pour ce qui concerne les projections, elles se rapprochent le plus du scénario SRES B2) :

- la hausse des températures sera de 2,2 et 3,2 en 2050 et 2080 ;
- en 2030, la productivité agricole sera réduite de 5 à 10% et vers 2100 les principales cultures (riz, maïs, blé) diminueront de 37%, ce qui mettra en cause la sécurité alimentaire de la Chine ;
- le stress hydrique augmentera à cause des effets de l'évaporation ;
- les glaciers dans la région de Nord-ouest ont déjà diminué de plus de 20% ; ceux-ci seront réduits dans les 50 prochaines années de plus de 27% ;
- l'épaisseur du permafrost dans la région du Tibet s'est réduite de 4 à 5 mètres ; celle-ci devrait se réduire de 80- 90% dans les prochains 50 ans ;
- d'autres phénomènes causés par la hausse de la température sont liés aux maladies, qui devront accroître la mortalité (*i.e.* la malaria, la dengue).

Ces premières intuitions sont confirmées par l'impact attendu suite à la hausse des niveaux des mers. L'étude des zones côtières chinoises montre à quel point les conséquences du changement climatique peuvent être inquiétantes. Sur la totalité des 18 000 km de côte analysés par une équipe d'universitaires chinois, seulement 10% sont *peu vulnérables* (Yin *et al.* 2012).

Figure 3.9. Carte administrative des zones côtières et économiques chinoises



Note : Les points rouges représentent les *Open Coastal Cities*, villes bénéficiant de conditions très favorables à l'investissement étranger.

Source : Lau 2005.

L'étude de Yin *et al.* (2012) corrobore les travaux de modélisation du GIEC concernant la hausse attendue du niveau de la mer avec des observations directes (*i.e.* images satellites) et des données empiriques pour huit variables physiques. Le but de ce travail est d'évaluer de manière précise et exhaustive la vulnérabilité de la côte chinoise face à la hausse du niveau de la mer. Les variables analysées sont : la géomorphologie du littoral, l'élévation de la côte, la pente de la côte, l'érosion, l'utilisation des sols et la hauteur des vagues. Ces variables sont pondérées par la suite dans un indice de vulnérabilité des côtes (*coastal vulnerability index*), celles-ci étant classées selon quatre types de vulnérabilité : très haute vulnérabilité, haute vulnérabilité, vulnérabilité modéré et faible.

Les résultats montrent que 3% de la côte chinoise est *extrêmement vulnérable*, comme le golfe de Bohai, près de Tianjin dans le Nord, ou la côte Ouest de Taiwan. Il s'agit, dans ces zones, de côtes très basses par rapport au niveau de la mer et très peu inclinées, quasiment des plaines. Presqu'un tiers de la côte, soit 30%, a un indice de vulnérabilité haute ; on retrouve dans cette catégorie le delta de la rivière Jeune, le delta du Yangtze, donc la région de

Shanghai et, plus au Sud, le delta de la rivière des Perles, avec la région de Hong Kong. Plus de la moitié de la côte est *modérément vulnérable* ; la plupart de cette côte est localisée dans le Sud, autour du delta de la rivière des Perles, Taiwan et autour du golf Bohai dans le Nord. Cela étant, les auteurs précisent que cette zone est classée *très vulnérable* et *extrêmement vulnérable* quant aux indicateurs concernant l'érosion des sols et la hauteur des vagues. Ce qui « sauve » cette grande moitié de la côte est bien son élévation par rapport au niveau de la mer. Les 10% restants sont, comme nous l'avons mentionné, *faiblement exposés* aux risques liés à l'élévation du niveau de la mer.

Ces constats prennent de l'importance lorsqu'on les met en regard avec le contexte socioéconomique du pays. Ainsi, les zones côtières du pays regroupent 42% de la population totale et produisent plus de la moitié du Pib chinois. La côte, dans son ensemble, a vu croître ses revenus à des taux moyens de plus de 10% par an pendant les trois dernières décennies. Elle représente seulement 14% de la surface du pays, mais assure 64% de la valeur ajoutée de l'industrie (Yin *et al.* 2012). Les auteurs font également remarquer que la hausse du niveau de la mer est deux fois plus importante pour la Chine par rapport à d'autres pays. Si l'augmentation est d'un mètre à l'horizon 2100 (probabilité faible pour le GIEC actuellement, mais considérée par certains scientifiques chinois), alors les conséquences seront, à l'évidence, bien plus importantes pour la Chine que pour les autres pays.

Ces résultats sont confirmés par d'autres travaux et notamment par l'étude de l'OCDE évoquée précédemment. On rappelle que, sur les 136 plus grandes villes portuaires analysées dans ce rapport, 10% se trouvent en Chine. Parmi les actifs exposés aux risques climatiques, 30% s'y retrouve également, soit plus de 10 000 milliards \$, et plus de 20% de la population menacée y vit, soit 30 millions de personnes (Nicholls *et al.* 2010).

Quand on en vient à l'agriculture, les résultats sont plus mitigés. Certains auteurs prévoient des réductions dans les rendements des cultures (à l'instar de Wu *et al.* 2011), pendant que d'autres sont plus optimistes (Ye *et al.* 2012). La différence fondamentale dans ces modélisations est faite par la prise en compte ou non de l'effet de fertilisation du CO₂ sur l'agriculture. Comme cet effet est reconnu et documenté par la FAO, nous allons observer les estimations en prenant en considération ce phénomène, ce qui fait que les prévisions sont plus optimistes (FAO 1997).

Les résultats de l'Académie chinoise des sciences agricoles montrent que le changement climatique a un effet positif sur la production agricole dans les cinquante prochaines années (Ye *et al.* 2012). Les travaux menés dans ce sens considèrent deux scénarios contrastés, le A2³⁴ et le B2³⁵, et estiment les capacités de production, ainsi qu'un indice de sécurité alimentaire (défini simplement comme le surplus de nourriture produite per capita en %). Deux années de références sont retenues, 2030 et 2050 ; la modélisation prend en

³⁴ La famille de scénarios A2 décrit un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.

³⁵ La famille de scénarios B2 décrit un monde où l'accent est mis sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. Dans ces scénarios il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les autres canevas. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale. (SRES 2000).

considération la population, les variétés des récoltes, la qualité des terres, la technologie utilisée et l'urbanisation.

Globalement, les récoltes pour les trois principales cultures (riz, maïs et blé) augmentent de 3 à 11% sous le scénario A2 et de 4% sous le scénario B2, entre 2030 et 2050. L'indice de sécurité calculé se maintient dans des limites raisonnables en 2050, étant en tous les cas positif sous les deux scénarios, +7 et +20%, ce qui montre que le pays n'encourt pas de risque par rapport à sa sécurité alimentaire. Ce résultat positif est également déterminé par la baisse de la population sur le long terme et par l'augmentation de la production. Revenant à l'effet de fertilisation, la photosynthèse accrue profite surtout au riz (celle-ci augmente de 0,08%/ 1 ppm CO₂) et beaucoup moins au maïs. S'il est vrai que la production agricole est censée croître dans les deux scénarios analysés, les auteurs reconnaissent qu'il y a un bénéfice net à se retrouver dans une situation plus proche du scénario B2, qui est plus équilibré.

L'incursion rapide que nous avons proposée dans l'étude de l'adaptation en Chine nous amène non pas à conclure mais à mettre en évidence une particularité : le manque de recherche concernant ce topique dans les contributions nationales. Certains auteurs estiment qu'il y a un retard dans ce domaine de l'ordre de dix ans (He *et al.* 2012). De plus, la plupart de ces estimations sont faites au travers des modélisations *top-down* ; les études par le bas manquent, ce qui ne permet pas de porter une appréciation complète des besoins d'adaptation.

*

Une des caractérisations communes de l'adaptation pour ces trois pays tient à l'organisation des États. Ceux-ci peuvent être considérés comme étant des fédérations, mais avec des fonctionnements évidemment très différents. Les politiques d'adaptation ont besoin d'être coordonnées par le haut, mais leur exécution doit être jaugée en fonction des échelons locaux. En cela, bien que distincts d'un pays à l'autre, les problèmes de coordination paraissent inéluctables pour ces trois pays.

Un autre trait que ces acteurs ont en commun réside dans le fait que les coûts de l'adaptation s'avèrent faibles rapportés aux Pib régionaux ou nationaux, mais que la distribution de ces coûts et des impacts est très inégale. Cela pose un problème de type « partage du fardeau » au niveau national pour l'adaptation, puisque la question de la « clandestinité du passager » se posera bien plus que pour l'atténuation.

Enfin, un dernier point, noté aussi par la plupart des auteurs, est que ces montants, qui se chiffrent déjà à des dizaines de milliers, doivent être vus comme « indicatifs » et incomplets et doivent être abordés avec précaution (Agrawala, Fankhauser 2008, Parry *et al.* 2009, Field *et al.* 2012). De manière générale, nous faisons remarquer que ces estimations s'accordent sur l'ampleur des impacts du changement climatique.

Conclusion

L'adaptation au changement climatique suppose une action à même de préserver les pays de l'impact climatique quant aux intérêts économiques, sociaux et environnementaux. Le fait que ces impacts soient étalés et plutôt éloignés dans le temps, ainsi que leurs coûts relativement bas (lorsque exprimés en point Pib), fait que l'adaptation est perçue comme étant contingente à l'atténuation, qui, à son tour, dépend des rétroactions du système climatique. Il s'agit d'une chaîne de causalité, que nous avons montrée dans la première partie du chapitre à travers la relation entre inaction – atténuation – adaptation (Klein *et al.* 2007). Étant donnée l'importante inertie dans les évolutions climatiques (*i.e.* le niveau des températures, la dilatation thermique des mers, les concentrations de GES), le niveau d'atténuation devient presque « secondaire » au débat : même si l'on arrivait à arrêter complètement les émissions, l'atmosphère continuerait à se réchauffé, rendant l'adaptation dans tous les cas nécessaire.

Pour cette raison, nous avons mis l'accent, au début du chapitre, sur l'analyse de l'(in)certitude scientifique par rapport à la réalité climatique. Dans le débat sur l'adaptation, c'est l'irréductibilité de la physique qui devient importante et la rationalité derrière le développement de cette idée est simple : si les pays ne croient pas qu'ils seront vraiment affectés alors ils n'agiront qu'*a minima*.

Ensuite, dans notre raisonnement, nous avons rendu compte des coûts afférents à l'adaptation. Si la science a raison et si les pays seront affectés, alors il faut savoir à quelle hauteur s'élèvent les coûts de ces impacts, ou de l'adaptation nécessaire. Ceci nous a amené, dans un premier temps, au chiffrage des coûts de l'adaptation dans une perspective plutôt large (comprenant la quasi-totalité des régions) et, dans un deuxième temps, à l'évaluation de ces mêmes coûts pour les PED (dont la Chine), pays perçus comme plus vulnérables au changement climatique. Ceci dit, il faut préciser qu'à ce jour il y a d'importantes interrogations par rapport à ce qui *n'est pas* compris dans ces estimations. Or, nous avons montré dans le chapitre précédent que l'évolution du climat peut suivre des évolutions exponentielles, auquel cas ces dommages, ainsi que l'adaptation nécessaire, peuvent s'avérer bien plus importants que ce que l'on estime actuellement.

Pour reprendre nos principaux résultats, précisons que la première section de notre chapitre, qui traite de l'incertitude scientifique, conclut qu'il y a de vrais problèmes quant à l'estimation exacte des températures. Deux périodes ont été analysées, l'*Optimum médiéval* et le *Petit Âge glaciaire*, qui ont révélé que la variation de la température a été relativement constante pendant le dernier millénaire. Par la suite, nous avons regardé l'impact des émissions de GES sur le climat et nous avons mis en évidence le caractère *certain*, du point de vue scientifique, de leur impact sur le climat. L'enjeu de cette recherche était de rendre compte d'une réalité abstraite, puisqu'il faut abstraire pour généraliser, à travers l'observation et la modélisation climatique. Ce résultat nous a conduit à changer de perspective et à passer de l'observation passée à la prospective, en explorant les coûts d'adaptation.

Dans les sections deux et trois, consacrées à l'étude des coûts de l'adaptation *per se*, nous avons constaté que l'état de l'avancement des recherches est à un stade préliminaire, d'étude des impacts et de chiffrage brut. À ce jour (et après la publication du cinquième

rapport du GIEC) nous comptons principalement deux études globales, que nous avons mobilisées également dans notre travail. Il s'agit de *Investment and Financial Flows to Address Climate Change* (CCNUCC, 2007) et de *Economics of adaptation to climate change* (Banque Mondiale, 2010). Au total, la CCNUCC estime les besoins financiers pour l'adaptation aux changements climatiques entre 49 et 171 milliards de dollars par an (en 2030). Dans cette fourchette, les secteurs de l'infrastructure et de protection des zones côtières représentent de loin le montant le plus important.

Pour les pays en développement, le rapport de la Banque Mondiale estime que le coût de l'adaptation pour une augmentation de 2°C en 2050 est compris entre 75 et 100 milliards de dollars par an (soit le même ordre de grandeur que l'ensemble de l'aide au développement actuel). Ces estimations s'accompagnent du principal message de l'institution : le développement économique est prioritaire avant tout. Ce développement amène avec soi une meilleure capacité des sociétés et des institutions à faire face aux changements climatiques. Pour l'Asie de l'Est, région comprenant la Chine, ces coûts sont de l'ordre de 0,2% du Pib/an entre 2010 et 2020, et de 0,1% entre 2040 et 2050 (compte tenu de la croissance importante attendue).

Ces estimations d'ensemble furent complétées par des études nationales ou conduites nationalement. Les estimations monétaires sont plus ou moins similaires aux études antérieures. Au sein de l'Union européenne, l'impact sur l'utilité est aux alentours de 1% du Pib. La protection des zones côtières semble poser le problème le plus important, ainsi que le coût de l'énergie. Géographiquement parlant, c'est l'Europe du Nord (*i.e.* Pays Bas) et le Sud (*i.e.* Espagne) qui semblent subir le plus les effets du changement climatique. Des conclusions similaires peuvent être tirées de l'analyse de l'adaptation aux États-Unis : des coûts d'adaptation inférieurs à 1% du Pib et une disparité importante entre les zones géographiques.

De son côté, la Chine présente de nombreuses vulnérabilités. La côte est l'endroit le plus exposé, car elle concentre aussi bien la majeure partie de son industrie, que de ses villes et de sa population. À cela s'ajoute l'absence d'estimation systématique des coûts et des secteurs exposés au changement climatique. Étant donnée la taille et la complexité de la tâche, quantifier les ressources nécessaires à l'adaptation constitue un chantier important auquel le pays devrait s'y atteler.

L'analyse des coûts d'adaptation menée dans ce chapitre nous conduit à mettre en évidence deux observations qui apparaissent systématiquement dans les travaux que nous avons mobilisés. D'une part, il s'agit du caractère *incomplet* et *indicatif* des estimations. De l'autre, il est question de la fourchette de ces évaluations, qui est très large.

Bibliographie du Chapitre 3

Agrawala S. *et al.* (2010). Plan or React? Analysis of Adaptation Costs and Benefits Using Integrated Assessment Models. OECD Environment Working Paper no. 23. Paris, OECD.

Agrawala S. et Fankhauser S. (éds.) (2008). *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments* [en ligne]. Paris, OECD. <http://www.oecd.org/env/cc/economicaspectsofadaptationtoclimatechangecostsbenefitsandpolicyinstruments.htm>. Consulté le 20.08.2013.

Aldy J.E. et Stavins R.N. (2012). *Climate Negotiations Open a Window: Key Implications of the Durban Platform for Enhanced Action* [en ligne]. Policy brief. Harvard Project on Climate Agreements. <http://belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/22319/>. Consulté le 21.08.2013.

Allali A. *et al.* (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. The AR4 Synthesis Report* [en ligne]. Geneva, IPCC. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf. Consulté le 22.08.2013.

Altvater S. *et al.* (2011). *Assessment of the most significant threats to the EU posed by the changing climate in the short, medium and long term* [en ligne]. Task 1 report, Ecologic, Berlin. http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/ccp_task1_en.pdf. Consulté le 22.08.2013.

Antle J.M. et Capalbo S.M. (2010). Adaptation of Agricultural and Food Systems to Climate Change: An Economic and Policy Perspective. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 32, pp. 386–416.

Auverlot D. (dir.) (2010). *Les négociations sur le changement climatique : vers une nouvelle donne internationale ?* [en ligne]. Paris, Centre d'analyse stratégique. <http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/documents/Temis/0066/Temis-0066463/17974.pdf>. Consulté le 20.08.2013.

Bard E. (2006). *L'homme et le climat : une liaison dangereuse*. Paris, Gallimard.

Bareau B. (2011). *La politique climatique américaine*. Note d'analyse no. 250. Paris, Centre d'analyse stratégique.

Barrett S. (1999). A Theory of Full International Cooperation. *Journal of Theoretical Politics*, 11 (4), pp. 519–541.

Camp D. et Tung K.K. (2007). Surface Warming by the Solar Cycle as Revealed by the Composite Mean Difference Projection. *Geophysical Research Letters*, 34 (14).

Cassous C. (2011). Introduction générale. In C. Jeandel, R. Mosseri (dir.), *Le climat à découvert. Outils et méthodes en recherche climatique*. Paris, CNRS, pp. 223–224.

Chinowsky P.S. *et al.* (2013). Assessment of climate change adaptation costs for the U.S. road network. *Global Environmental Change*, 23 (4), pp. 764–773.

Ciscar J.-C. *et al.* (2011). Physical and Economic Consequences of Climate Change in Europe. *PNAS*, 108 (7), pp. 2678–2683.

Commission européenne (2010). Analyse des options envisageables pour aller au-delà de l'objectif de 20 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre et évaluation du risque de « fuites de carbone » [en ligne]. Document COM(2010) 265 final. Bruxelles, 26 mai. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0265:FIN:FR:PDF>. Consulté le 21.08.2013.

Commission européenne (2013). *Stratégie de l'UE relative à l'adaptation au changement climatique* [en ligne]. Document de travail des services de la commission. Résumé de l'analyse d'impact. Bruxelles. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2013:0131:FIN:FR:HTML>. Consulté le 21.08.2013.

Congressional Budget Office (CBO) (2010). *Public Spending on Transportation and Water Infrastructure* [en ligne]. Washington, D.C. Congress of the United States. <http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/attachments/11-17-10-Infrastructure.pdf>. Consulté le 22.08.2013.

Cortijo E. et Masson-Delmotte V. (2011). L'étonnante diversité des capteurs cachés. In C. Jeandel, R. Mosseri (dir.), *Le climat à découvert. Outils et méthodes en recherche climatique*. Paris, CNRS, pp. 113–116.

Cutter S.L. *et al.* (2009). *Social Vulnerability to Climate Variability Hazards: A Review of the Literature* [en ligne]. Columbia, University of South Carolina. http://adapt.oxfamamerica.org/resources/Literature_Review.pdf. Consulté le 20.08.2013.

DARA and Climate Vulnerable Forum (2010). *Climate Vulnerability Monitor 2010: The State of the Climate Crisis* [en ligne]. http://daraint.org/wp-content/uploads/2010/12/CVM_Complete-1-August-2011.pdf. Consulté le 22.08.2013.

Deschênes O. et Greenstone M. (2007). The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather. *American Economic Review*, 97 (1), pp. 354–385.

Dinda S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49 (4), pp. 431–455.

Dubuisson P. (2011). Principes physiques de l'effet de serre et de l'effet parasol. In C. Jeandel, R. Mosseri (dir.), *Le climat à découvert. Outils et méthodes en recherche climatique*. Paris, CNRS, pp. 50–53.

Dudok de Wit T. et Liliensten J. (2011). La variabilité solaire. In C. Jeandel, R. Mosseri (dir.), *Le climat à découvert. Outils et méthodes en recherche climatique*. Paris, CNRS, pp. 48–50.

Dupuy J.-P. (2004). *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain*. Paris, Seuil.

Econ Pöyry (2011). *China, India, South Africa, Brazil (Basic): Crucial for the Global Environment* [en ligne]. Oslo. www.econ.no/stream_file.asp?iEntityId=4796. Consulté le 20.08.2013.

Elimelech M. et Phillip W.A. (2011). The Future of Seawater Desalination: Energy, Technology, and the Environment. *Science*, 333 (6043), pp. 712–717.

- Epstein P. et Mills E. (2005). *Climate Change Futures: Health, Ecological and Economic Dimensions* [en ligne]. Harvard, Center for Health and the Global Environment. http://www.chs.ubc.ca/archives/files/Climate%20Change%20Futures_Health,%20Ecological%20and%20Economic%20Dimensions.pdf. Consulté le 20.08.2013.
- Erda L. *et al.* (2007). Synopsis of China National Climate Change Assessment Report (II): Climate Change Impacts and Adaptation. *Advances in climate change research*, 3 (6), pp. 1673–1719.
- Eriksen S. et Kelly P.M. (2007). Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12, pp. 495–524.
- European Commission (2009). Commission Staff Working Document accompanying the White Paper Adapting to climate change: Towards a European framework for action, Impact Assessment [en ligne]. SEC(2009) 387. Brussels. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2009:0387:FIN:EN:PDF>. Consulté le 22.08.2013.
- FAO (1997). Changements du climat et production agricole : effets directs et indirects du changement des processus hydrologiques, pédologiques et physiologiques des végétaux [en ligne]. Roma, FAO Polytechnica. <http://www.fao.org/docrep/w5183f/w5183f00.htm>. Consulté le 20.08.2013.
- Field C.B. *et al.* (éds.) (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Fouré J., Bénassy-Quéré A., Fontagne L. (2012). *The Great Shift: Macroeconomic Projections for the World Economy at the 2050 Horizon*. Working Paper no. 3. Paris, CEPII.
- Frederick K.D. et Schwarz G.E. (2000). *Socio-economic Impacts of Climate Variability and Change on U.S. Water Resources* [en ligne]. Discussion Paper 00-21. Washington D.C, Resources for the Future. www.rff.org/documents/RFF-DP-00-21.pdf. Consulté le 22.08.2013.
- Füssel H.-M. (2007). Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research. *Global Environmental Change*, 17 (2), pp. 155–167.
- Gemenne F., Magnan A., Tubiana L. (2010). *Anticiper pour s'adapter : le nouvel enjeu du changement climatique*. Paris, Pearson.
- Godard O. (2004). *La pensée économique face à la question de l'environnement*. Cahier 2004–025. Paris, CNRS, École polytechnique.
- Godard O. (2010). Cette ambiguë adaptation au changement climatique. *Natures Sciences Sociétés*, 18 (3), pp. 287–297.
- Guha-Sapir D., Vos F., Below R., (2012). *Annual Disaster Statistical Review 2011: The Numbers and Trends* [en ligne]. Brussels, CRED. http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2011.pdf. Consulté le 22.08.2013.
- Hallding K. *et al.* (2009). *A Balancing Act: China's Role in Climate Change* [en ligne]. Commission on Sustainable Development of Swedish Government.

http://www.government.se/download/c1081a40.pdf?major=1&minor=123915&cn=attachmentPublDuplicator_0_attachment. Consulté le 20.08.2013.

Hallding K. *et al.* (2009). China's Climate- and Energy- security Dilemma: Shaping a New Path of Economic Growth. *Journal of Current Chinese Affairs*, 38 (3), pp. 119–34.

Hallegatte S. (2008). *Adaptation to Climate Change: Do Not Count on Climate Scientists to Do Your Work* [en ligne]. Reg-Markets Center Related Publication 0801. <http://ideas.repec.org/p/reg/wpaper/458.html>. Consulté le 20.08.2013.

Hanson S. *et al.* (2011). A Global Ranking of Port Cities with High Exposure to Climate Extremes. *Climatic Change*, 104 (1), pp. 89–111.

Haug C. *et al.* (2009). Navigating the Dilemmas of Climate Policy in Europe: Evidence from Policy Evaluation Studies. *Climatic Change*, 101 (3-4), pp. 427–445.

Hayward S. (2009). Scientists Behaving Badly [en ligne]. *The Weekly Standard*, 15 (13). <http://www.weeklystandard.com/Content/Public/Articles/000/000/017/300ubchn.asp>. Consulté le 20.08.2013.

He X. et Jeffery M.I. (2012). Going Beyond Mitigation: The Urgent Need to Include Adaptation Measures to Combat Climate Change in China. *Adelaide Law Review*, 33 (1), pp. 79–101.

Henry C. et Tubiana L. (2012). Préface. In E. Zaccai *et al.* (dir.), *Controverses climatiques, sciences et politique*, Paris, Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, pp. 15–21.

Höhne N. *et al.* (2011). *Consistency of policy instruments: How the EU could move to a -30% greenhouse gas reduction target* [en ligne]. Koln, Ecofys. <http://www.ecofys.com/files/files/ecofysreportconsistencypolicyinstruments20110413.pdf>. Consulté le 20.08.2013.

Houghton J.T, Jenkins G.J, Ephraums, J.J. (éds.) (1990). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press.

Hulme M. et Neufeldt H. (éds.) (2010). *Making Climate Change Work for Us*. Cambridge University Press.

International Energy Agency (2012). *CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2012*. Paris, OECD.

Jamieson D. (2005). Adaptation, mitigation and justice. In W. Sinnott-Armstrong, R.B. Howarth, (éds.), *Perspectives on Climate Change: Sciences, Economics, Politics, Ethics*. Bingley, Emerald, pp. 217–248.

Jansen E. et Overpeck J. (2007). Palaeoclimate. In S. Solomon *et al.* (éds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, pp. 435–484.

Klein R.J.T. *et al.* (2007). Inter-relationships between adaptation and mitigation. In M.L. Parry *et al.* (éds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of

Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press.

Lazo J.K. *et al.* (2011). U.S. Economic Sensitivity to Weather Variability. *Bulletin of the American Meteorological Society*, June, pp. 709–723.

Lepeltier S. (2004). *Rapport d'information n° 233 (2003-2004) fait au nom de la délégation du Sénat pour la planification, déposé le 3 mars 2004* [en ligne]. http://www.senat.fr/rap/r03-233/r03-233_mono.html. Consulté le 20.08.2013.

Li Y. *et al.* (2011). Effects of Climate Variability and Change on Chinese Agriculture: a Review. *Climate Research*, 50 (1), pp. 83–102.

Li Y. *et al.* (2011). Integrating Climate Change Factors into China's Development Policy: Adaptation Strategies and Mitigation to Environmental Change. *Ecological Complexity*, 8 (4), pp. 273–382.

Liao K.-J. *et al.* (2010). Cost Analysis of Impacts of Climate Change on Regional Air Quality. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 60 (2), pp. 195–203.

Magnan A. (2009). Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique [en ligne]. *Vertigo*, 9 (3). <http://vertigo.revues.org/9189>. Consulté le 20.08.2013.

Magnan A. (2012). Évaluer ex ante la pertinence de projets locaux d'adaptation au changement climatique [en ligne]. *Vertigo*, 12 (3). <http://vertigo.revues.org/13000>. Consulté le 20.08.2013.

Magnan A. *et al.* (2009). *La Méditerranée au futur : des impacts du changement climatique aux enjeux de l'adaptation* [en ligne]. Paris, IDDRI. http://www.iddri.org/Publications/Rapports-and-briefing-papers/IDDRI_MEEDDAT_La_Mediterranee_au_futur_FR.pdf. Consulté le 20.08.2013.

Mann M. *et al.* (1999). Northern Hemisphere Temperatures during the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations. *Geophysical Research Letters*, 26 (6), pp. 759–762.

Mann M. *et al.* (2009). Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. *Science*, 326 (5957), pp. 1256–1260.

Mansur E.T. *et al.* (2008). Climate Change Adaptation: A Study of Fuel Choice and Consumption in the US Energy Sector. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55 (2), pp. 175-193.

Mason-Delmotte V. (2012). Sciences du climat. Quelles sont les incertitudes qui font débat ? In E. Zaccai, *et al.* (dir.), *Controverses climatiques, sciences et politique*. Paris, Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, pp. 39–58.

Mélières M.A., Maréchal C. (2010). *Climat et société : climats passés, passage de l'homme, climat futur : repères essentiels*. Grenoble, CRDP.

Mendelsohn R. (2006). The Role of Markets and Governments in Helping Society Adapt to a Changing Climate. *Climatic Change*, 78 (1), pp. 203–215.

Mermet L. et Benhammou F. (2005). Prolonger l'inaction environnementale dans un monde familier : la fabrication stratégique de l'incertitude sur les ours du Béarn. *Ecologie & Politique*, 31 (2), pp. 121–136.

- Nadin R. (2012). China: National Adaptation Programs and Strategies [en ligne]. Communication au Asia Adaptation Meeting. <http://r4d.dfid.gov.uk/Output/192263/Default.aspx>. Consulté le 20.08.2013.
- Nakićenović N. et Swart R. (2000). *IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES)*. Cambridge University Press.
- National Association of State Budget Officers (NASBO) (2011). *State expenditure report: Fiscal Year 2010* [en ligne]. Washington D.C. www.nasbo.org/sites/default/files/State%20Expenditure%20Report_1.pdf. Consulté le 22.08.2013.
- National Association of State Budget Officers (NASBO) (2011). *State Expenditure Report 2010 (Fiscal 2009-2011 Data)* [en ligne]. Washington D.C., Nasbo. <http://www.nasbo.org/publications-data/state-expenditure-report/state-expenditure-report-2010-fiscal-2009-2011-data>. Consulté le 22.08.2013.
- Nations unies (1992). *Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques* [en ligne]. http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php. Consulté le 20.08.2013.
- Neumann J. *et al.* (2011). The economics of adaptation along developed coastlines. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2, pp. 89–98.
- Nicholls R. J. *et al.* (2008). *Ranking Port Cities with High Exposure and Vulnerability to Climate Extremes: Exposure Estimates* [en ligne]. OECD Environment Working Papers, No. 1. <http://www.oecd-ilibrary.org/ranking-port-cities-with-high-exposure-and-vulnerability-to-climate-extremes>. Consulté le 21.08.2013.
- Nordic Council of Ministers (2011). *Together Alone BASIC Countries and the Climate Change Conundrum* [en ligne]. Copenhagen. <http://www.norden.org/en/publications/publikationer/2011-530>. Consulté le 20.08.2013.
- O'Brien K. et Eriksen S.H. (2007). Vulnerability, poverty and the need for sustainable adaptation measures. *Climate Policy*, 7 (4), pp. 337–352.
- Pachauri R.K. et Reisinger A. (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [en ligne]. Genève, GIEC. http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml#21. Consulté le 20.08.2013.
- Parry M., Arnell N., Berry P., Dodman D., Fankhauser S., Hope C., Kovats S., Nicholls R., Satterthwaite D., Tiffin R., Wheeler T. (2009). *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change. A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates* [en ligne]. London, International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change. <http://pubs.iied.org/pdfs/11501IIED.pdf>. Consulté le 21.08.2013.
- Parry M.L. *et al.* (éds.) (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Perthuis C. de, Hallegatte S., Lecocq F. (2010). *Économie de l'adaptation au changement climatique* [en ligne]. Rapport du Conseil économique pour le développement durable. www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/001-3.pdf. Consulté le 21.08.2013.
- Perthuis C. de (2010). *Et pour quelques degrés de plus...* Paris, Pearson.

- Reilly J. *et al.* (2003). U.S. agriculture and climate change: New results. *Climatic Change*, 57 (1, 2), pp. 43–69.
- Revkin A.C. (2009). Hacked E-Mail is New Fodder for Climate Dispute [en ligne]. *The New-York Times*, November 20. <http://www.nytimes.com/2009/11/21/science/earth/21climate.html>. Consulté le 20.08.2013.
- Rogelj J. *et al.* (2012). Global Warming Under Old and New Scenarios Using IPCC Climate Sensitivity Range Estimates. *Nature Climate Change*, 2 (4), pp. 248–253.
- Schubert K. *et al.* (2012). *Les économistes et la croissance verte* [en ligne]. Paris, Ministère de l'écologie. <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr>. Consulté le 20.08.2013.
- Sen A. (2010). *L'idée de justice*. Paris, Flammarion.
- Simms A. *et al.* (2004). *Cast Adrift: How the Rich are Leaving the Poor to Sink in a Warming World*. London, New Economics Foundation.
- Smit B. *et al.* (2000). An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic change*, 45 (1), pp. 223–251.
- Smit B., Pilifosova O. (2001). Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. In J.J. McCarthy *et al.* (éds.), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report*. Cambridge University Press.
- Smith J. *et al.* (2010). *Adapting to climate change: a call for federal leadership*. Arlington, Pew Center on Global Climate Change.
- Solomon S. *et al.* (2009). Irreversible Climate Change Due to Carbon Dioxide Emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106 (6), pp. 1704–1709.
- Solomon S. *et al.* (éds.) (2007). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Springmann M. (2012). *The Costs of Climate-change Adaptation in Europe: A Review* [en ligne]. EIB Working Papers 2012/05. Luxembourg, European Investment Bank. <http://www.eib.org/infocentre/publications/all/economics-working-paper-2012-05.htm>. Consulté le 22.08.2013.
- Sprinz D. et Luterbacher U. (éds.) (1996). *International Relations and Global Climate Change* [en ligne]. Potsdam Institute for Climate Impact Research. www.pik-potsdam.de/research/publications. Consulté le 20.08.2013.
- Sprinz D. et Vaahoranta T. (1994). The Interest-Based Explanation of International Environmental Policy. *International Organization*, 48 (1), pp. 77–105.
- Stern N. (éd.) (2006). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. London, HM Treasury.
- Stiglitz J., Sen A., Fitoussi J.P. (2009). *Performances économiques et progrès social, richesse des nations et bien-être des individus*. Paris, Odile Jacob.

- Sussman F. *et al.* (2013). Climate Change Adaptation Cost in the US: What Do We Know? *Climate Policy*, online 26 March, pp. 1–41.
- Thomas R.K. *et al.* (éds.) (2009). *Global Climate Change Impacts in the United States*. Cambridge University Press.
- Treut H. Le (2011). Les grands équilibres naturels dans la modélisation du climat. In C. Jeandel, R. Mosseri (dir.), *Le climat à découvert. Outils et méthodes en recherche climatique*. Paris, CNRS, pp. 43–47.
- U.S. Energy Information Administration (2013). *Annual Energy Outlook* [en ligne]. Washington D.C., EIA. <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/>. Consulté le 20.08.2013.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2007). *Investment and Financial Flows to Address Climate Change* [en ligne]. Bonn, UNFCCC. <http://www.un.org/ga/president/62/ThematicDebates/gpicc/iffacc.pdf>. Consulté le 20.08.2013.
- United Nations Framework Convention on Climate Change [en ligne]. Decisions: 1/CP 16 2010, 5/CP 17 2011, 1/CP 17. Bonn, UNFCCC. <http://unfccc.int/documentation/decisions/items/3597.php>. Consulté le 20.08.2013.
- Veill C. (dir.) (2004). *Science du changement climatique : acquis et controverses*. Paris, IDDRI.
- Vincent K. (2004). *Creating an Index of Social Vulnerability to Climate Change for Africa*. Working Paper 56. Norwich, Tyndall Centre.
- Watkiss P. et Hunt A. (2011). *The Costs and Benefits of Adaptation in Europe: Review Summary and Synthesis* [en ligne]. ClimateCost Policy Brief n° 2. http://www.climatecost.cc/images/Policy_brief_2_Costs_and_Benefits_of_Adaptation_Review_vs_2_watermark.pdf. Consulté le 20.08.2013.
- Weikmans R. (2012). Le coût de l'adaptation aux changements climatiques dans les pays en développement [en ligne]. *Vertigo*, 12 (1). <http://vertigo.revues.org/11931>. Consulté le 20.08.2013.
- Weitzman M. (2011). Fat-Tailed Uncertainty in the Economics of Catastrophic Climate Change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5 (2), pp. 275–292.
- World Bank (2009). *World development report 2010. Development and Climate Change*. Washington D.C.
- World Bank (2010). *Economics of adaptation to climate change – Synthesis report* [en ligne]. Washington D.C. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2010/01/16436675/economics-adaptation-climate-change-synthesis-report>. Consulté le 21.08.2013.
- Wright L. *et al.* (2012). Estimated Effects of Climate Change on Flood Vulnerability of U.S. Bridges. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17 (8), pp. 939–955.
- Wu W. *et al.* (2011). Scenario-based Assessment of Future Food Security. *Journal of Geographical Sciences*, 21 (1), pp. 3–17.
- Ye L. *et al.* (2012). Climate change impact on China food security in 2050. *Agronomy for Sustainable Development*, 33 (2), pp. 363–374.

Yin J. *et al.* (2012). National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise for the Chinese coast. *Journal of Coast Conservation*, 16 (1), pp. 123–133.

Zaccai E. *et al.* (dir.) (2012). *Controverses climatiques, sciences et politique*. Paris, Presses de la Fondation nationale des sciences politiques.

Chapitre 4.

La “triade climatique” et la perception des coûts de l’action et de l’inaction par l’Union européenne, la Chine et les États-Unis

Après avoir discuté, dans les chapitres précédents, les problématiques des coûts d’atténuation et d’adaptation, nous aborderons à présent la manière dont ces coûts sont *perçus* par la Chine, l’Union européenne et les États-Unis. Il s’agit d’observer l’impact que ces évaluations peuvent avoir sur les politiques des États et sur leurs décideurs. Dans l’analyse que nous proposons, nous adopterons à nouveau la ligne théorique de l’EPI et de ses principales hypothèses de travail : refus de considérer l’extériorité de l’État, confrontation permanente avec les faits, interactions des acteurs au sein du système économique international et gouvernance climatique (Abbas 2010 ; Keabadjian 1999).

Ayant comme objet d’analyse trois des acteurs majeurs en termes d’émissions et étant donnée notre recherche d’un cadre coopératif entre ces pays, nous démarrerons ce chapitre par une discussion autour de la gouvernance et, plus précisément, de la gouvernance informelle, puisque le G3 que nous présupposons n’est reconnu ni officiellement, ni officieusement. Pour autant, nous n’affirmons pas l’existence de ce groupe, mais nous allons explorer la possibilité de sa constitution. Nous introduirons la notion de gouvernance en mobilisant les concepts de *club* ou de *coalition*, qui reflètent plutôt bien la dynamique des négociations climat.

Nous montrerons que ces trois pays remplissent, du moins d’un point de vue théorique, les conditions nécessaires à la constitution d’un *k-groupe* pour le climat. Rappelons simplement que, pour la coalition présumée, l’argument principal est lié à la taille relative, que nous allons considérer en termes d’émissions de GES. Dans cette optique, l’idée de regroupement des pays suivant divers critères n’est pas nécessairement novatrice. L’argument fut mobilisé lors de la constitution de l’Annexe I et ensuite de l’Annexe B du Protocole de Kyoto¹. Le caractère innovant viendrait plutôt de la considération d’une « nouvelle annexe ». La thèse plaide en faveur de la création d’un *k-groupe* climat, qu’on pourrait appeler *k3-climat*, caractérisé donc par un nombre très limité de pays responsables d’une quantité très importante d’émissions.

¹ Bien que nous n’ayons pas trouvé de « trace écrite » satisfaisante par rapport à la justification exacte de la « 55/55 rule », nous pensons qu’en plus du principe de la « responsabilité différenciée » qui fait que parmi les 55 parties on retrouve les pays historiquement responsables, il y a un argument lié à la quantité relative des émissions, qui devrait être suffisamment importante pour justifier l’engagement de réduction de 5%. Nous faisons donc l’hypothèse que les différents conditionnements du Protocole visent l’objectif de la CCNUCC : la « stabilisation des émissions ».

Dans la première section (4.1) nous allons appliquer le modèle coopératif de Snidal à la triade Europe, Chine, États-Unis. L'adéquation entre modèle théorique et réalité empirique est basée sur le fait que ces trois pays représentent, à eux seuls, plus de la moitié des émissions mondiales. Ce fut le cas en 1990 et c'est toujours le cas aujourd'hui. Hormis la pertinence de l'analyse compte tenu des hypothèses retenues, le modèle fait ressortir l'importance ou la prééminence de la relation Europe – Chine. Pour le dire autrement, le point de départ de la formation du k3-climat réside dans une coopération privilégiée entre l'Europe et la Chine.

La deuxième section (4.2) s'occupe des bouleversements potentiels qu'amènent les impacts climatiques. La vulnérabilité, la résilience, l'adaptation, ce sont des concepts relativement nouveaux qui doivent être investis par l'action politique. Ces notions, qu'on regroupe souvent sous le terme d'adaptation, se retrouvent beaucoup moins souvent que l'atténuation chez les décideurs et dans les politiques climatiques. Parmi nos trois pays, l'Europe et, plus précisément, certains de ses membres se distinguent positivement dans le lot. Pour pallier les manquements liés à la perception des coûts de l'adaptation, nous avons mobilisé des indicateurs qui renseignent sur la résilience et la vulnérabilité des pays aux impacts climatiques. Pour donner plus de sens à cette analyse, ainsi que pour renouer avec l'analyse de la coopération, nous l'avons couplée à la participation supposée de ces pays au régime climat. L'idée derrière cette démarche est que la coopération est déterminée par le degré de vulnérabilité ou de la nécessité de s'adapter au changement climatique (Sprinz et Vaahtoranta 1994).

La troisième section (4.3) traite de la « mesure » de la perception. Celle-ci est à retrouver dans les politiques qui visent le climat et incidemment dans les diverses prises de position ou décisions politiques. Nous précisons que la perception est recherchée là où celle-ci est la plus évidente : dans les actions d'atténuation. Ainsi, nous allons essayer de faire ressortir de l'analyse de ces politiques des raisonnements qui s'apparentent aux fondamentaux. Le bilan de cette analyse est mitigé. Au premier abord, force est de constater l'antagonisme des positions défendues par les trois pays. Du point de vue de la coopération, ces positions peuvent être vues comme des points d'« accroche », des opportunités à co-intéresser ses partenaires, ou, comme l'explique Keohane (1984), des indications sur les points qui requièrent des ajustements.

La dernière section (4.4) survole l'évolution des stratégies suivies par ces pays depuis la signature de la Convention-cadre. Le but est de voir si l'antagonisme des positions, compte tenu des évolutions passées, tend vers l'ajustement et vers le compromis, ou bien si les États succombent à la tentation souverainiste. L'ajustement des préférences est important car la coopération en dépend. En l'absence d'une convergence des positions, l'idée de régime et celle d'un k-groupe climatique ne peut être défendue. Cet examen montre l'ouverture et l'évolution des positions européenne et chinoise dans l'arène climatique. *A contrario* la position des USA ne semble pas avoir évolué significativement entre le début des années 1990 et le présent.

4.1. La gouvernance climatique par une triade UE– Chine–États-Unis

Dans cette section nous nous concentrerons sur les conditions de la coordination entre les États-Unis, l'Union européenne et la Chine, à la lumière de la théorie néo-institutionnaliste en EPI, suivant le modèle de Snidal (1985). Si la théorie libérale critique l'approche kindlebergerienne, la question qui se pose est de savoir dans quelles conditions une action collective et, pour ce qui nous intéresse, tripartite, est possible dans le domaine du climat. La théorie de Snidal est corroborée avec un autre modèle théorique, à même de prendre en considération l'importance des coûts dans la participation des pays dans les régimes environnementaux. Il s'agit d'expliquer la participation de nos trois acteurs au régime climatique en fonction de leur vulnérabilité (coûts d'adaptation attendus).

Si la finalité de l'analyse vise le niveau international, le sujet de ce chapitre est constitué par la perception des coûts des politiques climatiques au niveau national. Communément, cette tension entre ces deux niveaux est décrite à l'aide de la métaphore du « jeu à deux niveaux » de Putnam (1988). Il s'agit, pour mettre cette tension dans un langage courant, d'analyser l'interaction entre la pression émanant des objectifs de la CCNUCC – dont le respect du 2°C – et les impératifs venant du bas, des préférences nationales.

La section est structurée selon la problématique énoncée. Dans un premier temps, nous allons contextualiser la question de la gouvernance informelle, puisqu'une approche de type G3 ne peut avoir qu'un statut informel. Par la suite, nous allons particulariser le modèle de leadership collectif de Snidal à la triade Europe – Chine – États-Unis et nous allons essayer d'étayer les implications de l'application de la théorie aux faits. La dernière partie traitera du modèle de Sprinz et Vaahtoranta (1994), qui expliquent l'engagement des pays dans la politique environnementale internationale en fonction de l'intérêt national. L'intérêt est conditionné par les niveaux des coûts d'atténuation (non repris ici pour des raisons de concision) et par les risques liés à l'exposition de ces pays aux aléas climatiques.

Enfin, précisons qu'à la différence du reste du chapitre, cette section a un caractère principalement théorique, renouant avec le chapitre premier de la thèse et, de manière générale, avec l'Économie politique internationale.

4.1.1. Gouvernance informelle par club (« issue-based »)

Au début des années 1970, Keohane et Nye ont formalisé la théorie du *transnationalisme*, dans laquelle « les contacts, les coalitions et les interactions dépassant les frontières étatiques [...] ne sont pas contrôlés par les organes de politique étrangère centraux des gouvernements » (Keohane et Nye 1971 : xi). En Économie politique internationale, ces *interactions* concernent principalement l'intégration des marchés – ce qu'on allait appeler par la suite *mondialisation* – (Held *et al.* 1999). Cela étant, la période qui a suivi fut marquée par un autre phénomène, de nature à contrebalancer ce processus. Il s'agit d'un processus de retour de la souveraineté, d'où la thèse par exemple d'*[E]conomic Integration and Political Disintegration*² (Alesina *et al.* 2000). Ces deux processus ont débouché sur un troisième phénomène, plus manifeste ces dernières années, de remise en cause de l'institutionnalisme multilatéral, du type Nations unies (Rinke et Schneckener 2013).

Cet avènement (qu'on pourrait appeler contestation de l'*establishment*) fut généré, ou encore marqué, par l'émergence des BRICS, étant visible dans des domaines comme le commerce (voir par exemple l'enlisement de l'*Uruguay round* ; Abbas 2005) et notamment dans le climat (à partir des années 2000 et, plus précisément, à partir des moments Bali-Copenhague ; voir Brenton 2014 ; Qi 2014). Ces pays, notamment la Chine, « sont plus intéressés d'acquérir un statut de (grande) puissance dans la politique internationale, que par le multilatéralisme, qu'ils voient comme une menace par rapport à leur notion traditionnelle de souveraineté » (Rinke et Schneckener 2013 : 23).

L'émergence de ces pays s'accompagne ainsi d'un mouvement de contestation de la légitimité de l'« ordre en place » (Narlikar 2010). Cette contestation prend parfois la forme de l'auto-exclusion, le retranchement des arrangements internationaux, ce qui, en l'occurrence, rend les régimes respectifs inefficaces. Il s'agit d'un exercice (subtil) d'imposer un *veto* sur une négociation ou dans un domaine soumis à la nécessité de la gouvernance. À l'évidence, pour le climat, sans la Chine (comme sans l'US ou l'Europe), la mise en place d'un régime climatique est impossible, ou du moins peu efficace.

Désormais, les pays émergents sont en mesure d'établir leurs propres agendas et d'œuvrer pour imposer leurs intérêts. Ces intérêts, bien qu'ils aient toujours existé et aient été soutenus par ces pays, deviennent au fur et à mesure incontournable et doivent être intégrés par les autres pays, grandes puissances (traditionnelles) qui dominent l'arène internationale. Pour reprendre l'expression d'Hourcade (*e.g.* 2009), la question du « nœud gordien » est remise au goût du jour. Cette « arrivée » des intérêts des pays émergents sur la scène internationale est déterminée, certes, par les enjeux que ces discussions engendrent, mais aussi par la manière dont ceux-ci sont perçus par ces États, à travers les coûts et les bénéfices que cela implique.

Cette contestation des structures en place affecte donc la CCNUCC, ce qui fait que le régime en place, le système Kyoto – qui illustre le début de la mise en place d'une gouvernance globale –, se voit affaibli, alors qu'il était censé *a contrario* s'affermir. Ce constat

² Alesina *et al.* (2000) analysent l'impact de l'ouverture commerciale sur l'évolution des nombres d'États souverains. Les auteurs mettent en avant, entre autres, qu'entre 1950 et 1995 le nombre d'États a plus que doublé dans le monde, passant de 89 à 192.

(d'affaiblissement du multilatéralisme) peut être illustré par l'émergence de la notion de « *regime complex* » forgée par Keohane et Victor (2010), qui mettent en avant plutôt une multitude de « régimes faiblement coordonnés » qui gouvernent le changement climatique et non pas une instance unique (la CCNUCC).

L'évolution informelle de la gouvernance mondiale confirme l'intuition et le modèle développé par Snidal au milieu des années 1980 : la gouvernance par *clubs*, ou encore par des *coalitions* (Schneckener 2009). Cette gouvernance se développe en l'absence de résultats³ délivrés par les institutions traditionnelles. Celles-ci se voient, comme nous l'avons dit, frappées, dans une certaine mesure, par l'obsolescence, puisque les discussions finissent souvent en « *deadlocks* », pour reprendre la terminologie onusienne (Vezirgiannidou 2010). À titre d'exemple, lorsque le G8 s'intéresse en 2009 au changement climatique, c'est *officiellement* en raison du renforcement du processus de la CCNUCC et *officieusement* en raison d'absence d'avancée notable par ailleurs. Au sein de ce groupe, les pays se partagent, de manière informelle, les affaires internationales, dans différents domaines, et cherchent à défendre (voire à imposer) leurs points de vue dans un « concert de grandes puissances »⁴. Le climat, faute d'entente multilatérale, ne fait pas exception.

Rinke et Schneckener (2013) identifient trois types de gouvernance : « *clubs of lobbyists* », « *club of the willing* » et « *club of the relevant* ». Dans le domaine du changement climatique, on parle souvent du *club* ou de la coalition « *of the willing* » (e.g. Cristoff 2006 ; Hale 2011), mais dans le choix de nos trois acteurs nous pouvons privilégier également la *pertinence*, puisque ces pays émettent à eux seuls plus de la moitié des émissions de CO₂. La différence entre une *coalition volontaire* et une coalition basée sur la *pertinence* est donnée par le statut de l'adhésion au club. Dans un « *club of the relevant* », il importe moins si les pays partagent leurs points de vue ; essentiel est que les membres *comptent* dans le domaine soumis à la gouvernance (*issued-area*). Or, il est évident que s'il faut nommer le premier élément qui compte dans le changement climatique, ce sont les émissions de CO₂.

Pour ce qui concerne l'adaptation, ce n'est plus la pertinence qui prévaut, mais bien la volonté d'agir (*club of the willing*). Or, l'adaptation étant inévitable, la question est de savoir si l'on doit se préparer pour un monde à 2°C ou plus. Encore faut-il que les pays veuillent ou puissent (économiquement parlant) agir (se préparer, investir) dans ce domaine. Nous allons revenir sur cet argument dans la partie suivante (section 4.2).

Quant à la théorie du *k-groupe*, il faut noter l'importance, voire la présence de deux aspects : la relevance et la volonté. Bien que Snidal n'utilise pas les mêmes termes, nous estimons qu'on peut faire le rapprochement entre ses critères et ceux de Rinke et Schneckener (2013). La *capacité* d'action dont il est question chez Snidal peut être associée à la *pertinence* de Rinke et Schneckener (puisque'il y a une relation directe entre activité économique et quantité des émissions). Similairement, l'*intérêt* chez Snidal peut être associé à la *volonté* (les deux se référant à l'action de l'atténuation).

³ Il s'agit évidemment des résultats délivrés par ces pays, en voie de devenir de grandes puissances.

⁴ Pour une argumentation quasi exhaustive sur la question, nous recommandons la thèse de N. Simiand (2010). *L'hégémonie du G7 dans la gouvernance de l'économie mondiale*. Laboratoire de l'économie de la production et de l'intégration internationale, Université de Grenoble.

Dans un domaine aussi complexe que le climat, l'aspect *informel* semble bien refléter la nature de la gouvernance qui lui est associée, à cause de sa dynamique : les émetteurs majeurs aujourd'hui ne le seront plus forcément demain. De plus, nous l'avons déjà dit, la question dépasse la simple problématique des émissions *stricto sensu*, puisque derrière ces émissions il y a des réalités socio-économico-politiques vastes et complexes.

Notons également un prérequis important dans la formation d'un *k-groupe*, ou d'un *k3-climat*, comme le précise Snidal lui-même. Il s'agit de la finalité (ou de l'objectif) de la coopération : la fourniture du bien public (pour plus de détails concernant la définition formelle des biens publics voir l'Annexe 7). Dans ce sens, le *k3-climat* se trouve en position d'assumer un service de gouvernance en supportant des coûts et en mettant en place des actions qui bénéficient à la quasi-totalité des pays. Dans ce cas, une fois de plus, ce qui devient important, c'est la manière dont sont considérés ces coûts, qui sont perçus comme plus importants que les bénéfices associés.

Pour illustrer notre propos, citons un des exemples les plus notoires de ce type de gouvernance (informelle et basée sur la pertinence et l'intérêt). Il s'agit de *Major Economies Forum on Energy and Climate* (MEF), coalition qui regroupe à ce jour 17 pays. Mais le MEF n'est pas le seul club qui s'intéresse aux questions climatiques. Le *Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate* (APP), *Climate and Clean Air Coalition* (CCAC), ou encore le *Clean Energy Ministerial Initiative* (CEM) montrent que le caractère informel ou l'organisation par clubs représentent non pas des panacées, mais des formes alternatives au multilatéralisme onusien. Par ailleurs, Rinke et Schneckener (2013) remarquent que tous ces clubs se sont formés et fonctionnent non seulement en dehors de l'organisation des Nations unies, mais aussi en dehors des autres organisations régionales. Notons que, lorsqu'on regarde les acteurs qui s'associent et qui alimentent cette gouvernance, on retrouve deux caractéristiques communes : la puissance (économique), voire la superpuissance, et l'intérêt national – éléments centraux également dans la théorie de Snidal (1985).

Sans insister sur l'heuristique de ces termes (qui ont été traités dans le premier chapitre), la thèse que nous défendons concerne les implications pour le régime climatique. Ce que nous essayons de montrer, c'est que l'Union européenne, la Chine et les États-Unis peuvent, théoriquement et pratiquement parlant, constituer un *k-groupe* pour le climat (que nous pouvons appeler *k3-climat*), qui peut contribuer massivement à la stabilisation des émissions de GES. Mais le succès d'une telle initiative repose, dans le cadre qu'on s'est fixé, sur la manière dont ces pays réussissent à coopérer et, incidemment, sur la manière dont les coûts de réduction et d'adaptation sont perçus. Précisons, une fois de plus, que si le premier aspect (concernant la coopération) est traité à l'aide de la théorie de Snidal (sous-section 4.1.2), les coûts d'adaptations seront analysés à l'aide du modèle de Sprinz et Vaahoranta (1994) (sous-section 4.1.3).

4.1.2. Europe, Chine, États-Unis en tant que « k3-climat »

Les pays responsables, capables et intéressés par le climat sont, comme nous l'avons dit, de grandes puissances, membres des clubs les plus importants : G7, G20, MEF, APP⁵ (Keohane et Victor 2010 ; Fujiwara 2007). Traditionnellement, les États-Unis sont perçus comme une superpuissance, tout comme l'Union européenne, qui s'est « substituée » en quelque sorte aux puissances existantes (*i.e.* la France, l'Allemagne), alors que la Chine est vue comme une puissance émergente (Narlikar 2010). Aujourd'hui, dans le climat, ces pays représentent (non pas de manière exclusive) les trois principaux groupes des négociations (Brenton 2013) ; c'est la raison pour laquelle nous les avons placés au centre de notre analyse⁶.

Snidal (1985), après avoir analysé la coopération dans un cadre réaliste (selon Kindleberger), s'interroge sur l'« action collective », lorsque l'hégémon est en déclin. Pour expliquer ce cas de figure, Snidal utilise l'argument de la taille relative des États : le déclin de l'hégémon se fait en faveur d'autres pays. Dans ce cas de figure, selon Kindleberger, le régime devrait s'écrouler, alors que pour Snidal, celui-ci perdure. Snidal reprend l'argument concernant la nécessaire interaction entre États et montre que les puissances de second rang ont tout intérêt à maintenir la coopération et le régime associé. Si ces pays maintiennent la coopération, alors leurs gains sont supérieurs par rapport au cas où ils n'auraient pas coopéré. Ainsi, l'incitation à la coopération serait suffisamment importante pour maintenir le régime. L'idée principale qui découle du raisonnement de Snidal est que ce n'est pas la taille relative du pays plus grand qui compte mais la *taille relative de la coalition* des États qui choisissent de coopérer. La notion de taille renvoie aux intérêts et aux capacités des pays, donc au concept de puissance. Dans la représentation du modèle de coopération, nous avons choisi, comme mesure de la taille relative des pays, un indicateur robuste : les émissions de CO₂ énergie, en prenant donc comme hypothèse leur couplage avec l'économie.

Dans ce qui suit nous allons analyser la coopération climatique à partir du modèle de Snidal, que nous avons détaillé dans le chapitre premier. Pour rappel, le modèle est basé sur le dilemme du prisonnier, jeux dans lequel les États ont un intérêt coopératif initial. La coopération étant couteuse, les pays sont incités à se comporter en passager clandestin. Cela étant, ce comportement est valable uniquement lorsque les autres pays coopèrent, donc lorsqu'ils assument les coûts de fourniture du bien public en question. Dans le modèle de Snidal (et dans les figures ci-après), on observe que lorsqu'aucun État ne coopère, les gains sont nuls (les pays se retrouvent sur la courbe NC). La coalition minimale de pays qui fait que la coopération est neutre du point de vue des coûts que cela induit est reflétée à travers le point *k*. Une coalition qui dépasse ce point et, dans notre cas, dont les émissions cumulées sont supérieures à ce seuil, a des gains supérieurs aux coûts ; plus cette coalition est large plus les gains associés sont importants (Figure 4.1, Figure 4.2). Nous considérons, par hypothèse, que

⁵ Les pays européens ne font pas partie de cette association, mais ils ont, similairement aux États-Unis, des partenariats spécifiques signés avec la Chine ou l'Inde.

⁶ Les trois principaux groupes sont polarisés par ces acteurs. L'UE rassemble naturellement d'abord ses membres et, selon la conjoncture, d'autres pays (*e.g.* lors de Durban, la coalition formée avec les pays du Groupe Africain ou l'AOSIS). Pour les États-Unis, on compte souvent le Canada, le Japon ou encore la Russie, alors que pour la Chine il s'agit au premier chef des pays BASIC.

les coûts associés sont ceux de l'atténuation des émissions et que les gains sont ceux associés principalement aux bénéfices obtenus grâce à la stabilisation de l'augmentation des températures.

Pour appliquer le modèle de Snidal à la coopération climat nous nous inspirons de l'architecture du Protocole de Kyoto – seul instrument juridiquement contraignant dans la coopération climatique. Ainsi, toujours par hypothèse, nous considérons que le nombre minimal d'États⁷ qui doivent coopérer, doit refléter au moins 55% des émissions totales (deux années de référence sont retenus, 1990 et 2013 ; article 25 du PK). C'est, en effet, le point k sur la Figure 4.1 et la Figure 4.2. Nous pouvons justifier cette cible, et implicitement l'existence d'un k -groupe climat, par le fait qu'une réduction dans la moitié des émissions mondiales serait à même de jouer considérablement en faveur de leur stabilisation en ensemble.

Le raisonnement que nous poursuivrons est en deux temps. Dans un premier temps, nous allons montrer qu'au début des années 1990 il existe une coalition d'États qui coopèrent et mettent en place un régime climat. Cette coalition, que nous associons à un k -groupe climat, comprend les pays de l'Annexe B du PK, qui sont prêts à endosser des coûts afin de stabiliser les émissions⁸. La coalition est menée par un leadership partagé entre l'UE (15 à l'époque) et les États-Unis (par ailleurs les émetteurs les plus importants) et conduira à la mise en place de ce que nous avons appelé le premier régime climatique (de Kyoto à Copenhague).

Dans un deuxième temps, nous allons montrer la manière dont cette coalition a évolué et le nouvel équilibre qui pourrait, ou non, se mettre en place. Le retrait des pays comme les États-Unis, mais aussi le Canada, le Japon ou la Russie, du PK modifie la taille relative de la coalition initiale, qui ne couvre désormais qu'un quart des émissions mondiales (alors qu'elle couvrait deux tiers au milieu des années 1990). Leader de cette coalition initiale demeure l'Union européenne, dont les émissions sont passées de 15% (pour l'UE 15 en 1990) à 10% (pour l'UE 27 en 2013). Du point de vue théorique, compte tenu des hypothèses faites, cela est bien en dessous de ce qui est nécessaire pour le maintien du régime. Afin de retrouver l'effet *taille* nécessaire ($k=55%$), il est nécessaire qu'un groupe de pays ou, en l'occurrence, la Chine et les États-Unis (qui sont suffisamment importants en terme d'émissions) rejoignent cette coalition. Si tel était le cas, il s'agirait d'un k -groupe, que nous désignons en tant que *k3-climat*.

Suivant le raisonnement snidalien, nous observons qu'ensemble l'Europe, la Chine et les USA cumulent 55% des émissions mondiales. Ce fut le cas en 1990 (si l'on considère l'UE à 27) et c'est le cas aujourd'hui. Le point $k=55%$ étant atteint, ces pays auraient pu constituer un k -groupe climat dès 1990. Théoriquement, celui-ci aurait perduré en 2013, puisque, comme l'explique Snidal, c'est la taille de la coalition qui compte et non pas la distribution à l'intérieur de cette coalition. Théoriquement, si ces trois pays décident de coopérer, donc d'assumer les coûts de la mise en place d'un régime climat (au sens d'une comparabilité des efforts), compte tenu des hypothèses que nous avons retenues (notamment le seuil de 55%), alors le régime se stabilise.

⁷ De manière générale, l'occurrence d'une situation de coopération implique la coexistence de trois éléments : i) convergence des intérêts ; ii) nombre minimal de participants et iii) pratiques ou mécanismes institutionnels (Battistella *et al.* 2012).

⁸ Évidemment, tous les pays ne doivent pas supporter des coûts ; certains pays doivent simplement stabiliser leurs émissions, alors que d'autres peuvent encore les augmenter.

Ainsi, en 1990 les pays de l'Annexe B du PK représentent plus de deux tiers des émissions mondiales (68%), ce qui fait qu'on puisse avoir un effet *taille*¹⁰, qu'on peut associer à un k-groupe pour le climat¹¹. On suppose que cette coalition soit suffisante pour équilibrer la balance entre coûts et bénéfices liés au changement climatique en tant que bien public mondial. Les gains totaux pour l'ensemble de la coalition sont reflétés (en ordonnée) par le point *B*, les États-Unis étant le dernier pays représenté. Précisons qu'en ordonnée on parlera de coûts lorsque les pays ou l'ensemble de pays se retrouve en dessous de zéro et de gains lorsque l'on se retrouve au-dessus.

Pour expliciter la représentation de la coopération dans la figure ci-dessus, on peut explorer plusieurs cas de figure. Si par exemple les États-Unis n'avaient pas choisi de coopérer, alors les coûts de la coalition seraient dans le point *A* (sur la Figure 4.1). Avec les US, les gains sont positifs : ceux-ci correspondent, comme nous l'avons déjà dit, au point *B* (ordonnée positive). La coalition concerne plus que le seuil minimum de 55% des émissions, ce qui fait qu'un régime climat peut se mettre en place. Si la Chine avait fait partie de cette coalition, les gains du groupe passeraient au point *D*, ayant une ordonnée supérieure au point *C*. Et, ainsi de suite, tout pays qui se rajouterait au régime augmenterait les bénéfices pour l'ensemble du groupe.

Pourtant, cela ne fut pas le cas. En effet, la position de la Chine peut s'expliquer par le fait que, lorsqu'elle ne participe pas à la coopération, ses gains soient bien supérieurs, puisqu'elle est dans le point *E*. Les États-Unis auraient pu agir de la même façon, puisqu'en se soustrayant à la coopération, ils auraient vu leurs gains passer de *B* à *C* ; pourtant, dans les années 1990, ils n'ont pas fait ce choix, étant donné qu'ils avaient signé le Protocole de Kyoto. Similairement, si l'Europe avait suivi la même logique, alors ses gains auraient augmenté par rapport au point *A* – situation non représentée sur la figure.

Encore une fois, ce comportement de passager clandestin est possible tant qu'il y a une coalition minimale de pays qui assument la fourniture du bien public en question. Si tous les pays se comportent en passager clandestin, alors il n'y a tout simplement pas de coopération, donc pas de bien public. Cela étant, ces cas de figure n'ont qu'une portée purement théorique. En réalité, comme rappelle souvent P. Criqui, ces pays sont tellement gros, qu'ils ne peuvent pas se comporter de la sorte. Sans la Chine ou les États-Unis, ou bientôt sans l'Inde, sans la participation de ces pays au régime climat, l'effet *taille* disparaît, la stabilisation des émissions est quasi impossible.

À partir de ces éléments, nous pouvons considérer qu'au début des années 1990 nous avons un présumé k-groupe constitué principalement par les pays AI, dont l'Europe et les États-Unis sont les principaux acteurs.

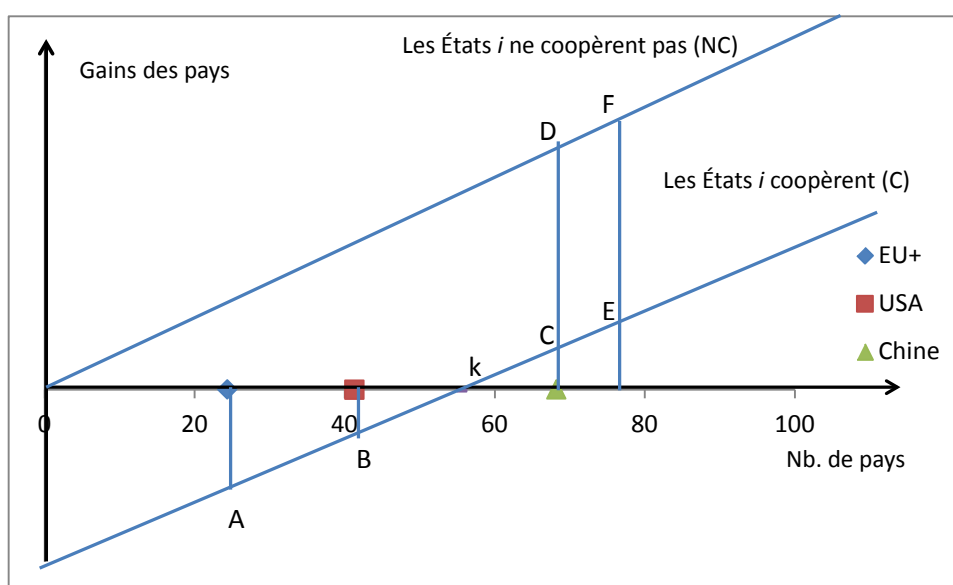
¹⁰ À l'évidence, on ne prend pas en compte, à ce moment-là, le retrait des USA, qui allait être confirmé une dizaine d'années plus tard.

¹¹ On fait référence aux années 1990 en général car au moment de la signature de PK ce sont ces niveaux d'émissions qui sont retenus.

Évolution et prémices de la mise en place d'un groupe k3-climat

En 2013, les émissions de l'Europe représentent (du total monde) 11%, celles des USA 17% et celles de la Chine plus d'un quart (27%) (Enerdata 2015). Cette distribution est bien différente de celle du début des années 1990, lorsque la Chine émettait 12%, l'Europe à 27 émettait 20% (UE 15 – 15%) et les USA 24%. À la fin des années 1990, début des années 2000, deux tendances se confirment et rendent évident le déclin de l'« hégémonie carbonique » des pays AI : la diminution de la part des émissions européennes et le retrait des États-Unis du Protocole de Kyoto (2001). L'action collective climatique est, du point de vue de notre analyse, rendue à travers la Figure 4.2.

Figure 4.2. Action collective et représentation du k-groupe (niveau d'émission 2013)



Note : *EU+* représente les pays AI et l'UE, moins les USA, le Canada, la Russie et le Japon.

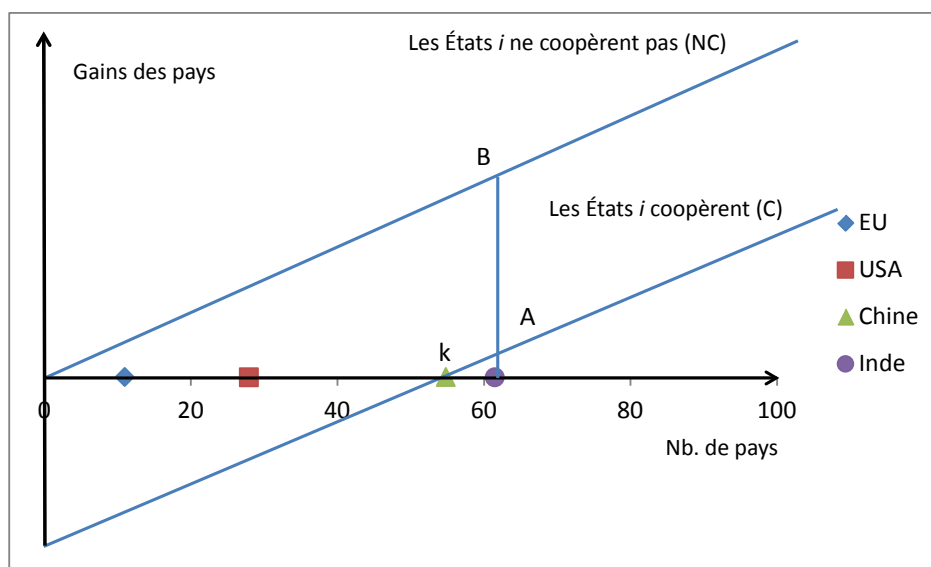
Source : à partir de Snidal 1985 ; Enerdata 2015.

Aujourd'hui, avec la diminution du poids de l'Europe (et des autres pays AI, représentés sur le graphique par *EU+*) et le retrait des États-Unis, la coalition formée de pays AI signataires du PK n'est plus en mesure d'assumer les coûts de la fourniture du bien public en question. Cela est visible sur la figure ci-dessus par le fait que l'ensemble des émissions *EU+* est bien inférieur à *k* (25% des émissions mondiales), alors qu'un k-groupe réclamerait que ces émissions soient de l'ordre de 55%. Le point de basculement, c'est-à-dire le point où le k-groupe initial n'est plus, c'est le milieu des années 2000, lorsque les émissions des pays NAI dépassent celles des pays AI. On peut, à l'instar de certains auteurs, identifier le moment qui confirme *ex post* ce basculement et qui coïncide à des changements importants d'ordre institutionnel et politique, avec la Conférence de Copenhague de 2009 (e.g. Auverlot *et al.* 2010 ; Dahan *et al.* 2010).

Au regard de la représentation schématique de la coopération dans la figure ci-dessus, on remarque que seulement la participation de la Chine et des États-Unis réussirait à faire

passer la coalition au-delà de point k . Cela ferait que la coalition, comme en 1990, puisse attendre le niveau de 68% des émissions couvertes. Plus encore, supposons que l'Inde rejoindrait ce groupe, cela passerait les gains associés de ces pays, du point C ou point E , ce qui renforcerait évidemment cette coalition. Cela étant, pour la Chine le point C est bien inférieur au point D et pour l'Inde le point E est inférieur à F , ce qui illustre l'incitation de ces pays à ne pas participer à la coopération (et à se comporter en passager clandestin). Ces observations nous amènent à la question centrale de notre raisonnement. Est-il possible d'avoir une coopération malgré le fait qu'il n'y a plus de k -groupe pour le climat ? Conformément à la théorie de la stabilité hégémonique, la coopération devrait cesser et le régime climat se dissoudre, car les pays qui ont reconduit leurs engagements pour une deuxième période dans le PK (notamment l'Europe) supportent plus de coûts qu'ils n'en bénéficient des gains de la coopération. La réponse des néo-institutionnalistes est qu'il n'est pas nécessaire à ce que le régime disparaisse : c'est dans l'avantage de tous, y compris de la Chine et des États-Unis, de maintenir la coopération et le régime climatique, autrement dit de former un groupe $k3$ -climat.

Figure 4.3. Action collective et coopération entre l'UE, la Chine et les USA (niveau d'émission 2013)



Source : à partir de Snidal 1985 ; Enerdata 2015.

La figure ci-dessus montre une configuration tripartite de la coopération, situation dans laquelle les trois pays, l'Europe, les États-Unis et la Chine forment un k -groupe. En effet, la somme des émissions de ces trois pays satisfait la condition $k = 55\%$. Dès lors, tout pays qui se joindrait à cette coalition ne ferait qu'accroître les gains collectifs de la coalition tout en fournissant le bien public climatique. À titre d'exemple, si l'on suppose que l'Inde rejoint ce groupe, alors les gains de la coalition passent de zéro (point k) au point A . Encore une fois, la difficulté serait due au fait que les gains de l'Inde passeraient du point B au point A .

Avant de discuter les résultats que nous souhaitons mettre en avant, nous voudrions faire deux remarques d'ordre théorique et pratique qui découlent du modèle de Snidal lorsque appliqué à la coopération climatique :

- i) Concernant la taille relative de la coalition. Comme nous l'avons déjà mentionné, pour la Chine et les États-Unis, pays ayant un poids aussi important dans les émissions mondiales, il est très difficile de se soustraire à l'effort d'atténuation des émissions. Si les émissions de ces pays baissent relativement à celles des autres (*e.g.* Inde), l'élargissement de la coalition (voire une nouvelle coalition) apparaîtra inévitable. De ce point de vue, le rôle de l'Europe est amené à diminuer au fur et à mesure que ses émissions s'affaiblissent.
- ii) Concernant le processus de construction du k-groupe. Il est important pour l'Europe d'avoir au moins un de ces pays qui s'engage, disons à un niveau significatif (comparatif), dans la coopération¹². Si la Chine adopte cette position, cela enclenchera une dynamique de coopération. Désormais, il y aura deux pays qui œuvrent dans cette direction au lieu d'un seul. Si l'on considère le conditionnement quasi réciproque du tandem Chine – États-Unis, cela fait d'autant plus de sens. Pour aller vite, disons qu'il suffirait d'en convaincre l'un pour que l'autre suive. Par ailleurs, l'Europe n'a jamais pu assurer seule le leadership du régime climatique. Elle l'a fait avec les États-Unis au début des années 1990 et pourrait le faire avec la Chine en 2020.

Pour ce qui concerne les résultats qui découlent de l'application de ce modèle de coopération, on en retient trois, que nous allons exposer et commenter synthétiquement par la suite.

(1) La puissance, bien qu'elle ne puisse être considérée que de manière informelle, ne peut être évincée des discussions climatiques. La stabilisation des émissions en tant que bien public mondial est tributaire de l'intérêt et/ou de la capacité d'un pays ou d'un groupe de pays (Grasso 2004 ; Nordhaus 2005 ; Kaul 2010). Si l'on accepte l'idée que le processus de négociation ait suivi plusieurs cycles, alors chacune de ces *itérations*, pour reprendre Brenton (2013 : 544–546), fut dominée par des acteurs reconnus en tant que grandes puissances sur le plan économique et politique. Le moment Rio fut piloté principalement par l'Europe (et les USA), alors que le dernier moment, celui de Copenhague, fut dominé par le couple Chine – États-Unis.

(2) La *taille relative* de la coalition est centrale dans les efforts de stabilisation des émissions, cette taille ne pouvant être obtenue à travers les efforts d'un seul pays. Nous avons signalé ci-dessus que les émissions de ces trois pays sont restées, entre 1990 et 2010, les mêmes par rapport aux émissions mondiales, c'est-à-dire autour de 55%. Cette question met en évidence l'importance de la taille « critique » d'une éventuelle coalition. Ce qui importe ce n'est pas le déclin de l'Europe ou des USA par rapport à la Chine, mais le fonctionnement général de la coalition dans son ensemble. De ce point de vue, comme l'indique Snidal (1985 : 613), « l'asymétrie peut être bénéfique car cela réduit le nombre d'États dont la participation est nécessaire à la réussite de la coopération ».

Cela pose la question de la *légitimité* d'un tel groupe. En l'absence d'une fourniture adéquate du bien public, il n'y a pas de raisons de créditer un k-groupe climat. Autrement dit, si un de ces pays, ou leur éventuelle coalition, voudrait prétendre au rôle de leader, il faut que

¹² Ce niveau « comparatif » impliquerait des engagements qui aillent au-delà des simples réductions d'intensité énergétique (voir par exemple Criqui et Ilasca (2010). Les engagements pris à Copenhague et la question de la comparabilité des efforts. *Responsabilité & Environnement*, no. 59, pp. 48-55).

leurs actions soient à la hauteur des enjeux. À notre avis, c'est bien le problème du tandem Chine – États-Unis. Certains analystes¹³ avancent la thèse d'un G2, inspiré par la citation du président américain, « *US and China will shape the 21st century* »¹⁴. Cependant, vue la dynamique des émissions de ces deux pays, qui contraste avec l'urgence climatique, il est difficile de concevoir que le bien public recherché viserait la limitation de la hausse des températures à 2°C. Il apparaît que l'objectif de la coopération entre ces deux pays, par ailleurs assez prolifique, vise plutôt des secteurs connexes au climat, que la stabilisation des émissions *per se* (voir le *U.S.-China Strategic and Economic Dialogue*¹⁵).

(3) Le leadership européen et la relation avec la Chine sont primordiaux. Suivant notre raisonnement basé sur l'argument de la *taille*, il apparaît préférable pour l'Europe, en tant que leader de coalition, de diriger ses efforts de « diplomatie climatique » dans la direction de la Chine. En 2013, les émissions de la Chine sont égales à celles de l'Europe et des États-Unis ensemble. Si une coalition entre l'Europe et les USA peut laisser un doute quant à la taille nécessaire de la mise en place d'un k-groupe, une coalition Europe – Chine aurait l'avantage de diminuer ce doute (EU+Chn=51% alors que EU+US=41%).

Pour clore sur ce point, notons que, de manière générale, un k3-climat sera bénéfique si le bien public recherché est fourni conformément ; à savoir, si leur contribution à la limitation des températures est en ligne avec le 2°C. Compte tenu des dynamiques des émissions des trois pays que nous analysons, la Chine, plus que les États-Unis, apparaît comme essentielle pour la mise en place de ce régime.

4.1.3. *Un cadre d'analyse de la perception « interest-based »*

Dans cette dernière partie qui porte sur la gouvernance climatique, nous souhaitons appuyer la notion d'intérêt national en tant que pivot entre les efforts d'abattement des émissions et la vulnérabilité aux conséquences du changement climatique¹⁶. À partir des travaux de Sprinz et Vaahtoranta (1994), l'idée que nous défendons est que le régime climatique peut être expliqué à travers la manière dont atténuation et vulnérabilité climatique s'« emboîtent » au sein de

¹³ Il s'agit principalement de Zbigniew Brzezinski (du Center for Strategic and International Studies) et Fred Bergsten (du Peterson Institute for International Economics).

¹⁴ Citation reprise sur www.telegraph.co.uk, datant de juillet 2009.

¹⁵ US Department of State, Washington, DC, 14 juillet 2014. <http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2014/07/229239.htm>. Consulté le 28.08.2014.

¹⁶ Du point de vue de la coopération onusienne, l'importance des efforts de réduction a gagné du terrain après l'adoption du Protocole de Kyoto (1997), alors que celle des impacts, ou encore, de la vulnérabilité s'est manifestée avec plus de prégnance après l'adoption du Programme de Nairobi ou NWP (*Nairobi work program on impacts, vulnerability and adaptation to climate change*) en 2005.

l'intérêt national (« *national interest based* »)¹⁷. Procédant ainsi, nous amorçons les deux analyses qui suivent et qui concernent la perception des États quant à la vulnérabilité et les coûts d'atténuation.

D'après Sprinz et Vaahtoranta (1994, 2002), les États sont à la poursuite de deux objectifs. Le premier découle du fait que « chaque État est concerné avant tout par son territoire et que l'idée de défendre le vaisseau spatial Terre se fait juste du bout des lèvres » et le deuxième est que les États sont enclins à participer aux efforts de protection du climat lorsque les coûts sont relativement mineurs (Sprinz et Vaahtoranta 1994 : 78-79). À partir de ces hypothèses, les deux auteurs construisent une matrice qui classe les pays par rapport à leurs comportements vis-à-vis de la coopération. On retrouve ainsi des « fonceurs » (*pushers*), des « traîneurs » (*draggers*), des « spectateurs » (*bystanders*) et des « intermédiaires » (*intermediates*), en fonction des vulnérabilités respectives et des coûts qui doivent être assumés dans le cadre de la coopération.

Tableau 4.1. Classification des pays selon le soutien qu'ils apportent à la régulation de l'environnement

		Vulnérabilité écologique	
		Faible	Fort
Coûts de mitigation	Faibles	<i>Spectateurs</i>	<i>Fonceurs</i>
	Élevés	<i>À la traine</i>	<i>Intermédiaires</i>

Source : Sprinz et Vaahtoranta, 1994.

Cette matrice explique simplement que, si un pays a une vulnérabilité forte et si ses coûts d'atténuation sont faibles, alors, dans les négociations climatiques, il va *foncer* pour la coopération, alors que, si les coûts sont importants et la vulnérabilité du pays est faible, il aura plutôt tendance à faire *trainer* la coopération (des cas de figure intermédiaires étant possibles)¹⁸.

Ce cadre d'analyse a été repris par F. Rong (2010), qui propose un modèle d'analyse des positions des pays émergents dans les négociations climatiques. Cette approche, désignée par l'auteur en tant que « *two-level interest-based model* », est une version « amendée » du jeu à deux niveaux de Putnam (1988). Rong (2010) explique que les politiques climatiques sont mises en place compte tenu des considérations domestiques – notamment de la vulnérabilité –,

¹⁷ L'hypothèse de départ a été reprise des travaux de Keohane et Nye stipulant que tous les pays cherchent, de manière générale, à éviter la vulnérabilité aux polluants atmosphériques (Keohane et Nye 1989).

¹⁸ Évidemment, il ne s'agit pas de vouloir expliquer la complexité des comportements des acteurs dans les négociations climatiques uniquement sur cette base (puisque l'on sait pertinemment qu'il y a de nombreux facteurs qui jouent sur l'articulation des politiques climatiques (Keohane et Nye 1989 ; Abbas et Sindico 2012).

pendant que les considérations internationales – fourniture du bien public global – ne viendraient que par la suite. Il s’agit donc d’une approche par le bas puisque, rappelons-le, si l’atmosphère concerne un bien public global, alors la résilience des sociétés est un bien public local (Godard 2010)¹⁹.

Pour ce qui concerne les coûts d’atténuation, le raisonnement est similaire et vient soutenir d’autant plus le modèle de Sprinz et Vaahoranta (1994). Le *financement*, pour ainsi dire, de la stabilisation des émissions de GES doit être supporté *localement* (nationalement), alors que le bénéfice est, encore une fois, global. Or, dans un contexte marqué par un paradigme du dilemme du prisonnier, la justification (économique et sociale) des politiques climatiques devient problématique. Reprenons simplement l’exemple des États-Unis et de l’UE. La faiblesse des engagements des Américains en termes d’efforts de réduction des émissions est, entre autres, liée à la question économique, notamment à celle de comparabilité des efforts²⁰ (e.g. Raman 2011). Pour l’UE, le passage à -30% (en 2020) de réduction des émissions au moment de Copenhague supposait des coûts importants, tandis que les bénéfices en termes d’émissions au niveau monde étaient négligeables (e.g. Hohne 2011 ; Afionis 2011). Enfin, ces considérations prendront plus de sens dans les deux parties qui suivent, dans lesquelles nous allons apporter des éléments supplémentaires par rapport à l’arbitrage entre adaptation et atténuation.

*

Nous terminons cette analyse portant sur la gouvernance en nous inspirant encore une fois de Snidal (1985), qui attire l’attention sur le statut des intérêts (nationaux). Ainsi, ceux-ci pourraient être classés comme étant d’abord individuels, ensuite de groupe et enfin collectifs. Le schéma de Sprinz et Vaahoranta peut expliquer seulement le positionnement individuel des États. En général, pour l’UE, la Chine et les États-Unis, les coûts d’atténuation sont perçus comme étant plutôt élevés et la vulnérabilité comme étant relativement faible (nous reviendrons sur cet aspect dans les sections suivantes). Cela placerait ces pays entre *traineurs* et *intermédiaires*. De ce point de vue, un éventuel k3-climat devrait surpasser la défense des intérêts nationaux pour privilégier un intérêt de groupe.

Pour le dire autrement, les intérêts poursuivis par cette coalition seraient publics pour le groupe et privés pour les autres pays, ce que amplifierait l’asymétrie entre les puissances dominantes et les autres pays. Cette situation pourrait, par conséquent, dissuader ces derniers à se rallier à cette coalition. Répondre à cette question nécessite de définir (plus) précisément les intérêts (et les bénéfices) de la coopération. Dans ce qui suit nous allons poursuivre avec l’analyse de la perception de la vulnérabilité et de l’adaptation de nos trois acteurs aux menaces climatiques.

¹⁹ De fait, les dernières COP nous indiquent que ce modèle de comportement, qui est évident pour les pays émergents, l’est tout aussi pour les pays développés. La position des États-Unis, ainsi que celle de l’UE sont révélatrices dans ce sens. En l’occurrence, l’engagement européen unilatéral de réduction des émissions à -30% n’est pas possible à cause des préférences nationales de certains de ses membres qui défendent leurs intérêts domestiques.

²⁰ Par exemple, la position américaine lors de la dernière conférence de Rio (2012) a été de dire que « le développement durable n’est pas un luxe [mais] une nécessité pour les pays, à tous les stades de développement ». Déclaration disponible à <http://www.state.gov/e/oes/sus/releases/176863.htm>. Consulté le 10.01.2012.

4.2. La perception de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique

À la différence de l'atténuation, l'adaptation est perçue de manière bien différente. Cependant, pour reprendre de Perthuis *et al.* (2010), « le parent pauvre du débat sur le changement climatique » n'est pas dépourvu d'enjeux, bien au contraire. Établir des objectifs à atteindre, ou des cibles à respecter, s'avère, dans la pratique, plus problématique que pour l'atténuation. Pour le décideur politique, « s'adapter au changement climatique est [...] très loin d'être un concept opérationnel » (de Perthuis *et al.* 2010 : 5), ce qui explique la difficulté d'en percevoir les risques associés.

La perception est employée différemment dans les questions ayant trait au climat. Généralement, la notion fait référence aux « sentiments » de la société (*e.g.* Franzen et Vogl 2013) ou aux politiques publiques – expression de la perception par les gouvernements de la problématique climat – (*e.g.* van Asselt *et al.* 2008 ; Sénit 2011). Pour ce qui concerne notre étude, nous allons privilégier le niveau le plus agrégé, qui concerne les politiques climatiques nationales. Ce choix s'explique par le soubassement de ces politiques, qui sont plus inclusives puisque, en plus des préférences sociétales, elles reflètent un compromis plus large, allant des intérêts économiques et lobbys industriels aux cadres législatifs.

Dans cette section nous allons nous intéresser à la question de l'adaptation et de la vulnérabilité au changement climatique. Étant donné le nombre limité de prises de position de la part des gouvernements en la matière, nous allons concentrer notre étude sur un modèle d'analyse de la vulnérabilité et de la résilience. Nous allons mettre en rapport des indicateurs qui renseignent sur la vulnérabilité climatique du point de vue socioéconomique.

La première partie de cette section présente de façon descriptive la perception politique de l'adaptation. Les déclarations et les prises de position des États face à l'adaptation sont presque inexistantes. Cela étant, il nous a paru important d'essayer de synthétiser les informations existantes. De fait, c'est à travers cette *absence* qu'il faut voir l'importance que ces États accordent, à tort ou à raison, à l'adaptation. Dans la deuxième partie, la perception de l'adaptation est traitée à la lumière de la vulnérabilité. Quoique rudimentaire, notre analyse débouchera sur le développement d'un cadre d'analyse ayant trait à la coopération. Cette analyse s'appuie sur le modèle exposé précédemment, de Sprinz et Vaahtoranta (1994), et incidemment sur celui de F. Rong (2010). Nous mènerons notre analyse en dynamique, en considérant deux horizons de temps, le présent (2010) et le moyen terme (2030). Nous utiliserons ces indicateurs comme des *proxys*²¹ de la perception des États par rapport à l'adaptation : lorsque ces indicateurs montrent une augmentation de la vulnérabilité, il est supposé que les décideurs s'en préoccupent ou s'en préoccuperont davantage, ce qui informe sur la mesure de la perception par les décideurs politiques respectifs.

²¹ Nous entendons utiliser le terme selon une définition commune, en tant qu'élément qui se place entre deux autres, dans le but de faciliter leur mise en rapport.

Nous allons considérer, comme tout au long de la thèse, les trois pays qui se trouvent au cœur de notre analyse, à savoir les États-Unis, l'Union européenne et la Chine. Pour une mise en perspective, ainsi que pour offrir un référentiel de comparaison, nous allons présenter également d'autres grands pays émetteurs : la Russie, l'Inde, le Brésil et l'Afrique du Sud.

4.2.1. Perception politique des acteurs au regard de leur vulnérabilité et de l'adaptation

L'analyse développée dans cette sous-section sera menée en trois temps. Premièrement, nous allons contextualiser rapidement la perception de l'adaptation, en essayant de montrer pourquoi celle-ci est difficile à faire entrer dans les cadres politiques existants. Dans un deuxième temps, nous allons apporter des éléments concernant la définition et la conceptualisation et, enfin, nous allons essayer de rendre compte des positions de nos acteurs par rapport à cette problématique, en tenant compte des coûts d'adaptation (tels qu'analysés dans le chapitre précédent).

Le contexte particulier de l'adaptation

Bien qu'en discussion depuis plusieurs années, l'adaptation en tant que sujet de négociation n'a connu une visibilité plus importante que récemment. La « montée en puissance » de l'adaptation fut portée, à partir des années 2000, par certains groupes de pays (*e.g.* PMA, AOSIS, Rain-forest Coalition) particulièrement exposés aux aléas climatiques (Aykut et Dahan 2014). Rappelons simplement qu'à partir de 2010 (dans les Accords de Cancun, Décision 1/CP.16, para 11-35) l'adaptation passe devant l'atténuation et que la question de la vulnérabilité se trouve au cœur même de ce débat. Les impacts des changements climatiques peuvent dorénavant être identifiés géographiquement, étant visibles à court terme²². Autrement dit, ils se manifestent à l'intérieur d'une même région et d'une même génération. L'adaptation et la vulnérabilité deviennent ainsi incontournables dans le débat, aussi bien au niveau national qu'international²³.

²² Selon le Quatrième Rapport du GIEC, certaines régions (continents) seront plus touchées que d'autres par le changement climatique. Par exemple, pour ce qui concerne les températures, le réchauffement le plus important est attendu sur les latitudes élevées, et moins dans le sud de l'océan indien et dans certaines parties de l'Atlantique nord (AR 4, Résumé à l'intention des décideurs, Figure RiD. 6).

²³ Voir par exemple le rapport de la SBSTA, disponible à <http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/fre/11f.pdf>, ainsi que le troisième rapport du GIEC, Résumé à l'intention des décideurs, « Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité », disponible à http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4/french/pdf/wg2sum.pdf. Consultés le 08.01.13.

Cela étant, la conceptualisation de la vulnérabilité et de l'adaptation demeurent problématiques. Cela pose deux problèmes essentiels, d'après M. Fussel (2007). Le premier concerne la manière dont on évalue ou on mesure l'adaptation. Celle-ci réclame une forte diversité de décisions contextuelles et des préférences normatives, ce qui fait que la question est à la fois politique, économique et scientifique. Le deuxième type de problème concerne le fait qu'on ne peut pas estimer la vulnérabilité et le niveau d'adaptation attendu de manière directe, en utilisant, par exemple, uniquement des indicateurs, car, explique Fussel, « *[e]ven if the decision context is clear, legitimate normative differences may strongly influence the combination of diverse information sources* »²⁴. De leur côté, de Perthuis *et al.* (2010) mettent en garde par rapport aux difficultés posées par la prise en compte de l'incertitude, du caractère dynamique et de l'inertie des systèmes socioéconomiques. Pour ces raisons, l'adaptation et l'évaluation de la vulnérabilité demeurent difficiles à opérationnaliser, difficulté qui freine le déploiement de politiques adéquates.

Classification et conceptualisation de la vulnérabilité

Le schéma de base concernant la classification et la conceptualisation de la vulnérabilité distingue les facteurs internes par rapport aux facteurs externes, et les facteurs socioéconomiques par rapport aux facteurs physiques (Füssel 2007, rapport de la Banque Mondiale). L'hybridation de ces couples de facteurs est faite de manière différente, en fonction de l'approche utilisée (par exemple, lorsqu'il s'agit de l'économie des risques, ce qui importe, ce sont les implications ou les résultats qui découlent du fait de l'exposition au risque, alors que dans une approche d'économie politique il s'agit plutôt des conditions socioéconomiques, qui déterminent la capacité des populations à faire face aux menaces climatiques). Ces différentes manières de considérer les rôles et l'importance des facteurs ont mené à définir la vulnérabilité de deux façons : en tant que vulnérabilité contextuelle et en tant que vulnérabilité résultante (*outcome vulnerability*) (Fussel 2007 ; O'Brien et Eriksen 2007).

La vulnérabilité contextuelle, connue aussi sous le nom d'« interprétation du point de départ » (*starting-point interpretation*), est utilisée dans les approches de l'économie politique, puisqu'elle met l'accent principalement sur les facteurs sociaux et ensuite économiques. La vulnérabilité résultante ou l'interprétation du point d'arrivée (*end-point interpretation*) correspond à une approche intégrée de la vulnérabilité et concerne les impacts, ainsi que la capacité socioéconomique à s'adapter (O'Brien et Eriksen 2007). Précisons que la définition utilisée par le GIEC est celle « du point d'arrivée ».

Le point de départ de l'analyse de la vulnérabilité par le GIEC est la scénarisation des futurs impacts, la démarche suivie étant descriptive, positive²⁵. Un point important concernant

²⁴ Dans la deuxième partie de cette sous-section, afin de pallier ce risque, nous allons essayer d'utiliser des données obtenues dans une manière aussi transparente que possible et nous allons éviter l'agrégation excessive.

²⁵ Cette approche a été adoptée par le WG II dans le cadre du GIEC et utilisée notamment dans les sciences naturelles.

l'opérationnalisation de la vulnérabilité, comme le note la Banque Mondiale (2007), c'est le paramétrage : il faut spécifier quel est le système sur lequel porte l'analyse, les risques auxquelles le système est exposé et la période de temps sur laquelle se déroule l'analyse. Martin Fussel reprend la question précisant qu'il s'agit de quatre dimensions qui doivent être prises en compte lorsqu'il s'agit d'analyser une situation vulnérable : « le système d'analyse, les éléments estimés, le risque extérieur et la temporalité » (Fussel 2007).

Lorsqu'il s'agit d'indicateurs, le rapport de la BM distingue entre une approche déductive (basée sur des éléments théoriques) et l'approche inductive (basée sur l'observation des données). L'approche déductive part d'un cadre conceptuel et essaie de mettre en rapport une théorie avec des indicateurs appropriés, tandis que dans l'approche inductive on choisit les indicateurs en vertu de leur relation prouvée statistiquement avec la vulnérabilité (*e.g.* nombre de morts dus aux phénomènes climatiques extrêmes) (Eriksen et Kelly 2007). Une des caractéristiques des indicateurs de vulnérabilité réside dans le fait qu'ils peuvent contenir aussi bien des observations et des mesures de nature socioéconomique que des éléments modélisés. Le rapport note que cette hybridation des données et des sources induit des avantages, ainsi que des inconvénients. Par exemple, l'utilisation des données observées a l'avantage d'être transparente et donc moins sujette à la contestation. En même temps, la production des données est plus exposée à la critique puisqu'il s'agit de l'estimation des impacts à venir, qui sont modélisés en prenant en compte un certain nombre d'hypothèses socioéconomiques.

La Chine, l'Europe et les États-Unis face à l'adaptation

Pour ce qui concerne la Chine, nous avons soulevé (au chapitre précédent) un gros point d'inquiétude, celui de la côte littorale. Trois quarts de la côte chinoise sont vulnérables et très vulnérables à l'élévation du niveau de la mer. Pour rappel, cette région regroupe plus de 40% de la population et contribue à hauteur de 50% à la création de la richesse nationale. Pis encore, 64% de la valeur ajoutée de l'industrie est assurée grâce aux secteurs économiques basés sur cette côte (Yin *et al.* 2012). Par ailleurs, nous avons fait remarquer que la hausse du niveau de la mer est deux fois plus importante pour la Chine par rapport à d'autres pays. De manière générale, l'analyse de l'adaptation au changement climatique de la Chine nous a fait conclure sur le manque de recherches concernant ce sujet. Rappelons également que certains auteurs estiment qu'il y a un retard dans ce domaine de l'ordre de dix ans, par rapport à d'autres pays (He et Jeffery 2012).

Cela étant, la vulnérabilité de la Chine n'apparaît pas comme suffisamment inquiétante pour faire remonter significativement l'adaptation sur l'agenda politique. L'expérience chinoise de l'adaptation et son appréhension sont à un stade liminaire, étant amplement basées sur des études provenant des institutions et sur des travaux académiques externes. L'utilisation majoritaire des méthodes et des données provenant des recherches menées en dehors de la Chine explique peut-être la méfiance et la modération du pays quant à la perception des conséquences potentielles du changement climatique. Pour le dire autrement, l'idée d'adaptation anticipative, ainsi que celle de la vulnérabilité sont à leur tour soumises à l'impératif de développement du pays. Cette « rigueur » de la politique chinoise est de nature à relativiser les préoccupations d'adaptation et à les repousser à un horizon de temps ultérieur.

Il est sans équivoque que les températures sont à la hausse, que la productivité agricole est menacée, que le stress hydrique augmentera ou encore que les glaciers du Nord-est sont en train de fondre. Face à ces risques, la réaction de la Chine semble à un stade d'« *agenda setting* » : « *China strengthened scientific research in impact evaluation of climate change, improved relevant laws and policies, and enhanced the capability of key sectors to adapt to climate change, so as to reduce the negative impact of climate change on economic and social development and people's lives* » (Extraits de « *China's Policies and Actions for Addressing Climate Change* », novembre 2011)²⁶. À ce jour, il ne semble pas y avoir ni de mesures concrètes, ni de chiffrage en termes de coûts par rapport aux impacts à venir.

Notons également que l'organisation fédérale non démocratique facilite une direction politique hiérarchique qui peut s'avérer couteuse à la longue pour les communautés très exposées. Il faudra certainement du temps avant que les impacts du climat deviennent flagrants et qu'ils remontent vers l'échelon central pour se concrétiser dans des politiques d'adaptation conséquentes et reprendre le mouvement inverse (Hallding *et al.* 2009). À cela s'ajoute la fragmentation des structures ayant des responsabilités dans les questions liées au changement climatique, aux alentours de vingt à ce jour, ainsi que l'absence d'une structure qui puisse gérer directement ces questions, comme un ministère de l'énergie.

D'un autre point de vue, la perception des problèmes liés au climat et à l'environnement montre que la sensibilité de la société civile chinoise change. Dans un sondage datant de 2008, l'environnement est classé en quatrième position dans les préoccupations des répondants (après la santé, le chômage et le niveau du salaire), pendant que 10% des interviewés ont tout de même classé l'environnement en première position²⁷.

Malgré cela, il apparaît que le gouvernement central se préoccupe de l'adaptation autant que le processus de développement (*i.e.* la poursuite du *Chinese dream*²⁸) le permet. Par ailleurs, cette vision des choses n'est pas en contradiction avec les recommandations de la Banque Mondiale, dont le message est sans équivoque : « *Development is the most powerful form of adaptation* » (EACC 2010). D'après les estimations de la Banque Mondiale, les coûts d'adaptation ne représenteraient que 0,02% du Pib en Asie de l'Est en 2020 et moins de 0,01% du Pib en 2050, bien inférieures à celles que nous supposons dans notre analyse.

Il faut noter que ces estimations impliquent des conditionnalités préalables, celles de la croissance, et des scénarios lisses dépourvus de choc ou d'imprévu majeur. La perspective onusienne (Parry *et al.* 2009) aboutit sur un autre résultat, pour ce qui concerne le poids des coûts de l'adaptation. Dans la somme des coûts totaux de l'adaptation, l'Asie en développement se retrouve en première ligne, avec plus d'un quart des coûts dans le total monde. Ainsi, la perception de la Chine de sa vulnérabilité et de l'adaptation ne semble pas marquée par l'anticipation ou par le long terme mais plutôt par des horizons de temps courts, à l'instar de ses plans quinquennaux.

²⁶ http://www.gov.cn/english/official/2011-11/22/content_2000272.htm. Consulté le 14.10.2014.

²⁷ http://www.china.org.cn/china/national/2008-04/08/content_14507462.htm. Consulté le 04.08.2013.

²⁸ *The Economist*, « Chasing the Chinese Dream » [en ligne]. <http://www.economist.com/news/briefing/21577063-chinas-new-leader-has-been-quick-consolidate-his-power-what-does-he-now-want-his>. Consulté le 05.08.2013.

Nous pouvons remarquer tout de même les préoccupations concernant la pollution affolante, ainsi que la présence d'objectifs environnementaux dans les plans quinquennaux. Nous ne pensons pas que la question que se pose la Chine est de savoir si elle aura suffisamment de ressources pour « se payer » l'adaptation, mais plutôt de savoir comment résoudre le problème de pollution qui se manifeste dans l'immédiat. Face à cette urgence, l'adaptation à venir semble être une préoccupation de second ordre.

Pour ce qui concerne l'Europe (dans l'ensemble), nous avons considéré les évaluations du projet PESETA. Pour rappel, celui-ci estime des coûts d'impact de l'ordre de 22-65 mld.€ du Pib en 2080 (pour des températures allant de 2,5 à 5,4°C et correspondant à des pertes d'utilité autour de 0,7% du Pib). Les populations les plus impactées le sont en raison des dégâts dans les zones côtières, des inondations des rivières et de l'agriculture.

À la différence de la Chine, l'Europe n'a pas d'impératif de développement, mais de croissance et de compétitivité et, ensuite, de préservation de l'environnement. La perception européenne de l'environnement peut être vue à travers l'Agenda Lisbonne (2000). Celle-ci met l'accent sur la transition vers une économie de la connaissance basée sur la « compétitivité, la qualité de vie et l'environnement »²⁹. Cette idée a été renouvelée lors d'un Conseil des ministres en 2005, qui visait à confirmer cet Agenda : « *The European Council reiterates the important contribution of environment policy to growth and employment, and also to the quality of life, in particular through the development of eco-innovation and eco-technology as well as the sustainable management of natural resources, which lead to the creation of new outlets and new jobs* »³⁰.

Une mesure plus récente de la perception de l'Europe est à retrouver évidemment dans son Paquet énergie climat de 2008, qui devrait lui permettre, par ailleurs, de « prendre la tête dans les négociations internationales sur le climat »³¹. Dans cette loi, il s'agit principalement de mesures visant l'atténuation, mais celle-ci fait écho, à travers les préoccupations pour la qualité de la vie et de l'environnement, aussi à l'adaptation.

Pour ce qui concerne la perception de l'adaptation, celle-ci est bien moins présente en comparaison avec les autres questions liées au climat. Ni la Communication de la Commission concernant le passage à -30% (EC 2010)³², ni le Livre Vert publié plus récemment (2013)³³ concernant le climat et l'énergie ne font référence à la question, ce qui laisse entendre que l'Europe est beaucoup plus préoccupée par l'atténuation et ses contreparties, que par sa vulnérabilité climatique.

Ceci dit, un rapport récent de l'Agence européenne de l'environnement (2014) montre comment est perçue l'adaptation au niveau des membres de l'Union. L'enquête montre qu'il y a peu d'États qui sont au stade de l'évaluation des politiques climatiques et que la plupart des pays sont dans une phase liminaire de formulation et d'implémentation. Nous rappelons que

²⁹ Source : http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm. Consulté le 04.08.2013.

³⁰ Source : http://www.eu-un.europa.eu/articles/es/article_4505_es.htm. Consulté le 04.08.2013.

³¹ Déclaration de Jean-Louis Borloo. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/17-decembre-2008-vote-a-la-quasi.html>. Consulté le 04.08.2013.

³² http://ec.europa.eu/prelex/detail_dossier_real.cfm?CL=en&DosId=199360. Consulté le 04.08.2013.

³³ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0169:FIN:FR:HTML>. Consulté le 04.08.2013.

les pays les plus vulnérables sont ceux de l'Europe centrale et de Nord (dont l'Allemagne, la Pologne, la Belgique, Les Pays bas) et ceux de Sud (le Portugal, l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Bulgarie). Or, nombre de ces pays semble être bien en retard par rapport aux politiques d'adaptation, ce qui illustre le degré d'importance que l'on accorde à la question.

Aux États-Unis, malgré le fait que les coûts de l'adaptation peuvent se chiffrer en dizaines de milliards de dollars, cela reste d'un niveau plutôt faible par rapport au Pib. Certaines régions seront bien plus impactées que d'autres, notamment la région de Nord-est. Le constat sur le bilan en termes d'adaptation de ce pays reste mitigé, car, si les coûts de l'adaptation s'avèrent faibles rapportés à la fédération, leur distribution est très inégale entre les États. Pour en juger de l'attitude des politiques par rapport à l'adaptation, il est probablement plus réaliste de suivre le positionnement du Congrès que celui de la Maison Blanche. En effet, bien que l'actuelle Administration se distingue nettement des précédentes, il faut préciser que le Congrès reste dominé, à ce jour, par les républicains. Le pouvoir de décision dont dispose le Président, aussi bien intentionné qu'il puisse l'être à l'égard du climat, demeure un pouvoir délégué, nécessitant l'approbation du Congrès pour être effectif.

La perception des États-Unis de sa fragilité par rapport au changement climatique est faible. Traditionnellement, les Américains placent leurs espoirs du côté du progrès technologique pour pallier les risques d'ordre physique et économique³⁴. Pour l'instant, l'État fédéral ne semble pas jouer un rôle central dans la coordination de l'adaptation. Les initiatives, tout de même existantes, sont menées au niveau des États, des régions ou des villes. En 2013, une quinzaine d'États avait des plans d'adaptation climatique et une dizaine préparait des plans similaires. Sans surprise, on y retrouve une fois de plus les États côtiers, pendant que les États du Centre (en général, producteurs d'énergie fossile), étant souvent opposés aux actions climatiques, semblent moins pressés de mettre en place des actions visant l'adaptation. Cette observation est quelque part contre-intuitive, car la hausse de température et les risques liés aux sécheresses sont beaucoup plus présents dans ces régions.

Enfin, il semblerait que la coordination des actions fédérales est absente, faute d'accord dans le Congrès américain. Ce qu'attendent les acteurs locaux de l'administration centrale, expliquent les chercheurs du *Pew Center*, mis à part un support législatif, c'est justement la coordination des actions transétatiques (Smith *et al.* 2010). Tout comme pour leurs homologues, les États-Unis sont dans un processus d'enclenchement des actions qui vise l'adaptation, dans lequel les échelons locaux des États menacés commencent à formuler des stratégies et des demandes, pendant que l'État fédéral fait attendre sa réaction.

³⁴ Ceci dit, une étude récente de la *National Center for Atmospheric Research* estime (empiriquement) que la sensibilité de l'activité économique à la variabilité du climat pourrait aller jusqu'à -3,4%, par rapport au Pib de 2008 (Lazo *et al.* 2011)

4.2.2. *Vulnérabilité et résilience climatique*

Dans ce qui suit nous développerons un modèle d'analyse basé sur celui proposé initialement par Sprinz et Vaahtoranta (1994) (notamment pour ce qui est de la prise en compte des coûts et de la vulnérabilité) et sur celui de Rong (2010), concernant l'idée d'intérêt national dominant. Nous considérons la vulnérabilité sous un angle étroit, qui concerne principalement les pertes économiques et les personnes exposées aux risques climatiques.

Le modèle que nous employons nous permettra de mettre la vulnérabilité dans un contexte de coopération. Les indicateurs que nous présenterons sont liés aux impacts directs (pertes économiques) et aux désastres climatiques (nombre de personnes affectées). Ces résultats sont dus au changement climatique au sens large, puisqu'il est difficile, sinon impossible, de séparer complètement les impacts du changement climatique *per se* des phénomènes climatiques extrêmes. Le changement climatique influe sur l'occurrence et l'ampleur de ces événements, ce qui fait que l'on ne peut pas les considérer séparément. D'une manière ou d'une autre, cela traduit la « sensibilité » des populations vis-à-vis du climat, tendance qui va s'accroître, de toute évidence, à l'avenir³⁵.

La pertinence des indicateurs de vulnérabilité choisis consiste en le fait qu'ils informent, d'un point de vue normatif, sur le lien entre la réalité et les décisions qui s'imposent. D'un point de vue positif, ces indicateurs informent sur le lien entre cette même réalité et les conséquences à venir. Bien qu'il existe de nombreuses définitions de la vulnérabilité, nous pouvons considérer celle donnée par le Quatrième Rapport du GIEC :

Degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur, et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité, et de sa capacité d'adaptation³⁶.

Nous utiliserons une représentation schématique (système de coordonnées) dans laquelle ces indicateurs seront mis en rapport avec un autre – le revenu par tête. Les désastres, qui correspondent à des pertes économiques agrégées, sont endossés par des populations plus ou moins « capables » d'y faire face ou ayant un revenu par tête plus ou moins élevé. Le positionnement d'un pays est donc fonction des pertes et des revenus, ce qui traduit sa vulnérabilité et sa résilience face aux phénomènes climatiques extrêmes.

Nous avons construit notre analyse en utilisant une variété de sources qui proviennent principalement : *i*) du Bureau de coordination des affaires humanitaires des Nations unies

³⁵ En cela, les conclusions du WG I, AR 4 du GIEC sont formelles. Lorsqu'il s'agit de l'ampleur et de la fréquence des extrêmes climatiques futurs, les qualificatifs d'occurrence sont « très probables » pour la plupart des phénomènes (*e.g.* les vagues de chaleur et les précipitations) (WG I, AR 4, chapitre 10.3).

³⁶ Dans une perspective d'Économie politique internationale, nous nous efforçons d'utiliser autant que possible les définitions les plus reconnues dans la communauté des négociations climatiques. Le recours constant aux travaux et en l'occurrence aux définitions du GIEC, bien que réducteur puisque l'aspect économique n'y est pas explicitement, est à prendre dans ce sens.

(OCHA)³⁷ (DARA 2012), *ii*) de la base de données du CEPII³⁸, *iii*) de la base de données EM-DAT³⁹ sur les désastres naturels ainsi que des données du NatCatSERVICE, *Statistics on Natural Disasters*⁴⁰, *iv*) des scénarios SRES de l'IPCC.

Notre modèle d'analyse suit deux lignes de raisonnement. La première, exprimée à travers l'axe de l'abscisse, indique le revenu et montre, du point de vue de notre analyse, le positionnement relatif des pays par rapport à leur dotation économique. Cela informe sur la capacité hypothétique ou potentielle de chaque pays à faire face ou à s'adapter au changement climatique. Un pays qui a des hauts revenus est considéré comme ayant une capacité supérieure à mettre en place des actions pour se protéger⁴¹.

La deuxième ligne, exprimée à travers l'ordonnée, indique les pertes dues aux désastres naturels en termes de Pib ; l'idée défendue est que ces pertes influent positivement sur les décisions politiques (*e.g.* Sprinz et Luterbacher 1996). Pour donner plus de visibilité à notre analyse, nous avons représenté le nombre de personnes affectées relatif à la population totale du pays (taille de la bulle).

Enfin, nous considérons quatre cas de figure correspondant à ce que nous pouvons appeler des scénarios. Lorsqu'un cas de figure rassemble un nombre de pays qui émet la majorité des émissions dans le total des pays considérés, nous allons le considérer comme le scénario le plus probable. Les lignes de séparation des cadrans correspondent à des seuils délimitant nos scénarios : *i*) la ligne horizontale représente la moyenne des pertes de Pib au niveau monde ; si un pays se retrouve au-dessus (pertes plus importantes par rapport à la moyenne), alors il est incité à œuvrer pour limiter le changement climatique et, inversement, si le pays se retrouve en dessous de cette moyenne ; *ii*) la ligne verticale représente le revenu moyen mondial, le raisonnement étant similaire au précédent : au-dessus de cette limite, on considère que les pays ont la capacité à supporter la mise en place des politiques climatiques et vice-versa. Ce choix d'opérer des regroupements des pays en fonction de leur positionnement par rapport aux indicateurs considérés est basé sur les analyses et les observations de la Banque mondiale⁴² et du CRED, consistant à grouper les pays en fonction du revenu et du degré d'impact vis-à-vis des phénomènes climatiques.

Comme nous l'avons indiqué, le découpage et le regroupement des pays laissent entrevoir quatre cas de figures qui illustrent le positionnement différent des pays sur nos deux axes. Les scénarios sont inspirés par les scénarios développés dans le projet SECURE (Criqui

³⁷ Le rapport analyse les trends des impacts futurs dans les secteurs démographiques, environnementaux et économiques, impacts dus au changement climatique. Disponible à <http://daraint.org/climate-vulnerability-monitor/climate-vulnerability-monitor-2010/download-the-report/>. Consulté le 4.12.2012.

³⁸ Données et projections disponibles en ligne : http://www.cepii.fr/francgraph/doctravail/resumes/wp_resume.asp?annee=2012&ref=3&NoDoc=4179. Consulté le 4.12.2012.

³⁹ La base de données est disponible en ligne : <http://www.emdat.be/>. Consulté le 4.12.2012.

⁴⁰ Pour plus d'informations voir http://www.munichre.com/en/group/focus/climate_change/default.aspx. Consulté le 4.12.2012.

⁴¹ On se place, de ce point de vue, dans une logique similaire à la courbe environnementale de Kuznets, en considérant qu'un niveau élevé de Pib par tête permet de dégager plus facilement des ressources pour financer les politiques environnementales (Lepeltier 2004 ; Dinda 2004).

⁴² Pour plus de détails concernant la manière dont la BM opère ces classifications voir <http://data.worldbank.org/about/country-classifications/a-short-history>. Consulté le 11.01.2012.

et Mima 2009). Ces scénarios nous sont apparus comme inclusifs (par rapport à l'horizon des possibles), robustes et réalistes quant à la description des situations concrètes. Les cadrans obtenus et les scénarios afférents sont les suivants :

- pour le cadran I *Free riding*,
- pour le cadran II *Intermediates*,
- pour le cadran III *Muddling through* et
- pour le cadran IV *Global regime*.

Nous rappelons que nous considérons que l'on se retrouve dans un scénario précis lorsqu'un cadran contient le *bulk* des émissions de nos pays et que la taille de la bulle ne représente pas la population des pays mais le pourcentage des personnes affectées dans le total.

Encadré 4.1. Description des scénarios

Free riding – dans ce scénario, les pays se caractérisent par peu de pertes dues aux phénomènes climatiques et des revenus par tête plutôt faibles. Ces pays sont peu incités à s'engager ou à mettre en place des politiques climatiques, puisque du point de vue de l'exposition à la menace climatique ils ne sont pas concernés, ou ils le sont très peu, et leur faiblesse en termes de revenus justifierait une position de passager clandestin par défaut ou de *spectateur* (Sprinz et Vaahtoranta 1994 ; Barrett 1999). Ces pays se contentent d'un cadre coopératif faible puisqu'ils n'ont pas intérêt à agir et leurs moyens sont limités.

Intermediates – c'est un scénario dans lequel les pays se caractérisent par une vulnérabilité importante et peu de moyens. Ce pays auraient tout intérêt à entrainer les autres, et surtout ceux qui ont les moyens, dans un cadre coopératif fort, afin de mettre en place des politiques climatiques qui mèneraient *in fine* à une diminution de leurs propres risques climatiques. Cette catégorie correspond aux pays *intermédiaires* de Sprinz et Vaahtoranta, étant vulnérables et ayant des coûts d'atténuation importants.

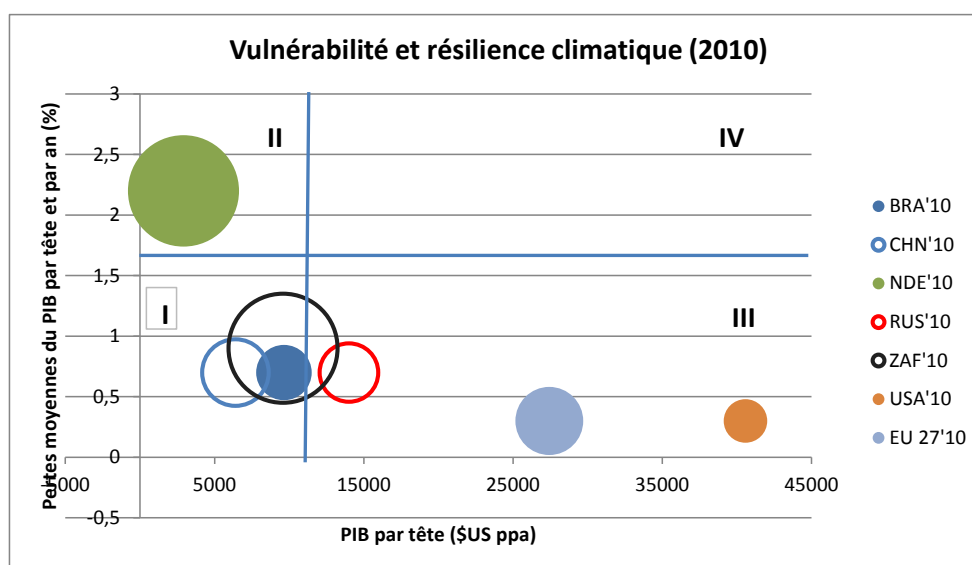
Muddling through est un scénario dans lequel les pays sont plutôt résilients et ont des moyens d'agir pour atténuer leurs émissions, mais qui se trouvent dans un contexte de faible coopération et contrainte. Les politiques mises en place reflètent cette conjoncture, les actions étant peu ou pas coordonnées. Les pays sont tentés de vouloir « attendre » les autres. Chez Sprinz et Vaahtoranta, cela correspondrait aux pays *traineurs*.

Global regime – enfin, dans ce scénario, les pays sont caractérisés par une forte incitation pour la coopération (grande vulnérabilité) et des moyens suffisamment importants en termes de revenus par tête pour mettre en place des politiques climatiques qui puissent s'inscrire dans un cadre coopératif fort et contraignant (*fonceurs* chez Sprinz et Vaahtoranta).

Un régime climatique en mutation (2010)

En 2010, la répartition des émissions dans le total des pays de notre sélection⁴³ est la suivante : la Chine compte pour 36% (24% dans le total monde), les États-Unis comptent pour 27% (18% dans le total monde), l'UE compte pour 18% (12% dans le total monde), la Russie pour 8% (5% dans le total monde), le Brésil et l'Afrique du Sud pour 2% chacun (1% dans le total monde). Lorsqu'on additionne les émissions en fonction des regroupements opérés, on observe la prédominance d'un scénario de type *Muddling through*, qui regroupe 52% des émissions des pays sélectionnés et 35% des émissions mondiales, et du *Free-riding*, qui concerne 40% des émissions de notre panel et 26% des émissions monde⁴⁴ (Figure 4.4).

Figure 4.4. Vulnérabilité et résilience climatique (2010)



Notes : 1. L'axe de l'ordonnée indique les pertes moyennes par tête et par an en % du Pib, en \$ 2010 et en ppa, pertes dues aux événements climatiques extrêmes (*e.g.* inondations, glissements de terrains, incendies de forêt, sécheresse). Les pertes sont calculées en fonction des impacts directs (*e.g.* dommage de l'infrastructure, pertes des récoltes, destruction des maisons) et indirects (*e.g.* pertes des revenus, chômage) subis par les économies nationales⁴⁵. 2. L'axe de l'abscisse indique le revenu par tête à partir des données du CEPII obtenues à l'aide du modèle MAGE (Fouré *et al.* 2012). 3. La taille de la bulle représente le nombre de personnes affectées par événements extrêmes exprimés en pourcentage de la population totale. 4. La ligne verticale correspond à la valeur de 10.020 US \$ 2005, ce qui représente le revenu moyen dans le monde selon les projections du CEPII. 5. La ligne horizontale correspond à la valeur de 1,6%, ce qui représente la moyenne des pertes globales dues aux désastres naturels selon le rapport de l'OCHA.

⁴³ La Chine, les États-Unis, l'UE, l'Afrique du Sud, l'Inde, le Brésil et la Russie représentent 67% des émissions mondiales.

⁴⁴ Les données proviennent de l'IEA, disponibles à <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>. Consulté le 23.01.2013.

⁴⁵ Pour plus de détails voir les méthodologies de calcul du rapport de l'OCHA : http://daraint.org/wp-content/uploads/2012/09/CVM2_Methodology.pdf, ainsi que celle de l'EM-DAT : <http://www.emdat.be/explanatory-notes>. Consulté le 17.12.2012.

Muddling through – le scénario le plus probable. Dans ce cas de figure on retrouve trois pays. La Russie, comme nous l'avons suggéré, se retrouve dans cette catégorie – par défaut – à cause de l'arbitrage que nous avons opéré (celui de caller notre limite en termes de revenus sur les moyennes). Son comportement la rapproche plus d'un comportement de *spectateur* que de celui d'un pays qui essaie d'agir dans un contexte coordonné. Cela étant, l'UE et les États-Unis se retrouvent clairement dans ce scénario. Ces pays ne sont pas vulnérables du point de vue socioéconomique et bénéficient à priori de moyens pour financer des politiques plus conséquentes. Nous relierons leurs faibles engagements au fait qu'ils sont peu affectés, ce qui les empêche d'aller au-delà de cette position de *traineurs* chez Sprinz et Vaahtoranta (1994).

Free-riding. Pour la même année, 2010, trois pays se retrouvent du point de vue de notre analyse dans ce scénario et on peut forcer l'inclusion de la Russie dans ce scénario. Bien que dans notre représentation la Russie se retrouve, comme nous venons de le signaler, dans le *Muddling through*, ses caractéristiques la rapprochent beaucoup des trois autres pays du cadran I. Nous précisons qu'il ne s'agit pas de dire que ces pays adoptent un comportement de passager clandestin, mais que les faibles pertes qu'ils subissent, ainsi que leurs faibles moyens ne les incitent pas à s'engager davantage dans des politiques climatiques fortes. L'Afrique du Sud se différencie dans ce groupe, puisque les personnes affectées sont très nombreuses (20%), tout comme l'Inde. Les pertes de revenus pour l'Afrique du Sud en sont moindres par rapport à l'Inde, ce qui fait que le pays n'est pas rangé aux côtés de ce dernier. On peut qualifier ces pays comme étant *spectateurs* selon le modèle de Sprinz et Vaahtoranta, une position plutôt d'expectative, dans laquelle les pays n'ont pas intérêt à devancer les autres par rapport aux efforts de stabilisation de GES (les pertes qu'ils subissent restent relativement faibles, ainsi que leurs moyens).

Intermediates. En 2010, l'Inde se retrouve dans une position particulièrement défavorable, puisqu'elle apparaît comme étant très vulnérable et bénéficiant de peu de moyens pour pallier cette situation. D'un côté, elle a tout intérêt à ce qu'un régime climat contraignant voie le jour et, en même temps, faute de moyens (notamment financiers), elle ne peut s'engager dans ce régime sous les mêmes conditions que celles qu'elle revendique aux autres. Il n'est pas étonnant que le pays attache autant d'importance au principe de différenciation (*CBDR*), ainsi qu'au droit de développement, les deux pouvant être justifiés par sa position relativement précaire du point de vue de notre analyse. Par ailleurs, on fait remarquer que l'Observatoire des Nations unies (l'OCHA) constate dans son rapport qu'un nombre de 46 pays, pour la plupart des pays asiatiques et africains, se retrouve dans une situation de vulnérabilité similaire, dont 15 dans une situation critique.

Global regime (le moins probable). Dans ce scénario, on devrait retrouver les pays étant très vulnérables et ayant les moyens suffisants pour mettre en place des politiques climatiques rigoureuses. Visiblement aucun pays ne réunit, à ce jour, ces deux conditions. Pour ce faire, les pays devraient évoluer de la manière suivante : l'Inde devrait voir ses revenus augmenter significativement, le Brésil, la Chine et l'Afrique du Sud devraient voir augmenter aussi bien leur vulnérabilité que leurs revenus et l'UE et les États-Unis devraient être dans une situation de risque plus importante.

Encadré 4.2. Vulnérabilité et engagements pris à Copenhague

Lorsqu'on corrobore notre représentation avec les engagements de ces pays depuis Copenhague, nous constatons une certaine compatibilité, une cohérence entre ces engagements et les scénarios dans lesquels ils se trouvent du point de vue de notre analyse. Nous présentons à cet effet le Tableau 4.2, qui reprend les engagements de ces pays, l'évolution des émissions de GES, compte tenu de ces engagements à l'horizon 2020/2005, et les scénarios correspondants.

Tableau 4.2. Engagements et variations des émissions

	Engagements	Var. des émiss. 2020	Scénario
Inde	-25%/IE2005	-2%	Intermediate
Chine	-40%/IE2005	-3%	Free Riding
Brésil	-36%/base	Proj. inconnue	Free Riding
Afrique de Sud	-34%/base	Proj. inconnue	Free Riding
Russie	-25%/1990	2%	Muddling through
Etats-Unis	-17%/2005	-16%	Muddling through
UE 27	-20%/1990	-14%	Muddling through

Note : Les engagements du Brésil et de l'Afrique du Sud sont exprimés par rapport à une *baseline* non définie, ce qui rend l'appréciation de la hauteur de la promesse difficile. Cela étant, si nous considérons par exemple le Brésil, son engagement se traduit par rapport à l'année 2005 comme une stabilisation des émissions (selon les projections de POLES).

Source : Adapté de Criqui et Ilasca 2010.

Pour l'Inde, il s'agit pratiquement d'une évolution de ces émissions au fil de l'eau, pendant que pour la Chine⁴⁶, le Brésil et l'Afrique du Sud il s'agit de réductions peu significatives et difficiles à cerner à cause de leur caractère relatif. Si l'on considère le revenu de ces pays, nous constatons qu'entre l'Inde et la Chine il s'agit d'une différence d'un facteur deux et entre l'Inde et le Brésil et l'Afrique du Sud il y a une différence d'un facteur trois. L'engagement indien, même proche de la projection de référence, apparaît comme *ambitieux* par rapport aux engagements des autres pays si l'on considère la faiblesse du revenu par tête de l'Inde. Autrement dit, pour des réductions comparables avec les autres pays émergents, l'Inde fait un effort considérable. Cela reconforte notre analyse, qui place l'Inde dans une posture (scénario) d'*intermediate*, qui, poussée par sa forte vulnérabilité socioéconomique, essaie de faire un maximum, compte tenu de ses moyens limités.

Toute chose égale par ailleurs, la Chine, le Brésil et l'Afrique du Sud, qui sont moins exposés à la vulnérabilité économique n'engagent pas plus de moyens, dans la lutte contre le réchauffement climatique. Leur positionnement dans le scénario *free-riding* (spectateurs) peut être également expliqué par le « jeu à deux niveaux basé sur l'intérêt ». En effet, ces pays ne sont pas concernés par un problème accru de vulnérabilité socioéconomique dépendant des concentrations de GES mondiales et par conséquent ils vont « ajuster » leurs actions à leur faible vulnérabilité.

Pour l'UE et les États-Unis, on applique un raisonnement corollaire. N'étant pas menacés par une forte vulnérabilité, ils n'augmentent pas leurs engagements aux « recommandations » du GIEC (-25 à -40% en 2020/1990, voir la Box 13.7 de l'AR4). À la différence de leurs homologues, leurs revenus sont substantiellement plus importants et par conséquent ils ne peuvent se contenter seulement de « stabiliser » leurs émissions ou d'encadrer les projections. Pour cette raison, ces pays se retrouvent, sans surprise, dans le scénario *Muddling through*.

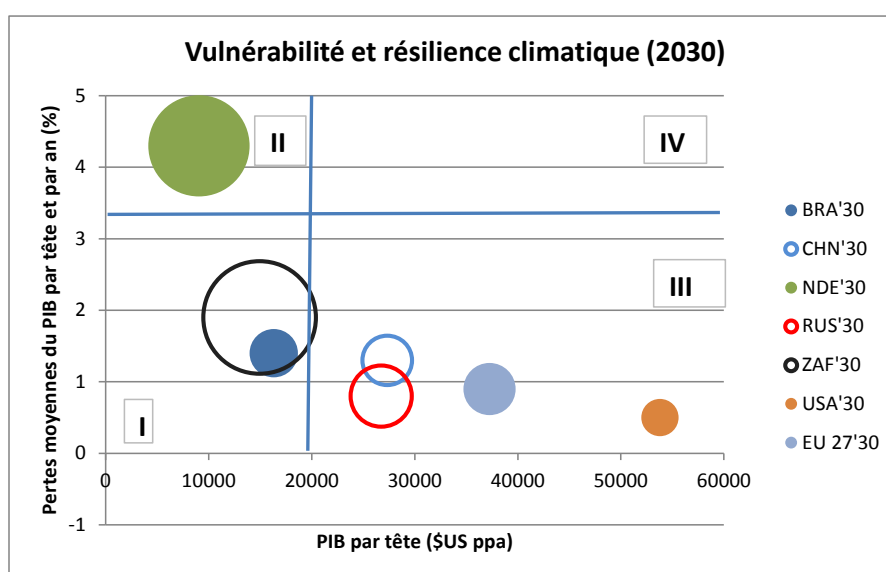
⁴⁶ Si nous considérons la fourchette haute pour la Chine, -45% de l'intensité énergétique, alors ses émissions pourraient être de l'ordre de 10%.

On peut conclure la caractérisation des positionnements des pays en 2010 en notant que, si l'on se plaçait dans un modèle d'analyse basé sur l'intérêt national (c'est-à-dire du point de vue de la vulnérabilité socioéconomique), les pays analysés n'auraient pas pu se retrouver dans un arrangement qui puisse être identifié à un régime climatique effectif ou fort. La diversité des situations et des intérêts qui caractérise ces pays est beaucoup trop marqué pour qu'ils puissent s'engager afin de stabiliser convenablement (au sens de la CCNUCC) les concentrations de GES dans l'atmosphère. D'un point de vue positif, le scénario *Muddling through* se distingue comme étant le plus approprié pour caractériser la situation des pays que nous représentons dans notre analyse.

Muddling through comme perspective de moyen terme (2030)

Lorsque nous projetons nos indicateurs à moyen terme, nous remarquons certaines évolutions qui caractérisent la vulnérabilité et la résilience climatique des pays, mais cela ne change pas fondamentalement la donne. Nous précisons que la modélisation des indicateurs est faite au fil de l'eau, c'est-à-dire qu'on ne prend pas en considération les éventuels chocs qui peuvent impacter les résultats. (Figure 4.5).

Figure 4.5. Vulnérabilité et résilience climatique (2030)



Notes : 1. L'axe de l'ordonnée indique les pertes moyennes par tête et par an en % du Pib et en ppa, pertes dues aux évènements climatiques extrêmes (e.g. inondations, glissements de terrains, incendies de forêt, sécheresse). Les pertes sont calculées en fonction des impacts directs (e.g. dommage de l'infrastructure, pertes des récoltes, destruction des maisons) et indirects (e.g. pertes des revenus, chômage) subis par les économies nationales. 2. L'axe de l'abscisse indique le revenu par tête à partir des données du CEPII obtenues à l'aide du modèle MAGE (Fouré *et al.* 2012). 3. La taille de la bulle représente les populations affectées par les évènements extrêmes exprimés en pourcentage de la population totale. 4. La ligne verticale correspond à la valeur de 19.250 US \$ 2005, ce qui représente le revenu moyen dans le monde selon les projections du CEPII. La ligne horizontale correspond à la valeur de 3,2%, ce qui représente la moyenne des pertes globales dues aux désastres naturels selon le rapport de l'OCHA.

Les mêmes pays sont représentés à travers les mêmes indicateurs (projetés à l'horizon 2030). Les scénarios sont les mêmes, ainsi que le découpage des cadrans. Les lignes de séparations représentent des moyennes et, après projection, celles-ci mettent en évidence un contexte différent de celui de 2010 : le revenu moyen par tête est autour de 20.000 \$ et les pertes moyennes sont également plus importantes. Pour ce qui concerne la population affectée par les désastres climatiques, celle-ci est plus significative. L'Inde, la Russie et l'Afrique du Sud connaissent des augmentations du nombre des personnes affectées.

Un changement notable vient de l'évolution du revenu de la Chine, la faisant basculer dans le scénario *Muddling through*, ce qui confirme la persistance de ce scénario à l'horizon 2030. Pour des raisons de concision, nous ne reprenons pas la description des autres scénarios, comme précédemment.

Certes, les indicateurs de notre analyse évoluent pour l'ensemble des pays, mais ces évolutions ne sont pas suffisamment importantes, à l'horizon 2030, pour que cela puisse faire basculer les pays et faire émerger un autre scénario. Seule la Chine avec une croissance autour de 7%/an (selon les projections du CEPPI) réussit à passer dans le scénario *Muddling through*, dans lequel on retrouve le *Top 3* des émetteurs mondiaux, qui couvre quatre cinquièmes des émissions de ce groupe de pays et presque 60% des émissions mondiales. Avec le rapprochement du Brésil et de l'Afrique du Sud de ce même scénario, nous pouvons penser que *de facto* un grand nombre de pays vont converger vers cette position. Nous faisons remarquer qu'en 2030 on ne retrouve aucun de ces pays dans le scénario *Global regime*.

*

L'analyse des indicateurs de vulnérabilité que nous venons de présenter pour les deux horizons de temps considérés, 2010 et 2030, débouche sur une conclusion notable. Lorsqu'il est question de mettre en place des politiques climatiques, les pays agissent en fonction de leur intérêt (celui de réduire leur vulnérabilité) et de leurs moyens. Énoncer cela ainsi paraît une évidence ; ce qui est important, c'est le corollaire de cette affirmation.

Les engagements des pays en matière de climat sont crédibles dans la mesure dans laquelle, lorsqu'on les corrobore avec leurs *intérêts* et leurs *moyens*, cela n'apparaît pas comme étant divergent.

À moyen terme (2030), la situation n'est pas prête à changer significativement. À l'évidence, on verra de plus en plus d'actions dirigées vers la protection du climat, notamment de la part de la Chine, mais le scénario vers lequel on se dirige, compte tenu de cette grille d'analyse, semble être un *Muddling through* et non pas un *Global regime*.

4.3. La perception des coûts de l'atténuation

Dans cette sous-section, afin de rendre compte de la perception des politiques climatiques, nous allons analyser tour-à-tour les positions de chaque acteur que nous traitons dans notre thèse : la Chine, l'Europe et les États-Unis. Le principal moyen par lequel nous allons procéder ce sont les politiques énergie-climat des pays et leur proximité par rapport au moment Copenhague. Pour ces fins, nous allons nous appuyer sur des travaux comme ceux du Commissariat général à la stratégie et à la prospective, l'DDRI, le C2ES (ancien Pew Center), SEI International, l'AIE, ainsi que sur ceux du *German Institute for International and Security Affairs*. Nous privilégions ces institutions en raison de leur proximité aux pays que nous analysons et leur expertise vis-à-vis des questions liées à l'énergie et au climat. Avant d'analyser les positions de ces trois pays, nous proposons quelques éléments de cadrage.

Lorsqu'on parle de politique climatique, il faut noter que la problématique (du climat) n'arrive ni dans un environnement facile, ni dans un vide du débat. Nécessitant des ressources considérables et comprenant des enjeux considérables, le climat vient impacter et concurrencer d'autres questions (d'ordre politique). En ceci, il convient de rappeler que les pays que nous analysons sont fortement contraints (*e.g.* endettement pour l'Europe et les US, nécessité de rattrapage et changement de modèle économique pour la Chine). Or, pour qu'il puisse être traité, tout problème doit être inscrit préalablement sur l'agenda politique des gouvernements (*agenda setting*) (Kelly 2012).

Dans ce contexte, la mise en place des politiques climatiques dépend de l'importance que l'on accorde à cette problématique parmi les autres urgences et objectifs suivis par les gouvernements. La mise en place des politiques climatiques reflète, en conséquence, la manière dont les décideurs perçoivent la question climatique. Or, parmi les caractéristiques les plus significatives de ces politiques, telles que perçues par les décideurs, se trouvent leurs coûts.

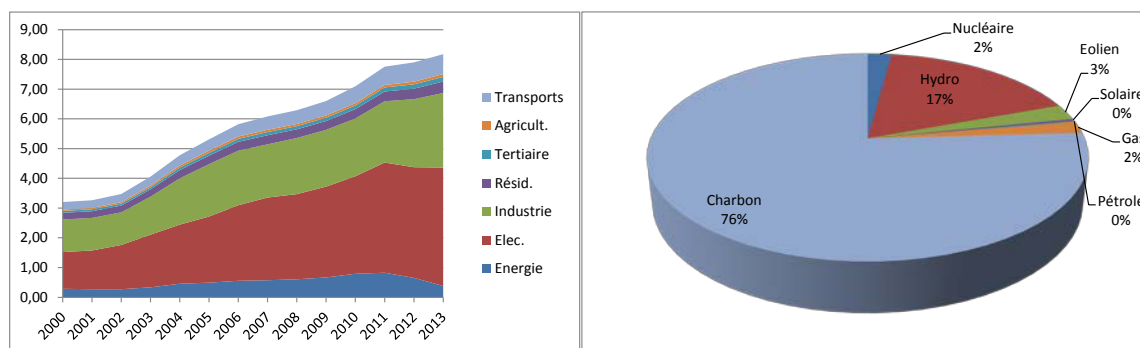
4.3.1. La Chine – le développement avant tout

La Chine ne cesse d'affirmer, dans les instances internationales, sa volonté de lutter contre le changement climatique. Avec le onzième plan quinquennal (2006-2010), les préoccupations de la Chine en matière de changement climatique sont devenues manifestes. En 2007, par exemple, le *National Climate Change Program* prévoit des mesures destinées à économiser presque 1000 MtCO₂ jusqu'en 2010 et produire de l'énergie renouvelable à hauteur de 10% à la même année et 15% en 2020 (NDRC 2007). Cela étant, les préoccupations environnementales restent, évidemment, subordonnées aux efforts de développement. La réduction des émissions demeure liée principalement aux aspects locaux (*e.g.* pollution de l'air

et de l'eau) et non pas internationaux. À titre d'exemple, le dernier rapport de la NDRC⁴⁷ (2013) précise que « [i]n 2012, China's per capita gross domestic product (GDP) exceeded US\$6,000, ranking 87th in the world. The current challenges facing China include the task of developing its economy, eradicating poverty and improving the people's livelihoods, as well as actively tackling climate change ».

De manière générale, la Chine essaie de trouver un équilibre entre croissance économique, sécurité énergétique et protection de l'environnement (Wacker 2010). Cet équilibre semble difficile à trouver en raison de trois facteurs : l'industrialisation rapide, l'urbanisation massive et la place du charbon dans le système énergétique (Lieberthal 2009 ; Hallding *et al.* 2009) (Figure 4.6).

Figure 4.6. Émissions sectorielles de CO₂ (Gt) et structure de la production de l'électricité (2013)



Source : ENERDATA.

Étant données ces circonstances, deux observations vis-à-vis de la question climatique s'imposent. D'abord, comme le remarque Wacker (2010), compte tenu du stade de développement dans lequel se trouve le pays, il est virtuellement impossible de réduire les émissions de GES. Deuxièmement, ce qui est essentiel, compte tenu du contexte socioéconomique du pays, ce sont les choix d'investissements que la Chine va faire dans les prochaines années. Ces choix vont structurer le modèle de développement de la Chine, ce qui aura un impact déterminant sur le climat⁴⁸.

Ceci dit, le gouvernement chinois ne semble pas se soucier excessivement de l'impact des émissions sur le long terme⁴⁹. Au premier abord, à la lecture des documents issus de la NDRC (2007, 2013), la lutte contre le changement climatique apparaît comme une priorité pour la Chine. Une deuxième lecture de ce document laisse entrevoir des objectifs plus fondamentaux, liés au développement et à la réduction de la pauvreté. Le *White Paper* publié

⁴⁷ National Development and Reform Commission.

⁴⁸ À ce sujet, voir par exemple les travaux de M. Aglietta (2012). Chine : horizon 2030. In *L'économie mondiale 2013*. Paris, La Découverte, p. 36-54, ou ceux de F. Lemoine (2014). *Chine : La verticale des réformes*. Le Blog du CEPII, Billet, 10 juillet 2014.

⁴⁹ Cela ne se veut pas une remarque discriminatoire. À l'heure actuelle, la plupart des pays ne semblent pas se soucier *excessivement* des conséquences du changement climatique à long terme et la Chine ne fait pas exception.

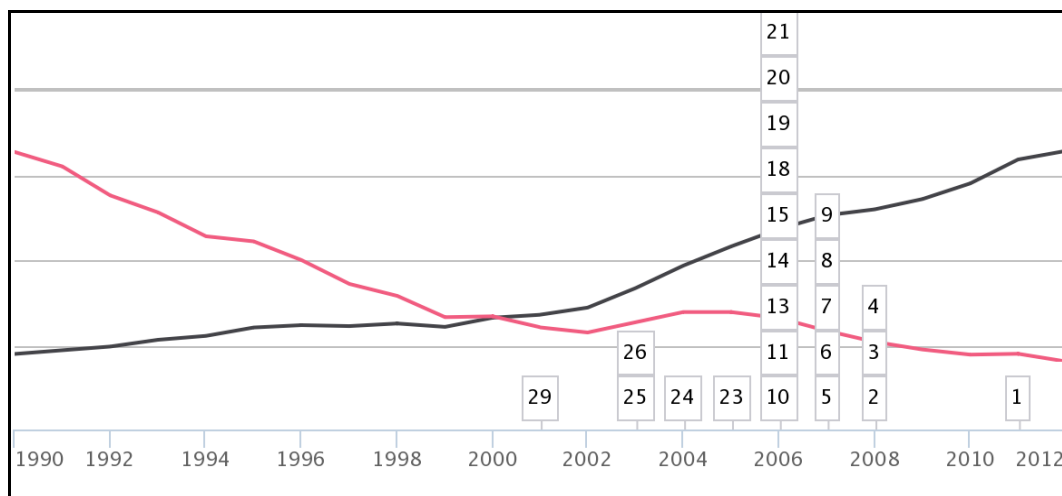
en 2007 par le *Information Office of the State Council* note que le Congrès national du Parti « *set the goals of quickening the transformation of the development pattern and quadrupling the per-capita GDP of the year 2000 by 2020 through optimizing the economic structure and improving economic returns while reducing the consumption of energy resources and protecting the environment* » (NDRC 2007).

La légitimité du leadership chinois, au plan national, demeure ancrée dans la capacité du pays à réduire la pauvreté et à promouvoir des standards de vie meilleurs pour la population, promesses qui passent par le maintien d'un taux de croissance *a minima* aux alentours de 7% (12^{ème} Plan Quinquennal ; Ravallion et Chen 2007 ; Angang *et al.* 2003). Pour le dire autrement, il nous apparaît que la Chine n'est pas prête à revoir ses objectifs de développement pour préserver son image à l'international ou un bien public, aussi important qu'il soit.

La protection de l'environnement et le changement climatique (ainsi que d'autres questions, dont la sécurité énergétique) sont insérés dans des concepts plus englobants, comme le « développement scientifique » ou la « société harmonieuse » (Aglietta et Bai 2014 ; Wacker 2010). Ces préoccupations font partie de l'agenda politique du pays (à partir des années 2005/2006), mais il ne faut pas les regarder comme objectifs à part, mais plutôt comme appartenant à une politique plus large, qui les inclut.

La manière dont la Chine perçoit la menace du changement climatique et implicitement les coûts de réduction des émissions doit être vue à travers ses objectifs primordiaux, tels que rendus à travers les programmes fondamentaux du Parti. Il s'agit d'observer la progression des préoccupations pour des questions ayant trait au climat, dans les deux derniers plans quinquennaux, plutôt que de regarder les différentes déclarations d'intention du pouvoir en place. (Figure 4.7).

Figure 4.7. Principales politiques climatiques chinoises et évolution des émissions de CO₂ et de CO₂/Pib



Notes : Les émissions de CO₂ sont en noir et l'intensité carbonique en rouge. Les politiques et programmes les plus importants (sélection) : 29-Réduction du TVA pour l'énergie renouvelable ; 21-11^{ème} Plan quinquennal ; 18-Top 1000 Programme d'efficacité énergétique ; 14-Réduction de l'intensité énergétique ; 9-Fermeture des petites centrales à charbon ; 8-Fermeture des centrales électriques inefficaces ; 7-Plan pour l'énergie renouvelables ; 6-Programme concernant l'impact du changement climatique ; 1-12^{ème} Plan quinquennal.

Source : IEA 2014.

Nous faisons remarquer que la réglementation climatique en Chine est moindre en comparaison avec celle des autres pays, par exemple de l'UE (presque 1500 politiques et mesures) ou des US (350 politiques et mesures, les deux informations selon IEA *Policies and Measures Database*, 2014). À la lecture de la figure ci-dessus, on remarque que ce n'est pas l'année 2009 (premiers engagements chiffrés de la Chine au plan international) qui apparaît comme la plus importante, mais l'année 2006, qui est le véritable pivot dans la politique climatique chinoise. Précisons trois éléments à l'appui de cette remarque :

- C'est l'année où les émissions de la Chine surpassent celles des États-Unis ;
- C'est l'année de l'adoption de 11^{ème} Plan quinquennal, premier plan qui prend effectivement en considération l'environnement ;
- C'est l'année du rapport Stern et également l'année qui précède la Conférence de Bali, où la délégation chinoise « *is widely praised for its constructive and flexible attitude* » (Hallding *et al.* 2009).

La perception des coûts de l'atténuation – qui n'apparaît pas de manière explicite – peut être vue à la lumière de l'évolution des objectifs climatiques entre le 11^{ème} et le 12^{ème} Plan, entre 2006 et 2012. Dans le 11^{ème} Plan (allant jusqu'en 2010), l'objectif principal est constitué par la réduction de l'intensité énergétique de 20% par rapport à 2005 (l'intensité carbonique observée est de moins de 13% en 2010/2005). D'autres objectifs concernent la diminution de la consommation de l'eau dans l'industrie et l'agriculture, le recyclage des déchets industriels (+60%), la réduction des émissions totales de polluants majeurs (-10%), ou encore l'augmentation de la couverture forestière (+2%). Ceci dit, le Plan compte parmi les objectifs fondamentaux la question de la croissance (+8%) et celle de l'emploi.

Relativement à ce Programme, le 12^{ème} Plan est beaucoup plus étoffé. Il s'agit de la réduction de la consommation de l'énergie fossile, la promotion d'une énergie bas-carbone et la réduction de l'intensité énergétique et carbonique. Il faut noter le caractère contraignant (ang. *binding*) de ces mesures.

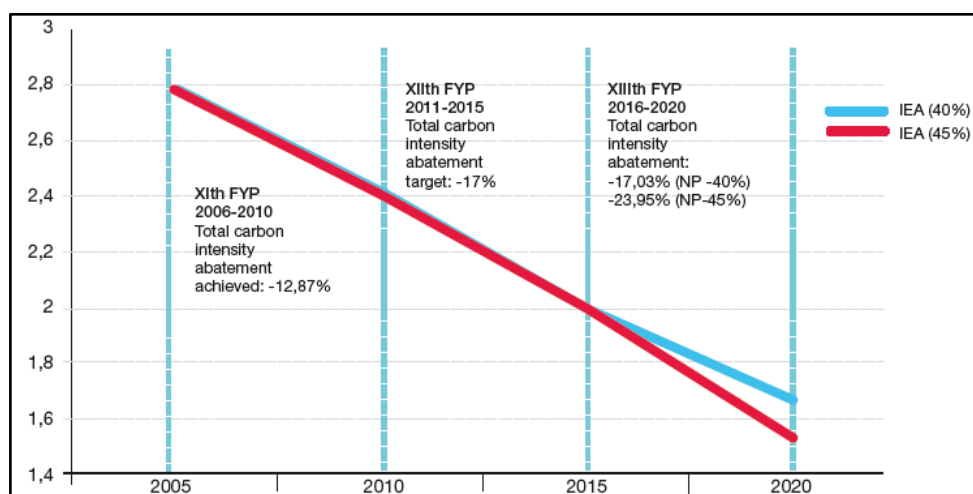
Tableau 4.3. Principaux objectifs liés à l'énergie, le climat et l'environnement

Target	2010	2015	Change over 5 years (%)	Forecast or Binding	
Farmland reserves (billion mu)	1.818	1.818	0	binding	
Decrease in water consumption per unit of value-added industrial output (%)			30	binding	
Increase of water efficiency coefficient in agricultural irrigation	0.5	0.53	0.03	forecast	
Increase of non-fossil fuel usage in primary energy consumption (%)	8.3	11.4	3.1	binding	
Decrease in energy consumption per unit of GDP (%)			16	binding	
Decrease in CO2 emissions per unit of GDP (%)			17	binding	
Total decrease in emissions of major pollutants (%)	Chemical Oxygen Demand (COD)		8	binding	
	Sulphur Dioxide (SO2)		8		
	Ammonia Nitrogen		10		
	Nitrous Oxides		10		
Forest Increase	Forest coverage rate (%)	20.36	21.66	1.3	binding
	Forest stock (m ³)	137	143	6	

Source : 12^{ème} Plan Quinquennal.

Ainsi, l'intensité énergétique doit être réduite de 17% en 2015, ce qui représente un engagement important, puisque cela s'ajoute à la réduction précédente de 20% en 2010 (par rapport à 2005). Ce nouvel engagement devra inscrire la Chine sur une trajectoire qui puisse lui permettre d'atteindre l'objectif assumé à Copenhague. L'autre engagement phare est la réduction de l'intensité carbonique, qui doit être de 16% en 2015/2010 (voir le tableau ci-dessus). Rappelons que la Chine s'est engagée à réduire son intensité carbonique de 40–45% en 2020 par rapport à 2005. Dans ce contexte, la Chine devrait réduire son intensité carbonique d'environ 17% pendant le 13^{ème} Plan quinquennal, afin d'atteindre son objectif de -40%, et de 24% pour atteindre son objectif de -45% (Figure 4.8).

Figure 4.8. Réduction de l'intensité carbonique et engagement pris dans le cadre de la CCNUCC



Source : Guerin et Wang 2012.

Guerin et Wang (2010 : 6) estiment que l'objectif *haut* de réduction (-45%) « *will be extremely difficult, if not impossible, for China to meet the high end of its UNFCCC pledge at the end of its XIIIth FYP* », en raison de la différence de 7% supplémentaires dans un contexte où « *intensity targets become more and more difficult to reach over time, as low hanging fruits disappear* ».

En outre, le 12^{ème} Plan inclut plusieurs programmes et politiques à destination de l'industrie et des technologies. Le solaire, le nucléaire, les automobiles ou la biomasse représentent les « nouvelles industries » qui sont appelées à remplacer les « anciennes ». Ces nouveaux objectifs sont de nature à redessiner une nouvelle politique industrielle pour la Chine (Tableau 4.4).

Tableau 4.4. La déclinaison des actions de l'atténuation dans le secteur de l'industrie

	The <i>old</i> pillar industries	The <i>new</i> strategic and emerging industries
1	National defense	Energy saving and environmental protection
2	Telecom	Next generation information technology
3	Electricity	Biotechnology
4	Oil	High-end manufacturing (e.g. aeronautics, high speed rail)
5	Coal	New energy (nuclear, solar, wind, biomass)
6	Airlines	New materials (special and high performance composites)
7	Marine shipping	Clean energy vehicles (PHEVs and electric cars)

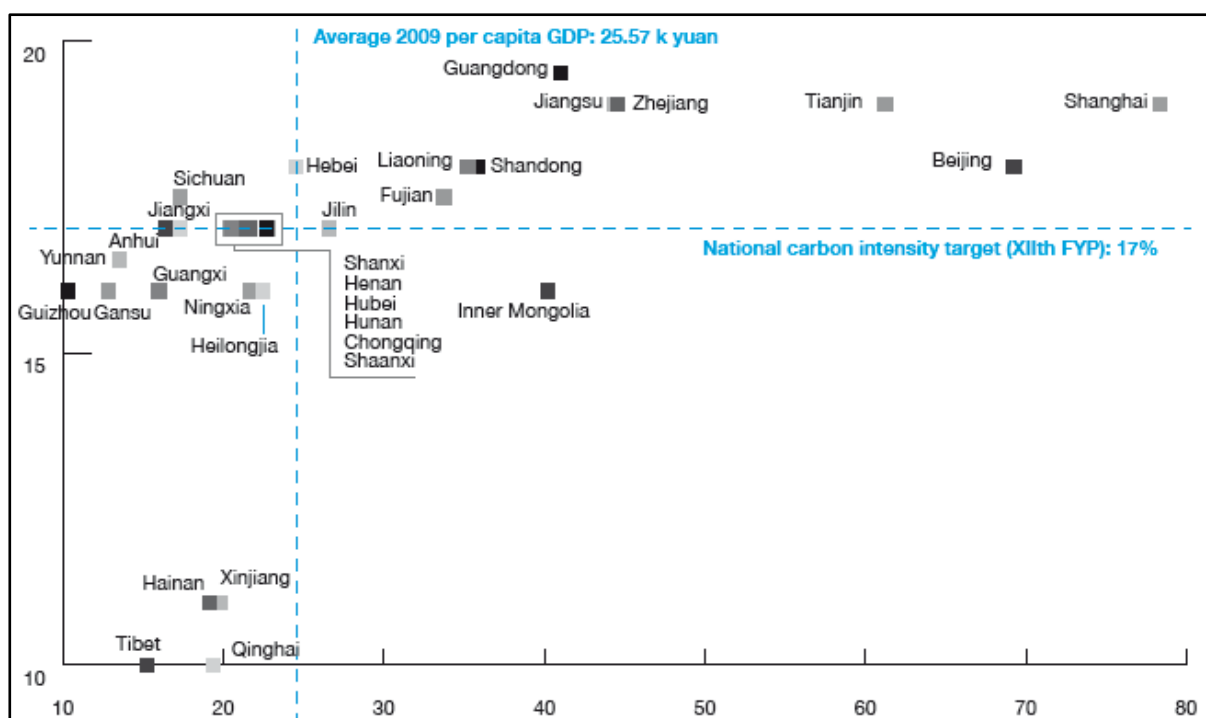
Source : www.gov.cn.

Toutes ces mesures contribuent sans doute aux efforts d'atténuation des émissions de GES et traduisent la perception des coûts d'atténuation des émissions par le gouvernement chinois. Nous en déduisons que ce n'est pas le montant des coûts qui préoccupe les dirigeants chinois,

mais plutôt la déclinaison des objectifs qui sous-tendent les actions de l'atténuation. Pour le dire autrement, le « double dividende » des actions semble constituer un impératif : les émissions ne sont atténuées que dans la mesure où elles peuvent remplir les principaux objectifs fixés dans les Plans. Ainsi, la rationalité de l'atténuation des émissions se trouve alignée sur la stratégie de développement adoptée par le Gouvernement.

Par ailleurs, il faut noter que le Gouvernement, conscient de la grande diversité de son territoire, n'adopte pas une logique « *one size fits all* ». Les objectifs de réduction par unité de Pib et de l'énergie se déclinent différemment selon les provinces (Figure 4.9). Le principe suivi, argumentent Guerin et Wang (2012), étant celui d'« habilité à payer ».

Figure 4.9. Intensité de réduction carbonique dans le 12^{ème} Plan et Pib/tête (2009)



Source : Guerin et Wang 2012.

À la lecture de la figure ci-dessus, on remarque que les régions mieux pourvues, comme Guangdong, Tianjin ou Shanghai, doivent fournir un effort plus important en rapport avec les autres. On retrouve la même différenciation pour ce qui concerne l'intensité énergétique : on n'attend pas les mêmes résultats de la Province de Tibet que de celle de Pékin. De ce point de vue, la tendance apparaît comme étant légitime et allant dans la bonne direction : au fur et à mesure que les provinces deviennent plus riches, on exige des efforts supplémentaires.

L'INDC chinois. « A one-thousand-mile journey starts from the first step »

En juin 2015 la Chine soumet son INDC à la CCNUCC. La contribution chinoise envisage d'atteindre son pic d'émission d'ici 2030. Cependant, le niveau du pic des émissions n'a pas été annoncé, ni la date exacte. Cet engagement correspond à l'objectif fixé en 2009, qui visait la réduction de ces émissions de 40 à 45% par unité de Pib par rapport à 2005. Par cela même, la Chine s'est engagée à augmenter la part de sources d'énergies non-fossiles à 15% de sa consommation d'énergie primaire et d'augmenter sa couverture forestière de 40 millions d'hectares et ses stocks forestiers de 1,3 milliards de mètres cubes par rapport à la même année.

Pour ce qui est de l'objectif de réduction des émissions par rapport au Pib, la Chine projette de continuer à les réduire de 60 à 65% en 2030/2005, ce qui suppose le prolongement de la tendance actuelle (-62% en 2013/2005, selon les données de la BP). Le deuxième objectif s'inscrit dans le même trend, puisque le pays a augmenté la part des consommations d'énergie primaire renouvelables à 11% en 2014 (alors qu'elles étaient à 6% en 2005, selon les données BP Statistical Review 2015). L'INDC chinois prévoit d'augmenter la part de la consommation primaire non-fossile à 20% en 2030. À ce titre, il convient de rappeler que la part des énergies renouvelables dans le mix électrique est passée de 18% en 2005 à 25% en 2014 (données BP 2015). En 2030, la couverture forestière devrait augmenter encore de 4,5 milliards de mètres cubes par rapport à 2020 (50-100 millions d'hectares supplémentaires).

Pour la réalisation de ces objectifs, la Chine mise principalement sur l'augmentation de l'efficacité énergétique de son industrie, ainsi que sur le contrôle des émissions à l'échelle régionale, avec des objectifs différenciés. Le contenu de l'INDC de la Chine permet de dégager quelques conclusions, dont la plus importante concerne le découplage marqué de la croissance de ses émissions par rapport au Pib. Compte tenu des scénarios tendanciels (qui n'envisagent le pic des émissions qu'à partir de 2040), il ne fait pas de doute que l'engagement chinois représente un réel effort d'atténuation des émissions. La date et le niveau de ce pic restent dépendants d'un bon nombre de précisions, à ce jour manquant dans la communication de la Chine (*e.g.* les émissions liées au changement d'utilisation des sols), ainsi que de l'amélioration de la fiabilité des inventaires d'émissions.

L'INDC chinois met amplement l'accent sur les co-bénéfices majeurs des réductions des émissions de carbone, notamment pour ce qui concerne les zones urbaines et l'industrialisation. À ce titre, nous pouvons simplement rappeler que le taux de population urbaine en Chine était légèrement supérieur à 50% en 2013, et que ce taux est censé atteindre les 60% en 2020, ce qui signifie que les villes chinoises verront leur population augmenter de près de 100 millions à cette date. Outre les consommations liées à l'arrivée de ces nouveaux entrants, la réduction des émissions dans certains secteurs, dont les industries polluantes et les transports, peut améliorer la qualité de l'air (pollution aux microparticules) et faire baisser le taux de mortalité (plus de 1,5 millions/an, selon une étude de Berkeley⁵⁰).

Nous terminons ce bref examen de la réponse politique chinoise par rapport aux efforts d'atténuation des émissions de CO₂ par deux remarques. D'abord, comme nous venons de

⁵⁰ Rohde R.A. et Muller R.A. (2015). « Air Pollution in China: Mapping of Concentrations and Sources », *PLoS ONE*, 10 (8).

l'évoquer, à la lecture des principales politiques ayant trait au climat, il est évident que les mesures d'atténuation demeurent subordonnées aux objectifs majeurs du pays (visant donc le développement économique et la réduction de la pauvreté). Ensuite, les efforts d'atténuation sont déterminés quasi exclusivement par des facteurs internes. En même temps, les facteurs externes, disons la sollicitation d'un engagement plus ambitieux, du type pic des émissions avant 2030, ou un système MRV viable, peuvent être admis dans la mesure dans laquelle ceux-là peuvent contribuer à la transformation de l'économie nationale. Autrement dit, la Chine nous semble ouverte au système international dans la mesure où elle peut s'appuyer sur ces institutions externes, ou/et sur ses partenaires, pour reformer et opérer son changement de modèle économique, ou encore, sa transition énergétique.

La mesure de la perception de l'atténuation des émissions par la Chine peut être vue à travers l'évolution des émissions sur le moyen terme. Celle-ci montre qu'il n'est pas réaliste d'attendre une diminution des émissions dans les prochaines années. L'atténuation se mettra en place à travers des mesures qui n'entravent pas les objectifs de développement du pays. Pour le dire clairement, la Chine se montre sensible aux nécessités de réduction de ses émissions, mais elle l'est bien plus lorsqu'il s'agit de son développement. Si la menace de l'impact climatique est perçue comme étant importante, la menace liée au retardement du développement l'est davantage.

4.3.2. *Les États-Unis – l'option « green » à l'examen au Congrès*

Les États-Unis sont l'exemple type à la fois du fédéralisme et de la séparation des pouvoirs. Pour ce qui est de la séparation, celle-ci est répartie entre pouvoir législatif (le Congrès), l'exécutif (la Présidence) et la justice (la Cour Suprême). Le fédéralisme implique la décentralisation et le partage du pouvoir entre structures étatiques et fédérales. Dans ce contexte, malgré l'effort qui peut être fourni, d'un côté, par l'Administration centrale et, de l'autre, par certains États, c'est à la Fédération qu'incombe l'adoption d'une loi visant l'ensemble du territoire, à même d'inscrire les États-Unis sur une trajectoire de décroissance soutenue des émissions de GES. C'est pour cette raison que nous allons, par la suite, mettre l'accent sur la position du Congrès par rapport à la question climatique et moins sur celle de l'actuel Président (voir l'Encadré) ou sur les initiatives des différents États.

Encadré 4.3. L'Administration Obama et le changement climatique (*The President's Climate Action Plan*, 2013)

En juin 2013 le Président Obama a annoncé son *Climate Action Plan*. Le projet se décline en 75 objectifs repartis selon trois axes : la pollution au carbone, les impacts dus au changement climatique et l'action internationale. Nous précisons que, étant donnée l'opposition du Congrès, le Président doit se baser exclusivement sur son pouvoir exécutif (*i.e.* les Agences gouvernementales) et sur les lois ayant trait à l'environnement déjà adoptées par le Congrès, afin de respecter les objectifs de réduction assumés à Copenhague en 2009. Exposons rapidement les trois axes de travail du Plan climatique d'Obama.

La réduction du carbone est de loin l'aspect le plus important de son plan. Celle-ci concerne les secteurs majeurs de l'économie : l'électricité, le transport, le bâtiment. Un des points les plus importants concerne le secteur électrique et vise la réglementation des émissions de CO₂ des centrales au charbon et au gaz (environ 40% des émissions totales américaines). Cette nouvelle réglementation, couplée avec l'« avènement » du gaz de schiste, devrait mener à une diminution de plus de 10% (2020/2010) de la part du charbon dans la production d'électricité (EIA, AEO 2014).

L'EPA estime qu'au niveau des États, les émissions de CO₂ devraient chuter en 2030 d'environ 30% (par rapport à 2005). Le secteur des Transports (presque 30% des émissions en 2012) est censé bénéficier de nouveaux standards d'efficacité dans les consommations de combustible. Ces nouveaux standards devraient voir le jour en 2015 pour rentrer en vigueur à partir de 2018. Le méthane et les HFC sont également visés. L'agriculture, les industries, les mines doivent implémenter des mesures à même de réduire ces émissions spécifiques. En 2020, les émissions de méthane devraient être réduites de presque 100 Mt. La principale agence responsable de la mise en œuvre de ces mesures est évidemment l'EPA, mais d'autres instances, notamment le DOE (*Department of Energy*) doivent apporter leur soutien.

Le deuxième axe vise les impacts et la résilience des US face au changement climatique. Il s'agit d'allouer des ressources et de mettre en place un programme d'assistance pour aider les communautés, les écosystèmes et les infrastructures à faire face aux impacts du changement climatique. Ainsi, sont concernés les secteurs dépendant des ressources naturelles. À titre d'exemple, le DOE devrait s'occuper de l'infrastructure qui est exposée aux aléas météorologiques (sécheresses, incendies, inondations). D'autres secteurs économiques (*e.g.* les assurances, la santé) sont également visés.

Le troisième axe concerne le leadership à l'international. Le Président souhaite renforcer la coopération avec d'autres pays, en développant des relations bilatérales et au travers des institutions internationales (MEF, CCNUCC). En bilatéral, Obama vise particulièrement les coopérations avec la Chine et l'Inde. Cela étant, le leadership international demeure dépendant de la crédibilité de l'action interne. D'après les chercheurs du WRI (Bianco *et al.* 2013), les US pourraient, grâce à l'action exécutive, respecter en partie l'objectif de réduction des émissions de Copenhague (-17% en 2020/2005). En même temps, note le rapport, sans une loi au niveau fédéral, l'autre partie de l'engagement, -83% en 2050, serait hors d'attente. Autrement dit, le leadership américain, disons à l'horizon 2015, demeure fragile, étant conditionné par la volonté du Congrès à appuyer les efforts d'atténuation des émissions.

Source : d'après C2ES 2014, White House 2013.

Compte tenu de l'action présidentielle, il va de soi que l'Administration Obama perçoit la menace climatique et implicitement l'atténuation des émissions comme étant prioritaires, aussi bien pour ce deuxième mandat, que pour l'avenir du peuple américain (voir par exemple son discours à Georgetown University⁵¹). À ce propos, il est important de mentionner que, pour ce qui concerne les affaires internationales, c'est bien le Président qui en a la responsabilité. Ceci dit, nous rappelons que le Président américain est conditionné, aussi bien en amont qu'en aval du processus législatif, par le Congrès⁵². Précisons également que, malgré le fait que celui-ci appartient à l'une des deux familles politiques, il n'est pas garanti que les membres du Parti s'alignent sur la position du chef de l'État.

Malgré la forte importance du Congrès⁵³, il faut préciser que le Président a à sa disposition les Départements et les Agences (équivalents des ministères en Europe). Ainsi, expliquent Bell et Ziegler (2009 : 4) « *[i]f sufficient legal authority is contained in existing statutes, the president can direct any part of the executive branch to initiate rulemaking, a form of administrative law-making* ». À titre d'exemple, expliquent les auteurs, « *the U.S. Clean Air Act's existing statutory authority is the basis for several EPA rulemakings to monitor and control greenhouse gases* ».

Si l'arrivée de Barack Obama (2008) et la tenue du 110^{ème} Congrès (2009-2010) représentent des moments importants dans la politique américaine, c'est bien son deuxième mandat qui marque le tournant. Des signes de ces changements étaient visibles avant cette date : le nombre de propositions ayant trait au climat est passé de quelques dizaines au début des années 2000 à plus de 100 avant l'arrivée d'Obama.

Un premier épisode législatif important fut la *Lieberman–Warner Climate Security Act* de 2008, le signal le plus important du changement d'attitude de la part du Congrès. Certains analystes étaient optimistes, pensant que « *the next President will come to office with a majority of support in the Senate for GHG cap-and-trade, and very possibly with the 60 votes needed for passage for the right bill* » (C2ES June 6 Update, 2008⁵⁴). La loi n'a pas pu passer par le Sénat⁵⁵ (plus de la moitié des votes étant opposée, 36 sur 60), mais il est notable qu'elle fut promue dans la Chambre des représentants.

Le deuxième épisode important dans l'histoire récente du changement d'attitude aux États-Unis fut la *Waxman-Markey Clean Energy and Security Act*, en 2009. Similairement à la *Lieberman–Warner Bill*, celle-ci fut plus ou moins abandonnée durant 2010, bien que la loi même ait inspiré d'autres initiatives législatives. À ce titre, il faut préciser que les politiques climatiques au sens large (*i.e.* amendements, mesures) sont aux États-Unis en nombre

⁵¹ Remarks by the President on Climate Change, Georgetown University, June 25, 2013.

⁵² Il faut préciser que le Président, qui bénéficie d'un pouvoir délégué, peut imposer son veto sur les lois du Congrès.

⁵³ Comme souvent, les traités internationaux sont débattus (en vue de l'adoption) dans les chambres du Congrès. C'est uniquement la ratification qui confère à ceux-ci le statut de loi fédérale.

⁵⁴ <http://www.c2es.org/federal/congress/110/lieberman-warner-climate-security-act-2008-updates>. Consulté le 22.09.2014.

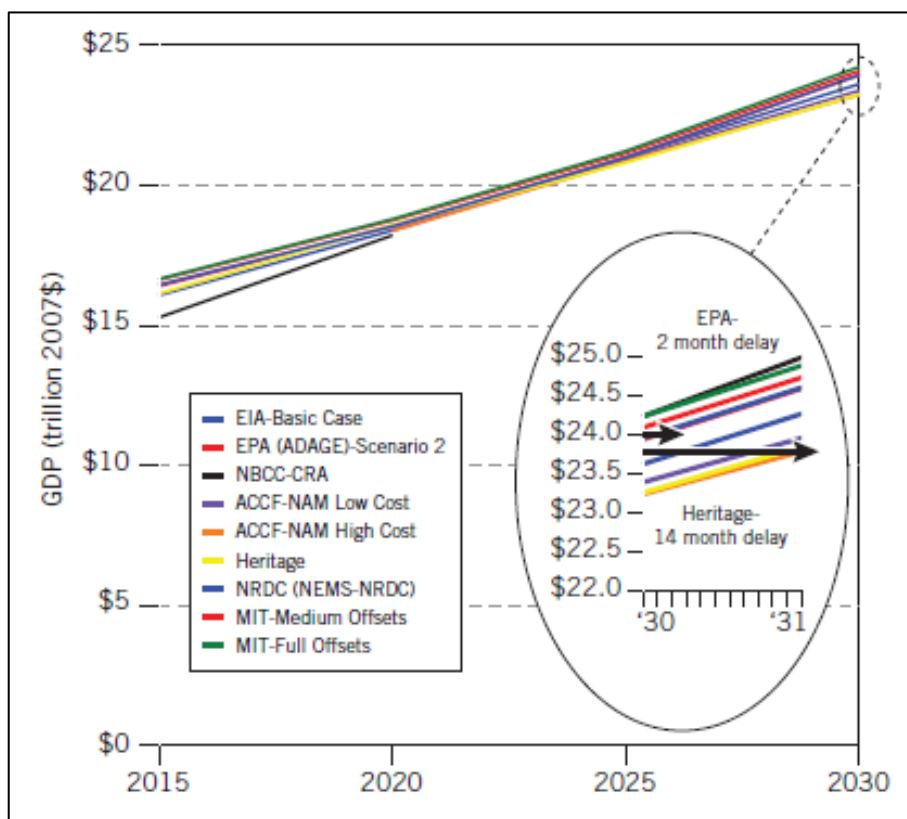
⁵⁵ Le Sénat représente avant tout les États fédérés ; chaque État y dispose d'un poids égal, puisque deux sénateurs sont élus dans chaque État, pour un mandat de six ans. Tous les deux ans, les mandats d'un tiers des cent sénateurs sont renouvelés, lors de l'*Election Day*.

d'environ 350 à ce jour (comparé à 30 pour la Chine). Précisons également que l'engagement assumé par Obama à Copenhague est calé sur les objectifs de cette loi : réduction des émissions de 17% en 2020, de 42% en 2030 et de 83% en 2050 (par rapport à 2005). Bien plus que la loi de 2008, la Waxman–Markey Bill met l'accent sur l'énergie propre (chapitre 1), sur l'efficacité énergétique (chapitre 2) et sur la transition (chapitre 4).

Les coûts de la Waxman-Markey Bill

La planification de réduction des émissions est rendue possible principalement à l'aide de l'instauration d'un prix carbone. La loi est assortie de plusieurs exercices de modélisations de l'impact des mesures et propositions, qui montrent l'effet global de la politique climatique sur le Pib fédéral (Figure 4.10).

Figure 4.10. Impact de la loi Waxman-Markey sur le Pib américain



Source : C2ES 2014.

Dans la projection de l'EIA « *basic policy case* » (prix carbone de 32\$/tCO₂ en 2020 et 65\$ en 2030), le Pib fédéral progresse de 16 mille milliards \$ en 2015 pour atteindre 23,6 mille milliards (\$ 2007 constants) en 2030 (courbe bleu dans la figure). Le recul du Pib par rapport à la référence (basée sur des projections AEO 2009, non visible sur le graphique), serait de l'ordre de 0,3% en 2020 et 0,8% en 2030. Il s'agit d'un décalage de croissance de quatre mois, pour que le Pib atteigne le niveau prévu sans l'application de la loi. Par rapport à la projection

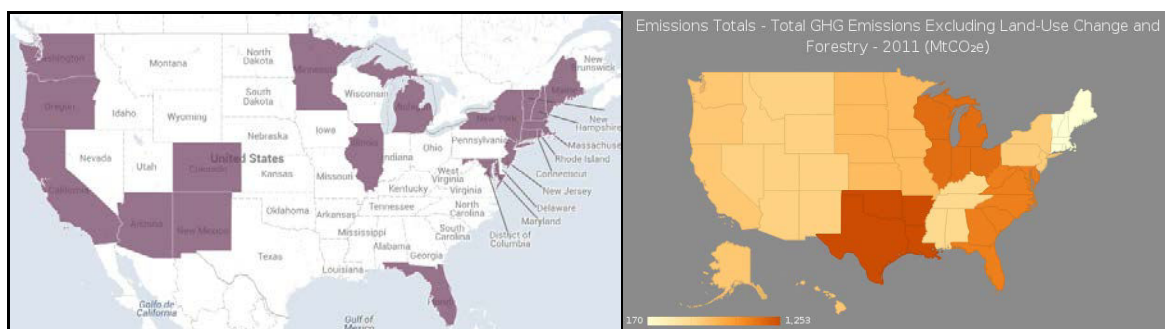
de l'EPA, l'impact est plutôt modeste (-0,1% en 2020 et -0,4% en 2030), équivalant à seulement deux mois de croissance (courbe rouge, avec un prix carbone de 17\$/tCO₂ en 2020 et 130\$ en 2050). L'impact le plus fort (scénario *Heritage Foundation*) est de l'ordre de 2,8% en 2030, soit 14 mois de croissance (Pew Center 2010).

Nous avons déjà rappelé qu'étant donnée l'importance du Pib américain, il s'agit, en absolu, de chiffres assez significatifs. L'estimation économique de la mise en place d'une politique climat montre l'importance que les membres du Congrès attachent à la question des coûts. Ainsi, il semblerait que le Congrès américain perçoit le coût moyen de 1,3% du Pib (Figure 4.10), pour une réduction de 42% des émissions de GES en 2030 (et 83% en 2050), comme étant inacceptable.

Nous faisons remarquer que ce coût autour d'un pourcent est inférieur aux estimations de l'impact du changement climatique (voir le chapitre 2 et la sous-section 4.2. ci-dessus), qui est évalué, par exemple, par Stern à 1,6% du Pib pour une augmentation de 2,5°C (Hope 2006). De son côté, Nordhaus note que « *the estimated damages in the uncontrolled (baseline) case, those damages in 2095 are \$12 trillion, or 2,8% of global output, for a global temperature increase of 3.4 °C above 1900 levels* » (Nordhaus 2010)⁵⁶. Il s'agit donc, dans le pire des cas, de chiffres équivalents (entre atténuation et impact) et, dans le meilleur des cas, d'un avantage en faveur de la mise en place d'une politique climatique.

En même temps, il faut noter que la perception du changement climatique reste une question hétérogène aux États-Unis (Figure 4.11). Force est de constater qu'il y a des différences notables entre États, d'un côté, par rapport au niveau des émissions de GES et, de l'autre, par rapport aux initiatives de réduction de ces émissions.

Figure 4.11. Politiques de réduction des émissions de GES et niveaux d'émissions par États et régions des États-Unis



Notes : a) La carte de gauche. Pour la plupart, les cibles climatiques visent des réductions significatives, de type facteur cinq en 2050 (en général par rapport à 2000), ce qui montre un relatif alignement avec la loi Wawman-Markey. b) Carte de droite. Analysant de gauche à droite, les valeurs jeunes claires correspondent à des émissions de l'ordre de 600–500–700 MtCO₂/an ; la côte Atlantique correspond à 1GtCO₂/an et le Sud (Texas), à 1,3GtCO₂/an.

Source : Pew Center, WRI, CAIT 2.0, 2014.

⁵⁶ Certes, il ne s'agit pas de chiffres directement comparables, mais les ordres de grandeur sont là.

Au niveau fédéral, selon l'intensité des émissions, on peut distinguer quatre zones (sur les neuf grandes régions américaines) : la côte Pacifique (dont la Californie), le Nord-centre, la côte Atlantique et le Sud (dont le Texas). Lorsqu'on corrobore la carte des émissions (à droite dans la figure ci-dessus) avec les initiatives de plafonnement des émissions (côté gauche de la même figure), on observe des différences significatives. De manière générale, les États côtiers semblent plus concernés par les questions climatiques, alors que le Sud et le Centre, beaucoup moins.

Ainsi, explique William Antholis (*Brooking Institution*), pour ce qui concerne le climat, ce n'est pas l'appartenance à un parti ou un autre qui fait la différence, mais plutôt la provenance géographique des « parlementaires » (Antholis 2014). Ce qui compte est de savoir si les États en question sont ou non riches en ressources énergétiques. L'auteur donne l'exemple de Schwarzenegger en Californie, Pataki à New York et Romney en Massachusetts (tous gouverneurs républicains), qui ont mis en place des politiques climatiques, alors que des sénateurs démocrates (West Virginia, Louisiane, Nebraska, Missouri) se sont opposés aux actions d'atténuation des émissions. Cela étant, il est vrai que les Républicains sont plutôt reconnus pour leur climato-scepticisme (Dunlap et McCright 2008, 2011).

À son tour, Ficher (2006 : 23) remarque le fait que les « *Senators from resource dependent states were significantly more likely to vote against the bill [n.r. Climate Security Act] than those from nonextracting states. Moreover, coal-dependent states, as reported by the United States Energy Information Administration, were just as strongly associated with those Senators who voted against the Climate Stewardship Act* ». Il est évident que, pour ce qui est des politiques climatiques, la perception des coûts du changement climatique reste fortement médiée par les intérêts directs des États⁵⁷. Sans rentrer plus dans ce détail, précisons simplement que l'activité de lobby (qu'il s'agisse des *pour* ou des *contre* changement climatique) est très répandue aux US, ceux-ci étant présents et extrêmement actifs auprès des instances politiques américaines les plus importantes (e.g. Falkner 2008).

L'INDC américain. President Obama's Climate Action Plan

Les États-Unis s'engagent à « réduire leurs émissions de 26 à 28% d'ici 2025 par rapport aux niveaux de 2005 et à faire tous les efforts possibles pour les réduire de 28% ». La contribution américaine est compatible avec la cible annoncée antérieurement à Copenhague, lorsqu'ils s'engageaient à réduire leurs émissions de 83% d'ici 2050. À la fin de 2014, les émissions américaines ont chuté de presque 10% par rapport à 2005, ce qui signifie que le pays a encore à faire pour atteindre son objectif de -17% en 2020. Dans ce sens, l'INDC des US relève l'engagement précédent, ce qui constitue un point d'étape important pour la trajectoire américaine.

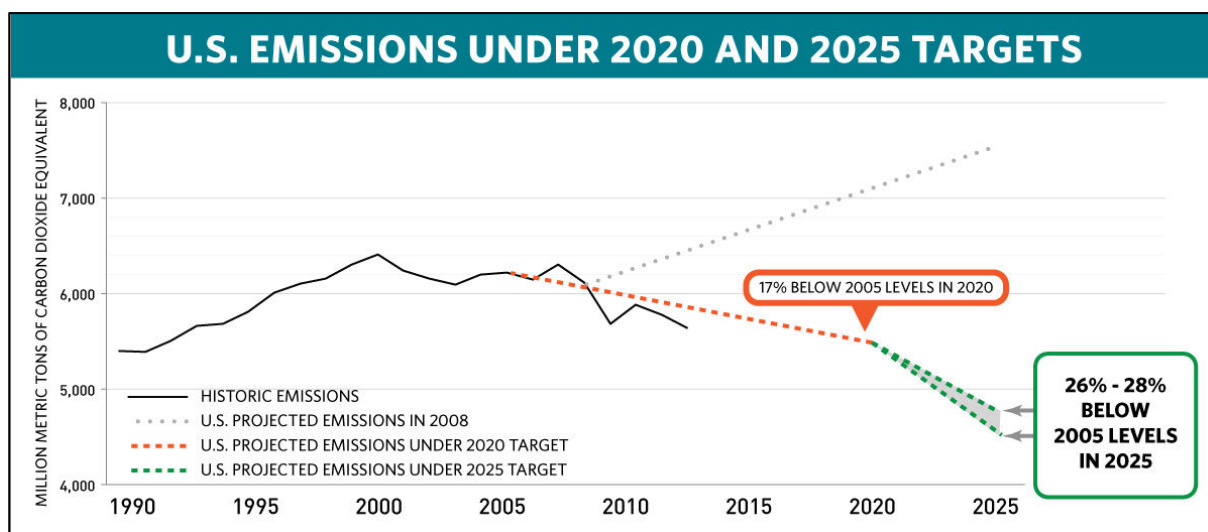
⁵⁷ Afin de ne pas alourdir notre exposé, nous n'allons pas analyser toute la problématique de l'importance des lobbies industriels et des différents groupes d'intérêts qui influencent fortement les positions défendues par certains politiques.

Le Clean Power Plan

Un des principaux piliers de la contribution nationale des États-Unis est le Plan américain pour une énergie propre initié par l'EPA. Son principe de fonctionnement étant censé apporter rigueur (la norme sur la base de laquelle fonctionne la loi est définie en termes d'équivalent CO₂ par mégawattheure d'électricité produite) et flexibilité (chaque État peut choisir comment mettre en place les mesures adéquates afin de respecter la norme). La mesure s'applique aussi bien aux centrales existantes qu'aux nouvelles centrales et vise à accélérer la diminution des émissions liées à la production d'électricité. Cette décarbonisation, qui a connu déjà une baisse de 16% par rapport aux niveaux de 2005, devrait permettre de réduire les émissions du secteur de l'électricité de 30% d'ici 2030/2005. La loi met l'accent sur les énergies renouvelables, dont la part pour la production d'électricité passera à 28% en 2030, au lieu de 22% initialement.

L'EPA a identifié quatre mesures afin de permettre l'application de son plan, mesures qui sont considérées comme étant techniquement efficaces et non onéreuse pour l'économie. Il s'agit de l'amélioration de l'efficacité dans les centrales à base de charbon, de l'augmentation de la part des centrales à gaz et des autres alternatives peu émetteuses, ainsi que de l'amélioration de la consommation d'énergie des ménages et dans le secteur des services.

Figure 4.12. Émissions et engagements de réduction assumés par les États-Unis

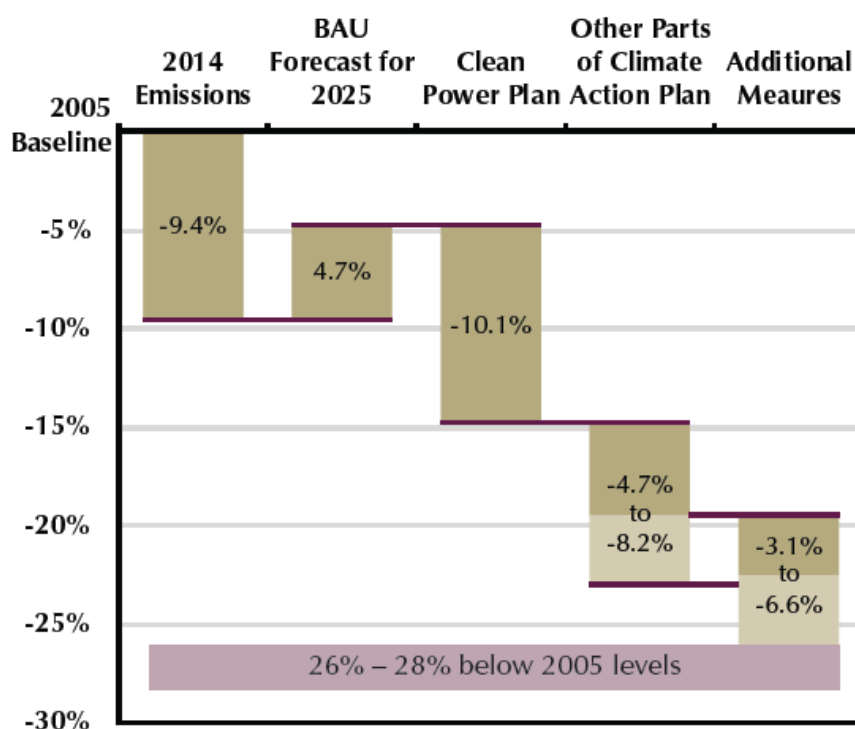


Source : U.S. Cover Note INDC, 2015.

De manière générale, la réduction d'émission obtenue jusqu'en 2014 par rapport à 2005 est due aussi bien aux facteurs conjoncturels qu'aux politiques énergie-climat. Les émissions dans le secteur de l'électricité ont baissé de 15% en raison, principalement, du passage des centrales du charbon au gaz et de l'augmentation de la part des renouvelables. En même temps, les normes concernant l'efficacité des véhicules ont mené à une réduction des émissions dans le secteur du transport de 10% sur la même période, pendant que dans le secteur industriel la baisse a été de 5% (C2ES 2015).

L'INDC précise que « pour atteindre la cible de 2025, il faudra une réduction supplémentaire de 9 à 11% des émissions au-delà de la cible de 2020 par rapport à la référence de 2005, ainsi qu'une accélération substantielle du rythme annuel de réduction entre 2005 et 2020, de 2,3 à 2,8 % par an, soit un quasi doublement ». Ce rythme de décarbonisation, dans les conditions actuelles (faibles prix du pétrole et du gaz de schiste), semble difficile à atteindre. Le scénario BaU de l'*Energy Information Administration* (EIA) prévoit une augmentation des émissions en 2025/2005 de presque 5%⁵⁸.

Figure 4.13. Réduction des émissions associées aux différentes politiques et mesures



Source : C2ES 2015.

La communication américaine souligne également que « la cible reflète le processus de planification qui étudie les possibilités [de réduction] sous les agences de régulation existantes », ce qui renvoie au *President's Climate Action Plan* et à son premier levier d'action : l'EPA. Ainsi, comme nous venons de le préciser, le *Clean Power Plan* est censé réduire les émissions produites par les centrales électriques de 30% en 2030/2005. Si implémenté comme prévu, ce plan réduirait les émissions fédérales de 10% en 2025/2005⁵⁹. À cela devraient se rajouter les réductions non CO₂, de l'ordre de 3 à 7% et les plus récentes normes sur les véhicules lourds qui pourraient compter pour 1% des réductions assumées.

⁵⁸ Voir U.S. Energy Information Administration. 2015. « Annual Energy Outlook 2015 ». Disponible à <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/>. Consulté le 06.09.2015.

⁵⁹ U.S. Energy Information Administration. May 2015. « Analysis of the Impacts of the Clean Power Plan ». Disponible à <http://www.eia.gov/analysis/requests/powerplants/cleanplan/>. Consulté le 06.09.2015.

Considérées globalement, ces mesures pourraient mener à une réduction de 20 à 23% des émissions en 2025 par rapport à 2005 (C2ES 2015). Un autre chantier important concerne la réglementation dans le secteur du bâtiment (34% de la consommation totale d'énergie du pays) et les normes d'économie d'énergie sur les appareils électriques.

L'INDC américain attache une importance particulière à la clarté de sa contribution. La contribution précise la portée et la couverture de l'engagement et fournit des détails sur les hypothèses et les approches méthodologiques utilisées. Par ailleurs, ces éléments montrent l'attachement aux questions liées à la transparence des communications, ce qui a toujours été un élément important des positions défendues par les États-Unis.

Enfin, il nous semble important de faire remarquer, d'une part, que de nouvelles mesures sont nécessaires pour faire respecter la cible annoncée par le Président. Dans plusieurs secteurs la réglementation manque (*e.g.* l'industrie) ou devrait être renforcée (*e.g.* énergie, transports, bâtiment). Or, il ne faut pas oublier la forte opposition du Congrès qui empêcherait probablement le renforcement de ces mesures au niveau fédéral. D'autre part, il faut souligner les actions volontaires des entreprises, de villes et des États qui ont décidé d'aller de l'avant pour ce qui concerne les actions et mesures requises par le changement climatique. À ce titre, rappelons simplement que la Californie s'est engagée à diminuer de 40% ses émissions de GES en 2030 par rapport à 1990.

Nous concluons cette brève analyse de la perception des coûts d'atténuation par les décideurs politiques avec deux remarques. D'abord, les Américains semblent très sensibles et attentifs à la problématique des coûts et aux conséquences et retombées des politiques qu'ils doivent mettre en œuvre. D'un côté, la Constitution américaine dispose qu'en règle générale les lois doivent accroître les recettes (principe de « *all bills for raising revenue* ») et, de l'autre côté, il s'agit de l'aversion profonde des américains contre les taxes. Rappelons simplement que le Président Bush (sr.) fut élu sur la promesse de *no new tax* (Hourcade *et al.* 2010)⁶⁰.

Secondement, remarquons que le débat, ou la négociation de la transition énergétique, est toujours une question d'actualité au Congrès. En mai 2014, Rob Portman (R-OH⁶¹) et Jeanne Shaheen (D-NH) ou encore McKinley (R-WV) et Welch (D-VT) ont proposé des lois visant l'efficacité énergétique⁶². Cela veut dire que, sur le fond d'un emballement des signaux d'alarmes pour ce qui concerne le climat ou d'un changement fortuit dans le Congrès, une loi fédérale pour le climat peut voir le jour rapidement. Dans cette optique, les Américains semblent avoir toutes les « cartes en mains », du moins du point de vue de la réflexion économique, pour faire passer une telle réglementation : modélisations des impacts, estimations des mesures ou encore des instruments économiques nécessaires à la mise en place.

⁶⁰ Lorsqu'on regarde la motivation de l'opposition des sénateurs démocrates ayant voté contre la loi climat de 2008, il est question de la protection des familles américaines qui seront affectées par la législation, ou encore de « *Manufacturing Jobs and International Competitiveness*. En ceci, notons que la « *shale gas revolution* » peut jouer un rôle important dans les efforts d'amorçage de la transition énergétique (ACC 2012).

⁶¹ La première initiale indique l'appartenance politique (Républicain ou Démocrate) et les deux autres l'état qu'ils représentent.

⁶² http://www.nytimes.com/2014/05/13/us/politics/bill-to-encourage-energy-efficiency-fails-in-senate.html?_r=0. Consulté le 19.09.2014.

4.3.3. *L'Europe – des paquets énergie-climat (2020 et 2030) et de la mise en œuvre de la feuille de route (2050)*

La position de l'Europe, pour ce qui concerne sa politique climatique, reflète la diversité de ses États membres et la complexité du processus de mise en commun de leurs points de vue. Dans une perspective institutionnelle, la politique climatique de l'Europe est marquée, tout d'abord, par sa composition (*e.g.* UE-15, UE-12, Nord, Sud) et, ensuite, par la transformation des économies nationales, surtout celles des nouveaux pays y ayant adhéré au milieu des années 2000 (à laquelle s'ajoute la composition des mix énergétiques respectifs). La politique climatique européenne fut guidée, durant les années 1990 (pour ne pas reprendre toute l'histoire depuis les années 1970), par les engagements autour et dans le cadre du Protocole de Kyoto. L'arrangement initial (concernant les engagements de réduction), parmi les pays de l'UE-15, fut structuré autour de l'approche *Tryptych*⁶³, qui s'est concrétisée par la mise en place du principe de partage du fardeau⁶⁴ au sein de l'Union (Haug et Jordan 2010 ; Aykut et Dahan 2014).

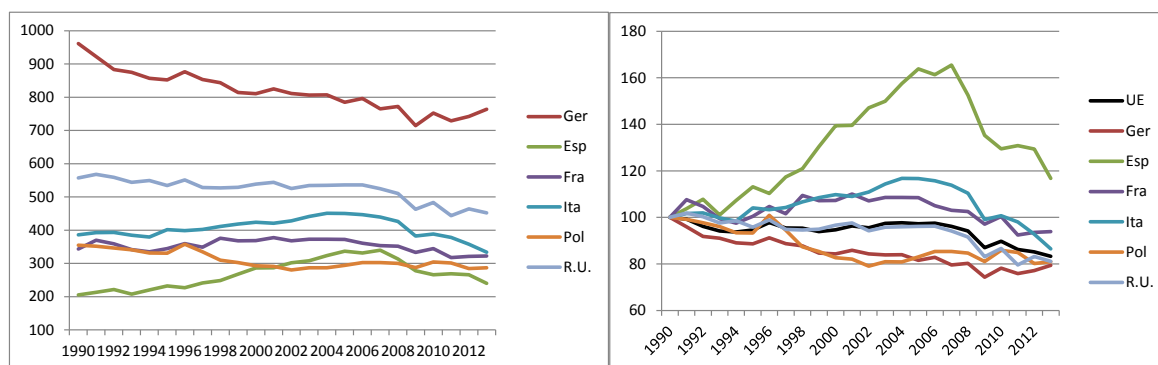
Du point de vue national, il faut noter qu'entre les années 1990-2000 la situation était marquée par des conjonctures contrastées, la différence la plus visible étant entre l'UE-15 et les futures membres (l'UE-12). À l'intérieur de l'UE-15, l'évolution des émissions fut relativement hétérogène, en fonction de la transformation économique que ces pays ont connue pendant les années 1990. Ainsi, expliquent de Perthuis *et al.* (2011), certains pays, dont l'Allemagne et le Royaume-Uni, ont connu des baisses importantes des émissions carboniques à cause de la régression de l'usage du charbon dans la production d'électricité, ou encore de la restructuration industrielle. D'autres pays, comme l'Italie et surtout l'Espagne, ont connu des progressions de leurs émissions (notamment après 2000), pendant que la France a eu une évolution assez neutre (Figure 4.14).

Du côté des nouveaux entrants (l'UE-12), précisons qu'ils ont endossé, au moment de l'adhésion (par voie législative, en 2004 et 2007), la politique climatique européenne (au titre de l'*acquis communautaire*). Les engagements assumés initialement, désormais partagés avec les nouveaux entrants, ne posaient aucun problème à ces pays. Après la sortie du système économique planifié, ces États se retrouvaient avec des baisses d'émissions importantes (de l'ordre de 30% en 2000 par rapport à 1990), « donnant à ces pays beaucoup d'avance sur leurs objectifs Kyoto et même dans la plupart des cas sur les objectifs à 2020 du Paquet énergie-climat » (de Perthuis *et al.* 2011 : 37).

⁶³ Il s'agit du partage du fardeau selon trois critères : concernant l'industrie intensive en énergie (traitement égal des pays afin d'éviter les problèmes de compétitivité), la production d'électricité et les secteurs domestiques. Un des principes directeurs, notent Haug et Jordan (2010), était la convergence des émissions par tête à l'horizon 2030.

⁶⁴ L'arrangement basé sur le partage du fardeau devrait être assumé par les pays membres. Cela étant, le fait que seulement quelques pays avaient endossé complètement ces engagements, la cible initiale de réduction des émissions (-15%) n'a pas pu être validée par la Commission. De fait, la réduction agréée après discussions avec les membres était de 9,2%.

Figure 4.14. Évolution des émissions européennes – énergie – (pays choisis) entre 1990-2013 (en MtCO₂ et base 100=1990)



Source : Enerdata.

Après de nombreuses tractations au milieu des années 1990, l'UE allait revenir de Kyoto avec un objectif global de réduction de 8%. Le partage de ce fardeau fut convenu en 1998 et formalisé en 2002, étant déposé auprès de la CCNUCC au nom de l'« exécution conjointe des engagements » (2002/358/EC). À ce moment-là, notent Berkhout *et al.* (2010 : 145) « *The BSA [n.r. Burden Sharing Agreement] adopted in 1998 has been acclaimed as one of the most successful aspects of the early stages of the EU climate change governance regime* ».

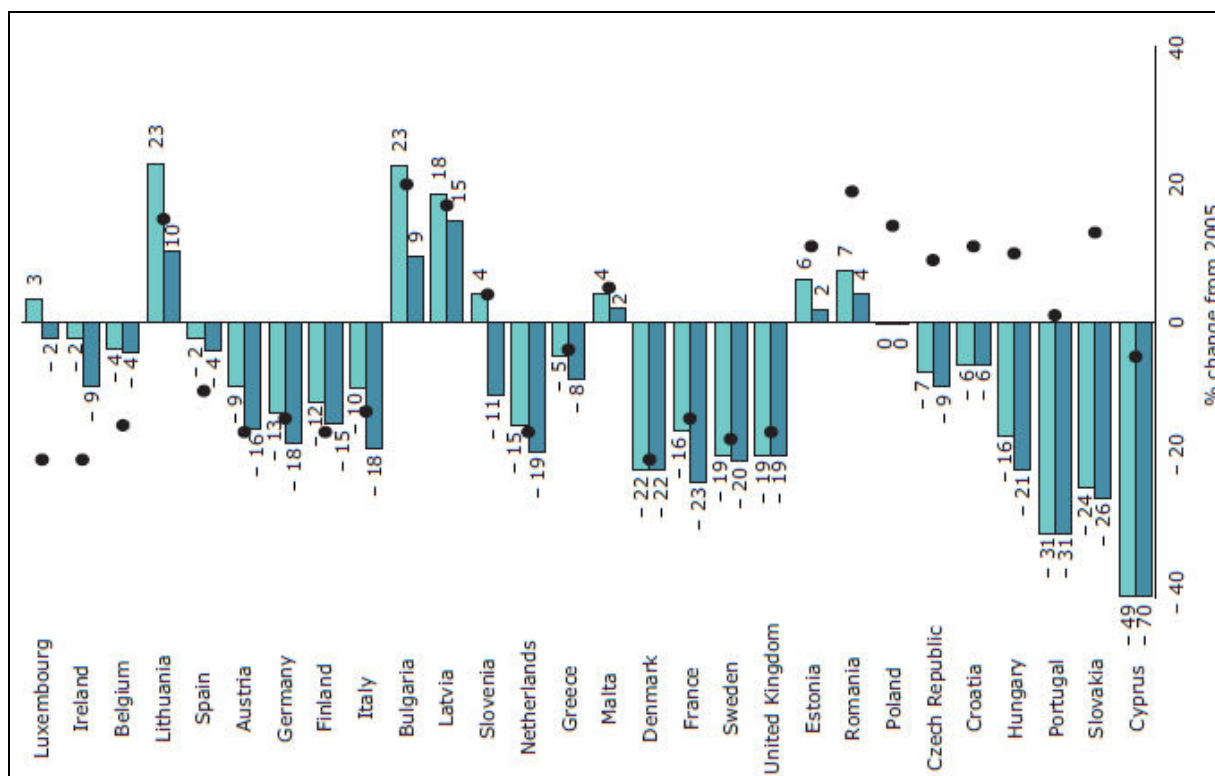
Après l'année 2000, l'économie européenne connaît une période assez faste dans son ensemble, et au fur et à mesure qu'approche le terme de la première période d'engagement (au sein du PK), l'Europe commence à se poser la question de l'après-2012 (Haug et Jordan 2010). À la même époque, Jordan et Rayner (2010) notent une détermination de plus en plus forte de l'UE à jouer un rôle de leader dans les négociations climatiques internationales. L'année 2005 marque le démarrage de l'EU-ETS (première phase 2005-2007), instrument censé aider les États à réduire leurs émissions de manière coût-efficace (l'ETS couvrait à l'époque plus de 40% des émissions et actuellement 45%).

En 2007, l'Europe engage les discussions autour du paquet énergie climat 2020 (-14%/2005⁶⁵). Les cibles de réduction se partagent entre l'ETS (-21% en 2020/2005) et le Non-ETS (-10% en 2020/2005). Pour atteindre les -21%, le plafond des émissions doit décroître (entre 2013-2020) à un rythme de 1,74%/an à partir des niveaux moyens des crédits-carbone alloués à chaque État membre. Il faut néanmoins préciser que, pendant que l'objectif de réduction de l'ETS doit être atteint globalement – au niveau de l'UE –, les réductions non-ETS (sous l'ESD, pour *Effort Sharing Decision*⁶⁶) doivent être atteintes individuellement par chaque État membre (Figure 4.15).

⁶⁵ L'année 2005, explique la Commission, correspond au moment où les travaux concernant le Paquet énergie climat ont commencé et, dès lors, cette année est plus appropriée en tant que repère par rapport à l'année 1990 [http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/faq_en.htm. Consulté le 24.09.2014].

⁶⁶ À ce moment, le principe du partage du fardeau est converti en « partage de l'effort » (ang. *Effort Sharing Decision*), celui-ci concernant les secteurs en dehors de l'ETS.

Figure 4.15. Projection des émissions GES en 2020 pour les secteurs non-ETS (ESD), comparées avec les cibles individuelles des États en 2020



Notes : Les points représentent les cibles de réduction. En bleu clair, les réductions obtenues compte tenu des politiques et mesures (PAM) déjà en place. En bleu foncé, les réductions des émissions compte tenu des politiques climatiques additionnelles, planifiées par les pays.

Source : AEE 2013.

Au niveau de l'Union, la plupart des membres (15 États) projettent des émissions en dessous de leurs engagements respectifs ; parmi ces pays, la France, la Pologne et la Grande Bretagne. Sept des pays (dont l'Italie et l'Allemagne) n'atteignent pas leurs cibles qu'avec des mesures planifiées, pendant que sept autres (dont Autriche et l'Espagne) ne seraient pas en mesure de respecter leurs engagements, même en appliquant les politiques additionnelles (planifiées mais non pas encore appliquées).

Afin d'illustrer la manière dont ces engagements sont perçus par les États, il faut analyser la problématique du rehaussement des objectifs de réduction d'émission : -30% en 2020⁶⁷ et -80% en 2050 (Tableau 4.5).

⁶⁷ Nous précisons que la réduction effective, sur le territoire européen doit être de -25%. Les 5% restants doivent être atteints à l'aide des crédits internationaux.

Tableau 4.5. Cibles de réduction des émissions 2020 et 2050 par rapport à 2005

	Émissions 1990	Émissions 2005		Variations d'émission sur 2005 pour atteindre		
	MTCO ₂ equ	MTCO ₂ equ	%/1990	- 20 % en 2020	- 30 % en 2020	- 80 % en 2050
UE-15	4 265	4 178	- 2 %	- 18 %	- 29 %	- 80 %
UE-12	1 324	971	- 27 %	9 %	- 5 %	- 73 %
Allemagne	1 248	1 000	- 20 %	0 %	- 13 %	- 75 %
Royaume-Uni	776	651	- 16 %	- 5 %	- 17 %	- 76 %
Italie	519	575	11 %	- 28 %	- 37 %	- 82 %
Suède	72	68	- 7 %	- 14 %	- 25 %	- 79 %
France	563	569	1 %	- 21 %	- 31 %	- 80 %
Espagne	283	434	53 %	- 48 %	- 54 %	- 87 %

Source : de Perthuis *et al.* 2011.

Compte tenu des objectifs de réduction proposés, de Perthuis *et al.* (2011 : 40-41) notent : « Les débats sur un éventuel relèvement de l'objectif européen de réduction de ses émissions pour 2020 s'articulent globalement entre un groupe de mieux disant en matière climatique (Suède, Allemagne, Royaume-Uni, Danemark), et un groupe constitué des nouveaux États membres et de l'Italie, très réticents à toute évolution de la position actuelle ». Dans ce contexte, la position de la Pologne semble se démarquer nettement. Ainsi, poursuivent les auteurs, « la Pologne semble vouloir revenir sur les acquis même du Paquet énergie-climat » (de Perthuis *et al.* 2011 : 41).

Tableau 4.6. Positions des différents pays relativement aux objectifs 2020 et 2050

	Positionnement sur le relèvement des objectifs à 2020	Positionnement sur la feuille de route européenne à 2050
France	À définir	Accueil positif : bonne démarche, intérêt d'une vision de long terme
Allemagne	Soutien du ministère de l'Environnement	Accueil positif : mise sur l'efficacité énergétique
UK	Soutien actif du gouvernement	Favorable : discussions sur les instruments permettant d'aller vers des objectifs plus ambitieux, objectifs domestiques
Suède	Favorable	Favorable : proposition que les « milestones » deviennent des objectifs contraignants
Danemark	Favorable	Accueil positif
Espagne	Favorable: annonce à Cancun	Accueil positif
Portugal	Favorable: conditionnalité ne marche pas	Accueil positif
Belgique	Favorable	Accueil positif
Grèce	Favorable (signataire de la tribune UK)	Accueil positif
Pays-Bas	Défavorable : rester lié aux évolutions dans les négociations internationales	Souhaite garder la possibilité de réviser les jalons, souligne l'incertitude de modélisation de long terme
Autriche	Défavorable : lié aux évolutions internationales Ne tiendra pas son objectif Kyoto	
Italie	Défavorable : pénaliser la compétitivité industrielle ; lien contexte international	Souhaitait également lier le 25 % à la situation internationale
Pologne	Défavorable : risque de perte de compétitivité; influence forte du secteur électrique/charbon	Position dure ; pas de mention de chiffre pour 2020 ; souligne les incertitudes
Roumanie	Défavorable	Hostile à la mention de jalon pour 2020

Source : de Perthuis *et al.* 2011.

Dans ce paysage concernant le rehaussement des objectifs de réduction, et à l'opposé de la position polonaise, se trouve la Grande Bretagne. Lors d'une allocution en 2012, le secrétaire d'État à l'énergie et au climat (Edward Davey) a annoncé le soutien de son gouvernement en faveur du passage à -30%⁶⁸. L'Allemagne, notent de Perthuis *et al.* (2011), a une position mitigée (le ministère des finances y étant opposé). Ceci dit, en juin 2014, le ministre de l'économie (Sigmar Gabriel, social-démocrate, Président de l'SPD) a proposé un objectif contraignant en matière d'efficacité énergétique⁶⁹, position qui peut s'expliquer par l'avancée de l'Allemagne pour ce qui concerne la production de l'énergie renouvelable.

Si les pays plus volontaires en la matière mettent en avant les avantages de la transition énergétique, les hésitants se méfient des coûts que cela peut représenter pour leurs économies, coûts ressentis notamment au niveau de leur compétitivité. En effet, pour le passage à -30%, la Commission note un coût supplémentaire de 0,5% du Pib en 2020 (estimations PRIMES), soit

⁶⁸ <https://www.gov.uk/government/speeches/climate-action-in-a-distracted-world>. Consulté le 25.09.2014.

⁶⁹ <http://www.planetexperts.com/germany-wants-eu-create-binding-energy-efficiency-target-2030/>. Consulté le 25.09.2014.

environ 75 milliards d'euros (constants, 2008). Nous précisons que les estimations initiales (avant crise) pour le Paquet énergie-climat étaient de l'ordre de 0,45% du Pib par an (70 milliards euros, en 2020). Après la crise, ces coûts sont passés à 0,32% par an (48 milliards, en 2020).

Pour l'Italie il s'agit d'un coût supplémentaire de 0,44% du Pib, pour l'Autriche 0,6% et pour la Pologne 0,7% du Pib. D'autres pays ayant des coûts supplémentaires relativement importants sont la Slovaquie (0,9%), la Belgique (0,6%) ou encore l'Allemagne (0,6%). La position d'autres pays, notamment la Roumanie, ne s'explique pas, puisque le coût dans son cas est négatif (-1% du Pib). Plus récemment, la France, dans le contexte des préparatifs de la COP de 2015, semble avoir choisi son camp, penchant clairement du côté de la coalition pro-climat⁷⁰.

Au-delà de la problématique des coûts *per se*, la perception du climat est intimement liée à l'encadrement (ang. *framing*) (Berkhout *et al.* 2010). Pour les pays membres de l'UE, on peut distinguer deux manières de voir les choses : d'un côté, ceux qui croient que la croissance peut être tirée par l'économie verte et ceux qui pensent qu'il faut choisir entre croissance et environnement (*trade-off*) (Skovgaard 2014). Entre les deux, il s'agit d'une confrontation/négociation entre acteurs – *frame conflict* – (Schön et Rein 1994). Les parties prenantes dans cette négociation sont, d'un côté, les États membres, et, de l'autre, les diverses institutions au sein de la Commission même. Si le camp de ceux qui voient le côté positif de la transition est mené par la Grande Bretagne, celui des contestataires est mené incontestablement par la Pologne.

Du côté de ceux qui perçoivent les coûts d'atténuation comme une menace (la Pologne, l'Italie, la Roumanie, l'Hongrie), le raisonnement est sans ambiguïté : « *Being a country so dependent on coal, where 93% of electricity is generated from fossil fuel, we would pay a huge price, many times higher than the European average* » (interview avec un officiel supérieur dans le Gouvernement polonais, 23 mai 2011, Skovgaard 2014). Étant des pays dépendants de l'énergie fossile, bénéficiant d'une importante industrie manufacturière, une partie de l'Europe craint que les politiques d'atténuation jouent sur leur maigre avantage compétitif. Certains de ces pays ressentent encore les effets de la crise économique et de la dette, ainsi que le manque de comparabilité dans les politiques avec d'autres pays non-européens, ce qui n'encourage pas à poursuivre dans cette voie. Finalement, quelle différence cela fait de réduire leurs émissions de quelques pour cent de plus, lorsque la Chine va accroître les siennes de 50% dans les prochains vingt ans ? Il faut noter également, en faveur de cette position, l'argument largement répandu, conformément auquel l'environnement et l'économie seraient en compétition, la dépollution en général étant réputée comme une affaire coûteuse (*e.g.* Hoffman et Ventresca 1999).

Sans revenir du côté des pro-climats, rappelons simplement qu'il s'agit, en plus de la GB ou de Danemark, de la plupart des ministères de l'environnement de l'UE-15 (Allemagne, France, Suède, Espagne, Portugal, Grèce). Cela nous amène à un premier paradoxe, qui est celui de la différence de perception au sein d'un même gouvernement. C'est le cas, note Skovgaard (2014), de la France ou encore de l'Allemagne. Par exemple, pendant que le

⁷⁰ Voir par exemple <http://www.euractiv.fr/changement-climatique/la-france-monte-la-charge-sur-le-news-534167>. Consulté le 25.09.2014.

Président Sarkozy avait fortement poussé pour un engagement européen fort en 2009 (le -30%), le gouvernement qui a suivi n'a pas défini une position claire dans cette direction. Ceci dit, il est vrai que, de manière générale, les conflits entre les ministères de l'environnement et ceux de l'économie sont courants et tout aussi courant est le fait que les derniers l'emportent sur les premiers.

L'INDC européen. Le Paquet énergie-climat 2030

Le paquet énergie-climat pour 2030 constitue la base de l'INDC européen qui porte sur une réduction d'au moins 40% des émissions en 2030 par rapport à 1990. Il fut adopté en octobre 2014, faisant suite au paquet énergie-climat 2020 (adopté en 2009). Le « 3 fois 20 » (20% d'efficacité énergétique supplémentaire, 20% de renouvelables dans la consommation totale, pour une réduction des émissions de 20% en 2020 par rapport à 1990) consiste en une directive ETS, en une autre directive énergies renouvelables et en un partage de l'effort entre pays-membres sur les émissions des secteurs non-ETS. Par rapport à cette loi, le paquet énergie-climat 2030 rehausse l'ensemble de ces objectifs : réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40% (par rapport aux niveaux de 1990), porter la part des énergies renouvelables à au moins 27% et améliorer l'efficacité énergétique d'au moins 27%. Le paquet énergie-climat 2030 s'appuie sur les travaux de la Commission vers une économie à faible intensité de carbone en 2050.

Il convient de préciser que les conditions dans lesquelles se sont déroulés les travaux de la Commission ont été beaucoup plus défavorables que celles du paquet précédent : crise économique, chute du prix des quotas, hausse des prix de l'électricité (due aux tarifs de rachat pour les renouvelables, perspectives négatives pour l'investissement et la compétitivité). Cela fait que, parmi les objectifs de réduction envisagés (35%, 40% et 45%), le scénario de 35% est préféré jusqu'au dernier moment. Finalement c'est le scénario de 40% de réduction – GHG40 – avec 27% de renouvelables et 27% d'amélioration de l'efficacité énergétique qui l'a emporté.

Tableau 4.7. Paquet énergie-climat 2030, objectifs, politiques et mesures

Key policy target/initiative	Implementing measures (estimated date of legislative proposal by the European Commission)
<ul style="list-style-type: none"> At least 27% share of renewable energy in final energy consumption by 2030 	<ul style="list-style-type: none"> Renewable Energy Package/new Renewable Energy Directive (2016-2017)
<ul style="list-style-type: none"> At least 27% improvement of energy efficiency (relative to 2005) by 2030 	<ul style="list-style-type: none"> Reviews of Directives on Energy Efficiency (2016), Energy Performance of Buildings (2016), Energy Labelling and Ecodesign (2015), and Regulations on CO2 and cars/vans (2016-17)
<ul style="list-style-type: none"> 43% GHG emission reduction in ETS sectors by 2030 (from 2005), including increased linear reduction of 2.2% per year 	<ul style="list-style-type: none"> Revision of the EU ETS Directive (2015)
<ul style="list-style-type: none"> 30% GHG emission reduction in non-ETS sectors (from 2005) 	<ul style="list-style-type: none"> Legislative proposals on the Effort-Sharing Decision to allocate binding non-ETS targets to each Member State (2016)

Source : Droge et Spencer 2015.

Parmi les objectifs atteints dans le scénario GHG40, il s'agit des réductions dans les secteurs de l'ETS, 43%, et non-ETS, 30%. Précisons également que l'électricité est amenée à avoir un rôle important dans la décarbonisation du système énergétique, puisque la part de l'électricité dans la consommation finale devrait être supérieure à 36%. En même temps, le prix du quota CO₂ sur l'ETS est projeté à près de 40€/tCO₂ en 2030 (éléments non visibles sur le tableau).

Tableau 4.8. Exercices de simulation en vue de l'adoption du Paquet énergie-climat 2030 (PRIMES)

Year 2030	Ref.	GHG35/EE	GHG37	GHG40	GHG40 final	GHG40/EE	GHG40/EE/RES30	GHG45/EE/RES35
GHG reductions vs 1990	-32.4%	-35.4%	-37.0%	-40.4%	-40.5%	-40.3%	-40.7%	-45.1%
Renewables share - Overall	24.4%	25.5%	24.7%	25.5%	26.9%	26.4%	30.3%	35.4%
Energy savings	-21.0%	-24.4%	-22.9%	-24.4%	-27.1%	-29.3%	-30.1%	-33.7%
Environmental impact indicators								
GHG emissions reduction in ETS Sectors vs 2005	-36%	-37%	-38%	-42%	-43.1%	-38%	-41%	-49%
GHG emissions reduction in non-ETS Sectors vs 2005	-20%	-26%	-28%	-31%	-30.5%	-35%	-33%	-34%

Source : Modèle PRIMES, P. Capros, NTUA, journées CITEPA, 2 avril 2015.

Comme nous l'avons dit, compte tenu des conjonctures économiques au sein de l'Europe, l'adoption de l'objectif de réduction de 40% peut être considérée comme étant ambitieuse. Pour ce qui concerne les deux autres objectifs, il faut remarquer que le rythme de développement des renouvelables apparaît plutôt fort, tout comme celui de l'efficacité énergétique qui requiert des programmes de rénovation massive du bâtiment.

Du côté de la clarté et de la transparence, l'INDC de l'UE semble donner plusieurs indications concernant l'application de ses engagements. Un point demeure problématique, concernant la contribution du secteur de l'utilisation des terres. Comme le fait remarquer Teresa Ribeira, on ne connaît pas bien l'effet que peut avoir la compensation des émissions provenant d'autres secteurs sur la séquestration du carbone (actuellement 8% des émissions totales de l'UE) à venir⁷¹.

*

Nous concluons l'analyse proposée dans cette section avec deux observations. Premièrement, il s'agit de l'équilibre des positions à défendre au sein de l'Europe. Comme le remarquent Aykut et Dahan (2014), dans une Europe qui réunit des pays aux structures énergétiques et industrielles très différentes, les négociations intereuropéennes peuvent être vues comme ayant valeur de test pour les discussions multilatérales. Cela nous amène à un premier paradoxe, qui est celui de la différence de perception au sein d'un même gouvernement. C'est le cas, note Skovgaard (2014), de la France, ou encore de l'Allemagne.

A cela s'ajoutent, comme nous l'avons déjà évoqué, les conflits entre les ministères de l'environnement et ceux de l'économie. Au niveau de l'Europe, ce modèle (d'opposition) se retrouve chez les commissaires eux-mêmes, par exemple entre la DG Climat et la DG Énergie. Cependant, cela est amené à changer avec la nouvelle structure, puisque les deux fauteuils climat et énergie ont fusionné sous la direction de l'ex-ministre de l'environnement espagnol, Miguel Arias Cañete. De plus, il faut aussi prendre en compte le fait que le Président du Conseil européen est Donald Tusk (ancien premier ministre entre 2007-2014), avec une Pologne qui continue à investir massivement dans la production d'électricité à base de charbon⁷² et leader d'une coalition anti-climatique (Groupe de Visegrad), plutôt prolifique⁷³.

Mais ce qui est peut-être plus problématique, c'est le statut légal de la contribution (le Paquet climat-énergie) avec laquelle l'Europe se présente à la COP 21. Précisons que L'Union européenne se présente aux négociations de Paris sans avoir adopté ce cadre législatif, celui-ci devant être voté par les divers parlements progressivement dans les années à venir. Le Conseil européen a convenu à réexaminer ce cadre après la Conférence de Paris. Cette décision lie la contribution européenne (son INDC) au résultat des négociations de la COP 21, ce qui pourrait être problématique au cas où les efforts des autres pays s'avèrent insuffisants.

⁷¹ <http://www.euractiv.fr/sections/developpement-durable/leurope-apporte-sa-piece-au-puzzle-de-la-cooperation-internationale>. Consulté le 06.09.2015.

⁷² Il s'agit du rapport *Stronger together. Investment support and solidarity mechanisms under the EU's 2030 climate and energy framework* (2014), rédigé par CAN Europe, Greenpeace et WWF. Disponible à <http://www.climnet.org/resources/latest-publications>. Consulté le 26.09.2014.

⁷³ Voir par exemple la dernière déclaration commune : www.visegradgroup.eu/calendar/2014/joint-statement. Consulté le 09.10.2014.

4.4. Une réinterprétation des stratégies passées pour l'Europe, les États-Unis et la Chine

Dans cette dernière section nous proposons un examen des évolutions des stratégies suivies par ces pays, qui ont alimenté les politiques dont il a été question dans la section précédente. Ce passage en revue est censé fournir des éléments d'analyse par rapport à la progression des différentes préférences nationales, tendances qui risquent de se poursuivre lors de la mise en place du prochain régime climat. En cela, cette section remplit un double objectif. Il s'agit, dans un premier temps, de rendre de manière synthétique les différents facteurs qui ont façonné les politiques climatiques de nos trois pays. Dans un deuxième temps, il s'agit d'amorcer le chapitre suivant qui portera plus distinctivement sur ce que nous avons appelé le deuxième régime climat.

Comme nous l'avons indiqué, nous allons essayer de faire ressortir les points les plus saillants qui ont marqué les changements de perspective des pays que nous analysons. Sans revenir sur les éléments développés dans le premier chapitre (paradigmes et intérêts), cette partie tâche d'esquisser un tableau de l'évolution des stratégies suivies par les États-Unis, l'Europe et la Chine. En même temps, l'examen que nous proposons est censé amener des éléments supplémentaires par rapport au sujet central du chapitre (les coûts et leur perception). Ces éléments, qui concernent surtout les contextes nationaux, les processus et les institutions spécifiques, concourent à la construction du cadre coopératif et mettent en évidence les points de tension qui caractérise les relations multilatérales. Pour ces fins, nous procéderons à l'esquisse de la progression des positions défendues par chaque État, dans l'idée de dégager la dynamique des stratégies que ces pays ont pu adopter dans le cadre des tractations climat.

La trame de l'évolution des positions de ces pays est présentée à travers le tableau ci-dessous. Il s'agit d'un aperçu schématique et synthétique de l'analyse que nous proposons par la suite. Le point de départ est le début des années 1990. Nous considérons deux périodes, que nous avons appelées le premier et respectivement le deuxième régime climat, séparées par le moment Copenhague en 2009. La première étape se divise en deux phases, le moment marquant étant le retrait des États-Unis du Protocole de Kyoto.

Tableau 4.9. Positionnement des États-Unis, de l'Union européenne et de la Chine dans les tractations climatiques

	1 ^{er} Régime climat		Genèse du 2 ^{ème} Reg. Climat
	1992 - 2000	2001 - 2009	2010 - 2015
États-Unis	Convergence des positions avec le succès de Kyoto et échec à la Haye	La décennie perdue	EPA/Admin. Obama/Pol. étatiques
Europe		Défense du Protocol de Kyoto et tentation du leadership	Entre la « convalescence » et l'affaiblissement du leadership
Chine	Absente de discussions	Retour progressif (COP 13 Bali)/ Émissions CO2x3	Dépend. du charbon/Chang. de modèle écon.(croiss. à 7%)

La présentation ci-dessus, et en l'occurrence notre analyse, fait ressortir deux aspects de la gouvernance climatique. Le premier est que, plus qu'une convergence de position, la coopération climatique nécessite une convergence des intérêts, des préférences nationales (à défaut de pouvoir faire converger les structures économiques). L'absence de volonté à faire converger ces éléments pour l'Europe et les États-Unis a mené, pour aller vite, à la motion Byrd-Hagel en 1997 et, peu de temps après, à l'éloignement des États-Unis des préoccupations climatiques. Le deuxième aspect montre la diversité des situations auxquelles se confronte chacun de ces pays à la veille de la COP 21. Entre le niveau très élevé des émissions américaines et le « décollage » économique de la Chine, l'ajustement des émissions et incidemment la coopération (au sens de partage de l'effort) apparaissent plus difficiles qu'auparavant.

4.4.1. *La Chine*

Dès la fin des années 1980, la Chine établit une commission ministérielle qui vise les questions de protection de l'environnement, groupe qui se constitue avec l'aval du Conseil d'État⁷⁴. Cette commission regroupe quatre entités différentes, allant de l'Administration Météorologique et l'Agence de protection de l'environnement au Ministère des affaires étrangères et la Commission sur la technologie.

Au début des années 1990, la Chine est moins visible dans les négociations climatiques, mais elle n'est pas moins présente (Bodanski 1993 ; Damian 2010). En 1991, lors des réunions du Comité Intergouvernemental de Négociation (sous la présidence de Jean Ripert), comité qui a préparé la Convention-cadre, la position de la Chine est tranchante. Elle s'oppose à l'idée d'objectif de réduction et milite en faveur d'une convention générale sans responsabilités spécifiques pour les parties (Bjorkum 2005). La Chine s'associe rapidement avec un bon nombre de pays en développement (au sein du G77) pour créer un « front de résistance » contre des éventuels efforts à fournir. Dès le début, note Economy (1994), le pays gagne une réputation de « hard-liner » dans les affaires climatiques. La participation de la Chine (et des PED) dans les négociations climat est envisageable uniquement si cela n'entraîne pas des engagements considérables de leur part.

Les éléments essentiels défendus par la Chine concernent l'incertitude scientifique du changement climatique, la souveraineté nationale, le droit au développement, la responsabilité historique des pays industrialisés, ainsi que les questions liées aux transferts financiers et technologiques qui devraient bénéficier aux pays en développement (Hatch 2003). Durant les années 1990, la position de la Chine connaît une évolution mitigée, celle-ci ne se distinguant pas beaucoup de celle de ses partenaires de coalition. C'est à l'occasion des discussions autour du Protocole de Kyoto que l'évolution de la position chinoise devient notable. La délégation chinoise poursuit à ce moment-là deux objectifs principaux : d'un côté, il fallait continuer d'éviter des éventuels engagements et, de l'autre, il s'agissait de s'insérer dans les projets MDP (Harris et Yu 2005). Ainsi, les mécanismes de flexibilité, qui étaient considérés initialement comme une pratique injuste (notamment le mécanisme d'implémentation conjointe), sont devenus des vecteurs de croissance pour l'évolution économique du pays (Heggelund 2007). De leur côté, Aykut et Dahan (2014) expliquent la réticence initiale de la Chine pour les MDP par des raisons liées à la souveraineté, à « un réflexe traditionnellement protectionniste », ainsi qu'à un certain scepticisme envers les critères « d'additionnalité », position abandonnée rapidement lorsqu'elle réalise les bénéfices en termes de transfert de technologies bas-carbone.

À la fin des années 1990, la position de la Chine est caractérisée par Benjamin Gilman, Président de la Chambre des représentants des États-Unis (Comité des Relations internationales), comme la politique des « Trois non » : non aux obligations, non aux engagements volontaires et non aux perspectives contraignantes (Held *et al.* 2012). À partir des années 2000 et notamment à partir de la deuxième moitié de la décennie, le changement de

⁷⁴ Le Conseil d'État est l'organe exécutif suprême du gouvernement chinois.

position est évident. Pendant que la première condition est toujours d'actualité, les deux autres positions ne le sont plus.

À Bali, à la COP 13, la question centrale mise sur la table des négociateurs concerne l'après-2012 et le processus à suivre afin de mettre en place la gouvernance post Kyoto. Pendant cette conférence, la Chine se démarque par le soutien qu'elle apporte au AWG-LCA et aux NAMA (ENB 2007). La Chine accepte pour la première fois de mettre en discussion ses propres efforts d'atténuation des émissions. À l'évidence, il n'est pas question de s'engager d'une manière ou d'une autre, mais le fait d'avoir accepté l'idée d'action d'atténuation appropriée au niveau national représente une évolution importante de sa position.

Deux ans plus tard, c'est la deuxième opposition « traditionnelle », concernant l'engagement volontaire, qui change. À Copenhague, la Chine signe son premier accord volontaire, s'engageant à réduire l'intensité carbone de son PIB de l'ordre de 40% en 2020/2005. Pour le reste, lors de cette COP 15, la position de la Chine reste inchangée. Parmi les éléments les plus importants (la responsabilité historique, le droit au développement, la nature contraignante des engagements, ou encore des transferts financiers et technologiques), sa position demeure fixée sur celle du G77.

Plus récemment, en 2014, la Chine annonce la date du pic de ses émissions pour 2030 (Xinhua News Agency 2014), ainsi que la réduction de la consommation du charbon de quelques 160 millions tonne sur cinq ans (Xinhua News Agency 2015). Les engagements du pays et, par cela même, les efforts de la Chine pour atténuer ses émissions deviennent tangibles.

Bien que la position de la Chine ait connu une évolution importante ce dernier temps, il serait hasardeux de se prononcer sur le moment où le dernier « non », concernant les engagements contraignants sera levé. Par ailleurs, la question de la nature juridique de l'engagement est secondaire. En effet, ce qui importe, c'est de savoir si la date du pic peut être atteinte plus tôt ou si ses émissions annuelles peuvent atteindre des niveaux plus bas par rapport à ce qui est prévu (par exemple, passer de 10 à 6 Gt pour un scénario 450 – WEO 2014 à la même année). Si une évolution des émissions qui aboutirait à des émissions de l'ordre de 6-7t/tête⁷⁵, paraît aujourd'hui difficile à envisager, il faut néanmoins noter l'évolution politique importante de la Chine durant les dix dernières années (Zhang *et al.* 2014). Le pays est ainsi passé du « *no commitment* » à un engagement que certains auteurs qualifient comme « moyen » en termes d'ambition des efforts (Hare *et al.* 2014 ; CAT 2015).

En outre, l'évolution de la position de la Chine, telle que décrite par Zou Ji, directeur de *China's National Centre for Climate Change Strategy*, suit l'idée d'équilibre (Nan et Chun 2013). Dans un contexte dans lequel l'urbanisation et l'industrialisation du pays sont des impératifs pour le développement, explique Ji, une réduction des émissions n'est simplement pas réaliste. En se référant à la courbe de Kuznets, Ji soutient que les émissions de l'Europe et des États-Unis ne sont pas les mêmes que celles de la Chine. Pour ce qui concerne la Chine, il s'agit des émissions « nécessaires au développement » (le pays se situant actuellement du côté montant de la courbe), leur pic, comme annoncé, étant à venir (2030). Le risque, de ce point de

⁷⁵ Il s'agit d'un scénario dit « accéléré », dans lequel le taux de décarbonisation est de 4%/an et qui estime que le pic des émissions peut être obtenu en 2020.

vue, conclu Ji, est d'inverser trop vite cette tendance, parce que « *moving too quickly will actually hold back low-carbon development* ».

L'évolution de la position chinoise doit être vue à la lumière de cet équilibre : ne pas rester figé dans l'obsolescence et, en même temps, ne pas aller trop vite. Un timing différent, qui puisse s'accorder avec l'urgence climatique, semble difficile à envisager dans l'état des choses actuel.

4.4.2. *Les États-Unis*

Pour comprendre l'évolution de la position américaine dans la construction du régime climatique, il faut partir des considérations géopolitiques qui ont structuré le débat au États-Unis. Ainsi, explique l'ancien secrétaire à l'énergie américain J. Schlesinger, en 1989, le choix à faire est entre le maintien du contrôle diplomatique et militaire au Moyen-Orient et l'ajustement de la consommation énergétique. Cet ajustement du comportement énergétique doit se faire par l'émergence d'un prix carbone unique au niveau international, sans nuire à la compétitivité américaine (Hourcade 2000, 2008 ; Aykut et Dahan 2014). L'idée d'un prix carbone, qui est soutenue également par les Européens, s'impose d'autant plus que le prix du baril chute (dans la deuxième moitié des années 1980).

Lorsque se pose la question de la forme du futur traité, les US s'opposent aux Européens qui défendent l'idée d'objectifs callés sur un calendrier (*targets and timetables*), pour défendre une démarche basée sur des politiques volontaires (ce qui deviendra ensuite *pledge and review*). L'arrivée de Clinton à la Maison Blanche (1993) marque une première initiative visant la taxation de l'énergie, la *BtU tax*, qui se heurte à l'opposition du Sénat et qui entraîne « une cohabitation qui interdit toute initiative ambitieuse pour les années suivantes » (Aykut et Dahan 2014 : 179). Lors de la COP 1 à Berlin, les Américains viennent défendre une taxe coordonnée, mais, sous l'emprise de l'Allemagne qui est en faveur des limitations des émissions, ils finissent par adopter l'approche par les quotas (Hourcade 2000). Malgré ce différend avec les Européens, « une dynamique [est] cependant initiée » et le président Clinton signe le Protocole de Kyoto en dépit des coûts relativement importants que cela implique pour les États-Unis et en dépit de l'absence d'engagement des PED (Hourcade 2008).

L'idée de limitations contraignantes des émissions entraîne la conditionnalité américaine par rapport aux tendances croissantes des émissions dans les PED, position qui se solde par la fameuse résolution Byrd-Hagel en 1997. Celle-ci met en question les niveaux d'efforts entre pays AI et NAI et les dommages et impacts sur l'économie américaine. La question climatique semble impossible à dissocier de la géopolitique (ou de l'énergie) et du principe de souveraineté absolue du Congrès⁷⁶. En 2001, Bush jr. confirme l'opposition du

⁷⁶ C'est pour cela, notent Aykut et Dahan (2014), que le président Obama allait appeler sa principale loi climatique *Clean Energy and Energy Security Act* (2009).

Sénat à l'avancement pris par l'administration Clinton et annonce que les États-Unis ne ratifieront pas le Protocole de Kyoto.

En 2003 les sénateur McCain (Républicain) et Lieberman (indépendant) proposent la *Climate Stewardship Act*, qui prévoit la création d'un marché des émissions censé stabiliser les émissions américaines en 2010 au niveau des années 2000. Le vote (qui est beaucoup plus serré que celui de la résolution Byrd-Hagel et qui est finalement rejeté par le Sénat) révèle sans équivoque l'importance des intérêts charbonniers et pétroliers dans les questions climatiques (Ficher 2006). L'approche de l'Administration Bush (sur dix ans) peut être suivie à travers le caractère des lois promues et leur impact sur les émissions. Ainsi, on remarque l'accent quasi exclusif sur le développement technologique (*Energy Policy Act* en 2005, *Advanced Energy Initiative* en 2006, *Energy Independence and Security Act* en 2007) et une hausse globale des émissions de GES (tirée par le secteur électrique, les transports et, dans une moindre mesure, par l'agriculture).

L'arrivée de Barack Obama marquera un changement d'attitude, changement dont les signes apparaissent, tout de même, avant (l'ouragan Katrina fait reconnaître à Bush que le changement climatique est un « défi sérieux »⁷⁷ ; le prix Nobel de Al Gore en 2007, ou encore la proposition des sénateurs Boxer et Sanders, *Global Warming Pollution Reduction Act*, de la même année). Deux autres propositions de loi voient le jour (initiée par des démocrates), les deux finalement infructueuses (*Clean Energy and Security Act* en 2009 cité ci-dessus et *l'Américain Power Act* en 2010). Dans ce contexte (absence de consensus au plan fédéral), la lutte contre le réchauffement climatique poursuit deux autres voies : celle de la régulation et celle de l'action au niveau des États.

À partir de 2009, c'est donc l'EPA qui devient le « fer de lance » de l'administration centrale. L'EPA est appelé à mobiliser la législation en vigueur – puisque des éventuelles nouvelles lois ne peuvent pas être adoptées – pour réglementer les émissions de GES. La *Clean Air Act* des années 1970 est remise au goût du jour, action soldée par divers programmes spécifiques. Par exemple, dans le secteur des transports, on vise l'atténuation des émissions de l'ordre de 6GtCO₂ en 2025 et, plus récemment, les nouvelles règles adoptées (la *Clean Power Plan*) sont censées réduire les émissions davantage.

Au niveau national, il s'agit des deux marchés régionaux d'émissions (RGGI et WCI⁷⁸), construits autour de New York et respectivement de la Californie (État qui détient sans doute la politique climatique la plus aboutie). Bien qu'en l'occurrence la RGGI ne couvre que 20% des émissions des pays qui en font partie, il faut noter que l'ensemble des pays compte parmi le top 20 des émetteurs au niveau mondial. Pis encore, si l'on ajoute la Californie à ce groupe, alors les émissions régulées (quelques 730 mil. tonnes) sont plus importantes que celles de la Corée (Ramseur 2014).

⁷⁷ La transcription de son discours sur l'état de la nation est disponible à : <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/01/23/AR2007012301075.html>. Consulté le 21.04.2015.

⁷⁸ Regional Greenhouse Gas Initiative (<http://www.rggi.org/>) et Western Climate Initiative (<http://www.westernclimateinitiative.org/index.php>).

L'évolution de la politique américaine semble s'amorcer dans un mouvement *bottom-up*, marqué par une interaction relative entre les initiatives étatiques et l'action de l'EPA⁷⁹. Le rôle de ces initiatives vis-à-vis du Congrès est important en raison des retombées économiques suite à la mise en place de ces politiques. Ainsi, les gains dus à la mise en place du RGGI seraient non négligeables : en trois ans, il s'agit de la création de 16 000 emplois, des économies de l'ordre d'un milliards de dollars et des investissements de 1,6 mld. \$ (Hibbard *et al.* 2011).

Les gains économiques et les questions liées à l'énergie forment le socle inchangé de toute politique climatique américaine. Ces deux aspects prévalent dans toute initiative ayant trait au climat. Cela semble avoir été toujours le cas, puisque la position américaine (au niveau de la fédération) « n'a guère varié depuis un quart de siècle » (Damian 2012). Nous estimons que l'arrivée d'Obama marque juste un changement d'attitude et non pas un changement de fond. Après tout, ses promesses en matière de climat ont été vite abandonnées en faveur de son programme d'assurance maladie et, après, en faveur des lois sur l'immigration. L'ambition américaine de réduire les émissions semble reléguée aux initiatives étatiques, à la régulation directe et, pourquoi pas, aux « vertus » du gaz de schiste.

4.4.3. *L'Union européenne*

La position de départ des pays européens, position jugée volontariste, est souvent expliquée à travers des circonstances historiques⁸⁰ et un contexte institutionnel favorable (Grubb 1995 ; Hourcade *et al.* 2010 ; Edden 2011). Pour ce qui concerne le contexte institutionnel, la gouvernance climatique gravite autour de la Commission, celle-ci initiant le dialogue avec les autres instances européennes et avec les pays membres. Le cadre mis en place à la fin des années 1980 se développe suivant deux directions : l'une concerne l'énergie (sécurité d'approvisionnement, libéralisation des marchés, compétitivité) et l'autre l'environnement (suite aux préoccupations mises en avant à la Conférence de Stockholm ou au Club de Rome).

Mis à part ce cadre institutionnel naissant, Aykut et Dahan (2014) mettent en avant trois principes qui structureront l'action climatique, principes établis grâce à l'Acte unique (1987) et au traité de Maastricht (1992). Il s'agit du principe de précaution, du principe de *mainstreaming* (l'environnement est vu comme un problème trans-sectoriel), ainsi que de celui de subsidiarité (les instances supranationales prennent en charge les problèmes qui ne peuvent pas être réglés efficacement par les États). Ce sont ces principes qui façonnent, au début des années 1990, la stratégie de l'Europe. Celle-ci se décline sous forme de programmes

⁷⁹ RGGI (2014). RGGI States Welcome EPA Release of Proposed Carbon Pollution Rules for Existing Power Plants. RGGI News Releases Archive. <http://www.rggi.org/news/article?id=156>. Consulté le 22.04.2015.

⁸⁰ Il s'agit principalement du processus de la construction de l'Union, comme la signature de l'Acte unique, et de la chute du mur, événement qui s'accompagne d'une volonté des pays européens à renforcer leurs liens (Aykut et Dahan 2014).

spécifiques (e.g. SAVE, ALTENER⁸¹), le « partage du fardeau » et surtout la proposition d'une taxe mixte carbone-énergie.

La Commission avance en 1990 l'idée d'une écotaxe qui vise la limitation des émissions, l'amélioration de l'efficacité énergétique et la prise en compte des intérêts des pays plus pauvres au sein de l'Union (Hourcade 2006 ; Ringius 1997)⁸². Mais son cheminement, comme explique Hourcade (2001 :146), « allait se heurter aux arguments de souveraineté fiscale et à l'opposition des industries lourdes », ce qui fait qu'elle soit finalement abandonnée sous la pression de la France et du Royaume-Uni⁸³. L'abandon du projet deux semaines avant Rio marque la « fracture européenne » sur le dossier climatique au début des années 1990 (Hourcade 2001, 2010).

Durant les années 1990, l'Europe cherche une articulation convenable dans un contexte régional (unioniste) et international difficile. D'un côté, il s'agit de la difficile question des transferts de compétences envers les instances européennes et la réconciliation des intérêts qui découlent des mixes énergétique différents et, de l'autre côté, de la position américaine fondamentalement opposée à l'idée de taxe. Ces développements conduisent finalement les discussions en direction de la régulation par les quotas, idée qui bénéficie « de soutiens intellectuels, [...] d'ONG écologistes, [...] de scientifiques [...], de diplomates [...] et d'hommes politiques heureux de ne plus avoir à prononcer le mot taxe (Hourcade *et al.* 2010 : 25). Le calendrier européen vise alors à ramener les émissions en 2000 au niveau de 1990.

Lors de la COP 1 de Berlin, en 1995, les Allemands, s'appuyant sur les réductions fortes dues à la restructuration à l'Est, proposent la réduction de leurs émissions de 25% en 2010/1990, pendant que les Anglais tablent sur une baisse de 20 % de leurs émissions (grâce au passage au gaz de leur système électrique). Cela fait possible le Mandat de Berlin qui stipule la nécessité de mettre en place des « politiques et mesures », des quotas de réduction des émissions, ainsi qu'une date très proche (1997) pour l'adoption d'un protocole (UNFCCC 1995). Avant Kyoto, les discussions n'évoluent pas⁸⁴, la seule avancée notable est la référence au 2°C et l'objectif de 550 ppm de concentration des gaz à ne pas dépasser (Cointe *et al.* 2011). Entre Berlin et Kyoto, l'Europe est divisée, puisque chaque État développe « des discours à vocation interne et les projet[ent] simplement en externe sans s'inquiéter de possibles contresens » (Hourcade 2002 : 8).

La solution viendra de la présidence hollandaise, qui propose une « stratégie de négociation astucieuse » basée sur le partage des émissions selon les caractéristiques sectorielles (Michaelowa et Betz 2001). La proposition relance les discussions au sein de l'Europe et une position commune est finalement arrêtée pour la COP 3 de Kyoto, qui retiendra finalement l'objectif de -8%. Cela marquera le début du leadership européen, qui

⁸¹ SAVE pour Specific Actions for Vigorous Efficiency et ALTENER pour Alternative Energy Program of the European Union.

⁸² L'écotaxe fut introduite et soutenue par Carlo Ripa di Meana (commissaire de l'environnement).

⁸³ L'abandon de la taxe est favorisé également par les démarches du gouvernement Kohl qui négocie avec ses constructeurs automobiles l'abandon du projet en échange des engagements volontaires.

⁸⁴ Une dernière proposition de la Commission de partager une réduction de 10% n'aboutit pas (Ringius 1999 ; Michaelowa et Betz 2001).

montre la compatibilité entre engagements au niveau national et au niveau européen, engagements basés sur le principe de différenciation (Ringius 1999 ; Grubb et Gupta 2000).

Le leadership européen apparaît plus clairement en 2001, à La Haye, lorsque les Américains se retirent du Protocole de Kyoto et l'Europe est « catapultée » dans la position de leader (Egenhofer 2010)⁸⁵. Entre La Haye (2000) et Marakesh (2001), le leadership européen connaît un « succès symbolique » sur fond d'« échec environnemental » (Hourcade 2002)⁸⁶. Ce qui particularise ce leadership, comme l'expliquent Jordan *et al.* (2012), vient du paradoxe de la gouvernance à plusieurs niveaux (concept dérivé du concept de *multi-level reinforcement* développé par Schreurs et Tiberghien 2007). Celui-ci émanerait aussi bien du côté des institutions européennes, que du côté de ses membres (les États plus « verts »). Ainsi, le leadership de l'Europe ne résiderait pas dans un point central mais dans un cercle plus large, une coalition d'intérêts qui s'étale sur plusieurs niveaux décisionnels.

L'évolution la plus marquante dans la position de l'Europe consiste précisément en sa manière à rendre possible la cohésion de ses différents acteurs, dont une des conséquences consiste en l'éviction des situations de blocage (qui caractérise par exemple la politique américaine). Si dans les années 1990 l'Europe passe son temps « [à] négoci[er] avec soi-même » (Haug et Berkhout 2010 : 26), après les années 2000 elle essaie d'acquérir une position commune, étant motivée par le « besoin ressenti pour défendre le Protocole de Kyoto après la rétraction des US en 2001 » (Jordan *et al.* 2012 : 49)⁸⁷. Cela devient d'autant plus évident après 2005, lorsque l'Europe opérationnalise son marché carbone et commence la préparation de son paquet énergie-climat qu'elle adoptera en 2008.

Cette dynamique positive est profondément marquée par le « tournant » pris à Copenhague, qui a un effet de « révélateur » des réalités intra et extra européennes (Aykut et Dahan 2014). Plus qu'un échec de stratégie politique, Copenhague peut être vu comme une « crise d'identité » de l'Europe (Haug et Berkhout 2010). Malgré les efforts développés afin de réussir à parler d'une seule voix (*e.g.* établissement du système « *issue leaders* » et « *lead negotiators* » ; van Schaik 2010), à Copenhague les États membres semblent avoir gardé la main sur le processus de négociation (Jordan *et al.* 2012)⁸⁸.

À l'évidence, l'Europe ressort de Copenhague avec une position bien différente de celle qu'elle avait adoptée précédemment. Poursuivre uniquement un leadership par l'exemple

⁸⁵ Pour Hourcade (2001), l'Europe n'est qu'un « leader inachevé », du moins vis-à-vis des PED, car elle ne réussit pas à intégrer la question climatique dans un contexte plus large, lié au développement.

⁸⁶ Un des éléments qui témoignent le plus de la volonté européenne d'assumer un rôle dirigeant dans le débat climatique vient de la mise en place de son marché carbone. En effet, comme le remarquent Aykut et Dahan (2014), celui-ci, lorsque introduit par le Protocole de Kyoto, n'était pas censé réguler les politiques climatiques au sein des pays développés. L'usage prévu initialement visait plutôt les questions liées à la flexibilité des engagements. La mise en place du marché a transformé l'Europe en plateforme d'essai pour les instruments économiques, position qui lui confère une visibilité dans le débat politique et dans le monde académique (VoB 2007).

⁸⁷ De plus, une position unitaire augmenterait sa capacité de négociation à l'international et l'aiderait à renforcer l'ambition de ses propres politiques climatiques.

⁸⁸ Comme l'a remarqué la commissaire Hedegaard à l'époque « China, India, Russia the US and Japan each spoke with one voice while Europe spoke with many different voices [...] Sometimes we're almost unable to negotiate because we spend so much time talking to each other [...]. A lot of Europeans in the room is not a problem, but there is only an advantage if we sing from the same hymn sheet » (ENDS Europe 2010).

(*directional leadership*, pour reprendre la terminologie de Gupta et Ringius 2001) ne semble pas être, à elle seule, une stratégie adéquate. La direction choisie par l'Europe après 2009 a l'air, dans la vision de Haug et Berkhout (2010), de se rapprocher plus d'un « leadership normatif ». Après avoir intégré le résultat Copenhague, l'Europe essaie de faire avancer les divers dossiers techniques de l'agenda climat (*e.g.* financement, REDD+, technologies, marchés carbone). Cela étant, reste à voir si ce nouveau leadership européen sera suffisamment inclusif pour « ne pas séparer l'affaire climatique des autres enjeux du XX^e siècle : réduction de la pauvreté, tensions énergétiques et alimentaires et [...] sécurité mondiale », inclusion qui, expliquent Hourcade *et al.* (2010 : 32), constitue la clef d'un processus politique acceptable.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons traité la question de la gouvernance climatique et de la perception politique des coûts d'atténuation et d'adaptation. Il s'agit, pour chacun de ces éléments, de réalités « intangibles », mais ayant des conséquences effectives. L'idée que nous avons suivie s'inspire du concret des discussions climatiques, notamment autour des moments clés de la négociation. Ces discussions et les décisions qui en ont découlé ont des conséquences importantes du point de vue économique, social et politique. En outre, ces développements informent sur la manière dont on préconise la mise en place des outils économiques et les relations qui s'établissent entre les divers acteurs qui se croisent au sein du climat.

Nous avons soutenu, dans la première partie du chapitre, que les rapports de puissance ne peuvent être évincés des discussions climatiques. Ce fut ainsi depuis le début des discussions autour de la CCNUCC et, à l'évidence, cela n'a pas changé jusqu'à la signature des accords de Copenhague-Cancun. La thèse que nous avons défendue s'appuie sur l'observation que le processus de négociation climatique a suivi plusieurs cycles et que chacune de ces *itérations* fut dominée par des acteurs reconnus en tant que grandes puissances et, inévitablement, gros émetteurs de CO₂. L'idée que certains pays sont plus pertinents que d'autres a fait émerger les tractations en marge du forum onusien, favorisant des voies alternatives, telles que la gouvernance informelle. Étant donnée la répartition des contributions aux émissions mondiales, il apparaît comme impossible pour un seul pays d'assurer la stabilisation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère. C'est dans ce contexte que nous avons analysé la question de la coopération. Il s'agit, pour ce qui concerne notre thèse, d'une coopération tripartite, étudiée à l'aide de la théorie du k-groupe de Duncan Snidal.

Nous avons montré que, selon le modèle de Snidal (1985), une configuration entre deux de nos acteurs (*a minima* ou initiale) est nécessaire, afin d'assurer la constitution d'un *k3-climat* et amorcer ainsi un processus de coopération qui puisse mener à une stabilisation durable des émissions. Nous pouvons raisonnablement estimer que le leader de ce groupe est l'Europe et que la formation d'un *k3-climat* peut être envisagée à partir de cette hypothèse. À ce propos, les annonces préalables à la COP de Paris ont confirmé récemment la volonté de

l'Europe d'aller de l'avant. Nous avons insisté sur le rôle du leadership européen et sur l'importance de la relation Europe-Chine, qui devrait, théoriquement parlant, prévaloir dans ce G3. Pour être clairs, il ne s'agit pas d'abandonner la coopération (de principe) avec les US, mais de mettre en place une collaboration effective – portant sur des résultats – avec la Chine⁸⁹.

Faire preuve de leadership, compte tenu de l'approche « *interest-based* » de la Chine (Rong 2010), supposerait que l'Europe s'intéresse davantage aux intérêts, préférences et positions défendus par ce pays. Pour l'instant (voir le dernier différend sur la taxe carbone sur l'aviation ; Men 2014), l'Europe ne semble pas très sensible aux demandes chinoises. Bien que l'Europe ne soit pas en compétition avec les États-Unis, la question qui demeure est de savoir comment les deux pays peuvent se *cointéresser* quant à leurs visions et, plus précisément, quant aux mécanismes nécessaires à la gouvernance climatique. Ainsi, il y a plusieurs domaines dans lesquels l'Europe peut cointéresser la Chine, domaines dans lesquels peu d'États font mieux, notamment l'adaptation⁹⁰ (et, question non traitée dans ce chapitre, les instruments de marché). L'adaptation apparaît comme un des points les plus prometteurs à même de catalyser la relation UE-Chine. Les démarches de la Commission peuvent constituer de bons exemples d'action institutionnelle dans ce domaine.

La deuxième partie de ce chapitre fut consacrée aux bouleversements qu'amène l'adaptation. Deux questions furent abordées, celle de la perception de l'adaptation et celle de la vulnérabilité socioéconomique. Cette double question renvoie à une logique d'« anneau de Moebius », voire de hiérarchie enchevêtrée, pour reprendre Godard (1997), dans laquelle en suivant la vulnérabilité on retombe sur les coûts d'adaptation et vice-versa. Cette interdépendance n'est pas appréhendée à l'identique par les acteurs pour de nombreuses raisons. On pourrait dire que les États projettent le monde et se projettent eux-mêmes, à plus ou moins long terme, de manière différente.

Ce qui est valable pour les trois pays c'est que la perception des coûts d'adaptation est beaucoup moins présente dans leurs préoccupations que celle de l'atténuation. Pour la Chine, la meilleure façon d'y faire face semble être encore une fois le développement, pendant qu'aux États-Unis il s'agirait plutôt d'un laisser pour compte, où chaque État agit en fonction de ses intérêts et de ses dotations, notamment énergétiques. À ce jour, c'est l'Europe qui semble avoir la démarche la plus aboutie, engageant des procédures d'évaluation d'impact au niveau de l'Union et essayant de centraliser les diverses actions inégalement implémentées au niveau de ses membres.

⁸⁹ Il convient de rappeler que les initiatives de coopération de l'UE avec la Chine se résument à une quinzaine de *grants*, ainsi que plusieurs programmes de coopération civique ou visant les bonnes pratiques. La relation entre la Chine et l'US est beaucoup plus concrète. Lors de la dernière réunion, les deux partenaires conclurent des accords dans cinq domaines précis, dont les *Smart grids*, le CCS, l'efficacité dans l'industrie ou encore la régulation des HFC.

⁹⁰ Au titre des contributions *fast track finance* (2010-2012), l'Europe a déboursé près de 10 milliards de dollars, soit un tiers de ce qui fut généralement promis par les pays riches (30 milliards \$), dont 30% furent dédiés à l'adaptation. À titre de comparaison, les États-Unis ont contribué à hauteur de 7,5 milliards \$. Par ailleurs, au titre des contributions au *Green Climate Fund*, sur les 50 millions de dollars déposés, les pays de l'UE ont contribué à hauteur de deux tiers, alors que les US n'ont fait aucune donation. Voir <http://www.climatefundsupdate.org/listing/green-climate-fund>. Consulté le 16.10.2014.

Nous avons également construit un indicateur qui interroge la capacité de résilience et la vulnérabilité des pays. L'idée de cette analyse était de pallier le peu d'informations qu'on avait pour ce qui concerne la perception de l'adaptation traitée précédemment. Nous avons essayé de faire émerger, compte tenu de ces informations, la position des pays et leur éventuelle participation à un régime climat. Nous avons conclu qu'en l'absence d'une incitation ou d'une compensation de l'intérêt à agir, dans un scénario au fil de l'eau, il est difficile de croire qu'il y aura un régime climatique fort à moyen terme.

De manière globale, nous estimons que la perception actuelle de la vulnérabilité et des coûts de l'adaptation ne laisse pas entrevoir un changement qui puisse modifier le *statu quo* de la coopération climatique. Pourtant, comme le remarquent Susanne Altvater *et al.* (2011), la plupart des scénarios de l'adaptation souffrent pour être « trop plausibles », les effets de discontinuité (évolutions extrêmes avec un impact important et probabilité faible, à la Weitzman) étant systématiquement exclus des analyses. L'analyse des positions de nos trois acteurs dénote un arbitrage en faveur de l'action différée et non pas immédiate.

Dans la troisième partie du chapitre nous avons analysé les perceptions des coûts d'atténuation par nos acteurs, la Chine, les États-Unis et l'Union européenne. Nous avons conclu sur l'impératif de développement mis en avant par la Chine, objectif qui domine les politiques climatiques. Si la menace liée à l'impact climatique est perçue comme étant importante, le risque lié au retard du développement l'est encore plus. D'un point de vue normatif, la question que pourrait se poser l'Europe est de savoir comment elle peut répondre à ces craintes. En ce sens, nous faisons remarquer que les USA semblent avoir mieux compris les préoccupations de la Chine, leurs réponses pragmatiques s'avérant plus satisfaisantes pour le gouvernement de Pékin. Dans le cas des États-Unis, nous avons montré l'importance que le Congrès accorde aux implications économiques et géopolitiques des politiques climatiques.

Pour ce qui concerne l'UE, nous avons mis l'accent sur les *trade-off* entre ceux qui croient que la croissance peut être tirée par l'économie verte et ceux qui s'y opposent. Du point de vue des États, la Grande Bretagne et la Pologne illustrent bien cette dichotomie. Nous avons fait remarquer que ce conflit se trouve au sein même de la Commission, entre les différentes DG. Ceci dit, il paraît simpliste de voir ces tractations comme une opposition entre deux camps, le cadre institutionnel européen étant bien plus complexe que cela. À l'international, la position de la Pologne peut être vue comme un levier d'action dans l'arène onusienne. Tout comme le Congrès américain, l'UE peut invoquer la difficulté à rehausser ses objectifs en l'absence de contreparties. Par ailleurs, il nous semble que bon nombre de ministres d'économie (au-delà du groupe de Visegrad) ne sont pas mécontents du fait qu'il y ait un pays comme la Pologne qui tempère l'ambition européenne.

Enfin, la dernière partie de ce chapitre passe en revue l'évolution des stratégies passées de nos trois acteurs. Le bilan de cette analyse vient renforcer la thèse du binôme UE – Chine comme point de départ du k3-climat. En effet, ces deux pays, à la différence des États-Unis, montrent une ouverture relative par rapport aux changements que connaît la gouvernance climatique. La Chine s'avère un pays pragmatique, prêt à intégrer les nouvelles données, lorsque cela ne vient pas heurter ses objectifs fondamentaux. De son côté, l'Europe, malgré la rigidité de ses ambitions, semble plus flexible, surtout après l'épisode Copenhague. Enfin, les deux pays partagent désormais un socle commun (les marchés de carbone et les technologies renouvelables), sur lequel ils peuvent assoir solidement leur coopération. Or, ces points

communs peuvent être fructifiés davantage dans une logique bilatérale, à l'instar des efforts récents menés par la commissaire aux affaires étrangères Mogherini auprès de son homologue chinois Wang Yi.

Bibliographie du Chapitre 4

Abbas M. (2005). De Doha à Cancun. Analyse de la crise du multilatéralisme commercial et de l'Organisation mondiale du commerce. *Annuaire Français des Relations Internationales*, VI, pp. 880-900.

AEE Rapport (2014). *National Adaptation Policy Processes in European Countries – 2014*. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

Afionis S. (2011). The European Union as a Negotiator in the International Climate Change Regime. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 11 (4), pp. 341–360.

Aglietta M. et Bai G. (2014). Chine : stratégie pour une « société harmonieuse » [en ligne]. Le Blog du CEPII, Billet du 12 juin 2014. <http://www.cepii.fr/BLOG/bi/post.asp?IDcommuniqué=315>. Consulté le 08.10.2014.

Alesina A., Spolaore E., Wacziarg R. (2000). Economic Integration and Political Disintegration. *American Economic Review*, 90 (5), pp. 1276-1296.

American Chemistry Council (ACC) (2012). *Shale Gas, Competitiveness and New U.S. Investment: A Case Study of Eight Manufacturing Industries*. ACC Economics & Statistics.

Angang B.H., Linlin H., Zhixiao C. (2003). *China's Economic Growth and Poverty Reduction (1978-2002)*. IMF Working Paper presented at A Tale of Two Giants: India's and China's Experience with Reform and Growth Conference, New Delhi.

Annual Energy Outlook (2014). Washington, U.S. Energy Information Administration.

Antholis W.J. (2014). *Climate Change and the Big Four: India, China, the European Union, and the United States* [en ligne]. Brookings Institutions. <http://www.brookings.edu/blogs/planetpolicy/posts/2014/07/22-climate-change-big-four-antholis>. Consulté le 22.09.2014.

Asselt van H., Berghuis J., Biermann F., Cornelisse C., Haug C., Gupta J. Massey E. (2008). *Exploring the Socio-Political Dimensions of Climate Change Mitigation. Analysis of Post-2012 Perceptions of China, India, South Africa, Brazil, Russia, Mexico and the United States*. Report W-08/18. The Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL).

Aykut S.C. et Dahan A. (2014). *Gouverner le climat ? 20 ans de négociations internationales*. Paris, Presses de Sciences Po.

Barrett S. (1999). A Theory of Full International Cooperation. *Journal of Theoretical Politics*, 11 (4), pp. 519–541.

Berkhout F., Haug C., Rayner T., Van Asselt H., Hildingsson R., Huitema D., Jordan A., Monni S., Stripple J. (2010). How do Climate Policies Work ? Confronting Governance Dilemmas in the European Union. In M. Hulme, H. Neufeldt (éds.), *Making Climate Change*

Work for Us : European Perspectives on Adaptation and Mitigation Strategies. Cambridge University Press.

Bianco N.M., Litz F.T., Igusky Meek K., Gasper R. (2013). *Can the U.S. Get There from Here? Using Existing Federal Laws and State Action to Reduce Greenhouse Gas Emissions*. Washington, WRI Report.

Bissiriou G. et Kern F. (2005). L'éducation comme bien public mondial est-elle compatible avec l'Accord général sur le commerce des services? *Mondes en Développement*, 33 (132).

Bjorkum I. (2005). *China in the International Politics of Climate Change: A Foreign Policy Analysis*. Report 12/2005, Lysaker, Fridtjof Nansen Institute.

Bodansky D. (1993). *The United Nations Framework Convention on Climate Change: A Commentary*. Yale Journal of International Law, 18.

Bodansky D. (2009). *Climate Change: Top 10 Precepts for U.S. Foreign Policy*. U.S. Global Leadership: An Initiative of the Climate Policy Program at RFF. Issue Brief no. 09-01, RFF.

Bodansky D. (2011). *A Tale of Two Architectures: The Once and Future U.N. Climate Change Regime* [en ligne]. <http://ssrn.com/abstract=1773865>. Consulté le 08.10.2014.

Brenton A. (2013). Great Powers in climate politics. *Climate Policy*, 13 (5), pp. 541-546.

C2ES (2015). *Achieving the United States' Intended Nationaly Determined Contribution* [en ligne]. Center for Climate Energy Solutions, Arlington. <http://www.c2es.org/docUploads/achieving-us-indc.pdf>. Consulté le 06.09.2015.

CAN Europe, Greenpeace et WWF (2014). *Stronger together. Investment Support and Solidarity Mechanisms under the EU's 2030 Climate and Energy Framework*. Report, September 2014.

CAS (2010). *Copenhague ou la nouvelle donne climatique internationale*. Note de Veille no. 162, Paris, Centre d'analyse stratégique.

CAT (2015). *China Policy Update* [en ligne]. <http://climateactiontracker.org/countries/china.html>. Consulté le 20.04.2014.

Clark W.C., Crutzen P.J., Schellnhuber H.J. (2005). *Science for Global Sustainability: Toward a New Paradigm*. CID Working Paper no. 120. Harvard University, Science, Environment and Development Group, Center for International Development.

Cohen-Tanugi D. (2010). *Putting it into Perspective: China's Carbon Intensity Target*. NRDC White Paper, October 2010.

Cointe B., Ravon P.A., Guérin E (2011). *2°C: the history of a policy-science nexus*. Working paper, 19/11 December 2011, Paris, IDDRI.

Council of the European Union (2007). *Presidency conclusions of the Brussels European Council*. Brussels, 8-9 March.

Criqui P. et Ilasca C. (2010). Les engagements pris à Copenhague et la question de la comparabilité des efforts. *Responsabilité & Environnement*, 59, pp. 48-55.

Cristoff P. (2006). Post-Kyoto? Post-Bush? Towards an Effective 'Climate Coalition of The Willing'. *International Affairs*, 82 (5), pp. 831-860.

- Dahan A., Aykut S., Buffet C., Viard-Crétat A. (2010). *Les leçons politiques de Copenhague. Faut-il repenser le régime climatique ?* Rapport de Recherche, Koyré Climate Series no. 2, Centre Alexandre Koyré.
- Damian M (2010). Le prix international du carbone sera-t-il un jour par la Chine ? *Économie Appliquée*, LXIII (2), Presses de l'ISMEA.
- Damian M (2012). *Repenser l'économie du changement climatique*. Cahier de recherche no. 10/2012. EDDEN-LEPII.
- Dinda S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49 (4), pp. 431–455.
- Dröge S., Spencer T. (leading authors), Deprez A., Gallagher L., Gradziuk A., Marcu A., Oberthür S., Sartor O., Waisman H., Wyns T. (contributing authors) (2015). *The EU's INDC and its contribution to a successful deal in Paris 2015*. Working Paper FG 8, SWP Berlin.
- Dunlap R.E., McCright A.M. (2008). A Widening Gap: Republican and Democratic Views on Climate Change. *Environment Magazine*, September/October.
- Dunlap R.E., McCright A.M. (2011). Organized Climate Change Denial. In J.S. Dryzek, R.B. Norgaard, D. Schlosberg (éds.), *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*. Oxford University Press, pp. 144-160.
- Economy E. (1994). *Negotiating the Terrain of Global Climate Change Policy in the Soviet Union and China: Linking International and Domestic Decision-making Pathways*. Thèse, University of Michigan.
- EDDEN (2011). *Géopolitique du carbone : une analyse des déterminants nationaux des politiques climatiques et de la négociation internationale*. Rapport de recherche. Grenoble EDDEN, UPMF.
- Edenhofer O., Knopf B., Barker T., Baumstark L., Bellevrat E., Château B., Criqui P., Isaac M., Kitous A., Kypreos S., Leimbach M., Lessmann K., Magne B., Scricciu, S., Turton H., van Vuuren D. (2010). The Economics of Low Stabilization: Model Comparison of Mitigation Strategies and Costs. *Energy Journal*, 31, pp. 11–48.
- EEA Report no.10 (2013). *Trends and Projections in Europe 2013. Tracking Progress Towards Europe's Climate and Energy Targets until 2020*. European Environment Agency.
- Egenhofer C. et Georgiev A. (2009). *The Copenhagen Accord. A first stab at deciphering the implications for the EU* [en ligne]. CEPS Commentaries. <http://www.ceps.eu>. Consulté le 08.10.2014.
- Egenhofer C. (2010). *The EU Approach for Coping with Global Environmental and Energy Challenges*. Paper presented at the Conference Lessons from Europe. Climate Change Policy & the European Experience. Ruttgers Center for European Studies and Ruttgers School of Arts and Sciences.
- Eisenack K., Moser S.C., Hoffmann E., Klein R.J.T., Oberlack C., Pechan A., Rotter M., Termeer C.J.A.M. (2014). Explaining and Overcoming Barriers to Climate Change Adaptation. *Nature Climate Change*, 4, pp. 867–872.
- ENB (2007). *Summary of COP 13*. Earth Negotiations Bulletin, 12 (354).

- ENDS (2010). EU May Set National Targets in Climate Accord. *ENDS Europe*, 15 January 2010.
- Erda L., Yinlong X., Shaohong W., Hui J., Shiming M. (2007). Synopsis of China National Climate Change Assessment Report (II): Climate Change Impacts and Adaptation. *Advances in climate change research*, 3 (6), pp. 1673-1719.
- Executive Office of the President (2013). *The President's Climate Action Plan*. Washington, The White House.
- Falkner R. (2009). *Business Power and Conflict in International Environmental Politics*. Basingstoke, Palgrave Macmillan.
- Falkner R. (éd.) (2013). *The Handbook of Global Climate and Environment Policy*. Chichester, UK, Wiley-Blackwell.
- Finnemore M. et Sikkink K. (1998). International Norm Dynamics and Political Change. *International Organization*, 52 (4), pp. 887-917.
- Fisher D.R. (2006). *Bringing the Material Back in: US Responses to the Global Climate Change Regime*. Idées pour le débat 6/2006, IDDRI.
- Franzen A. et Vogl D. (2013). Two Decades of Measuring Environmental Attitudes: A Comparative Analysis of 33 Countries. *Global Environmental Change*, 23 (5), pp. 1001–1008.
- Garraud P. (1990). Politiques nationales : l'élaboration de l'agenda. *L'Année sociologique*, 40, pp. 17-41.
- Gilens M. et Page B.I. (2014). Testing Theories of American Politics: Elites, Interest Groups, and Average Citizens [en ligne]. Forthcoming in *Perspectives on Politics*, Fall, 2014. <https://www.princeton.edu/~mgilens/Gilens%20homepage%20materials/Gilens%20and%20Page/Gilens%20and%20Page%202014-Testing%20Theories%203-7-14.pdf>. Consulté le 29.09.2014.
- Godard O. (1997). Le concept d'environnement, une hiérarchie enchevêtrée. In C. Larrère, R. Larrère (éds.), *La crise environnementale*. Paris, INRA Éditions.
- Grubb M. (1995). European Climate Change Policy in a Global Context. In H. O le Bergesen, G. Parmann, O.B. Thommessen (éds.), *Green Globe Yearbook of International Cooperation on Environment and Development*. Oxford University Press, pp. 41–50.
- Guerin E. (2010). La coopération internationale sur le climat après Copenhague. *Études*, 4/2010 (Tome 412), pp. 473-484.
- Guerin E. et Wang X. (2012). *Mitigation Targets and Actions in China Up To 2020: Progress Towards The 2020 Carbon Intensity Target, Allocation of Provincial Targets, Design of Carbon Market Pilots, and Links with Broader Socio Economic Objectives*. Working Paper, no. 01/12, IDDRI.
- Gupta J. et Grubb M. (éds.) (2000). *Climate Change and European Leadership: A Sustainable Role for Europe?* Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Gupta J. et Ringius L. (2001). The EU's Climate Leadership: Reconciling Ambition and Reality. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 1, pp. 281–299.

- Hale T. (2011). A Climate Coalition of the Willing. *The Washington Quarterly*, 34 (1), pp. 89-101.
- Hallding K., Han G., Olsson M. (2009). *A Balancing Act: China's Role in Climate Change*. Stockholm. The Commission on Sustainable Development.
- Hardin G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, New Series, 162 (3859), pp. 1243-1248.
- Hare B., Rocha M., Schaeffer M., Sferra F., Baxter C., Aboumahboub T. (2014). *China, US and EU post-2020 plans reduce projected warming*. Climate Action Tracker policy brief.
- Harris P.G., Yu H. (2005). Environmental Change and the Asia Pacific: China Responds to Global Warming' in Global Change. *Peace and Security*, 17 (1).
- Hatch M.T. (2003). Chinese Politics, Energy Policy, and the International Climate Change Negotiations. In P.G. Harris (éd.) *Global Warming and East Asia: the Domestic and International Politics of Climate Change*. London and New York: Routledge.
- Haug C. et Berkhout F. (2010). Learning the Hard Way: European Climate Policy after Copenhagen. *Environment* 52 (3), pp. 20–27.
- Haug C. et Jordan A. (2010). Burden Sharing: Distributing Burdens or Sharing Efforts? In A. Jordan, D. Huitema, H. Van Asselt, T. Rayner, F. Berkhout (éds.), *Climate Change Policy in the European Union - Confronting the Dilemmas of Mitigation and Adaptation?* Cambridge University Press.
- He X. et Jeffery M.I. (2012). Going Beyond Mitigation: The Urgent Need to Include Adaptation Measures to Combat Climate Change in China. *Adelaide Law Review*, 33 (1), pp. 79–101.
- Hecht A.D. et Tirpak D. (1995). Framework Convention on Climate Change: A Scientific and Policy History. *Climatic Change*, 29, pp. 371-402.
- Heggelund G. (2007). China's Climate Change Policy: Domestic and International Developments. *Asian Perspective*, 31 (2).
- Held D., McGrew A.G., Goldblatt D., Perraton J. (1999). *Global Transformations. Politics, Economics and Culture*. Stanford University Press.
- Held D., Nag E.-M., Roger C. (2012). *The Governance of Climate Change in Developing Countries. A Report on International and Domestic Climate Change Politics in China, Brazil, Ethiopia and Tuvalu*. Collection A savoir, Agence Française de Développement.
- Hibbard P.J., Tierney S.F., Okie A.M., Darling P.G. (2011). *The Economic Impacts of the Regional Greenhouse Gas Initiative on Ten Northeast and Mid-Atlantic States. Review of the Use of RGGI Auction Proceeds from the First Three-Year Compliance Period*. Boston, Analysis Group.
- Hoffman A.J. et Ventresca M.J. (1999). The institutional Framing of Policy Debates: Economics Versus the Environment. *American Behavioural Scientist*, 42 (8), pp. 1368–1392.
- Hourcade J.-C. (2000). Le climat du futur au risque de la négociation internationale. *Le Débat*, Paris, Gallimard.

- Hourcade J.-C. (2001). Dans le labyrinthe de verre. La négociation sur l'effet de serre. *Critique Internationale*, no. 15, pp. 143 – 158.
- Hourcade J.-C. (2002). De la Haye à Marrakech : entre succès symbolique et échec environnemental ? *Annales des Mines*, février 2002, pp. 51 – 55.
- Hourcade J.-C. (2006). *L'expertise face à la crise politique. Leçons de quinze ans de négociation sur la gestion du climat*. CIRED, Notes et arguments/ Policy Notes 01/2006.
- Hourcade J.-C. (2008). Enjeux géopolitiques du développement durable. *Études*, 408 (2).
- Hourcade J.-C. (2009). Dénouer le nœud gordien climat-développement ? *Constructif*, no. 23 : Changement climatique et développement durable.
- Hourcade J.-C., Le Treut H., Tubiana L. (2010). L'affaire climatique, au-delà des contes et légendes. *Projet*, 2010/3 no. 316, CERAS, pp. 19-33.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Fourth Assessment Report, Synthesis Report*. Cambridge, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jacquet P., Pisani-Ferry J., Tubiana L., (2002). *Gouvernance Mondiale. Rapport de synthèse*. Conseil d'analyse économique, Paris, La documentation française.
- Jordan A., Huitema D., Van Asselt H., Rayner T., Berkhout F (2012). Understanding the paradoxes of Multi-level Governing: Climate Change Policy in the European Union. *Global Environmental Politics*, 12 (2).
- Jordan A., Huitema D., Van Asselt H., Rayner T., Berkhout F (éds.). (2010). *Climate Change Policy in the European Union - Confronting the Dilemmas of Mitigation and Adaptation?* Cambridge University Press.
- Jordan A., Rayner T. (2010). Adapting to a Changing Climate: an Emerging European Union Policy? In A. Jordan, D. Huitema, H. Van Asselt, T. Rayner, F. Berkhout (éds.), *Climate Change Policy in the European Union - Confronting the Dilemmas of Mitigation and Adaptation?* Cambridge University Press.
- Kaul I. (2010). The G-20: Where to Next? *G-20 UPDATE*, October 2010. Berlin, Heinrich Böll Stiftung.
- Kaul I., Grunberg I., Stern M.A. (dir.) (2003). *Les biens publics mondiaux : La coopération internationale au XXIe siècle*. Paris, Economica.
- Kébabdjian G. (1999). *Les théories de l'Économie politique internationale*. Paris, Seuil.
- Kelley J.R. (2012). *The Agenda-Setting Power of Epistemic Communities in Public Diplomacy* [en ligne]. Paper delivered at the International Studies Association Annual Conference, San Diego, April 2012. <http://files.isanet.org/ConferenceArchive/70fc6659097b4731b3b0bfc11da89347.pdf>. Consulté le 08.10.2014.
- Keohane R.O. et Nye J.S. (1971). *Transnational Relations and World Politics*. Harvard University Press.
- Keohane R.O. (1984). *After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy*. Princeton University Press.

- Keohane R.O. et Victor D.G. (2010). *The Regime Complex for Climate Change*. Discussion Paper 10-33, Harvard Project on International Climate Agreements.
- Klein R.J.T., Huq S., Denton F., Downing T.E., Richels R.G., Robinson J.B., Toth F.L. (2007). Inter-relationships between adaptation and mitigation. In M.L. Parry *et al.* (éds.) *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability*. WGII, IPCC 2007, Cambridge University Press.
- Leiserowitz A., Maibach E., Roser-Renouf C., Feinberg G., Howe P. (2012). *Climate Change in the American Mind: Americans' Global Warming Beliefs and Attitudes in September, 2012* [en ligne]. Yale University and George Mason University. New Haven, Yale Project on Climate Change. <http://environment.yale.edu/climate/files/Climate-Beliefs-September-2012.pdf>. Consulté le 06.03.2014.
- Lepeltier S. (2004). *Rapport d'information no. 233 (2003-2004) fait au nom de la délégation du Sénat pour la planification, déposé le 3 mars 2004* [en ligne]. http://www.senat.fr/rap/r03-233/r03-233_mono.html. Consulté le 20.08.2013.
- Lieberthal K. (2009). *Challenges and Opportunities for US–China Cooperation on Climate Change*. Policy Brief 09-05, Washington DC, Energy Security Initiative at Brookings.
- Markandya A., González-Eguino M., Criqui P., Mima S. (2014). Low Climate Stabilisation under Diverse Growth and Convergence Scenarios. *Energy Policy*, 64, pp. 288-301.
- Men J. (2014). Climate Change and EU–China Partnership: Realist Disguise or Institutional Blessing? *Asia Europe Journal*, 12 (1-2), pp. 49–62.
- Michaelowa A. et Betz R. (2001). Implications of EU Enlargement on the EU Greenhouse Gas Bubble and Internal Burden Sharing. *International Environmental Agreement: Politics, Law and Economics*, 2 (1).
- Nan X. et Chun Z. (2013). What the world is getting wrong about China and climate change. China Dialogue du 18.02.2013 [en ligne]. <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/5711-What-the-world-is-getting-wrong-about-China-and-climate-change>. Consulté le 20.04.2015.
- Narlikar A. (2010). *New Powers: How to Become One and how to Manage Them*. Columbia University Press.
- NDRC (2007). *China's Energy Conditions and Policies*. Information Office of the State Council of the People's Republic of China. National Development and Reform Commission, People's Republic of China.
- NDRC (2013). *China's Policies and Actions for Addressing Climate Change*. The National Development and Reform Commission, The People's Republic of China.
- Nordhaus W. (2010). Economic Aspects of Global Warming in a Post-Copenhagen Environment. *PNAS*, 107 (26), pp. 11721-11726.
- Parry M., Arnell N., Berry P., Dodman D., Fankhauser S., Hope C., Kovats S., Nicholls R., Satterthwaite D., Tiffin R., Wheeler T. (2009). *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change. A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates*. London, International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change.

- Perthuis C. de, Buba J., Million A., Scapecchi P., Teissier O. (2011). *Trajectoires 2020 – 2050. Vers une économie sobre en carbone*. Rapport du Comité présidé par Christian De Perthuis. Paris, La Documentation française.
- Pew Center (2010). *Economic Insights from Modeling Analyses of H.R. 2454—the American Clean Energy and Security Act (Waxman-Markey)*. In Brief, January 2010. Arlington, US.
- Pohlmann C., Reichert S., Schillinger H.R. (2010). *The G-20: A "Global Economic Government" in the Making?* International Policy Analysis, Berlin, Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Putnam R. (1988). Diplomacy and Domestic Politics: The Logic of Two-Level Games. *International Organization*, 42 (03), pp 427-460.
- Raman M. (2011). US Says No to “Top Down” Rules for Targets and Compliance [en ligne]. *TWN Bangkok News Update*, 1, 4 April. Consulté le 20.10.2012.
- Ramseur L.J. (2014). *The Regional Greenhouse Gas Initiative: Lessons Learned and Issues for Policy Makers*. CRS Report, Washington D.C, Congressional Research Service.
- Ravallion M. et Chen S. (2007). China's (Uneven) Progress against Poverty. *Journal of Development Economics*, 82 (1), pp. 1-42.
- Ringius L. (1997). *Differentiation, Leaders and Fairness: Negotiating Climate Commitments in the European Community*. Rapport CICERO 1997:8.
- Ringius L. (1999). Differentiation, Leaders and Fairness: Negotiating Climate Commitments in the European Community. *International Negotiation*, 4, pp. 133 – 166.
- Rinke B. et Schneckener U. (2013). Informalisation of World Politics? Global Governance by Clubs. In T. Debiel *et al.*, *Global Trends 2013. Peace - Development – Environment*. Institute for Development and Peace (INEF), University of Duisburg-Essen.
- Sachs J. e, Tubiana L. (éds.) (2014). *Deep Decarbonization Pathways Project*. 2014 Report, SDSN, IDDRI.
- Schaik L. van (2010). The Sustainability of the EU’s Model for Climate Diplomacy. In S. Oberthür, M. Pallemarts (éds) *The New Climate Policies of the European Union*. Brussels, VUB Press.
- Schleich J., Dütschke E., Schwirplies C., Ziegler A. (2014). *Citizens' perceptions of justice in international climate policy: Empirical insights from China, Germany and the US*. Working Papers « Sustainability and Innovation » S2/2014. Karlsruhe, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI).
- Schneckener U. (2009). *The Opportunities and Limits of Global Governance by Clubs*. SWP Comments 22, German Institute for International and Security Affairs.
- Schön D.A. et Rein A. (1994). *Frame Reflection: Toward the Resolution of Intractable Policy Controversies*. New York, Basic Books.
- Schreurs M. et Tiberghien Y. (2007). Multi-level Reinforcement: Explaining European Union Leadership in Climate Change Mitigation. *Global Environmental Politics*, 7 (4), pp. 19–46.
- Sénit C.-A. (2011). *Compromising on a Climate Regime: On the Importance of Perceptions*. Working Paper no. 09/11 november 2011, IDDRI.

- Severino, J.-M. et Tubiana, L. (2001). Biens publics globaux, gouvernance mondiale et aide publique au développement. In P. Jacquet, J. Pisani-Ferry et L. Tubiana. (éds.), *Gouvernance Mondiale*. Rapport de synthèse, Conseil d'analyse économique, pp. 349-373.
- Skovgaard J. (2014). EU climate policy after the crisis. *Environmental Politics*, 23 (1), pp. 1-17.
- Smith J.B., Vogel J.M., Cruce T.L., Seidel S., Holsinger H.A. (2010). *Adapting to Climate Change: A Call for Federal Leadership*. Arlington, Pew Center on Global Climate Change.
- Sprinz D. et Vaahtoranta T. (1994). The Interest-Based Explanation of International Environmental Policy. *International Organization*, 48 (1), pp. 77-105.
- Sprinz D. et Vaahtoranta T. (2002). National Self-Interest: A Major Factor in International Environmental Policy Formulation. In M. K. Tolba (éd.), *Responding to Global Environmental Change*. London, Wiley.
- Sterman J. et Sweeney L.B. (2007). Understanding Public Complacency About Climate Change: Adults' Mental Models of Climate Change Violate Conservation of Matter. *Climatic Change*, 80 (3-4), pp. 213-238.
- Torney D. (2012). *Assessing EU Leadership on Climate Change: The Limits of Diffusion in EU Relations with China and India*. KFG Working Paper Series, 46. Berlin, Freie Universität.
- UNFCCC (1995). *The Berlin Mandate: Review of the adequacy of Article 4, paragraph 2(a) and (b), of the Convention, including proposals related to a protocol and decisions on follow-up*. Decision 1/CP.1. FCCC/CP/1995/7/Add.1.
- UNFCCC (2012). *Summary of the ADP Co-Chairs' Special Event Doha, Qatar, 1 December 2012*. Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action. ADP 2012-8 Informal Summary.
- United States Senate (2008). Lettre adressée le 6 Juin 2008 par Harry Reid, Majority Leader United States Senate et Barbara Boxer, Chairman, Committee on Environment and Public Works, Washington DC, 20510.
- Veziroglou S.E. (2010). Entering the Zone of Agreement: the United States in Climate Change Negotiations. In A. Narlikar (éd.), *Deadlocks in Multilateral Negotiations. Causes and Solutions*. Cambridge University Press.
- VoB J.P. (2007). *Policy Instruments as Innovation in Governance: the Case of Emissions trading*. SPRU Electronic Working Paper Series, 158.
- Wacker G. (2010). Caught in the Middle: China's Crucial but Ambivalent Role in the International Climate Negotiations. In S. Dröge (éd.), *International Climate Policy. Priorities of Key Negotiating Parties*. SWP Research Paper, Berlin, German Institute for International and Security Affairs.
- Xi Q. (2011). The Rise of BASIC in UN Climate Change Negotiations. *South African Journal of International Affairs*, 18 (3), pp. 295-318.
- Xinhua News Agency (2014). Chinese carbon emissions to peak in 2030 [en ligne]. http://news.xinhuanet.com/energy/2014-11/13/c_127204758.htm. Consulté le 20.04.2015.

Xinhua News Agency (2015). China to reduce coal consumption for better air [en ligne]. http://news.xinhuanet.com/english/2015-03/06/c_134044881.htm. Consulté le 20.04.2015.

Yarbrough B.V., Yarbrough R.M. (1992). *Cooperation and Governance in International Trade: The Strategic Organizational Approach*. Princeton University Press.

Yu H., Wang B., Zhang Y.-J., Wanh S., Wei Y.-M. (2013). Public Perception of Climate Change in China: Results from the Questionnaire Survey. *Natural Hazards*, 69, pp. 459-472.

Zhang X., Karplus V., Qi T., Zhang D., He J. (2014). *Carbon emissions in China: How far can new efforts bend the curve?* MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change.

Chapitre 5.

Le régime climatique entre désirabilité et faisabilité

Prediction is very difficult, especially if it's about the future

Niels Bohr

Nous avons discuté, dans les chapitres précédents, de la perspective et des conditions dans lesquelles l'Union européenne, la Chine et les États-Unis pourraient coopérer, ainsi que de l'importance et de la perception des coûts d'atténuation et d'adaptation. À présent nous souhaitons orienter notre analyse, ainsi que la globalité du raisonnement, dans la perspective des discussions préalables à la COP 21. Dans ce cadre de coopération multilatérale, certains éléments paraissent davantage structurants quant au résultat des négociations. Les Parties doivent considérer, d'un côté, l'obsolescence du Protocole de Kyoto, la croissance constante du niveau des émissions globales et, de l'autre, la nouvelle orientation agréée du prochain accord, qui stipule aussi bien la limite de 2°C à ne pas dépasser, que son caractère universel. La signature de l'accord de Durban a été propice à l'émergence des contributions déterminées nationalement, ce qui a renforcé l'idée que « l'accord de 2015 aura une nature hybride » (Edenhofer *et al.* 2013 : 2).

Ces développements ont marqué ce que de nombreux auteurs appellent un « changement de paradigme » (Albertini et Perrissin-Fabert 2015 ; Damian 2014 ; Damian *et al.* 2015 ; Bodansky et Diringer 2014 ; van Asselt *et al.* 2014), approche qui se focalise plutôt sur une action et sur des politiques d'atténuation qui émanent « par le bas ». Cette démarche, comme l'explique Damian (2014), est orientée vers la production, vers les technologies bas-carbone qui « deviennent la pierre d'angle de la lutte contre le réchauffement ». Une idée similaire est suggérée par Stern et Calderon (2014), qui mobilisent la théorie schumpetérienne et mettent l'accent sur la nécessité d'un changement de paradigme technologique à même de rénover les systèmes socioéconomiques dans lesquelles nous vivons.

La problématique à laquelle nous nous intéresserons dans ce chapitre concerne ce que nous avons appelé le deuxième régime climatique (l'après-2015) ainsi que les éléments susceptibles de consolider ce régime. Ce chapitre traite ainsi de la question de l'architecture du régime climatique, architecture par laquelle l'on comprend « la nature et la structure de base d'un accord international ou d'un régime climatique » (Aldy et Stavins 2010). Pour reprendre un langage courant, il s'agit d'analyser comment on peut réconcilier les deux approches, désormais consacrées, *top-down* et *bottom-up*, ou, pour reprendre Bodansky (2014), d'analyser les propositions qui puissent assurer la coordination entre « la flexibilité au niveau national et la discipline internationale ».

Pour développer notre propos, nous structurerons notre raisonnement en quatre temps. Dans un premier temps, nous allons nous pencher sur l'aspect multilatéral de la coopération (contributions nationales et règles internationales). Ensuite, la deuxième et la troisième partie analysent les implications, pour la Chine, l'Europe et les États-Unis, d'un schéma spécifique d'atténuation des émissions, connu sous le nom de *Softlanding*. À l'aide d'un programme de calcul, sont analysées diverses trajectoires des émissions que peuvent suivre ces pays. Dans la quatrième section nous allons nous pencher sur deux grandes études qui posent les bases pour l'avancement de ce nouveau paradigme censé alimenter l'initiation et la construction des politiques climatiques. Les rapports *Pathways to Deep Decarbonization* (2014) et *Better Growth, Better Climate* (2014) montrent que les politiques climatiques doivent être profondément orientées vers les technologies, ainsi que vers l'inclusion des questions transversales liées au développement et à la croissance. Dans la cinquième section, nous nous intéresserons aux trois propositions à même de déterminer ou d'appuyer la mise en place de la coopération. Il s'agit des propositions développées par C. de Perthuis et P.-A. Jouvét (2015), S. Mathy et O. Blanchard (2015), et J.-C. Hourcade, M. Aglietta et B. Perissin-Fabert (2014).

Enfin, précisons que ce chapitre, par la prédominance des *propositions* qui visent la coopération, pointe seulement vers les pistes d'analyse qui nous ont semblé importantes en vue de la prochaine COP de Paris. Ces aspects, en lien étroit avec l'ensemble de la recherche présentée jusqu'ici, révèlent le rôle spécifique des mécanismes à même de susciter l'émergence d'un processus coopératif qui mène à une décarbonisation effective de l'économie mondiale.

5.1. La dialectique des contributions nationales et des règles internationales

Le dernier cycle de négociation, lancé sous la Plateforme de Durban en 2011 (ADP), a ouvert la voie vers un changement d'architecture de la gouvernance climat. Parmi les éléments les plus importants de cet accord se trouvent la cible de 2°C, deux années de référence (2015 pour la signature du nouvel accord et 2020 pour son entrée en vigueur), la spécification que le prochain accord devra être « applicable à toutes les Parties », ainsi que la question de l'écart entre ambition et perspectives d'atténuation, question qui concerne toutes les Parties (UNFCCC 1/CP.17, 2011). À partir de ces éléments, et notamment à partir du caractère universaliste quant à la participation, il est devenu rapidement évident que le prochain traité allait avoir une architecture différente du précédent, étant marqué par ce qu'on appelle communément, une approche « par le bas » (Bodansky 2011 ; Aykut et Dahan 2011 ; Damian 2014 ; Mathy 2015). Dans ce contexte, les principaux vecteurs du prochain accord sont constitués par les contributions prévues et déterminées nationalement et par la nécessité de faire converger ces contributions vers le 2°C.

Dans cette section, qui se base particulièrement sur les travaux de Daniel Bodansky (2011, 2012, 2014), nous allons nous intéresser au statut des contributions nationales et à ses

implications sur le régime climat. Ce régime, qui combine les deux approches communes, par le haut (quand à l'objectif de stabilisation des émissions) et par le bas (concernant l'« ancrage » national des actions), est considéré comme un régime hybride (Maljean-Dubois, Wemaere et Spencer 2014). Celui-ci implique une nécessaire flexibilité des engagements et leur conformité (leur normalisation) par rapport aux règles internationales.

5.1.1. *Contributions nationales, flexibilité et règles internationales*

Avant d'entamer notre analyse, nous nous devons de présenter la courte histoire du terme de *contribution*, qui est venu « remplacer » celui d'*engagement*, discuté avant la COP 19. Initialement, la Chine (et d'autres pays en développement) proposèrent une différenciation explicite entre *engagements prévus* des pays développés et *actions prévues* pour les autres pays. De son côté, l'UE appuya le terme d'*engagement proposé* (ang. *proposed*) à la place de *prévu*, afin de laisser la possibilité d'une révision ultérieure, avant d'inscrire ces engagements dans le nouveau accord. En même temps, les États-Unis introduisirent le terme *contribution*, dans le but d'éviter la différenciation explicite entre les pays développés et en développement (C2ES 2013 ; Damian 2014 ; Mathy 2015). Finalement, le compromis trouvé invite les Parties

à engager ou amplifier les préparatifs internes de leurs contributions prévues déterminées au niveau national [...], dans la perspective de l'adoption d'un protocole, d'un autre instrument juridique ou d'un texte convenu [...] en vue d'atteindre l'objectif de la Convention tel qu'énoncé en son article 2 (UNFCCC 2013).

Lors de la COP de Lima (2014), le contenu de ces « *intended nationally determined contributions* » (INDC) est précisé davantage, ainsi que les informations qui doivent les accompagner, éléments consignés dans le *Lima Call for Climate Action* (UNFCCC, 2014b: para. 14).

La plupart des contributions et des informations à fournir concernent l'atténuation (année de référence, délais et/ou périodes de mise en œuvre, champ d'application, processus de planification, etc.). Toutefois les Parties peuvent également proposer des mesures concernant l'adaptation ou les moyens d'application de ces mesures (*e.g.* finance, technologie, *capacity-building*). Les contributions doivent être communiquées en temps utile (avant le premier octobre), pour que la CCNUCC puisse préparer un rapport de synthèse les regroupant, avant le 1^{er} novembre 2015. Bien que la nature de tous ces actions soit encore mal définie, le fait qu'il s'agit de contributions *prévues* implique, pour certains auteurs, qu'elles soient soumises à une évaluation *ex ante* (*e.g.* van Asselt *et al.* 2015).

Encadré 5.1. Informations à fournir par les Parties communiquant leurs contributions prévues déterminées au niveau national (paragraphe 14, Appel de Lima)

1. Le point de référence (y compris, le cas échéant, une année de référence). Les émissions de l'année de référence / période, l'année de référence / période de l'intensité des émissions, ou des émissions du scénario de référence projetées.

2. Les délais et / ou des périodes de mise en œuvre. Pour les cibles / résultats : année(s) cible(s) / période et l'année du « pic » (le cas échéant) (par exemple 2025 ou 2030 pour une cible sur une année ; 2021-2030 pour une cible sur plusieurs années). Pour les actions : la date à laquelle elles entreront en vigueur, ainsi que la date d'achèvement.

3. Le champ d'application et la couverture. Les secteurs couverts (par exemple tous les secteurs du GIEC couverts dans l'inventaire national des GES, ou tous les secteurs économiques tels que définis par le classement du secteur national).

4. Les processus de planification. Les processus de planification pour la préparation de l'INDC.

5. Les hypothèses et approches méthodologiques, y compris celles d'estimation et de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre anthropiques et, le cas échéant, les suppressions.

Source : à partir de WRI 2015

Ce sont ces contributions et la mise en rapport constante avec l'objectif de la Convention-cadre, notamment avec la cible de 2°C, qui amènent le caractère hybride de la gouvernance climatique. Par ailleurs, précisons que cette combinaison entre éléments *par le haut* et *par le bas* peut être retrouvée dans les discussions qui ont suivi la mise en place de la Plateforme de Durban. Par exemple, une des notes d'information sur l'avancement de ses travaux stipule que « [r]egarding mitigation, Parties have explored in more detail bottom-up and top-down elements and how they can be combined » (UNFCCC 2013, para 8). Suite à ces évolutions, plusieurs chercheurs (e.g. Mc Kibbin et Wilcoxon 2008 ; Haites *et al.* 2013 ; Edenhofer 2013), ainsi que Bodansky (2011, 2012, 2014) ont proposé et introduit le terme d'*hybridation* du régime climatique.

Le point de départ de la proposition de Bodansky est la thèse de Scott Barrett, qui explique que l'efficacité des accords internationaux repose à la fois sur le niveau de participation et sur le respect des engagements : « un traité qui vise la coopération doit décourager la non-conformité et la non-participation » (Barrett 2002 : 355). Bodansky remarque la tension inévitable entre l'ambition nécessaire pour la stabilisation des émissions – qui tend à décourager la participation – et la flexibilité excessive – qui risque de rendre la coopération inefficace. À partir de ces observations, Bodansky (2014 : 3) note la nécessité de l'hybridation qui est supposée médier entre ces deux « dynamiques opposées ». D'un côté, explique Bodansky, cela « permet aux États la flexibilité dans la définition et/ou la modification de leurs engagements » et, de l'autre côté, « cette flexibilité nationale devrait être conditionnée par des règles internationales, qui promeuvent une ambition plus importante ». L'auteur en arrive ainsi au concept de « flexibilité contingente » (*bound flexibility*)¹, ce qui représente une manière (certes conceptuelle et non pas nécessairement pratique) de réconcilier la tension entre les deux approches.

¹ Nous allons expliquer le concept par la suite.

Pour revenir au caractère flexible des contributions, précisons que celui-ci confère aux contributions domestiques plusieurs fonctions, qu'il convient d'énumérer rapidement (Bodansky 2014 ; Briner *et al.* 2014) :

- elles sont « à la mesure du pays », dans le sens où elles épousent, au plus près, les circonstances nationales, tenant compte des priorités, stratégies, objectifs, etc. des pays ;

- elles permettent aux pays d'essayer, d'innover, ou encore de promouvoir différents types de politiques, d'approches et d'instruments économiques et politiques ;

- elles permettent aux pays de prendre en considération les nouvelles informations et circonstances dans lesquelles un État peut se trouver à un moment donné (*e.g.* innovation technologique majeure) ;

- enfin, il s'agit de ce que Briner *et al.* (2014) appellent la « *safety valve* » ; la flexibilité confère aux pays la possibilité de revenir sur leurs engagements initiaux si ceux-ci s'avèrent trop ambitieux.

En contrepartie, la flexibilité a un prix en termes de résultat, qui n'est pas (ou n'est plus) globalement garanti. En l'occurrence, pour ce qui est de la somme des actions communiquées jusqu'à présent à la CCNUCC, la stabilisation des émissions en dessous de 2°C n'est pas assurée. Un autre inconvénient tient à la réciprocité des actions, qui est affaiblie du fait de l'absence de concertation *ex ante* entre les Parties et de la vérification *ex post* des actions. Cela pose, par conséquent, le problème de la comparabilité des efforts, qui risquent d'être ajustés, comme souvent dans les discussions onusiennes, à la baisse. Dans ce cas, serait-il encore question de régime (*e.g.* au sens donné dans le premier chapitre) ou s'agit-il plutôt d'une simple entente volontaire entre acteurs ? Pour ces raisons, liées aux résultats et à la prédictibilité des actions, pour qu'un accord climatique fonctionne (ou pour que régime y soit), celui-ci doit être « contrôlé à travers des règles internationales » (Bodansky 2014 : 3).

Cet aspect concernant les règles internationales renvoie aux débats post-Copenhague sur le MRV et ICA, questions qui sont toujours très débattues au sein de la CCNUCC (Ellis *et al.* 2010, 2011 ; Briner *et al.* 2011). De manière concrète, les règles internationales concernent l'objectif, le contenu, le timing des engagements, ainsi que le processus des consultations nécessaire pour la coordination multilatérale (Briner *et al.* 2014). Il s'agit, pour reprendre les mots de Bodansky (2014), de la « *bound flexibility* » ou la *flexibilité contingente* aux règles internationales. Dans le cadre des négociations, cela donnerait aux États la liberté d'établir eux-mêmes le *contenu* de leurs contributions et à la communauté internationale la responsabilité de la *forme* dans laquelle ces mêmes contributions doivent être communiquées.

Un des aspects importants de l'hybridation est son caractère *dynamique* (Edenhofer *et al.* 2013). À la différence d'un régime top-down, qui a tendance à être statique (nombre limité des GES pris en compte, même année de référence, même niveau de réduction, etc.), un régime hybride permettrait la prise en compte des *feedbacks*, ce qui augmente l'interaction entre les niveaux international et national. *In fine*, procédant par des itérations successives, cela augmenterait la participation des acteurs, voire l'efficacité du régime. Briener *et al.* (2014) évoquent plusieurs raisons qui plaident en faveur de la prise en compte de l'aspect dynamique, pour pallier divers « chocs » auxquels l'accord de 2015 pourrait se trouver confronté.

Étant donné l'occurrence de ces « chocs » potentiels, il est important, concluent Briner *et al.* 2014, de permettre la mise en place des liens entre ces éléments (*e.g.* avancements

scientifiques, économiques, technologiques) et l'accord à venir. Bien qu'il soit difficile d'anticiper ces événements, il est important de conserver des éléments de flexibilité pour leur prise en considération. Cela rendrait les pays, qui essaient de les anticiper, moins réticents à s'engager dans un éventuel accord.

Alors que la « tâche » de prise en compte de tous ces éléments est difficile, il apparaît évident que l'accord de Paris soit marqué par une forme de flexibilité. Celle-ci peut être considérée à partir des éléments déjà présents dans les accords climatiques existants – *par le haut* et *par le bas* (Haïtes *et al.* 2013 ; Morgan *et al.* 2013 ; Levin *et al.* 2014). De ce point de vue, la question qui se pose est de savoir où se retrouvera ce nouvel accord sur ce *continuum* entre le *bottom-up* (*i.e.* accords de Copenhague/Cancun) et le *top-down* (*i.e.* le 2°C), ou encore entre la flexibilité domestique des engagements et les règles internationales. Dans la section suivante nous allons nous pencher sur cette question, et plus précisément sur l'hybridation du processus onusien au sein de la Convention-cadre.

5.1.2. À la recherche du compromis entre *top-down* et *bottom-up*

Si l'accord de 2015 était hybride, cela ne constituerait qu'un (re)équilibrage par rapport à la polarisation des deux accords antérieurs. Pendant que la Convention-cadre et son Protocole furent décidément empreints par des éléments *top-down*, l'accord de Copenhague/Cancun (malgré la référence au 2°C) est construit dans une approche *bottom-up*, pratiquement à l'opposé du Protocole de Kyoto. Le prochain accord, par la combinaison des éléments spécifiques aux deux approches, pourrait marquer le début d'une coopération climatique plus équilibrée, politiquement plus robuste, à même de favoriser la participation des acteurs et à *default* de pouvoir garantir le résultat des actions globales.

Difficultés des approches par le haut

L'approche par le haut de la Convention-cadre et du Protocole est habituellement analysée sous ses aspects économique et juridique. Pour ce qui est de l'aspect économique, le caractère *top-down* (cibles de réduction et calendrier à suivre) est donné par les quantités attribuées aux pays AI dans le Protocole de Kyoto². Pour ce qui concerne la nature juridique, il s'agit du caractère contraignant des dispositions agréées dans le cadre des traités. Les soubassements de l'approche adoptée par la Convention-cadre sont constitués par le principe d'équité (article 3) et par le niveau d'exigence retenu (*i.e.* niveau de stabilisation), qui sous-tend les efforts d'atténuation.

Les approches par le haut et, par conséquent, le partage du fardeau posent deux problèmes majeurs dans la coopération internationale. Le premier concerne l'acceptabilité politique des efforts à fournir et le deuxième concerne la faisabilité de ces mêmes mesures (Olmstead et Stavins 2009)³. En effet, lorsqu'on considère les taux de décarbonisation observés (CO₂/Pib) ces cinq dernières années, nous remarquons que ceux-ci sont plutôt faibles (-1,5%/an pour la Chine, et -2,3%/an pour l'UE et les US ; PWC 2014), alors que pour atteindre un objectif climatique ambitieux, ils devraient être bien plus importants (-5 à -6%/an). L'intensité carbone devrait baisser de plus de 5%/an au niveau monde (par exemple pour un scénario 450 de IEA), alors qu'elle a été de l'ordre de -1,3%/an entre 1990 et 2008 (IEA 2010).

Dans ce qui suit, nous illustrerons les implications qui découlent de la mise en place d'un schéma de partage du fardeau, en prenant comme exemple la proposition de la WBGU (2009) (Encadré 5.2). De manière générale, notons que ces propositions se basent sur l'attribution des émissions par tête en fonction de divers indicateurs (comme le Pib) ou sur le partage, selon des critères préétablis, d'un budget carbone. Il faut préciser que l'exemple de la WBGU s'appuie sur le principe d'allocation d'un budget carbone, raisonnement souvent mobilisé dans la construction des schémas du partage de l'effort⁴.

Cela s'explique d'abord par la publication du dernier rapport du GIEC (2014). En effet, une des conclusions les plus robustes du WGI (2013) établit une relation quasi-linéaire entre l'accumulation des GES et la hausse des températures (Figure SPM 10, WG I, AR5), d'où la confirmation sans équivoque que le problème des GES est bien un problème d'« externalité de stock » (*e.g.* Nordhaus 1999). La deuxième explication pour l'adoption de ce raisonnement

² Il faut préciser que le PK contient tout de même, deux éléments de flexibilité. Le premier élément, remarque Bodansky (2014), ne concerne pas le contenu, mais la réalisation des engagements : pendant que les Quéro sont déterminés précisément, les modalités pour les obtenir sont flexibles (*i.e.* marché de permis, MDP, MOC). Le deuxième élément est secondaire en importance, étant constitué par l'année de référence (une autre année étant possible pour les économies en transition, art.3.5). Bodansky explique le caractère *inflexible* de cette approche, qui se manifeste dans le droit de réservation (droit de modifier ces engagements). Étant donné l'impossibilité d'opter pour ce droit (art.26 du PK), la seule manière d'ajuster la cible de réduction est la dénonciation du Protocole (art.27) ; cela a été le cas pour le Canada lorsqu'il s'est aperçu qu'il ne pouvait pas respecter son objectif.

³ Olmstead et Stavins parlaient de trois « piliers » nécessaires à la construction d'une approche sur laquelle il faut bâtir le régime climat post 2012. Celle-ci doit être « *scientifically sound, economically rational, and politically pragmatic* » (Olmstead et Stavins 2009 : 2).

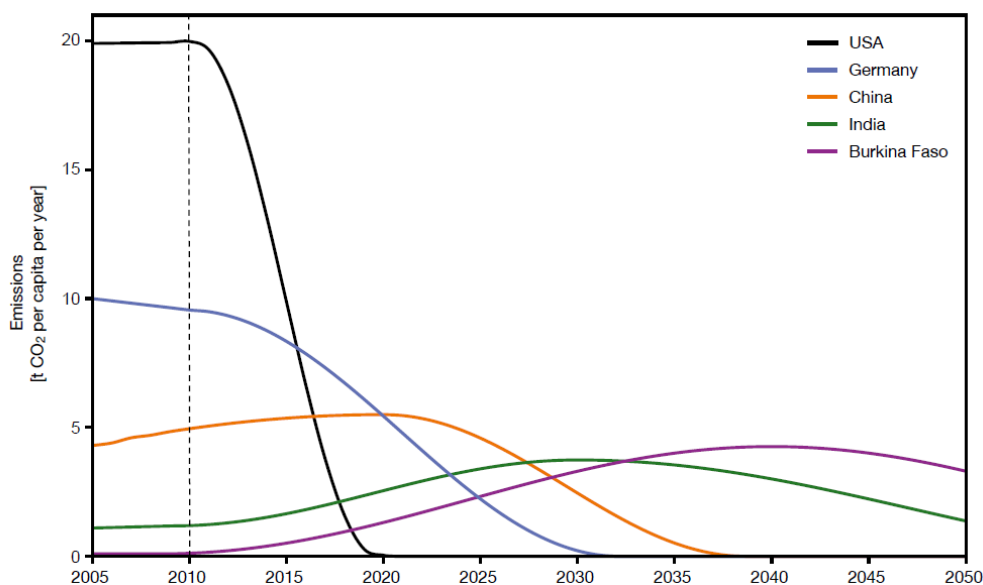
⁴ Outre la proposition de den Elzen *et al.* (1992), l'idée de partage de l'effort en fonction des émissions cumulées ne fut que rarement mobilisée jusqu'à présent et, en général, ce sont des chercheurs des pays BASIC qui l'ont mobilisée (*e.g.* Pan 2005, 2008 ; Jayaraman 2011).

concerne la cible de 2°C et découle de la relation mentionnée et du caractère d'accumulation des GES. Ainsi, on peut toujours espérer, à l'instar des scénarios RCP 2.6, que l'on puisse extraire le CO₂ de l'atmosphère dans la deuxième moitié du siècle, au cas où l'on n'aurait pas réussi à atténuer convenablement les émissions d'ici là.

Encadré 5.2. Exemple d'approche par budget carbone

Les chercheurs du *German Advisory Council on Global Change*, qui réunit des membres d'IIASA, PIK ou ETH à Zurich, proposent un schéma de partage du fardeau par budget carbone (WBGU 2009). Les auteurs proposent deux scénarios pour un budget carbone qui est établi en fonction de la probabilité d'atteindre le 2°C (600 et 750 GtCO₂). À partir d'une année de référence (1990 ou 2010) le budget est divisé en parts égales pour la totalité de la population, ce qui nécessite un *peak* des émissions entre 2015 et 2020. Les échanges de quotas, précisent les auteurs, sont permises afin d'alléger les réductions les plus coûteuses. En termes de résultat, évidemment le couplage d'un budget carbone compatible avec le 2°C et l'égalité des émissions par tête mènent à des réductions sévères.

Figure 5.1. Trajectoires des émissions par tête dans une approche budget-carbone



En général, ce qui pose problème dans ce cas de figure, c'est la faisabilité politique. Ce que montre le rapport de la WBGU (2009 : 30) c'est que « *China would have to achieve complete decarbonization by 2040 at the latest* », pendant que les États-Unis épuise leur budget en 2020 et l'Allemagne en 2030.

Des trajectoires comme celles présentées ci-dessus montrent la difficulté de prescrire simplement une solution *top-down* et, en même temps, la difficulté des gros émetteurs à opérer des réductions aussi drastiques. Pour reprendre les mots d'Edenhofer *et al.* (2013 :3), pour ce qui concerne les approches trop déterministes, il ne faut pas être naïf : « Il est très peu probable que la Chine et les États-Unis – les deux plus gros émetteurs dans le monde – acceptent des engagements de réduction légalement contraignants, déterminés internationalement ».

En même temps, l'accord de Paris sera nécessairement inscrit sous la Convention-cadre, respectant ses principes et son objectif. Dès lors, l'objectif de 2°C apparaît comme incontournable, celui-ci étant devenu un élément de cadrage, un compromis coproduit par la science et la politique (Aykut et Dahan 2014 ; Jaeger et Jaeger 2011). Pour le dire autrement, le prochain accord ne pourra que difficilement faire l'impasse sur l'introduction de certains éléments *top-down*, notamment sur le 2°C, d'autant plus que celui-ci est fortement ancré dans la pratique scientifique (*e.g.* dans les AR4 et 5, Gupta *et al.* 2007 ; Encadré 5.3) et diplomatique (CCNUCC 2012).

Encadré 5.3. Stabilisation des émissions et cible de 2°C

Afin de stabiliser les émissions à un niveau de 400-450 ppm CO₂e (RCP 2.6), le GIEC indique que les pays AI devraient réduire leurs émissions de 25-40% en 2020/1990 et que les pays non AI devraient réduire les leurs « substantiellement » (Box 13.7 dans le AR4, WGIII). Cette déviation fut ultérieurement estimée à 15-30% (den Elzen et Hohne 2008, 2010). Plus récemment, Hohne *et al.* (2014) ont confirmé ces estimations en menant une analyse qui regroupe plus de quarante études basées sur cette approche. Les résultats, basés sur les projections de l'UNEP (2012), montrent que, pour atteindre l'objectif de 2°C avec une probabilité supérieure à 50%, les émissions des pays non AI devraient être de 18-26% en 2020/1990. Sur le long terme, assumant une croissance des émissions de 2%/an jusqu'en 2030 (1,5% jusqu'en 2040 et 1% en 2050), l'objectif de 2°C nécessiterait des réductions agrégées pour les pays AI de 80-95% en 2050/1990 ; pour les non AI les réductions devraient être de l'ordre de -70% par rapport à la BaU à la même année (-40% par rapport aux niveaux de 2010).

Du point de vue juridique, il faut noter qu'il est communément admis qu'un accord contraignant est plus à même de garantir un résultat ambitieux, surtout dans un domaine qui vise la production d'un bien public comme le climat (*e.g.* Bodansky et Diringer 2010). De plus, il faut noter les nombreuses références à ce sujet, l'une des dernières étant celle du Président François Hollande, pour qui l'accord de Paris doit être « contraignant, universel, différencié »⁵.

Les difficultés des approches par le haut apparaissent ainsi inéluctables. Outre les difficultés réelles, pratiques, à orchestrer la décarbonisation des économies, il s'agit du statut de l'objectif de 2°C. Celui-ci est important, puisqu'il représente ce que Jaeger et Jaeger (2011) appellent un « point focal », une cible qui motive et structure de manière pratique une multitude d'agents, y compris les gouvernements. Au point où se trouvent les discussions climatiques, ce n'est pas tant le fait de s'accorder (internationalement) sur cet objectif qui apparaît le plus important, mais ses implications. Celles-ci concernent les étapes intermédiaires, dont le but est d'infléchir les trajectoires des émissions. Or, ces étapes sont conditionnées par la participation effective et efficiente des États, apanage des approches par le bas.

⁵ <http://basedoc.diplomatie.gouv.fr/vues/Kiosque/FranceDiplomatie/kiosque.php?type=bafr#>. Chapitre 2. Consulté le 22.05.2015.

La comparabilité des efforts et les engagements de Copenhague

Dans les négociations internationales, le concept de comparabilité de l'effort s'établit avec la mise en place des objectifs de réduction chiffrés pour les pays AI par rapport à l'année de référence 1990. Lorsque les parties se sont accordées sur les quantités des émissions à réduire, elles ont défini l'effort en tant que pourcentage de réduction des émissions et le principe d'application – le partage de cet effort. Cette manière s'est avérée erronée, puisqu'elle ne prenait pas en considération les réductions involontaires (comme celles des pays de l'Europe de l'Est), ce qui fausse l'idée d'effort et, par conséquent, le concept de comparabilité même.

Le terme de « comparabilité de l'effort » est apparu explicitement dans le Plan d'Action de Bali (2007), qui note que les engagements d'atténuation des pays AI devraient être menés « en veillant à ce que les efforts des uns et des autres soient comparables, compte tenu des différences existant dans la situation de chaque pays (Décision 1/CP.13, Plan d'Action de Bali, art.1. b. ii.). Deux ans après, à Copenhague, l'UE conditionna son objectif de réduction de 30% en 2020/1990 par l'engagement à niveau « comparable des autres pays industrialisées »⁶. Cela étant, la mesure de la comparabilité ne faisant pas l'unanimité, les parties décidèrent d'introduire deux nouveaux processus afin d'éclairer la question. Il s'agit des « consultations et analyses au niveau international » (ang. ICA pour *international consultations and analysis*), qui visent les PED, et les évaluations et examens au niveau international (ang. IAR pour *International Assessment and Review*) pour les pays développés.

L'accord de Copenhague, suivi par ceux de Cancun, a contrebalancé, comme nous l'avons dit, l'architecture antécédente. Désormais, chaque État définit unilatéralement le niveau de ses contributions (CCNUCC/CP.7/Add.1, 2010)⁷. La différenciation entre pays AI et non AI demeure, puisque les AI doivent présenter des objectifs chiffrés d'engagement, alors que les autres pays non, mais la « ligne de démarquage » est beaucoup moins visible qu'auparavant. Compte tenu de la dynamique des émissions (qui ne reflète plus l'appartenance à une annexe ou à une autre), la question de la comparabilité des efforts constitue un point important dans les discussions climatiques. À titre d'exemple, la COP 16 demande spécifiquement (pour ce qui concerne les pays développés) d'établir un document afin de mieux comprendre « les hypothèses et conditions relatives à la réalisation de leurs objectifs de réduction des émissions et à la comparaison de leurs efforts respectifs » (FCCC/CP/2010/7/Add.1).

De manière plus spécifique, la comparabilité des efforts renvoie à l'approche par laquelle on évalue, de manière dynamique et sous une forme commune (en utilisant des indicateurs), les contributions nationales (Bodansky 2004 ; Criqui *et al.* 2003 ; Knoph *et al.* 2012). Les indicateurs visent soit la forme de l'action (*e.g.* politiques, mesures, standards), soit l'ampleur de l'effort (*i.e.* niveau de l'objectif de réduction, voire le caractère

⁶ Voir le communiqué de presse de la Commission : http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-09-493_fr.htm?locale=EN. Consulté le 10.06.2015.

⁷ Le cadre de la vision commune reprend pratiquement l'ensemble de principes de la CCNUCC, la responsabilité différenciée, la diminution nécessaire des émissions, la coopération, les questions financières, le transfert des technologies, le contrôle et la vérification, etc. et confirme l'enclenchement d'un processus visant le rehaussement des engagements (*pledging process*), aussi bien pour les pays AI, que pour les autres pays.

légal ou obligatoire de la mesure). Le choix et la construction des indicateurs requièrent une « instrumentalisation » de la conception d'équité, conception qui doit être suffisamment consensuelle sur les plans aussi bien national qu'international. Par exemple, les efforts d'atténuation peuvent être considérés en appliquant le principe de *grandfathering* ou le principe d'égalité des droits à l'atmosphère (émissions par tête identiques)⁸.

La question de l'équité, introduite par l'article 3 de la Convention-cadre (responsabilité commune mais différenciée) a conduit à une grande variété des approches (plus de 40 propositions relevées par Bodansky 2004), ce qui montre la difficulté à construire un compromis⁹. Sur le plan international, puisque l'objectif ultime vise la stabilisation des émissions, une des manières les plus consensuelles pour traiter de la comparabilité est celle qui vise l'ampleur des efforts, en regardant donc les résultats de différents engagements en termes absolus ou en termes relatifs (*e.g.* intensité carbonique). À ce titre, pour rendre compte de la comparabilité, nous pouvons analyser les engagements pris par les États à Copenhague (Criqui et Ilasca, 2010a, 2010b).

Le Tableau 5.1 présente les engagements de l'UE, de la Chine et de l'USA (ainsi que ceux de l'Inde et du Brésil pour une mise en perspective), tout en permettant leur analyse selon les deux indicateurs mentionnés. Les réductions des émissions sont présentées par rapport à 1990, 2005 et par rapport à la référence (estimée à partir des données POLES). L'intensité des émissions concerne l'année 2020, celle-ci étant rapportée à 2005 et à la projection. La mise en commun des engagements permet d'assurer l'intercomparabilité des objectifs retenus par les différents pays. Notons que les nouvelles annonces faites par les USA et la Chine (pic des émissions en 2030¹⁰ pour les premiers et réduction de 26-28% en 2025/2005 pour le deuxième), ainsi que celles de l'UE ne changent pas significativement les engagements précédents¹¹.

⁸ Comme le note O. Godard (2004), « les problèmes de justice sont d'abord encadrés par des problèmes de justesse » : l'égalité des émissions par tête relève plutôt d'un ordre de justification civique, alors que le *grandfathering* relève plutôt de l'ordre domestique traditionnel, des droits acquis par l'usage de long terme.

⁹ De ce point de vue, ce qui fait peut-être plus débat, discussion à laquelle la COP 21 n'échappera pas, « c'est la manière dont les principes sont appliqués », plus que les principes qui sont retenus (Hohne *et al.* 2014 : 133).

¹⁰ De fait, cela est assez cohérent avec le *New Policies Scenario* de WEO (2013, 2014), autour de 10-12 GtCO₂.

¹¹ <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/11/11/fact-sheet-us-china-joint-announcement-climate-change-and-clean-energy-c>. Consulté le 12.11.2014. À ce titre, nous rappelons que lors des élections de mi-mandat, début novembre 2014, les Républicains se sont largement imposés au Sénat.

Tableau 5.1. Une grille de lecture et de traduction des engagements post-Copenhague

		Variation des émissions en 2020			Variation de l'intensité d'émissions en 2020		
		/ 1990	/ 2005	/ proj 2020	/ 2005	obj - proj	t.c.a.m.
	proj	15%	-1%	0%	-26%	0%	-2,0%
USA	-17% / 2005	-4%	-17%	-16%	-38%	-12%	-3,2%
	proj	-7%	-3%	0%	-24%	0%	-1,8%
UE27	-20% / 1990	-20%	-17%	-14%	-35%	-11%	-2,8%
	proj	252%	80%	0%	-38%	0%	-3,1%
CHINE	-40% / ie05	241%	74%	-3%	-40%	-2%	-3,3%
	-45% / ie05	213%	59%	-11%	-45%	-7%	-3,9%
	proj	268%	105%	0%	-24%	0%	-1,8%
INDE	-20% / ie05	285%	114%	5%	-20%	4%	-1,5%
	-25% / ie05	261%	101%	-2%	-25%	-1%	-1,9%
	proj	126%	58%	0%	0%	0%	0,0%
BRESIL	-36% / base	45%	1%	-36%	-36%	-36%	-2,9%

NB: les cases grisées correspondent à la formulation retenue par chaque pays pour ses propres objectifs

Sources : bases de données POLES-ENERDATA et projection de référence 2020 (proj) scénario Baseline du modèle POLES-LEPII, 2009

Source : Criqui et Ilasca 2010a.

Si l'objectif américain diffère de l'engagement européen par rapport à 1990, il lui est équivalent si l'on se rapporte à l'année 2005 (-17%). Cela illustre « simplement que durant la période du retrait du Protocole de Kyoto, décidé par l'administration Bush, les États-Unis ont vu leurs émissions dériver » (Criqui et Ilasca 2010a : 96). Les objectifs de réduction de l'intensité en émissions du Pib retenus par la Chine et l'Inde conduisent à une multiplication de leurs émissions par plus d'un facteur trois en 2020 par rapport à 1990. Ceci dit, les efforts de la Chine entraînent des réductions comprises entre -3% et -11% par rapport à la projection, pendant que ceux du Brésil paraissent assez ambitieux : par rapport à 1990, ils conduisent à des augmentations certes, mais par rapport à 2005 il s'agit d'une stabilisation. Si les chiffres en absolu révèlent une diversité des situations au niveau national, pour ce qui concerne l'intensité des émissions l'évolution est beaucoup plus équilibrée, surtout lorsque mesurée par rapport à l'année 2005. Les pays se situent dans une fourchette assez serrée, entre -25 à -45% en 2020.

Cette analyse succincte des contributions faites par les Parties à Copenhague renseigne à deux égards. D'abord, compte tenu des évolutions des économies nationales, la référence à l'année 1990 (première colonne de la figure) paraît inadéquate pour constituer le point d'ancrage des futures contributions (rappelons simplement que les États-Unis, après la sortie du PK, ont vu leurs émissions dériver à la hausse : +15% entre 1990 et 2005 ; la Chine est devenue premier émetteur mondial en 2006 et entre 2001 et 2008 ses émissions ont simplement doublé). Une année ultérieure, disons 2005, semble une référence plus appropriée. Ensuite, la réduction de l'intensité des émissions apparaît comme un critère important d'évaluation des actions. Nous avons conclu le chapitre précédent en observant que, si l'Europe veut construire une relation privilégiée avec la Chine, elle devrait être plus « réceptive » envers celle-ci. De ce point de vue, ce qu'enseigne la communication des

engagements de Copenhague, c'est que, lorsqu'il s'agit de l'ampleur des efforts, les réductions relatives sont plus acceptables pour les pays émergents, notamment pour la Chine et l'Inde.

Après l'épisode Copenhague - Cancun, et plus précisément à partir de Lima (2014), ce sont donc les contributions prévues nationalement qui reflètent les engagements d'atténuation des émissions des pays. Dans un contexte où les INDC peuvent prendre des formes variées, la question de comparabilité des efforts d'atténuation devient d'autant plus importante. Désormais, on ne peut plus, comme jadis pour le Protocole de Kyoto, se référer à un simple pourcentage de réduction et à une année de base. Pour cette raison, les INDC doivent être accompagnés de nombreuses précisions, comme le « champ d'application et la portée, les processus de planification, les hypothèses et les démarches méthodologiques » (FCCC/CP/L.14 2014), éléments à même de permettre la transparence et d'assurer la crédibilité de la contribution.

Nous estimons que, lors de la prochaine COP, la question de la comparabilité se posera nécessairement. Compte tenu de la nature des contributions, cela se fera dans la ligne du *Workstream 2* (l'ambition pré-2020) de l'ADP, par le biais de l'« *emission gap* » (Décision 1/CP.17, 2011). Pour ce qui nous concerne, comme nous allons essayer de le montrer au cours de ce chapitre, l'enjeu de ces discussions n'est pas nécessairement de savoir si l'effort est reparti équitablement mais plutôt de savoir quels sont les instruments à mettre en place ou comment rehausser l'ambition des contributions.

Le timing des consultations

Le *timing*, le calendrier des consultations et l'accord de Paris (au sens de futurs engagements) sont des éléments primordiaux pour le climat, puisque celui-ci est lié aux niveaux et aux quantités des émissions accumulées dans l'atmosphère. Précisons que les émissions actuelles sont de l'ordre de 50 GtCO₂-eq. Avec les engagements actuels de réduction, ces émissions seront de l'ordre de 52 (50-56) Gt en 2020 ; or, pour avoir une chance raisonnable (>66%) de limiter le réchauffement à 2°, il faut que celles-ci retombent à 44 Gt à la même année (UNEP 2013). Tout retard dans les actions climatiques ne fait qu'empirer cette situation. Pour illustrer l'ampleur de la tâche, précisons que les 8 Gt GtCO₂-eq., qui constituent, dans le meilleur des cas, le *gap* à combler, représentent le niveau d'émissions de la Chine en 2010 ou encore des USA et de l'EU ensemble, à la même année.

Du point de vue des consultations, ou de l'agenda politique, nous pouvons constater une certaine priorisation : les 8 ans nécessaires à l'entrée en vigueur du PK ont été (théoriquement) réduits à 5 ans dans l'accord de Durban. Ainsi, se référant au « *timing* » des consultations des travaux de la Plateforme de Durban, les chercheurs de l'OCDE proposent un calendrier qui peut être divisé en trois temps (Briner et Prag 2013 ; Briner *et al.* 2014).

Le premier temps concerne les grandes lignes de l'accord, les contributions annoncées par les grands acteurs. L'Europe s'engage à réduire ces émissions de 40% en 2030/1990, la Chine plafonnera ses émissions en 2030 et les États-Unis réduiront les leurs de presque un tiers

en 2025¹². Cela signifie (dans un scénario optimiste¹³), pour la Chine, une réduction d'environ 20% en 2030/BaU et pour les USA -16%/BaU à la même année (Hohne *et al.* 2014). À long terme, les engagements des trois pays évitent l'émission de quelques 1500 GtCO₂-eq. (par rapport au scénario RCP 8.5 ; projection C-ROADS¹⁴). Cela mènerait, conclue Johnston (2014)¹⁵, à une diminution de la hausse de température de 0,5°C en 2100.

Un deuxième temps est constitué par les consultations ultérieures à ces annonces, consultations qui concernent les contributions des autres pays et qui doivent avoir lieu entre 2015 et 2020. Ces discussions devraient être précédées de concertations en rapport avec les aspects techniques (*i.e.* visant la transparence) des contributions. Pour ce qui concerne nos trois acteurs, leurs contributions ne peuvent pas être considérées comme suffisantes (par exemple au sens des recommandations du GIEC).

Si cela avait été le cas, alors notre présumé *k3-climat* aurait pu éventuellement « exiger » des efforts supplémentaires de la part de leurs homologues, essayant d'argumenter, comme le montre Snidal (1985), que les gains de la coopération sont croissants (voir le chapitre 2) et enclenchant la construction d'une coalition de plus en plus large. Tel n'étant pas le cas, il est difficilement envisageable que lors de la COP 21 les autres pays s'empressent à prendre des engagements ambitieux.

Enfin, le troisième temps concerne la période après 2020, une fois l'accord devenu opérationnel. L'horizon de temps par rapport auquel sont faites les promesses devient capital. Ces *durées (time frames)* peuvent être courtes ou longues, les États pouvant choisir entre objectifs de long terme (disons 2050) ou court terme (Prag *et al.* 2013). Choisir les deux peut s'avérer une solution toute aussi pratique : générer un signal prix diminue l'incertitude pour les investissements de long terme, pendant que les objectifs de court terme peuvent aider à établir des « points d'étape » à même de rappeler, du point de vue politique, les objectifs précédents.

Un dernier aspect du timing et de la flexibilité des règles concerne la fréquence des périodes de consultations en vue des révisions des contributions visant l'atténuation. Briner *et al.* (2014) font état des options qui pourraient guider le calendrier des discussions futures dans le cadre de l'accord de Paris (Tableau 5.2). Ces consultations sont liées à l'après-2020 et au « mécanisme d'ambition » adopté à Doha (UNFCCC 2012b). Ce mécanisme concerne les Parties qui veulent relever l'ambition de leurs engagements.

¹² Nous ne reprenons pas l'intégralité des contributions (*e.g.* efficacité, renouvelables, intensité énergétique). Celles-ci sont disponibles dans les annexes.

¹³ Dans un scénario « *Best of both* », développé par le *Climate Action Tracker*, les auteurs supposent que « *both countries apply the more ambitious level* » (CAT 2014).

¹⁴ <https://www.climateinteractive.org/tools/c-roads/>. Consulté le 26.05.2015.

¹⁵ Pour plus de détails voir <http://www.climateinteractive.org/analysis/breaking-analysis-us-china-climate-deal-by-the-numbers/>. Consulté le 17.11.2014.

Tableau 5.2. Options pour la fréquence des consultations périodiques après 2020

Frequency	Examples
Every 5-8 years	Length of the second KP commitment period Review of the long-term global goal Publication of IPCC Assessment Reports
Every 4 years	Proposal by Haites et al. (2013) Proposed option by Morgan et al. (2013)
Every 2 years	International assessment and review (IAR) International consultations and analysis (ICA) ⁷ Proposed option by Morgan et al. (2013)

Source : Briner *et al.* 2014.

La première proposition relève évidemment de la pratique au sein du PK. À Cancun, lors des discussions concernant l'objectif de long terme, les Parties ont décidé que « les prochains examens devraient avoir lieu après l'adoption d'un rapport d'évaluation du GIEC ou au moins tous les sept ans (UNFCCC 2011b, Ch.7, para 167). Si l'avantage de considérer une telle période relève de l'état de l'art du point de vue de la science, le désavantage serait lié au caractère global des estimations du GIEC, ce qui n'inciterait pas les pays à agir individuellement. La deuxième option relève des propositions faites par un panel de chercheurs provenant entre autres de Chatham House, Ecofys et WRI (Haites *et al.* 2013 ; Morgan *et al.* 2013). Une période plus courte permettrait aux Parties de mettre à jour plus facilement leurs contributions compte tenu des contextes nationaux et notamment des situations politiques favorables dans lesquelles peuvent se trouver les gouvernements respectifs. La troisième possibilité est de caller les consultations sur les processus d'évaluation et vérification (IAR) et sur les consultations internationales (ICA). Le grand inconvénient d'un rythme de consultation aussi court serait les coûts et les ressources (voire la coordination) que cela implique.

La proposition qui nous semble la plus consensuelle est la deuxième. Comme le remarquent Haites *et al.* (2013 : 15-16), « une soumission des engagements tous les quatre ans correspondrait mieux aux changements de gouvernements, serait plus proche de la fréquence des rapports du GIEC et pourrait être introduite dans le processus de vérification périodique de la CCNUCC ».

*

L'évolution des discussions autour de la prochaine COP 21 fait ressortir un consensus concernant le cadre du prochain accord. Le modèle hybride, dont nous avons uniquement effleuré les contours ci-dessus, reconnaît que le changement climatique demeure un problème qui ne peut être résolu qu'à l'échelle globale et qu'en même temps la volonté d'agir et les actions doivent être ancrées au niveau national. Ceci dit, il faut constater que l'approche hybride, comme le reconnaissent Bodansky et Diringier (2014), n'est pour l'instant « qu'un concept », son opérationnalisation devant être précisée par la suite.

Le premier élément de consensus est lié au processus onusien, dans lequel les Parties ont décidé d'avancer à travers les « contributions prévues déterminées au niveau national ». Ces contributions, du moins dans un premier temps, ne feront pas l'objet de négociation, ce qui confirme l'approche *bottom-up*. À défaut d'assurer l'ambition de l'action requise pour

stabiliser les émissions, cela permettra la flexibilité des actions et une large participation. De ce point de vue, et à condition de considérer l'objectif de manière moins stricte, on pourra considérer qu'il s'agit d'un régime climat au sens de Krasner (1983).

La question que les Parties se poseront, dans un deuxième temps, concernera la manière de contraindre cette flexibilité pour en arriver à ce que Bodansky appelle la *bound flexibility*. Il s'agit donc d'assortir ce régime d'éléments top-down (*i.e.* règles internationales) à même d'assurer l'ambition, la limitation des hausses des températures ou encore la fourniture du bien public.

Si l'approche hybride telle que défini par Bodansky nécessite des éléments de flexibilité et des règles permettant de renforcer l'ambition, Briner *et al.* (2014) rajoutent un autre élément constitué par la prédictibilité des dispositions légales (ang. *provisions*) du prochain accord, ce qui réduira l'incertitude surtout à l'égard du secteur privé (qui devra, rappelons-le, s'investir massivement dans la transition énergétique) (UNEP FI, 2014, 2015).

Enfin, un des éléments les plus importants, à même de l'emporter probablement sur les autres, sera la manière dont l'on « interprète » le principe fondamental de la CCNUCC, la responsabilité commune mais différenciée (CBDR) : comment l'on peut différencier les obligations des pays, comment les comparer et quel mécanisme pourraient permettre leur ajustement. Dans la prochaine sous-section nous allons nous intéresser à cette question et nous allons essayer d'apporter des éléments de réponse.

5.2. « Nouvelles trajectoires normales » des émissions

Ces dernières années, et plus précisément après la crise financière de 2007-2008, une des questions qui surgit est de savoir à quoi ressembleront les économies nationales après la sortie de crise. La formule introduite par McKinsey en 2009, la *new normal*, en référence au paysage socioéconomique de l'après-crise, reflète une dynamique bien différente de la précédente. La performance des économies nationales a changé fondamentalement, comme l'attestent les récents rapports du FMI (*e.g.* WEO 2015) : la croissance dans les pays avancés devrait se situer autour de 1,5% et celle des pays en développement à 5% seulement (entre 2015-2020).

Désormais dans une nouvelle conjoncture économique, à la veille de la COP 21, la même question se pose vis-à-vis des trajectoires des émissions qui détermineront le climat du monde à venir. Si la progression des émissions devrait suivre celle des économies¹⁶, nous faisons remarquer que c'est le spectre de l'impact du changement climatique qui établit la

¹⁶ En 2014 les émissions ont connu le taux de progression le plus faible (+0,5%) depuis la fin des années 1990 (hormis le rebond d'après-crise).

« *new normal* » que devraient suivre les trajectoires des émissions. Les discussions onusiennes ne cessent d'affirmer, depuis Copenhague, que la *nouvelle normalité* pour le climat consiste en la limitation de la température moyenne mondiale à 2°C.

Malgré le majeur changement d'architecture de la gouvernance (qui a basculé du *cap and trade* au *pledge and review*), le 2°C concentre toujours ce que les Parties de la CCNUCC entendent par objectif final pour la trajectoire des émissions mondiales. Dans ce contexte, marqué aussi bien par un changement de paradigme dans la gouvernance climatique que par le maintien de l'objectif de stabilisation des émissions sous le seuil de 2°C, nous allons nous intéresser à la façon dont nous pouvons réconcilier ces éléments.

Dans ce qui suit nous allons nous pencher sur une proposition à même d'alimenter le modèle hybride que nous avons évoqué précédemment. Cette approche, connue sous le nom de *Softlanding*, a émergé initialement au début des années 2000 sous l'impulsion de Criqui et Kouvaritakis (Blanchard *et al.* 2001 ; den Elzen *et al.* 2003). L'idée de départ s'appuie sur l'utilisation des indicateurs pour guider la coordination des actions visant l'atténuation des émissions selon des profils de décarbonisation *lissés* (d'où son nom, d'atterrissage en douceur). De ce point de vue, le *Softlanding* se rapproche des propositions similaires développées pendant les années 1990 (*e.g.* Nordhaus 1994) et surtout après les années 2000 (*e.g.* Nordhaus 2008 ; Wigley *et al.* 2007 ; Baer *et al.* 2008).

Le *Softlanding* se place dans la lignée des recherches comme celle de la WBGU 2009 (présentée brièvement dans la section précédente), Bossetti et Frankel (2011) ou encore, plus récemment, Raupach *et al.* (2014) et Friedlingstein *et al.* (2014), qui s'appuient sur une répartition donnée du budget carbone. Cela étant, l'approche *Softlanding* se démarque de ces propositions principalement par l'objectif suivi. Celui-ci n'est pas d'établir des allocations « budgétaires » normatives, mais d'introduire des profils de référence (*benchmarks*) censés guider les trajectoires de réduction des émissions¹⁷.

Les trajectoires des émissions que nous allons présenter sont construites à partir des réalités nationales, le modèle utilisant plusieurs points de flexibilité (concernant les hypothèses de travail) dont l'articulation vise l'obtention d'un budget carbone compatible avec le 2°C (établi sous forme probabiliste). Comme nous l'avons dit, l'approche repose sur la construction des profils d'atténuation des émissions lissés, différenciés sur la base d'un indicateur composite qui prend en compte la capacité (revenu par tête) et la responsabilité (émissions par tête) des pays.

Le développement de cette sous-section se fera en deux temps. Premièrement, nous allons analyser les principaux éléments (points de compatibilité) entre le schéma *Softlanding* et l'approche hybride présentée antérieurement. Ensuite, nous allons présenter le programme de simulation des trajectoires des émissions (appelé *Redem* pour « *reduction of emissions* »), outil qui rend opérationnelle cette approche¹⁸.

¹⁷ Une démarche similaire fut adoptée ultérieurement dans le *Deep Decarbonisation Pathways Project* (2014).

¹⁸ Précisons que cette section se base sur un travail développé antérieurement par P. Criqui, E. Prados et nous-mêmes : *National Soft Landing CO₂ trajectories under global carbon budgets* (EDDEN, Cahiers de recherche no. 3/2014).

5.2.1. *Entre faisable et souhaitable – l’approche Softlanding*

Si l’accord de Paris veut tenir ses promesses, celui-ci devra réconcilier, comme nous l’avons montré dans la section précédente, plusieurs éléments relevant des deux approches susmentionnées. Au long de l’évolution des tractations climatiques, certains éléments se sont avérés incontournables à tous les débats concernant la gouvernance. Il s’agit des aspects éthiques, économiques et juridiques de l’architecture de cette gouvernance.

La première question est celle de la différenciation (l’équité) de la responsabilité – principe fondateur du régime climat – qui a permis sa transposition en pratique. Pendant les premières années de la Convention, la distinction entre pays développés (60% des émissions de l’époque) et les pays en voie de développement a conduit à « renforcer l’aspect de la responsabilité différenciée plutôt que son aspect commun et encore moins celui des capacités respectives » des pays (Aldy et Stavins 2012). L’insistance sur la différenciation bipolaire était justifiée, outre les arguments classiques, par le fait que les PED formaient un bloc plus ou moins homogène. Après les années 2000, cela n’est plus le cas, puisque certains pays ont commencé à émerger économiquement, la progression de leurs émissions reflétant cette évolution. Aujourd’hui, les capacités ne sont plus les mêmes, les émissions encore moins, ce qui implique une reconsidération de la responsabilité, afin de préserver le principe d’équité, tel que souhaité initialement.

Il s’agit donc, pour ce qui est de l’évolution de la responsabilité, de deux tendances : d’un côté, la part relative des émissions des pays AI diminue et, de l’autre, on constate une différence (encore plus marquée) entre les pays émergents et les pays en développement non émergents. Cette dernière observation fut mise en exergue par Karl Hood (s’exprimant au nom de l’AOSIS), lorsqu’à Durban il affirma : « *While they develop, we die* »¹⁹. En même temps, malgré l’amenuisement de cette différenciation entre pays AI et non AI (à partir de Copenhague), l’attachement des PED (non émergents) à ce principe demeure important (e.g. Hallding *et al.* 2013 ; Brunnée et Streck 2013). Dès lors, celui-ci devra être traité de manière appropriée afin que le prochain accord puisse être acceptable pour le plus grand nombre de pays. L’introduction des mesures de capacité et de responsabilité *par tête* dans Softlanding est faite précisément pour ces raisons : prendre en compte, de manière plus acceptable la question de l’équité.

Le deuxième élément tient à la dynamique des économies et concerne plus particulièrement les pays AI et les émergents. Par le passé, les premiers ont eu du mal à courber significativement leurs émissions (celles-ci étant stables, globalement, entre 1990-2014), pendant que les deuxièmes ont vu les leurs s’envoler.

Cela fait émerger la question du *timing* et du rythme de réduction des émissions, ce qui met sous tension la faisabilité du 2°C et le budget carbone afférent. Actuellement, avec une croissance mondiale de plus de 2%/an (entre 1990-2014), le budget carbone disponible (autour

¹⁹ <http://www.bbc.com/news/science-environment-16124670>. Consulté le 29.05.2015.

de 1000 Gt pour 66% chances de respecter le 2°C) rétrécit beaucoup plus vite que prévu. Celui-ci suffit, au rythme actuel, à 30 (Friedlingstein *et al* 2014) ou 40 ans (WEO 2014, *central scenario*) d'émissions, avant d'être épuisé. Dans ce contexte, le spectre des hausses supérieures de températures devient de plus en plus probable et l'espace temporel pour atténuer les émissions plus court (voir la série des *Emission Gap Report* de l'UNEP, *e.g.* 2014).

Un des principaux indicateurs à suivre dans ce cas est le taux de décarbonisation (taux de variation des émissions), élément central dans les estimations du programme qui modélise les profils *Softlanding*. C'est la variation négative de celui-ci qui permettrait de renverser les tendances actuelles des émissions et de faire converger ces émissions, de manière réaliste, vers des niveaux compatibles avec le 2°C. Par ailleurs, ces taux sont à même d'indiquer la nature des mécanismes à mettre en place et leur exigence en termes de réduction attendue.

Le troisième élément, d'ordre juridique, est rendu par la nature, contraignante ou non, des INDC, ainsi que par le statut du prochain accord. Le caractère contraignant des contributions renseigne sur la crédibilité des engagements sur le plan international, tandis que, sur le plan national, cela renvoie les bons signaux, poussant les pays à la conformité vis-à-vis des engagements. En cela, l'approche que nous développons propose des profils de long terme qui ont l'avantage d'améliorer la visibilité des engagements et d'éviter les changements soudains, puisque ceux-ci sont conçus pour être lisses²⁰.

Ces éléments cristallisent, pour ainsi dire, bien d'autres variables et facteurs qui influent sur la complexité des négociations climat. Si l'on a choisi de regrouper ces éléments sous cette forme, c'est bien pour souligner la tension entre ce qui est politiquement possible (mesures ancrées par le bas) et ce qui devrait être fait (plafonnement des émissions) afin de limiter les concentrations des GES. Si l'approche *Softlanding* a été récemment mise à jour, c'est pour répondre justement à ces impératifs : différenciation dans les engagements basés sur des variables facilement observables (Pib/tête, émissions/tête) ; prise en compte de la contrainte du budget carbone ; construction des profils sur le long terme à partir des tendances observées, tout en évitant des variations trop importantes de leurs niveaux.

Pour résumer, précisons que l'approche *Softlanding* se veut transparente et dénouée de prescription dans les profils qu'elle propose. L'objectif, de ce point de vue, est de fournir des repères et courbes de références (*benchmarks*) basés sur les « nouvelles » responsabilités des pays vis-à-vis de la nécessité de la stabilisation des concentrations dans l'atmosphère. En même temps, l'absence de l'objectif de 2°C, comme nous l'avons mentionné en début de section, n'aurait pas été possible. Sans tomber dans le piège du sophisme, si l'on l'assimile l'objectif de stabilisation des émissions au niveau mondial avec des seuils de concentration et un budget carbone précis, alors des profils contraints sont inévitables.

²⁰ Cela étant, les discussions actuelles écartent, pour le moment, toute référence à la nature contraignante de ces mesures sur le plan international. Concernant cet aspect et les multiples manières dont il est compris, on peut citer à titre d'exemple la proposition de la Nouvelle Zélande, reprise par Todd Stern, conformément à laquelle « *what is "legally binding" is not the emissions target itself, but the obligation to submit a schedule for emissions reduction* » (Antholis et Chen 2014). Concernant le statut de l'accord, celui-ci devrait avoir une nature pérenne ; ou, comme l'explique Tubiana, être « *flexible enough so it will not need to be renegotiated* » (Intervention de L. Tubiana à Brooking Institute, le 16 octobre 2014. L'entretien est disponible à <http://www.brookings.edu/events/2014/10/16-transatlantic-cooperation-2015-climate-conference>. Consulté le 01.12.2014.

Peak-plateau-decline : principe structurant des trajectoires Softlanding

L'idée du *pic-plateau-déclin* des émissions est à retrouver, avant tout, dans l'objectif et les principes de la CCNUCC. Ainsi, « la part des émissions totales imputable aux pays en développement ira en augmentant », ce qui devrait « leur permettre de satisfaire leurs besoins sociaux et leurs besoins de développement » (CCNUCC 1992), ce qui sous-tend l'idée d'un pic des émissions. Une fois ce développement atteint et compte tenu de l'inertie des émissions, un *plateau* des émissions paraît inévitable. Finalement, puisqu'il faut assumer la partie *commune* de la responsabilité, et que les concentrations des émissions doivent être stabilisées, il faut œuvrer à leur réduction.

Essayant de capter cette dynamique, l'approche Softlanding propose un critère de différenciation simple. Il s'agit de la sommation des émissions et du Pib per capita, ce qui donne un indicateur de Capacité et Responsabilité (*Capacity Responsibility Index* ou CRI)²¹. L'utilisation de cet indicateur renforce la prise en compte du caractère évolutif des émissions, tout en conservant l'aspect *différenciation* (den Elzen *et al.* 2003). Le fait de prendre en compte la capacité implicite d'atténuer les émissions et le fait d'inclure l'ensemble des pays dans ce schéma ont fait ressortir que, sur le long terme, les « émissions mondiales devraient finalement décroître » ou encore que celles-ci devraient « se stabiliser et ensuite diminuer » (Blanchard *et al.* 2001 : 15). Dans ce sens, on peut considérer que l'approche Softlanding fut une version « anticipée » de ce que l'Afrique du Sud proposa en 2009 comme stratégie d'atténuation : un profil *peak-plateau-decline* pour guider sa trajectoire d'émission (Yawitch 2010).

Intuitivement, l'évolution des déterminants des émissions continuera à tirer la croissance dans la mesure où du moins les pays en développement seront dans une phase de rattrapage (*e.g.* US EIA 2013). La rationalité du pic-plateau-déclin peut se concevoir, comme nous l'avons déjà mentionné, si l'on considère l'augmentation des émissions, comme correspondant aux besoins d'investissement et d'infrastructure (notamment dans celle énergétique ; *e.g.* Jaccard et Rivers 2007 ; Davis *et al.* 2010), pendant que le déclin peut s'expliquer par des impératifs de soutenabilité. Or, ce qui pose problème, du point de vue des émissions, c'est bien l'amorce de la deuxième phase (*i. e.* la transition énergétique).

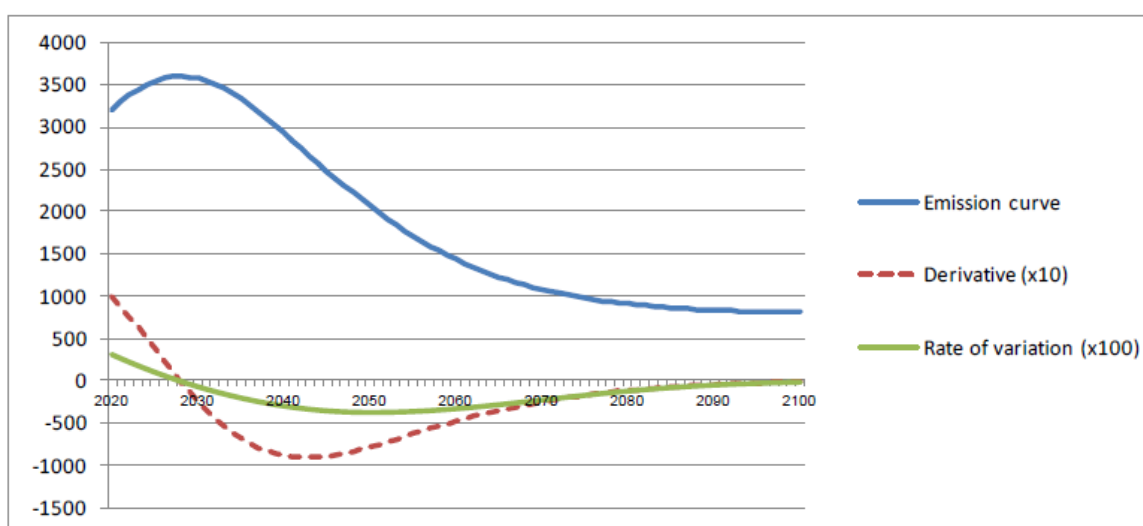
Bien que l'approche *Softlanding* n'impose pas une synchronisation entre les phases de développement et celles de la décarbonisation, elle se propose de réduire la distance qui les sépare. Dans ce sens, on pourrait dire que le schéma ne se veut pas normatif mais plutôt positif, offrant la possibilité de réconcilier ce auquel toutes les Parties se sont engagées à faire en signant la Convention. Cela suppose, comme nous avons essayé de le montrer ci-dessus, une approche hybride dans le choix des éléments d'architecture. Dans ce contexte, nous estimons que l'approche Softlanding, que nous allons étayer dans la section suivante, peut éclairer le débat. À présent, nous allons présenter le modèle, qu'on appellera ci-après Redem.

²¹ Dans la version de den Elzen *et al.* 2003, l'horizon initial de temps (2030 chez Blanchard *et al.* 2001) fut prolongé jusqu'en 2050 (à l'aide du modèle POLES, Russ et Criqui 2007).

5.2.2. Description du programme REDEM

Les principaux « outputs » générés par Redem²² se composent de trajectoires d'émissions et de courbes de taux de variation. Comme nous l'avons mentionné, le programme calcule des profils qui assurent la stabilisation des émissions vers la fin de la période considérée. Redem est basé sur l'observation fondamentale selon laquelle, lorsque les trajectoires d'émissions suivent un profil de type « pic-plateau-déclin », alors les taux de variation des émissions d'abord décroissent, ensuite atteignent un minimum et finalement convergent vers zéro (Figure 5.2).

Figure 5.2. Courbes des émissions et taux de variation suivant le profil peak-plateau-decline



Note : Les émissions sont en bleu, première dérivée en rouge (x10) et le taux de variation des émissions en vert (x100).

Source: Criqui *et al.* 2014.

Contrairement aux propositions précédentes qui visent le pic des émissions, Redem se concentre sur le pic du taux de variation des émissions (ou le taux de décarbonisation). Ce pic, qui apparaît plutôt comme un « creux », se manifeste plus tard que le pic d'émission, étant considéré comme le pic d'effort. Celui-ci permet de mesurer l'effort maximal de chaque État pendant la période considérée. Le taux de variation des émissions peut être vu comme un proxy des contributions nationales (INDC). La courbe tracée par l'évolution de ce taux de décarbonisation est paramétrée de manière équitable, en fonction de la responsabilité et de la capacité de chaque État. Les trajectoires obtenues sont proposées en tant que profils de référence. La somme des émissions résultantes (de l'ordre de 6 GtCO₂ eq. en 2100) est

²² Le modèle REDEM a été développé à partir de 2013 dans l'équipe PACTE-EDDEN et à l'INRIA-Alpes afin d'explorer des trajectoires nationales harmonisées de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le développement mathématique et informatique a été réalisé par E. Prados (INRIA-Alpes) sur la base des idées initiales de P. Criqui et C. Ilasca, puis d'un travail commun d'élaboration des critères et indicateurs.

calculée afin que le budget carbone correspondant au 2°C soit respecté (celui-ci varie entre 2300-4900 GtCO₂ eq. pour la période 2000-2100). Détaillons à présent les principales variables utilisées.

L'indicateur de capacité et responsabilité (CRI) et les principaux paramètres de Redem

Comme l'indique son nom, l'indicateur composite de capacité et responsabilité est construit sur la base des émissions par tête (ei) et sur le Pib par tête (pi) en 2010 (en \$ 2005, constant, ppa). Ce choix peut être justifié par le fait que ces indicateurs soient faciles à observer et assez peu contestés, mesures souvent utilisées dans les exercices prospectifs. L'indicateur CRI est défini comme la somme normalisée et pondérée de ces deux indicateurs :

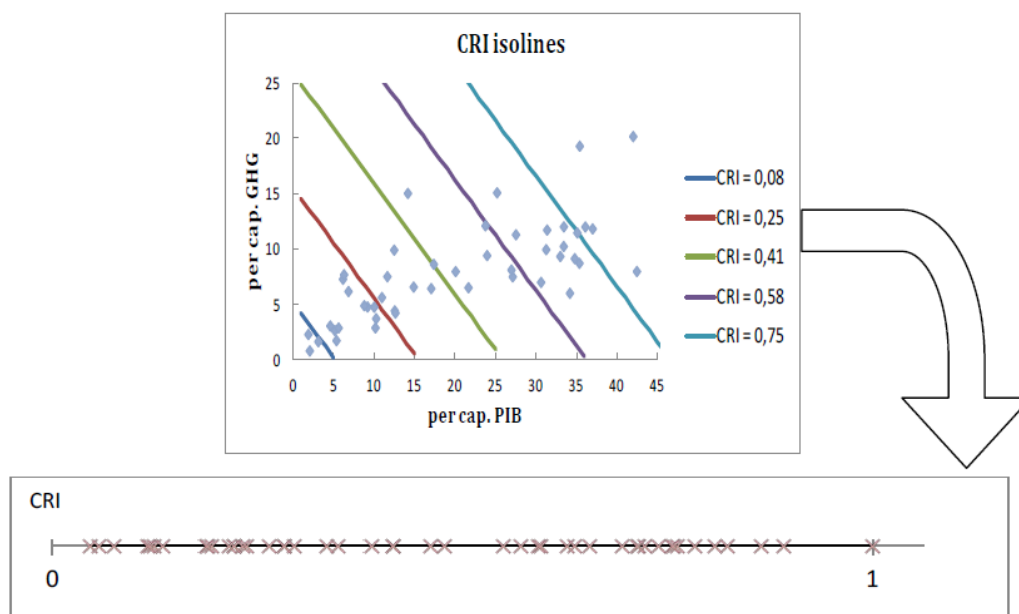
$$CRI(i) = (r pi + ei) / \delta$$

i – correspond à l'État considéré

r – facteur de pondération entre le revenu et les émissions par tête. Par exemple, pour une valeur 1, les deux indicateurs sont pondérés de manière égale ; pour une valeur inférieure à 1, le revenu (la capacité) a plus d'importance vis-à-vis des émissions (la responsabilité) et inversement.

δ – valeur maximale de la somme $r pi + ei$ pour tous les États, qui permet la normalisation. Quel que soit le pays i considéré, nous avons $CRI(i) \leq 1$ pour l'ensemble des pays, alors il existe un pays $imax$ pour lequel $CRI(imax)=1$. Le CRI permet de passer d'une distribution bidimensionnelle des indicateurs (pi, ei) des États à une distribution unidimensionnelle comprise dans l'intervalle [0,1].

Figure 5.3. Transformation de la distribution des indicateurs (pi, ei) en CRI



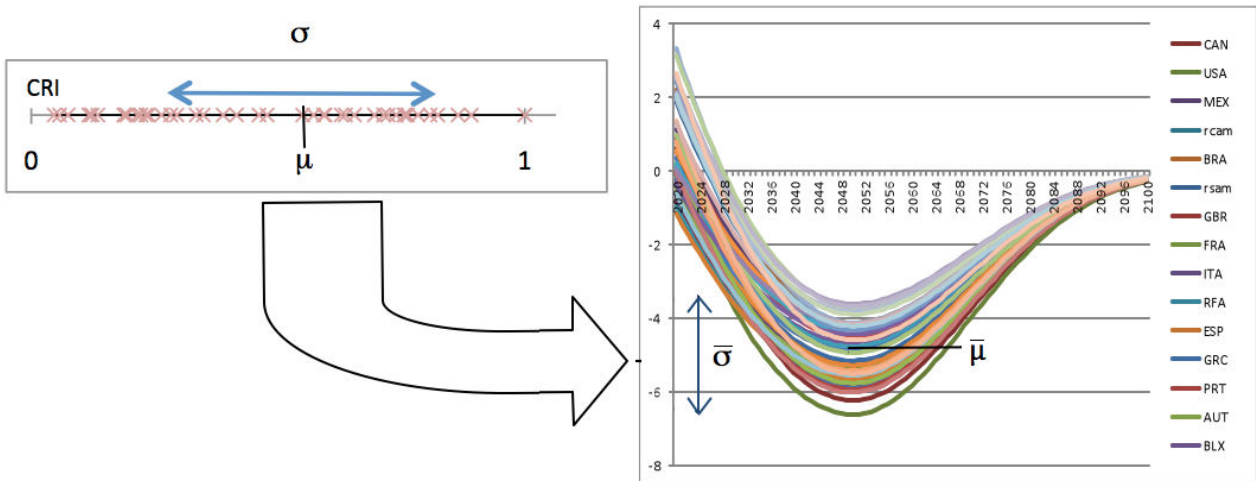
Note: Chaque point correspond à un État. Les lignes correspondent aux isolignes (lignes des niveaux).

Source: Criqui *et al.* 2014.

Pour ce qui est des paramètres utilisés, nous en retenons trois, en raison de leur incidence sur les profils des émissions. Le premier paramètre est celui de la date à laquelle démarre la projection, qui correspond à l'année 2020. Précisons que la période considérée par le programme s'étale entre 2000 et 2100. Dans cette plage, on distingue trois intervalles : entre 2000 et 2010 (émissions observées), entre 2010 et 2020 (les émissions suivent un scénario de référence, Poles, Projet Secure 2012) et 2020 et 2100 (les trajectoires sont estimées à partir de Redem). Ce paramètre, noté *tpeak*, correspond à la date du *pic d'effort* (*i.e.* la date à laquelle le taux annuel de réduction est le plus fort). Pour des raisons de simplicité, il est considéré que celui-ci est identique pour tous les pays. Dans nos simulations, nous allons considérer une date correspondant à une action précoce (pic d'effort en 2030).

Le deuxième paramètre est celui de l'écart-type (sigma, $\bar{\sigma}$) de l'indicateur CRI pour chaque pays par rapport à la moyenne. Le pic de l'effort est calculé à partir des CRI de manière proportionnelle. Les valeurs de l'indicateur CRI de chaque pays sont rééchelonnées dans un intervalle de l'effort en fonction de la moyenne ($\bar{\mu}$) et de l'écart-type. Ainsi, lorsque celui-ci est fixé en zéro, les efforts maximaux sont les mêmes pour tous les pays. Lorsque l'écart-type a une valeur positive, alors un État avec un CRI important devra fournir plus d'effort par rapport à un État avec un CRI moins important (Figure 5.4).

Figure 5.4. Ajustement de l'effort de chaque État en fonction de son CRI

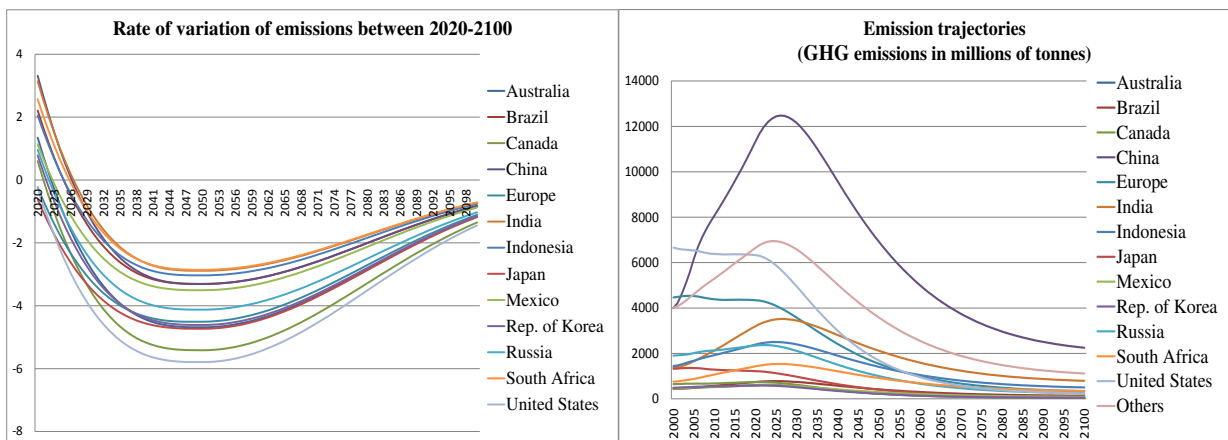


Source : Redem 2015.

La moyenne $\bar{\mu}$ est calculée de manière endogène par le programme. Celle-ci est utilisée en tant que facteur d'ajustement. La moyenne est paramétrée de sorte que le budget des émissions pour la période 2000-2100 puisse correspondre à la cible de 2°C. Implicitement, les courbes des émissions pour chaque pays sont automatiquement compatibles avec l'objectif choisi.

Compte tenu de l'agrégation en termes d'émissions qui reflète un résultat commun et le partage du budget carbone que cela implique, la valeur de l'écart-type implique une différence dans l'effort à fournir. Ainsi, la faiblesse des taux de décarbonisation pour les pays à faible CRI doit être « compensée » par les efforts de ceux qui ont plus de capacités et des émissions plus importantes. Dans la Figure 5.5 nous présentons les taux de décarbonisation pour une sélection de pays et les trajectoires des émissions implicites.

Figure 5.5. Taux de variation des émissions (%) et trajectoires des émissions



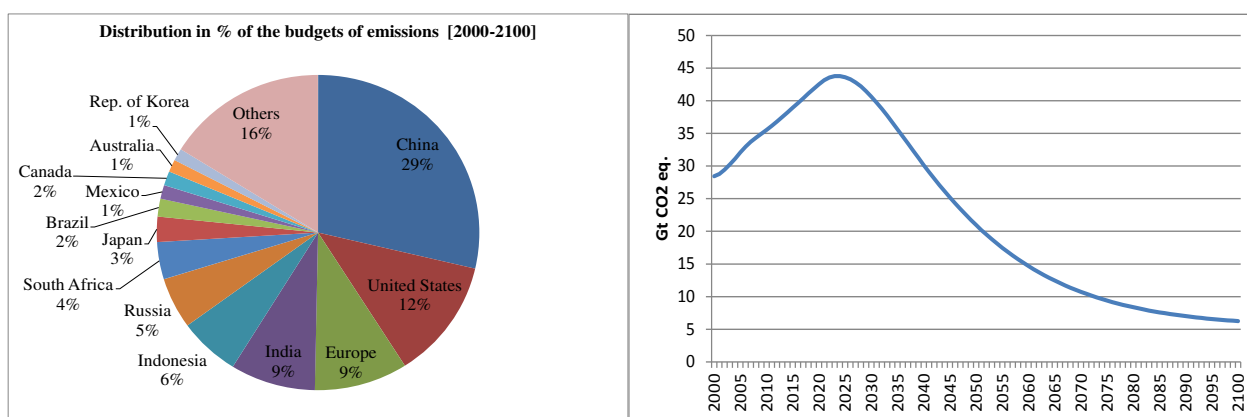
Note : L'écart-type par rapport à la moyenne est de 0,8, le pic d'effort est en 2050 et le budget total (entre 2000 et 2100) est de 2300 GtCO₂ eq.

La figure montre que les pays en développement, comme la Chine, l'Inde, le Brésil, continuent à avoir des taux de variation des émissions positifs après 2020 (durant la décennie 2020, partie gauche du graphique), leurs taux de décarbonisation devenant négatifs après. Pour les pays développés, dont l'Europe et les États-Unis, ces taux sont négatifs après 2015, ceux-ci s'amplifiant après 2020. L'effort maximal est atteint en 2050, date après laquelle la contrainte commence progressivement à être relâchée. La « mesure » de l'équité (donnée par l'indicateur CRI) apparaît dans l'écart de l'effort à fournir, ou dans la différence entre les taux de décarbonisation estimés. Par exemple, avec un écart relativement fort (0,8), à la date du *peak* de l'effort, les États-Unis devraient décarboner leur économie avec un taux de l'ordre de -5,5%, l'Europe avec un taux de -4,5%, pendant que la Chine devra le faire avec un taux de l'ordre de -3%.

Les trajectoires des émissions, compte tenu de ces taux de décarbonisation, sont assez contrastées. Pendant que celles de la Chine continuent de progresser pour atteindre les 12 Gt en 2025, celles de l'Europe et des États-Unis décroissent lentement jusqu'en 2020 et plus vigoureusement par la suite. Dans la simulation ci-dessus, les émissions diminuent de 3%/an en Europe et de 2%/an aux États-Unis (entre 2020 et 2050). Pour la Chine, après le pic qui est atteint en 2025, les émissions diminuent à un rythme de 2%/an (entre 2025 et 2050).

Le troisième paramètre concerne le budget carbone (entre 2000 et 2100) et la probabilité à rester sous le seuil d'augmentation de la température moyenne de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle. Le budget est calculé à partir des travaux de Meinshausen *et al.* (2009), qui démontrent la relation entre émissions cumulées et augmentation de température. En Redem, la conversion entre les émissions cumulées et la hausse de température est donnée par une équation affine calculée à partir des données et scénarios C-ROADS (Fiddaman *et al.* 2012, Sterman *et al.* 2013). Le programme considère trois valeurs, chacune de ces valeurs correspondant à une probabilité de rester sous le seuil du 2°C et, par conséquent, au degré de l'effort agrégé au niveau monde. Pour une probabilité forte de rester en dessous du 2°C, le budget est de 2300 GtCO₂ eq., l'effort à faire étant considéré comme ambitieux (Figure 5.6) ; pour une probabilité moyenne, le budget est de 3600 GtCO₂ eq., l'effort à fournir étant considéré comme moyen et, pour une probabilité faible et un budget de 4950 GtCO₂ eq., l'effort à faire serait plutôt faible.

Figure 5.6. Budget carbone pour une probabilité forte du 2°C et émissions mondiales



Source : Redem 2015.

Dans le budget total, la Chine conserve la part la plus importante. Elle est suivie par les USA et, à part égale, par l'Europe et l'Inde. La trajectoire globale des émissions devrait attendre le pic en 2025.

*

Les résultats que nous venons d'esquisser montrent deux réalités. D'abord, il s'agit de l'importance à ce que tous les pays, ou du moins tous les grands émetteurs, mettent en place des politiques d'atténuation des émissions conséquentes. La nouvelle normalité consiste en la mise en place et en le développement de ces politiques et mesures. Chaque fois qu'un pays se comporte en passager clandestin ou que les politiques d'atténuation manquent d'ambition, soit l'effort – qui est répercuté automatiquement sur les autres – doit être compensé par ces derniers, soit les chances pour que le 2°C soit atteint diminuent. De ce point de vue, le Softlanding est une approche éminemment coopérative.

Pour ce qui concerne la hauteur de ces efforts, le modèle illustre le niveau des efforts à faire afin de respecter un budget carbone donné. Des taux de variation des émissions de l'ordre de -4 à -5%/an impliquent des ajustements considérables au niveau d'une économie et une volonté politique très forte. En même temps, ces trajectoires montrent que leur compatibilité avec le 2°C est envisageable et c'est que nous tâcherons de montrer dans la section suivante.

5.3. Les trajectoires de la convergence et les INDC (entre *top-down* et *bottom-up*)

Dans cette section nous allons nous pencher sur les trajectoires que peuvent suivre l'Europe, les États-Unis et la Chine, trajectoires compatibles, dans une perspective collective, avec la cible de 2°C. Ces profils sont obtenus à l'aide du programme Redem, que nous avons décrit précédemment. La différenciation entre les profils des pays, rendue par l'écart-type, est plutôt élevée ($\bar{\sigma}=0.8$), ce qui permet aux pays moins riches et qui émettent moins de CO₂ (CRI faible) de faire un moindre effort par rapport aux autres. Ce choix est motivé par des exigences en termes d'équité et de réalisme politique : avoir des taux d'effort comparables ou très peu différenciés entre l'Inde et les États-Unis n'est tout simplement pas envisageable. Pour ce qui concerne l'année où l'effort est maximal, celui-ci est pris pour 2030, ce qui est certes une date assez rapprochée, mais compatible avec les résultats des scénarios du GIEC (RCP 2.6 et 4.5 ; Edenhofer *et al.* 2014). Quant au budget carbone, comme nous l'avons mentionné ci-dessus, pour une probabilité élevée à respecter le 2°C, l'effort à faire est considéré comme ambitieux, et vice-versa pour une probabilité faible ; entre ces deux cas de figure se trouve une probabilité et une action moyenne.

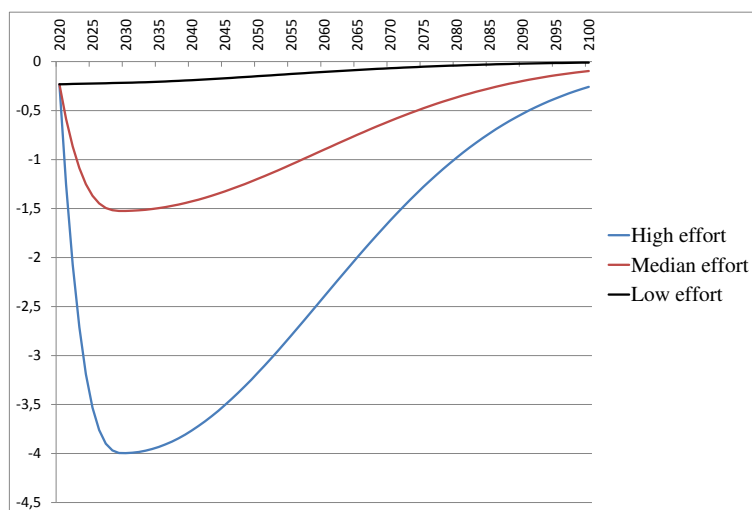
Mises à part ces trajectoires, un des résultats implicites de Redem, que nous allons mettre en exergue, concerne ce que nous avons appelé les « corridors de décarbonisation ». Ces corridors sont délimités par les trajectoires qui découlent des niveaux d'effort poursuivis et sont censés servir de référentiel aux contributions nationales. Par exemple, pour l'Inde, un effort moyen se traduit par un taux de décarbonisation zéro et impliquerait la stabilisation de ses émissions jusqu'en 2100. Si tous les pays adoptaient ce niveau d'effort, alors les chances pour rester en dessous du 2°C seraient *plutôt probables*. Pour un effort important, le taux de décarbonisation maximal de l'Inde serait de -2%/an (en 2030), ses émissions étant réduites par un facteur de plus que deux. Les chances pour rester en dessous du 2°C (si tous les pays adoptaient le même comportement) seraient, dans ce cas, *très probables*. Ainsi, les corridors de décarbonisation permettent de tracer des niveaux d'encadrement pour l'ambition des contributions nationales basés sur une probabilité relative au 2°C. Cette manière de considérer les contributions nationales a l'avantage de guider les profils de décarbonisation pour sécuriser au mieux le 2°C. Il s'agit, comme l'expliquent Criqui *et al.* 2014, d'un « alignement des contributions nationales sur une trajectoire cohérente avec le 2°C ».

Les résultats sur lesquels nous allons nous pencher concernent donc les taux de variation des émissions et les corridors de décarbonisation compatibles avec le 2°C. Nous allons présenter et commenter brièvement ces résultats pour l'Europe, les États-Unis et la Chine. Précisons que l'évolution des taux de variation des émissions débute en 2020, celle-ci allant jusqu'en 2100. Pour les émissions d'avant 2020, nous avons inclus l'évolution historique (2000-2010) et une projection de référence Poles (2010-2020) (Criqui et Mima 2012).

5.3.1. L'Union européenne

L'Europe démarre la période avec un taux d'émissions négatif, de l'ordre de $-0,2\%/an$. Dans un scénario peu ambitieux, ce taux reste constant jusqu'en 2030, la date du pic de l'effort, et tend vers zéro par la suite (courbe noire dans le graphique ci-dessous). Dans un scénario moyen, ce taux passe de $-0,2$ (en 2020) à $-1,5\%/an$ en 2030 et demeure constant jusqu'en 2040, pour converger ensuite vers des valeurs plus faibles. Après 2050, ce taux n'est plus que d'un pourcent par an (Figure 5.7, courbe rouge). Dans un scénario fort, l'effort est conséquent, surtout par rapport aux deux autres cas de figure. En 2030 (date du pic d'effort), les émissions baissent à un rythme de $4\%/an$. Dans ce cas, entre 2020 et 2030, l'effort est très important (la pente étant très raide) puisque avec chaque année l'effort s'amplifie.

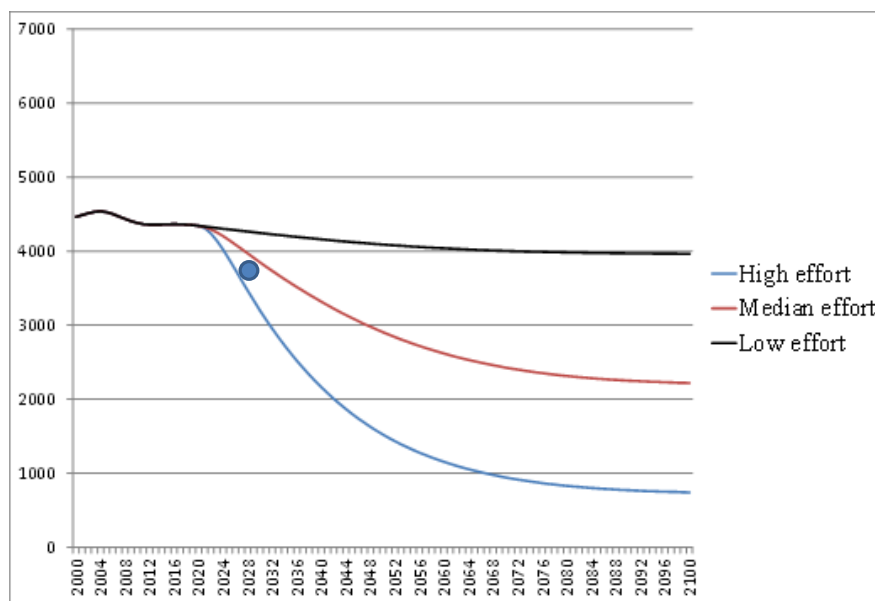
Figure 5.7. Taux de variation des émissions de l'UE (en %)



Source : Redem 2015.

Les émissions poursuivent un trend descendant, mais les rythmes sont évidemment très contrastés. Sans prendre en considération les émissions à faible effort, notons que dans un scénario moyen ces émissions se stabilisent aux alentours de 2 GtCO₂ eq. en 2100 et à moins de 1 GtCO₂ pour le scénario fort (Figure 5.8).

Figure 5.8. Corridors de décarbonisation en fonction de l'ambition de l'effort pour l'UE (MtCO₂ eq.)



Note : Les valeurs maximales de l'axe vertical correspondent à celles des États-Unis, présentées par la suite, afin de permettre la comparaison. La bulle représente l'INDC de l'Europe.

Source : Redem 2015.

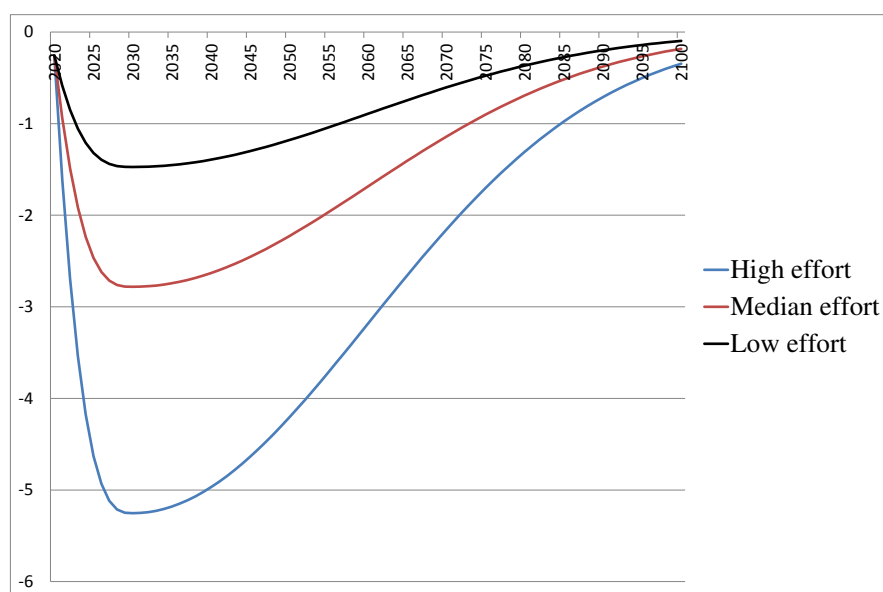
De fait, le scénario fort projeté par Redem est moins ambitieux que la *Roadmap 2050* de la Commission²³ (facteur 5 en 2050). La Commission propose d'atteindre en 2050 un niveau d'émissions de 1 Gt, alors qu'en Redem ce niveau est de 1,5 Gt. En même temps, les projections actuelles indiquent des niveaux d'émissions autour de 3,4 Gt en 2030 (avec la cible de -40%, AEE 2014), ce qui place l'Europe (du point de vue de notre scénarisation) au milieu des scénarios moyen (3,8 Gt) et fort (3,2 Gt) en 2030 ; cela illustre la logique de « corridor de décarbonisation ». Dans une approche *Softlanding*, l'Europe devrait revoir à la hausse l'ambition de ses efforts pour 2030 (réduction supplémentaire de 0,4 GtCO₂), ce qui aurait comme résultat le *lissage* de sa trajectoire par la suite et *in fine* une amélioration de la probabilité de respecter la cible de 2°C.

²³ Voir par exemple la Communication de la Commission *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050* : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=EN>. Consulté le 04.06.2015.

5.3.2. Les États-Unis

Les États-Unis enregistrent les taux de variation des émissions les plus importants. Cela est dû au fait que son CRI est égal à 1 – la valeur maximale que l'indicateur peut atteindre (revenus et émissions par tête au niveau le plus haut). Le pays rentre dans le schéma avec la même variation des émissions que l'Europe (-0,2%/an), mais leurs évolutions ultérieures sont plus marquées. La pente la plus raide correspond naturellement au scénario fort (courbe bleu dans la figure ci-dessous), étant plus marquée pendant la deuxième moitié de la décennie 2020. En 2050, après le pic d'effort atteint en 2030, les variations demeurent toujours importantes : de l'ordre de -4%/an dans le scénario fort et -2%/an pour le scénario moyen (Figure 5.9).

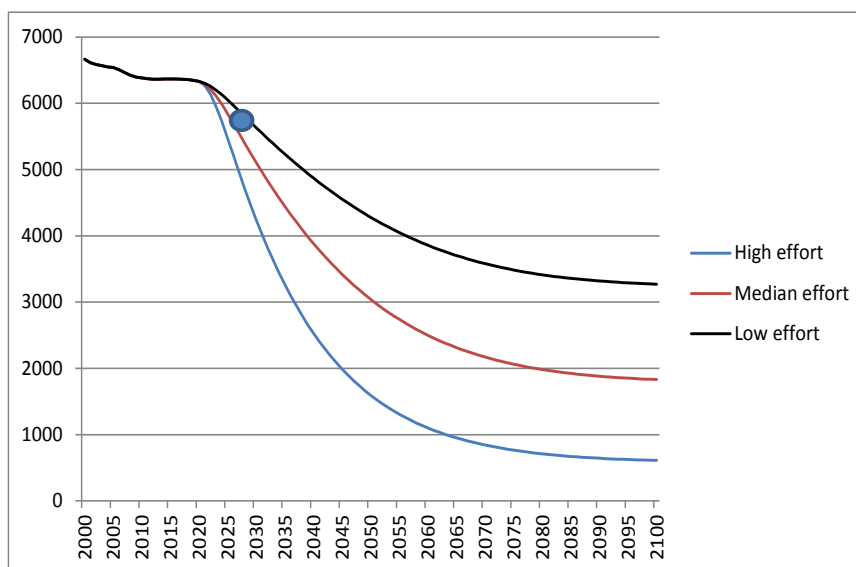
Figure 5.9. Taux de variation des émissions des USA (en %)



Source : Redem 2015.

Pour ce qui est des émissions, celles-ci devraient plonger dans tous les cas de figure. En 2050 par rapport à 2000, les émissions sont diminuées d'un tiers pour un effort faible, de la moitié pour un effort moyen et des trois quarts pour le scénario fort (Figure 5.10).

Figure 5.10. Corridors de décarbonisation en fonction de l'ambition de l'effort pour les USA (MtCO₂ eq.)



Note : La bulle représente l'estimation de l'INDC américain

Source: Redem 2015.

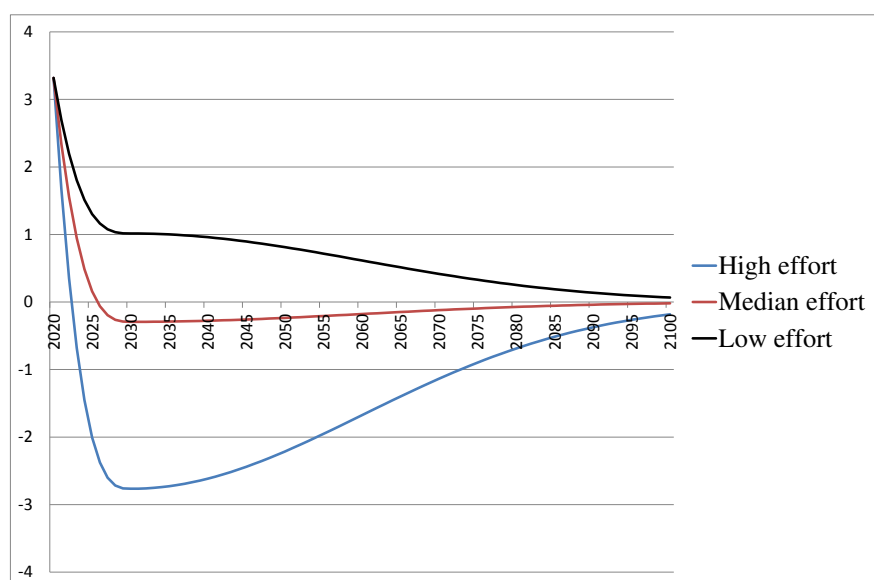
Lorsqu'on compare le scénario fort (-75% en 2050/2005) aux engagements pris à Copenhague, en 2050 celui-ci apparaît moins ambitieux que la cible proposée par le Président Obama (-83% par rapport à 2005)²⁴. Cependant, le *Climate Action Tracker* (Hare *et al.* 2014) estime, compte tenu de dernières mesures adoptées en 2014, que les émissions des US pourraient être de l'ordre de 5,7 GtCO₂ eq. en 2030, ce qui correspond dans Redem à un scénario d'effort faible. Suivant un profil Softlanding, la cible de réduction en 2030 n'apparaît pas suffisamment ambitieuse pour permettre la réduction annoncée pour 2050. Pour le dire autrement, la cible de 2050 annoncée par le Président Obama impliquerait un taux de réduction bien plus important que celui que nous avons montré ci-dessus.

²⁴ Il faut préciser que ces trajectoires ne sont pas directement comparables. En cause sont les différentes manières de projeter et de comptabiliser les politiques et mesures de réduction, l'utilisation des sols, etc.

5.3.3. La Chine

À la différence des deux autres pays, la Chine (comme la plupart des pays en développement) rentre dans le schéma avec un taux de variation des émissions positif, de plus de 3%/an en 2020 (Figure 5.11). Pour le scénario à effort faible, la variation des émissions reste positive sur toute la période considérée. Au moment où l'effort est maximal, celui-ci est de +1%/an, niveau qui déclinera seulement en 2040 (courbe noire). Dans le scénario moyen, la variation des émissions est positive jusqu'après 2025 et constante toute au long de la période (courbe rouge). Pour le scénario fort, le taux de décarbonisation devient négatif rapidement, peu après 2020 (courbe bleu). Comme pour les autres pays, au moment du pic d'effort (en 2030), le taux de variation est de -2,7%/an. Le plateau est plus long par rapport aux deux autres pays (entre dix et quinze ans), période après laquelle le taux diminue.

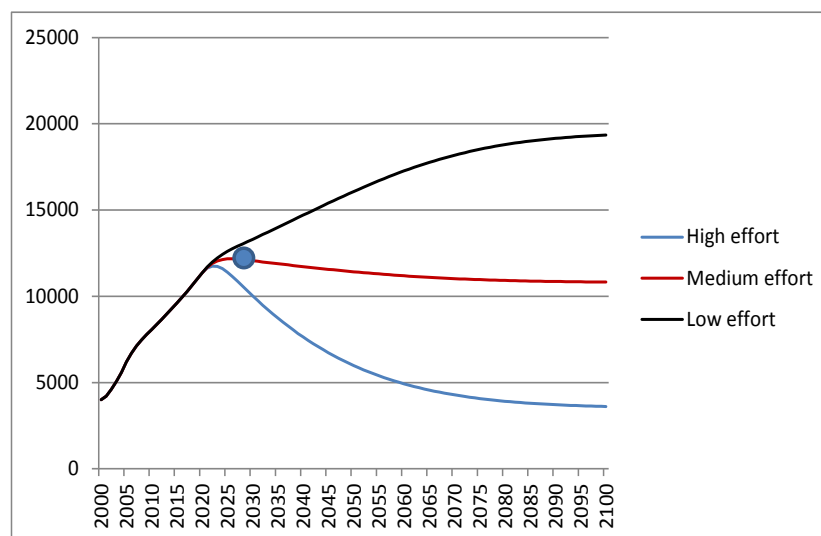
Figure 5.11. Taux de variation des émissions de la Chine (en %)



Source : Redem 2015.

Pour ce qui concerne les émissions, celles-ci continuent leur progression dans le scénario à faible effort (Figure 5.12, courbe noire) et décroissent dans les deux autres cas. Si l'on s'en tient à l'engagement annoncé par Xi Jinping en novembre 2014, concernant le pic des émissions prévu pour 2030, ce scénario ne semble pas être envisagé par la Chine.

Figure 5.12. Corridors de décarbonisation en fonction de l'ambition de l'effort pour la Chine (MtCO₂ eq.)



Note : La bulle représente l'estimation du pic des émissions de la Chine (Liu et al. 2015).

Source : Redem 2015.

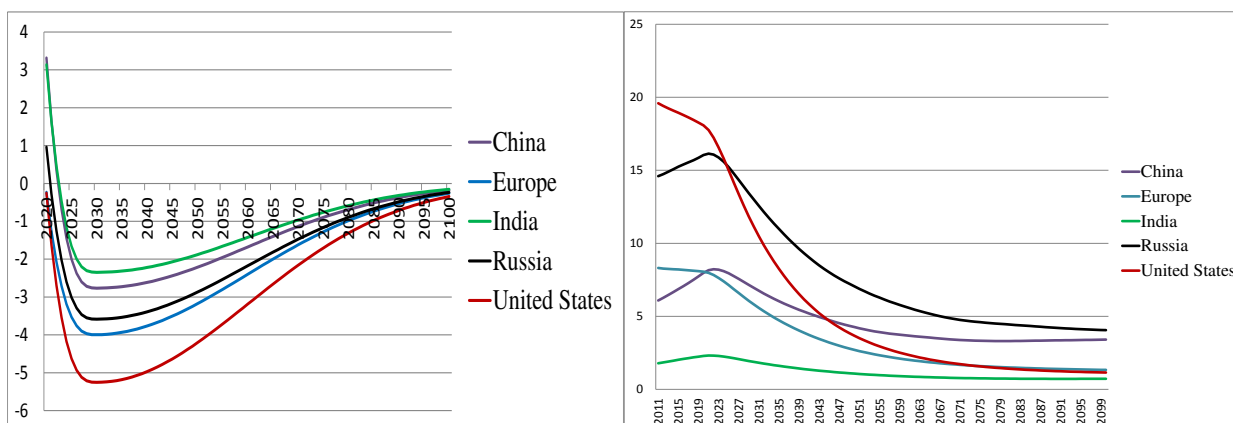
Le scénario basé sur un effort moyen (pic de l'effort en 2030) mène à un pic des émissions en 2025 (courbe rouge). Cela est envisagé par certaines études, qui font référence à l'année 2025 comme date de pic (*e.g.* Jiang *et al.* 2013), ou encore à la « *new normal* » dans laquelle la Chine devrait s'inscrire (Green et Stern 2015). En l'occurrence, pour Green et Stern (2015), « il est raisonnable d'anticiper un pic des émissions en 2025, entre 12,5 et 14 Gt ». En Redem, le corridor de décarbonisation est (en 2030) entre 10 Gt (scénario ambitieux) et 12 Gt (scénario moyen). L'évaluation de Liu *et al.* 2015, environ 12 Gt, ainsi que celui du DDPP (2014), environ 11,5 Gt confirment l'INDC de la Chine qui se place du point de vue de notre analyse dans la fourchette haute des estimations réalisées par Redem.

Précisons au passage, qu'un pic des émissions avant 2030, comme l'estiment Green et Stern (2015), peut être obtenu avec un coût additionnel global d'un pourcent du Pib en 2030 (scénario accéléré). En même temps, il faut mentionner que ces estimations sont fortement dépendantes des hypothèses de croissance. En l'occurrence, expliquent les auteurs, une croissance supérieure à 5% après 2020 ferait difficile le pic des émissions en 2030.

*

Pour clore cette section, nous proposons une mise en perspective des taux d'effort et de l'évolution des émissions de cinq pays, dont la Chine, l'Europe et les États-Unis. Pour ce qui concerne la variation des émissions, comme précédemment, il s'agit d'un effort fort qui atteint son maximum en 2030 (Figure 5.13).

Figure 5.13. Taux de variation et émissions par tête compatibles avec le 2°C (sélection de pays, en % et MtCO₂)



Source : Redem 2015.

La figure ci-dessus peut être vue comme un regard d’ensemble sur les implications de l’approche Softlanding, qui peuvent être rendues de la manière suivante :

a. Les pays en développement, à la différence des pays industrialisés, rentrent dans le schéma avec des taux de variation des émissions positifs, leurs émissions devant se stabiliser avant 2025.

b. L’effort le plus important à faire (compte tenu des hypothèses considérées) est entre 2025-2030.

c. Le choix de la valeur de l’écart-type ($\sigma=0,8$) qui permet la différenciation dans les taux d’effort entre pays mène, pour la Chine ou l’Inde, à des taux de variation des émissions en dessous de -3%/an, alors que pour les USA il est de l’ordre de -5%/an.

d. Les émissions par tête demeurent contrastées jusqu’au milieu du siècle et convergent par la suite, pour se stabiliser à un niveau moyen de 1 GtCO₂ eq. en 2100.

Le processus actuel de négociation se construit à partir des contributions nationales, sur la base d’un accord désormais applicable à toutes les parties. La somme de ces contributions devrait être compatible avec la cible de 2°C. Dans ce contexte, l’approche Softlanding envisage un schéma qui fournit des trajectoires des émissions qui limitent la hausse de la température moyenne mondiale à 2°C. Les principales caractéristiques de l’approche assurent la transparence, puisque ces variables et principes sont robustes, facilement observables et politiquement envisageables.

Le programme Redem qui rend opérationnel ce schéma est construit afin de tracer des corridors de référence pour les trajectoires nationales de réduction des émissions. Ces corridors sont censés, dans un premier temps, capter les efforts proposés nationalement, ensuite les inscrire dans un schéma collectif d’action et enfin les guider vers un niveau de l’effort qui puisse garantir la limitation de l’augmentation de la température moyenne mondiale. Le programme s’appuie sur un profil des émissions (pic-plateau-déclin), sur un indicateur composite (CRI) et sur une relation rigoureuse entre budget carbone et hausse de température. La question de l’équité est intégrée à l’aide d’un indicateur de capacité et responsabilité qui est

paramétré via son écart-type. Cet indicateur sert de variable de différenciation des trajectoires de décarbonisation.

Le principal résultat de Redem consiste en l'estimation des profils des efforts de réduction des émissions (taux de décarbonisation) pour chaque État et notamment pour l'Union européenne, la Chine et les États-Unis. Ces profils sont reliés aux efforts des autres pays et au budget carbone pour toute la période considérée. La simulation que nous avons mise en exergue montre la forme des courbes des taux de variation des émissions lorsqu'on part des niveaux d'émissions observés, on considère une action précoce (pic de l'effort en 2030) et on envisage une différenciation marquée des efforts entre les pays.

Ces éléments décrivent un cadre coopératif basé sur des réalités nationales et la contrainte de 2°C agréée au niveau international. La liaison entre ces deux aspects se fait par le moyen des corridors de décarbonisation délimités par différents niveaux d'effort. De ce point de vue, l'approche Softlanding et son outil de modélisation (Redem) permettent d'évaluer et de promouvoir des trajectoires de référence pour les politiques de décarbonisation compatibles avec une limitation donnée de la température au niveau mondial.

5.4. La Nouvelle économie du climat (DDPP et Better Growth, Better Climate)

Après avoir considéré les trajectoires de décarbonisation compatibles avec la cible de 2°C, nous allons nous pencher à présent sur leurs implications concrètes. À cet égard, nous allons mettre en exergue deux grands rapports qui indiquent qu'il est non pas seulement possible, mais encore économiquement cohérent de mettre en place un processus de transition énergétique profond. Le premier rapport est issu du projet initié et coordonné par le *Sustainable Development Solutions Network* (SDSN) et l'Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI). Le deuxième rapport, *Une meilleure Croissance, un meilleur climat* est rédigé par la Commission Mondiale sur l'Économie du climat, organisme mandaté par les gouvernements de sept pays pour informer les décideurs politiques sur la possibilité d'agencer objectifs de croissance et objectifs climatiques. La Commission est présidée par Nicholas Stern et Felipe Calderon, celle-ci comptant parmi ses membres de nombreux chercheurs, provenant d'une dizaine d'instituts de recherche spécialisés.

Le *Deep Decarbonisation Pathway Project* (ci-après DDPP), qu'on analysera en première sous-section, est centré sur la faisabilité technique des trajectoires de décarbonisation pour quinze pays qui couvrent 70% des émissions mondiales²⁵. Le projet regroupe 30

²⁵ Les pays participant au projet sont : l'Afrique du Sud, l'Australie, l'Allemagne, le Brésil, le Canada, la Chine, la Corée du Sud, la France, les États-Unis, l'Inde, l'Indonésie, le Japon, le Mexique, le Royaume-Uni et la Russie.

organismes de recherche et plus de 70 chercheurs qui ont travaillé indépendamment des gouvernements de leur pays. La question principale qui guide ce projet est de savoir comment réduire la quantité de CO₂ émise par an et par personne de 5,2 tonnes aujourd'hui à 1,6 tonnes en 2050. Le principal résultat mis en exergue par le projet est qu'il est possible que ces 15 pays réduisent collectivement leurs émissions énergie de 47%. Aussi est-il possible de réduire les émissions per capita de 56% et l'intensité du Pib de presque 90% sur la période considérée.

Une meilleure Croissance, un meilleur climat s'attache à montrer que les 15 prochaines années sont décisives pour l'économie mondiale. Trois systèmes-clés de l'économie sont analysés au sein desquelles trois « moteurs de changement » peuvent faire la différence entre un monde à 4°C et un autre à 2°C. Le message délivré par le rapport est que la croissance économique peut et doit aller de pair avec la réduction des risques du changement climatique.

5.4.1. *Diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre en 2050*

Le DDPP développe trois axes de travail : l'amélioration de l'efficacité énergétique (dans le résidentiel, l'industrie et les transports), la décarbonisation du mix électrique (par les renouvelables, le nucléaire, l'utilisation du CCS) et la réorientation du mix d'énergie finale (vers l'hydrogène, les biocarburants, l'électricité bas carbone). L'approche adoptée par le rapport repose sur un procès d'analyse rétrospective normative (ang. *backcasting*). À partir d'un budget carbone compatible avec le 2°C, on établit un calendrier rétrospectif pour la mise en œuvre des mesures spécifiques. Le budget carbone est calé sur le niveau de 15 Gt CO₂ au niveau monde en 2050 (scénario 2DS de l'AIE 2015), ce qui correspond à 1,6 tCO₂ par tête. Cela étant, précise le rapport, ce chiffre n'est pas un objectif assigné, mais un *benchmark* pour guider les équipes de recherche dans la définition des trajectoires nationales.

Le rapport consacre un chapitre à l'analyse de chaque pays considéré. Les auteurs décrivent le contexte politique, socioéconomique et historique des politiques de réduction des émissions, présentent une description complète d'un profil de décarbonisation, analysent ses conditions de réalisation et déterminent les mesures immédiates pour sa mise en œuvre. Pour ces fins, en plus de la référence des niveaux d'émissions par tête, le DDPP dresse un tableau de bord (pour chaque pays), qui traduit les mesures de décarbonisation par secteur d'activité et par domaine soumis à la décarbonisation, tableau qui se présente sous forme d'indicateurs déterminant les trajectoires d'émissions.

Pour ce qui est des hypothèses économiques, les trajectoires sont construites en supposant une continuation de la croissance économique selon le principe de convergence entre pays (*e.g.* les émergents continuent sur un trend supérieur aux autres pays) et une disponibilité importante des technologies bas carbone, contexte dans lequel, l'évolution de la consommation finale d'énergie converge vers 2 tep/tête en 2050. Dans les pays développés, l'amélioration de l'efficacité énergétique l'emporte sur la croissance démographique et

économique, ce qui fait que la consommation décline en termes absolus. Pour les autres pays, la tendance reflète le processus de développement, objectif que ces pays essayent d'harmoniser avec les mesures d'atténuation. Ainsi, dans les pays en développement la consommation s'accroît, suite à l'amélioration de l'accès à l'énergie et à la croissance économique, étant tirée par les industries intensives en énergie. Cela étant, précise le rapport, cette évolution est tempérée par l'amélioration de l'efficacité énergétique.

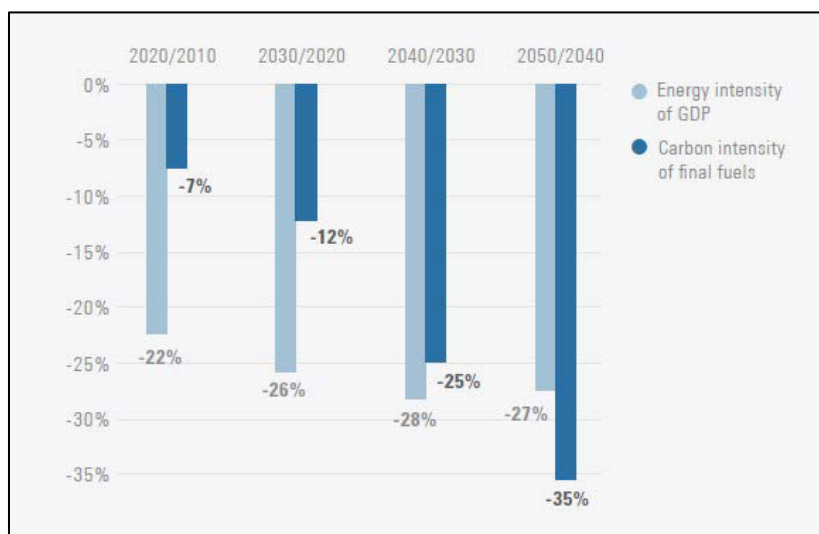
Les trois piliers de la décarbonisation

Le rapport s'appuie sur l'analyse de l'équation de Kaya et constate que (lorsqu'on assume la croissance de la population et du Pib/capita) l'évolution des émissions est déterminée principalement par l'intensité énergétique du Pib (Énergie/Pib) et par l'intensité en carbone de l'énergie (CO₂/Énergie). L'intensité énergétique peut être réduite à travers l'efficacité énergétique et par des mesures d'économie de l'énergie²⁶ (premier axe de travail). Le contenu en CO₂ de l'énergie peut être réduit par la décarbonisation de la production de l'électricité (deuxième axe) et par la réorientation du mix de la consommation de l'énergie finale (troisième axe). Pour ce dernier *pilier*, il s'agit de mettre en place un processus de transition de la consommation finale vers des combustibles moins polluants (*e.g.* hydrogène, biocarburants). Par exemple, dans le secteur des transports, il faudrait passer vers un mode basé sur l'électricité bas-carbone. Pour le dire autrement, ce troisième axe de décarbonisation s'appuie sur l'électrification des consommations finales d'énergie.

Dans les scénarios DDP, les pays enregistrent des baisses de l'intensité carbone du Pib très marquées, de l'ordre de 90% en 2050/2010. Cela est le résultat combiné de deux effets. Le premier est obtenu grâce à la baisse de l'intensité énergétique de la consommation finale (tep consommé par \$ de Pib) qui décroît de 70% en 2050/2010. Le deuxième effet est atteint grâce à la baisse du contenu carbone de l'énergie (CO₂/tep de consommation finale), qui décroît de 60% en 2050/2010.

²⁶ Alors que l'efficacité énergétique fait référence aux améliorations techniques, l'économie de l'énergie comprend une large palette de mesures, y compris des changements structurels et comportementaux, qui mènent à une moindre consommation d'énergie par unité de Pib. Ces mesures peuvent inclure : des technologies bas carbone pour les véhicules ou les équipements ménagers ; pour l'habitat, il s'agit des techniques et des matériaux de construction adéquates ; dans l'industrie, il s'agit des processus de production peu émetteurs, ou encore la réutilisation de la chaleur perdue.

Figure 5.14. Évolution décennale de l'intensité énergétique et de l'intensité carbonique (% , entre 2010 -2050)

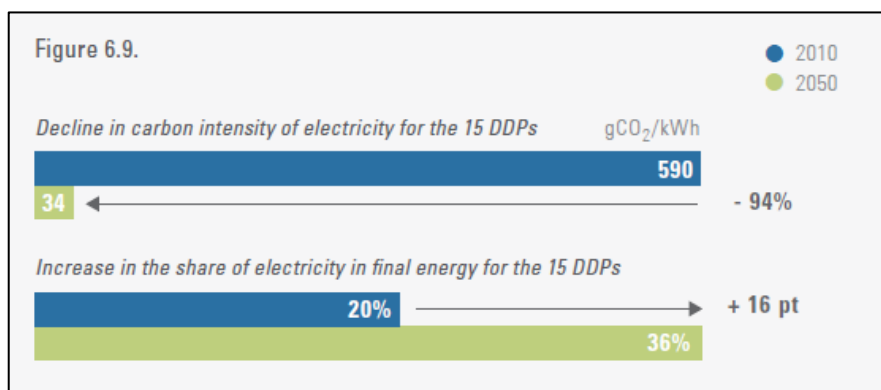


Source : DDPP 2014.

Le rapport précise que l'importance relative de ces deux facteurs, comme l'on voit dans la figure ci-dessus, évolue différemment dans le temps. Pendant les premières années, la réduction de l'intensité énergétique du Pib joue un rôle plus important par rapport aux réductions de l'intensité en CO₂ de l'énergie finale. Ces évolutions sont déterminées, en partie, par les effets de l'électrification, qui alimentent les stratégies d'atténuation des émissions mises en place : la décarbonisation de la production d'électricité et l'introduction de cette même électricité dans les usages finaux. Au début de la période, ce processus d'électrification a un moindre impact sur le contenu en CO₂ de l'énergie, puisque la production d'électricité est très carbonée. Cela étant, la tendance s'amplifie au fur et à mesure que l'électricité est décarbonée et qu'elle accroît sa part dans les usages.

L'électricité bas-carbone représente un élément central du projet DDP, puisqu'elle est amenée à assurer un rôle croissant dans l'approvisionnement d'énergie. La production d'électricité se trouve largement décarbonée en 2050 : son contenu carbone passe de presque 600 gCO₂/kWh en 2010 à 34 gCO₂/kWh en 2050. En même temps, la part de l'électricité dans la consommation finale passe de 20 à 36% entre 2010 et 2050.

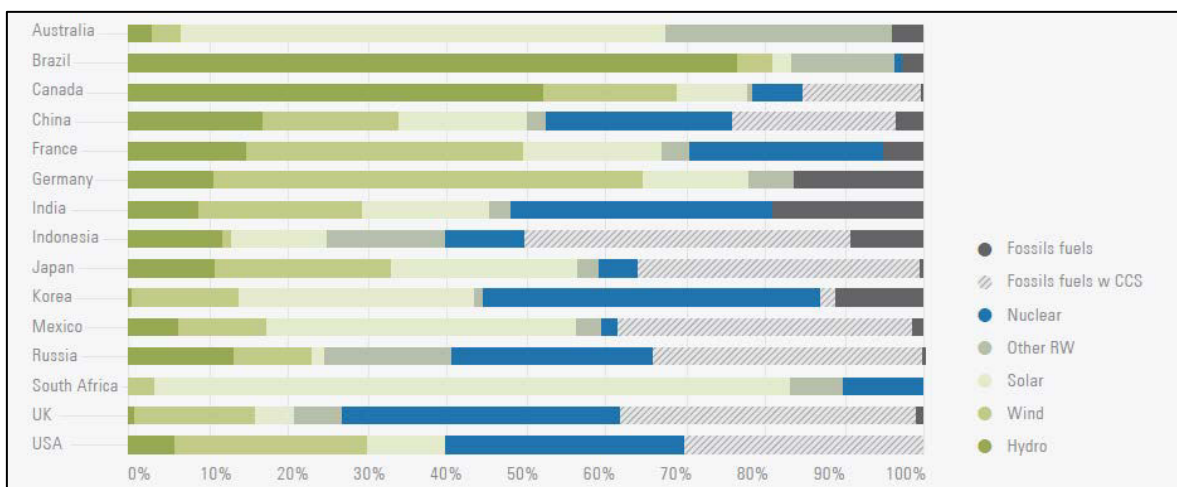
Figure 5.15. Évolution de l'intensité carbonique de l'électricité



Source : DDPP 2014.

À l'évidence, un niveau d'intensité carbonique aussi bas nécessite que l'électricité soit obtenue majoritairement à partir des ressources non fossiles (renouvelables, nucléaire, hydro) et à partir des carburants fossiles avec CCS.

Figure 5.16. Mix de la production d'électricité en 2050



Source : DDPP 2014.

La décarbonisation de l'électricité reflète l'utilisation des mix de ressources spécifiques à chaque pays. Le potentiel de la production et les conditions socioéconomiques de chaque pays font que les pays utilisent différemment les ressources disponibles. Un pays comme le Brésil, par exemple, mobilisera massivement son potentiel hydro, alors que la Corée développera davantage son parc nucléaire.

Au-delà de l'analyse des trajectoires de profonde décarbonisation que DDPP propose, le projet met en évidence plusieurs points qui permettent une analyse transversale des scénarios. Nous empruntons à Colombier et Waisman (2015), coordonnateurs du projet, quatre des principaux *messages*. Le premier point concerne le cadrage. Bien qu'il doive être commun,

afin de permettre une meilleure lisibilité et coordination des mesures, celui-ci doit faciliter la mise en œuvre de solutions spécifiques, propres à chaque pays. En effet, les potentiels techniques sont différents, tout comme les contextes socioéconomiques et politiques, ce qui fait que les mix de production d'énergie sont également différents.

Le deuxième point – message central du projet – concerne les axes sur lesquels doit s'appuyer le processus de décarbonisation : l'efficacité énergétique, la décarbonisation de la production de l'électricité et l'augmentation de la part de l'électricité dans la consommation finale. Bien que ces axes ne représentent pas les seuls moyens de réduction des émissions, toute politique qui vise une transition énergétique profonde doit œuvrer dans cette direction.

Enfin, il s'agit de deux autres messages, qui, dans le contexte actuel des négociations, acquièrent une importance particulière. Ainsi – troisième point – la décarbonisation profonde des économies est compatible avec la croissance et avec le rattrapage des pays émergents, notamment en termes d'accès aux services énergétiques. Cela représente un message fort à même de trancher le dilemme climat – développement. Dernièrement, la transition énergétique d'envergure que suppose la décarbonisation nécessite le renforcement des mécanismes de coopération, notamment pour ce qui concerne le développement et le déploiement des technologies. Cela pose la question des investissements et des flux de capitaux, surtout pour les pays qui doivent opérer une transformation majeure de leurs systèmes énergétiques et qui n'ont pas les moyens. Cette question centrale, qui représente un point de blocage majeur dans les discussions climatiques, sera traitée dans la dernière section de ce chapitre.

5.4.2. *Une meilleure croissance, un meilleur climat*

Au début des années 2010, l'OCDE démarrait un cycle de travaux dédiés à la croissance verte (OCDE 2011). Ces travaux étaient mandatés par les ministres des pays membres qui reconnaissaient que la croissance pouvait aller de pair avec le « souci de l'environnement ». Depuis, les publications ayant trait à cette problématique se sont multipliées, pendant que plus de quarante pays ont signé la déclaration initiale de l'OCDE sur la croissance verte²⁷. Dans ce contexte, marqué par l'indissociabilité entre climat et croissance, le rapport *Better Growth, Better Climate* (NCER 2014), paru sous les auspices de Nicholas Stern et Felipe Calderon, marque une étape importante. En effet, le rapport va au-delà d'une analyse coûts – bénéfices (à la base du rapport Stern) pour évaluer les actions climatiques à mettre en œuvre, et développe une approche qui combine deux visions théoriques distinctes : celle de Schumpeter et celle de Pigou.

La thèse défendue par les auteurs est que la croissance soutenue et l'atténuation des émissions peuvent s'appuyer réciproquement. La dynamique de ces deux objectifs fondamentaux doit être envisagée communément en raison de deux grandes transitions à venir

²⁷ Voir la Déclaration au <http://www.oecd.org/fr/env/44077839.pdf>. Consulté le 15.07.2015.

dans les vingt prochaines années. La première résulte des changements majeurs et structurels que connaîtra l'économie mondiale. Les changements les plus importants seront dus au basculement des activités économiques vers les pays en développement, à la croissance démographique et à l'affluement des populations vers les villes, à la tertiarisation de l'économie, à l'accroissement du stress sur les forêts, l'eau et les sols, ainsi qu'à des changements dans la façon dont nous produisons et consommons l'énergie. À la différence de la première transition, qui est donnée comme inéluctable, la deuxième transition dépend du choix de mettre en place ou d'agir pour une économie bas-carbone.

L'argument central, expliquent les auteurs, est que la réussite de cette deuxième transition est conditionnée par la réussite de la première : si la première transition est bien gérée, elle favorisera le succès de la seconde et, inversement, « si la première transition est mal gérée, la deuxième sera beaucoup plus difficile » (NCER 2014 : 10). De cet argument central émane la thèse du rapport, conformément à laquelle une « meilleure croissance » est un levier nécessaire à la gestion du risque climatique. Dans ce qui suit, nous allons présenter, tout comme nous l'avons fait pour le projet DDP, plusieurs résultats issus du rapport « Une meilleure croissance, un meilleur climat ». Cela sera précédé de la présentation du cadrage théorique, qui constitue une contribution importante à (la nouvelle) économie du climat.

Pour ce qui concerne le cadre théorique, celui-ci est marqué, comme nous l'avons dit, par une vision schumpétérienne de la croissance²⁸ et par la théorie de la croissance endogène avec progrès technique dirigé, notamment vers les secteurs « verts » de l'économie. L'idée part du fait que les innovations dans les secteurs « sales » de l'économie perpétueraient le développement de ces systèmes productifs et mèneraient à la catastrophe écologique. Grâce à l'intervention de l'État (puisque les marchés seuls ne peuvent pas réorienter la production), l'innovation serait dirigée vers les secteurs « verts » de l'économie, ce qui permettrait la réorientation du système productif et l'obtention d'une croissance durable, de long terme. La vision néo-schumpétérienne est « entrelacée » avec des modèles d'apprentissage, de croissance endogène, avec les théories d'économie géographique, qui déterminent le progrès technologique et donc la croissance économique.

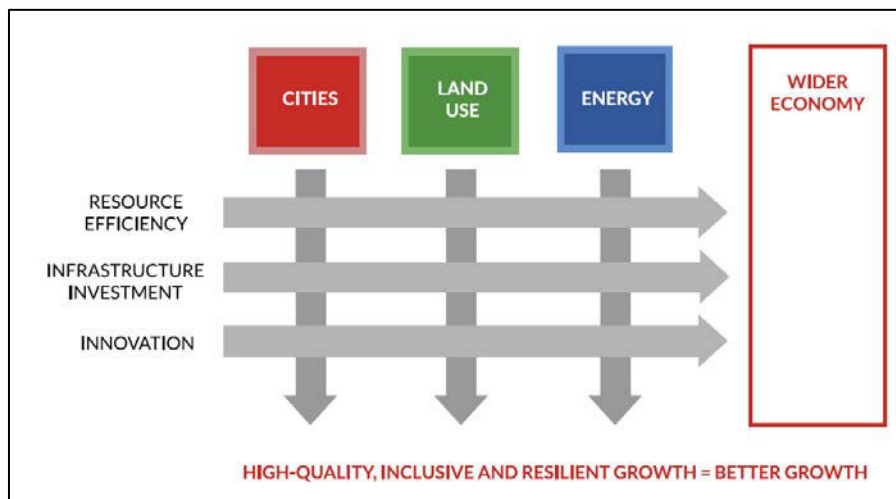
De l'autre côté, le rapport mobilise la théorie pigouvienne qui implique que les pollutions soient traitées comme des défaillances de marché, et il fait appel à la fiscalité environnementale pour les traiter. Ainsi, le cadre théorique proposé par le rapport s'appuie sur le rôle de l'État ; celui-ci doit orienter les investissements nécessaires à l'innovation dans les secteurs verts et, en même temps, il doit être capable d'influer sur l'allocation efficace des ressources par l'internalisation des externalités. Comme le précisent les auteurs eux-mêmes : « Nous avons besoin de combiner la théorie économique de Pigou avec celle de Schumpeter. Des prix carbone élevés et des investissements dans les politiques de R&D et d'innovation sont des facteurs très puissants qui peuvent déterminer le changement » (NCER 2014 :13). En somme et à la différence d'autres travaux similaires, notamment à la différence du rapport Stern, le présent rapport s'appuie sur les théories de la croissance endogène et non pas sur des estimations des dommages et des bénéfices des modèles d'analyse intégrés.

²⁸ Le processus de « destruction créatrice » s'appuie sur une dynamique des innovations, phénomène qui conduit à renouveler continuellement les secteurs économiques, selon J. Schumpeter (1883-1950).

L'approche est qualifiée par les auteurs en tant que « conséquentialisme structuré » (ang. *structured consequentialism*), dans le sens qu'elle fournit un cadre structuré pour des décisions à prendre compte tenu des conséquences à venir. Ainsi, à la base, le rapport traite de la gestion du risque par rapport à la croissance, à la réduction de la pauvreté et au changement climatique. En même temps, l'étendue de ces problématiques a une portée beaucoup plus large, car elles concernent la transformation structurelle de la quasi-totalité des systèmes socio-économiques. Ce sont ces dynamiques que le rapport tâche de saisir.

Pour ces fins, ou, plus précisément, pour assoir la croissance à venir sur une trajectoire durable, le rapport identifie trois « moteurs du changement » : l'amélioration de l'efficacité des ressources, l'augmentation des investissements dans les infrastructures et le développement des innovations. Ces moteurs du changement doivent alimenter trois « systèmes de l'économie » : les villes, l'utilisation des terres et l'énergie.

Figure 5.17. Le contexte stratégique : systèmes économiques et déterminants-clés du changement

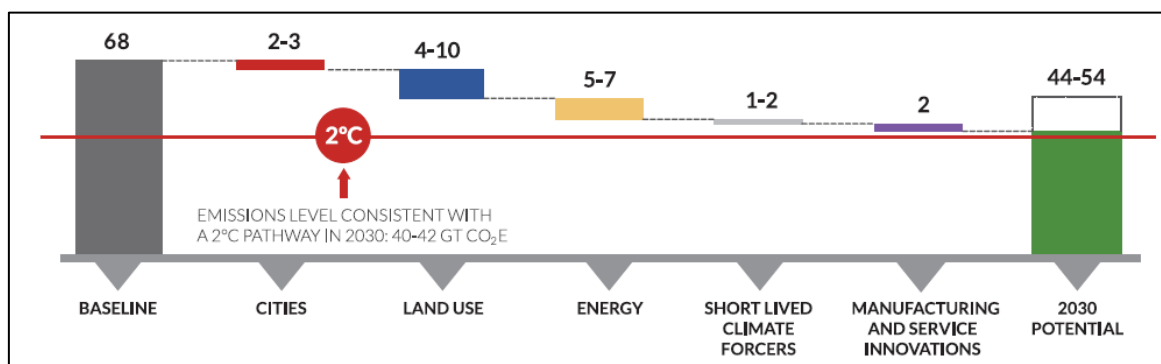


Source : NCER 2014.

L'analyse de ces trois systèmes économiques se fait en distinguant les pays en fonction de leurs revenus (bas, moyens, élevés). Chaque famille de pays devrait privilégier un agenda spécifique : les pays pauvres devront œuvrer à l'amélioration des institutions, de la productivité agricole et de l'accès à l'énergie. Les pays à revenu moyen devraient se concentrer sur le développement des politiques urbaines et sur les questions liées à la transition énergétique, pendant que les pays riches devraient favoriser l'innovation, améliorer le financement public et accélérer la transition énergétique, ce qui aurait comme effet la stimulation de la croissance. De manière générale, les recommandations des auteurs au regard des systèmes économiques envisagés et des déterminants du changement (tels que décrits dans la Figure 5.17) visent l'élimination des subventions aux combustibles fossiles, le contrôle de l'étalement urbain, la fiscalité carbone, le financement de la recherche et du développement et la mise au profit des mesures « sans-regret ».

Pour ce qui concerne les résultats en termes d'abattement des émissions des mesures envisagées dans le rapport, la Commission *New Climate Economy* estime que ceux-ci pourraient être de l'ordre de 14 à 24 GtCO₂-eq. en 2030. La fourchette basse, 14 Gt CO₂-eq., représente la moitié du nécessaire de réduction des émissions compatible avec le 2°C. Si nous considérons la fourchette haute, les 24 Gt CO₂-eq. représentent 90% du nécessaire de réduction.

Figure 5.18. Potentiel d'abattement des émissions dans les trois systèmes-clés de l'économie



Notes : Le raisonnement est le suivant : selon le GIEC (Figure SPM.4, Summary for Policymakers WGIII 2014) sous la *baseline* les émissions mondiales passent de 50 Gt aujourd'hui à 68 Gt en 2030. Pour respecter le 2°C, la valeur médiane des estimations (probabilité de 66%) est de 42 Gt (ligne rouge sur le graphique), ce qui fait que les réductions nécessaires entre la référence et le 2°C sont de 26 Gt CO₂-eq. La sommation des réductions des mesures envisagées par le rapport mène à des réductions comprises entre 14 et 24 Gt. Lorsque ces chiffres sont rapportés au nécessaire de réduction de 26 Gt, alors les mesures proposées assurent entre 50 et 90% des réductions compatible avec un scénario 2°C.

Source : NCER 2014.

À l'évidence, la réduction de 24 Gt est à envisager dans les meilleures circonstances. Cela suppose avoir des processus d'apprentissage et de partage des meilleures pratiques, des prix carbone importants et, comme précisent les auteurs du rapport, un leadership au niveau politique ainsi qu'une coopération forte au niveau international. Ces mesures devraient être orientées particulièrement vers les pays émergents pour soutenir leurs efforts dans l'implémentation des trois leviers du changement.

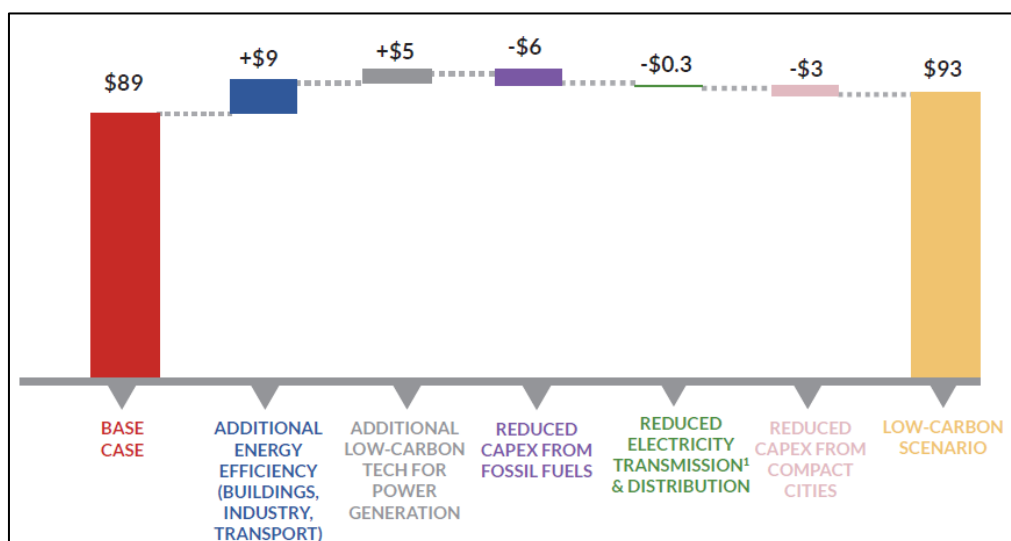
Pour des raisons de concision, nous allons regarder par la suite seulement deux (des trois²⁹) déterminants majeurs qui peuvent alimenter les changements nécessaires dans les sphères économiques mentionnées précédemment. Précisons que le choix de regarder de plus près ces deux moteurs du changement s'explique par leur rapport avec la section suivante, dans laquelle on discutera de l'importance des investissements et du rôle de l'innovation.

²⁹ En effet, le premier levier pour le changement des systèmes économiques concerne l'efficacité des ressources. L'amélioration de leur utilisation est un prérequis important pour la transition énergétique. Les défaillances du marché et des politiques déforment l'allocation efficace des ressources et augmentent par la même les émissions. L'exemple le plus flagrant est celui des subventions aux énergies fossiles. Le NCER (2014) précise que les subventions aux énergies propres représentent environ 100 mld.\$, tandis que les subventions pour les fossiles sont estimées à environ 600 mld.\$ par an. Un prix du carbone fort aura un double dividende en suscitant une productivité énergétique plus importante et en fournissant de nouveaux revenus fiscaux.

Le premier déterminant concerne ce qui est considéré à juste titre comme « le fondement de la croissance économique moderne » : les investissements dans les infrastructures. Celles-ci sont caractérisées par deux aspects importants : elles ont un impact fort sur le profil des émissions à venir (la plupart des infrastructures durent entre 30-50 ans ; effet de *lock-in*) et, en même temps, elles sont très coûteuses et difficiles à financer. Le rapport met en évidence deux raisons pour expliquer ce manque de financement (malgré l'abondance des capitaux). D'un côté, il s'agit de la fragilité des budgets publics et, de l'autre, de la perception des risques par les marchés.

Les auteurs du rapport estiment que les besoins d'investissement dans les infrastructures sont de l'ordre de 90 trillions \$ (soit 90 000 milliards) jusqu'en 2030, ce qui est équivalent à un besoin d'investissement annuel de l'ordre de 6 trillions \$, alors que le niveau actuel est de 1,7 trillions \$³⁰. Plus de la moitié de ces investissements (60%) est nécessaire dans les pays en développement, ce qui fait que le problème se pose, comme nous l'avons mentionné, à deux niveaux : réussir à soulever suffisamment de capitaux (passer de 1,7 à 6 trillions \$/an) et les diriger dans la bonne direction, le tout dans une fenêtre de temps plutôt étroite, dans les quinze années à venir. La « bonne nouvelle », précise le rapport, est que, pris conjointement, les capitaux publics et privés offrent un montant suffisant pour le financement de ces infrastructures.

Figure 5.19. Nécessaire d'investissements globaux entre 2015-2030 (en milliards, \$2010 const.)



Notes : CAPEX désigne les dépenses d'investissement de capital.

¹ Les coûts du transport et de la distribution baissent en raison d'une meilleure efficacité énergétique, ce qui mène à une réduction globale de la demande par rapport à la référence. Cette baisse est plus importante que la hausse des investissements nécessaires pour l'intégration des renouvelables.

Source : NCER 2014.

³⁰ Nous allons utiliser la mesure en trillions pour faciliter la lecture des graphiques.

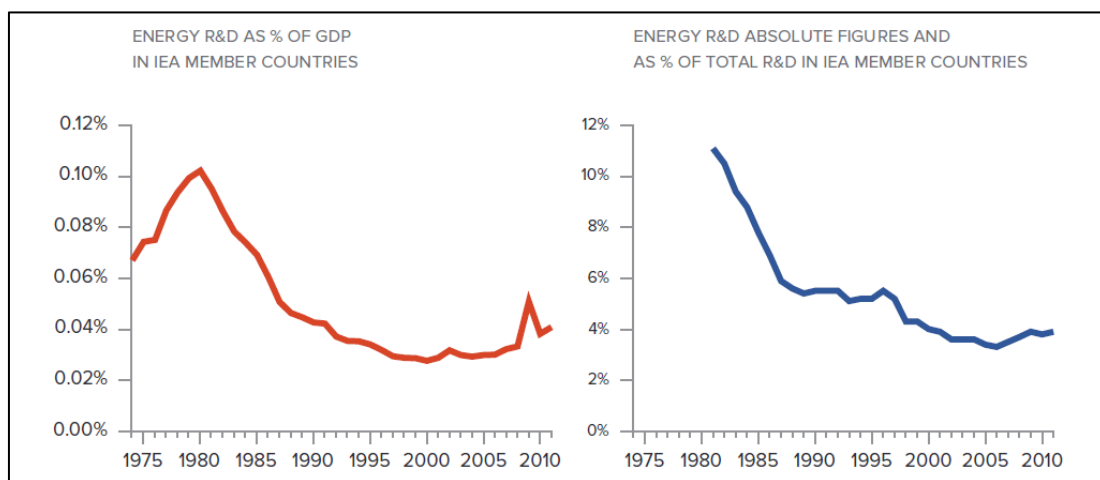
Le rapport désagrège le nécessaire des investissements au niveau de l'économie mondiale (89 trillions \$) et estime que, pour rester sur une trajectoire compatible avec le 2°C, les investissements dans l'efficacité énergétique (bâtiments, industrie, transports) nécessitent un coût additionnel de 8,8 trillions \$, pendant que le déploiement des technologies bas-carbone (renouvelables, nucléaire, CCS) nécessiterait un investissement de 4,7 trillions \$. En même temps, la transition énergétique n'amène pas uniquement des coûts. Un scénario décarboné ferait bénéficier l'économie globale de quelques 6 trillions \$ (dont 2 trillions dû à la réduction dans les coûts d'investissement dans les centrales électriques thermiques et 3,7 trillions \$ grâce à la réduction de la demande des carburants fossiles, qui inclut la réduction des investissements dans l'exploration et dans le secteur des transports). À cela s'ajoute un moindre coût d'investissement dans le secteur électrique (transport et distribution) de l'ordre de 0,3 trillions \$ qui est dû à l'efficacité énergétique et à une moindre demande d'énergie. Une économie importante, de l'ordre de 3,4 trillions \$, pourrait être obtenue grâce à la manière dont sont conçues les villes, qui devraient être plus compactes – ce qui réduirait les congestions dues au transport – et qui devraient bénéficier d'une meilleure infrastructure pour l'adduction d'eau et pour le traitement des déchets.

Globalement, notent les auteurs, les besoins additionnels pour le développement d'une infrastructure bas-carbone en 2030 seraient de l'ordre de 4 trillions \$, soit uniquement 5% de plus par rapport à la *baseline*. En même temps, si les coûts d'adaptation de cette infrastructure (carbonée), qui sont exclus de l'estimation, étaient pris en considération, alors il serait fort possible que les coûts de ces investissements soient équivalents, voire plus faibles que les investissements bas-carbone. À cela contribuent les coûts d'exploitation plus faibles (évalués à 1 trillion de dollars), coûts qui ne sont non plus pris en compte dans l'estimation (ces chiffres reflètent uniquement les coûts supplémentaires de départ pour ces investissements).

Le deuxième déterminant que nous souhaitons mettre en exergue concerne l'innovation dans les technologies. À l'évidence, celles-ci peuvent contribuer à la croissance économique et à la réduction des émissions, surtout lorsqu'elles visent les processus de production, ce qui confirme l'analyse de Damian (2014, 2015). En même temps, il est tout aussi évident que l'innovation n'emprunte pas la direction du bas-carbone d'elle-même, l'intervention de l'État devant être claire et forte. Dans ce contexte, le rapport estime que les efforts en recherche et développement (pour les principales économies) dans le secteur de l'énergie doivent dépasser 100 mld.\$/an d'ici le milieu des années 2020.

Pour ce qui est de l'innovation, les auteurs du rapport identifient trois domaines qui requièrent l'intervention des États. D'abord, il s'agit de la subvention de la R&D à travers des fonds publics ; cette subvention doit être envisagée en rapport étroit avec le secteur privé, pour s'assurer, explique le rapport, « de l'importance de la recherche par rapport aux demandes du marché ». Ensuite, il s'agit de la mise en place d'un prix carbone, afin de créer l'incitation nécessaire pour orienter la recherche. Troisièmement, les États devraient veiller aux cadres législatifs qui puissent renforcer la concurrence, notamment à travers des lois anti-trust et en protégeant la propriété intellectuelle. Ces interventions sous-tendent un fait important, que les auteurs ne manquent pas de mettre en avant : les niveaux d'investissement dans la R&D énergie doivent être substantiellement rehaussés.

Figure 5.20. Investissement dans la R&D énergie en pourcent du Pib et par rapport au total du R&D (pays membres de l'AIE)



Source : NCER 2014.

En effet, c'était en 1978 que le monde avait connu son pic d'investissement dans la R&D énergie, soit 7,4 milliards (\$ 2005, constant). Sur la période considérée, certains domaines comme la santé ou la défense ont vu leurs dépenses tripler et respectivement doubler. De ce point de vue, l'exemple de l'UE, précisent les auteurs, est illustratif : la R&D énergie a baissé de 32% alors que, globalement, ces investissements ont augmenté de presque 150% depuis 1980. Dans ce paysage, certains pays se distinguent nettement, comme la Corée et le Japon, qui dépensent pour l'ensemble de la R&D entre 3 et 4% du Pib (en 2012). À cet égard, notons qu'en 2012 la Chine dépense autant que l'UE pour la recherche et le développement (environ 1,5% du Pib).

Le secteur de l'énergie, conclut le rapport, connaît une transformation profonde, ce qui a des conséquences importantes aussi bien sur le climat que sur le bien-être des sociétés. Mis à part le solaire et l'éolien qui approchent rapidement la frontière de la rentabilité, les autres technologies requièrent encore des subventions (*i.e.* le stockage de l'énergie, le CCS). Ces innovations doivent être appuyées par des politiques publiques et, en cela, le rôle des décideurs est essentiel. Les dépenses en R&D, les 100 mld.\$/an, ne représentent que 0,1% du Pib des principales économies.

Nous terminons cet aperçu du rapport « Une meilleure Croissance, un meilleur climat » en soulignant trois recommandations extraites du *Plan d'Action Mondial* (en dix points), proposées par le rapport. La première concerne la nécessité d'introduire des prix carbone forts dans le cadre d'une réforme fiscale adéquate. La deuxième recommandation concerne les coûts du capital pour les investissements dans les infrastructures à faible intensité carbone, qui doivent être substantiellement réduits. Enfin, la troisième recommandation vise l'augmentation des investissements de l'innovation, et particulièrement la R&D énergie.

Dans la section suivante, nous allons appuyer, d'une manière aussi bien implicite qu'explicite, ces recommandation, en traitant justement de la nécessité de l'instauration du prix carbone, de la question de l'accès aux financements, notamment pour les pays en développement, ou encore de l'importance de l'innovation.

5.5. La question du financement au cœur du deuxième régime climatique

Depuis plusieurs années, les diverses disciplines mobilisées pour informer et guider le processus de mise en place d'un régime climat livrent une expertise solide aussi bien de la nécessité de réduire les émissions que des diverses manières pour y arriver. Malgré cela, le régime climatique peine à s'inscrire dans une perspective pérenne, à même de susciter des résultats satisfaisants. D'un côté, les engagements politiques manquent de détermination et, de l'autre, les instruments économiques sont soit insuffisamment calibrés (*e.g.* signal prix trop faible) soit absents. COP après COP, le chemin vers la consolidation d'un régime climat tarde à s'éclaircir. Les raisons qui expliquent cette situation sont nombreuses, mais il apparaît que les solutions recherchées doivent être intégrées, comme nous l'avons montré dans la section précédente, dans un contexte macroéconomique plus large.

À cet égard, les recommandations de la Commission Canfin-Grandjean (2015), qui plaide pour la mise en place d'une Feuille de route pour le financement d'une économie décarbonée, apparaissent comme une évidence. Le prix du carbone demeure la mesure phare de toute politique climatique crédible. Celui-ci n'est pas une obsession d'économiste, comme l'explique Edenhofer (2015), puisqu'il est avéré que : « le bas prix relatif du charbon a été le principal déterminant de la carbonisation de l'économie mondiale ». La proposition de C. de Perthuis et P.-A. Juvet (2015) sur la tarification du carbone, comme bien d'autres, a comme appui ce fait empirique, qui représente le point de départ le plus adéquat pour les politiques climatiques. Une autre recommandation du rapport de la Commission concerne l'articulation entre le financement et le développement. Ces financements doivent être réalloués et les pays pauvres et les pays en développement doivent être parmi les principaux bénéficiaires. La proposition de S. Mathy et O. Blanchard (2015) pointe justement dans cette direction. Les besoins fondamentaux de ces pays peuvent être satisfaits en assurant les conditions d'un développement pérenne et équitable.

Enfin, la transition vers une économie bas-carbone s'opère dans une économie marquée par un « triangle des paradoxes » (Canfin-Grandjean 2015), dans lequel les besoins de financement des infrastructures se heurtent aux risques et aux mécanismes financiers insuffisants ou défaillants des institutions spécialisées (comme les Banques Centrales). La proposition de J.-C. Hourcade, M. Aglietta et B. Perissin-Fabert (2014) répond, par leur projet de création d'un *actif carbone*, à cette problématique. Une politique monétaire expansionniste et la création d'un mécanisme pour prendre en charge les coûts initiaux plus élevés des investissements bas-carbone peuvent pallier ces défaillances.

Dans cette dernière section nous allons analyser quelques pistes – exercice non exhaustif – des propositions à même de faire avancer les discussions climatiques. Nous avons choisi trois de ces propositions, que nous empruntons aux chercheurs qui les ont proposées : C. de Perthuis et P.-A. Juvet (2015), S. Mathy et O. Blanchard (2015) et J.-C. Hourcade, M. Aglietta et B. Perissin-Fabert (2014). Cette analyse sera complétée par la présentation de la stratégie dite de l'« avantage du précurseur » (*ang. first mover advantage*) (E. Kriegler *et al.*

2014). L'intérêt de présenter cet « effet » est de montrer un des co-bénéfices de la fourniture de ce bien commun qu'est le climat.

Nous avons essayé de grouper ces propositions d'une manière simple, afin de permettre une meilleure lecture. De ce point de vue, celles-ci peuvent être vues comme étant plutôt complémentaires que redondantes. Dans le regroupement de ces propositions, nous avons essayé de tenir compte aussi bien de la dimension économique que de celle politique. Il ne s'agit pas de renforcer le clivage Nord-Sud, mais tout simplement de tenir compte de la position et de la conjoncture dans laquelle se retrouvent ces pays. Par exemple, le cas de l'Europe, dont les financements publics sont plombés par la dette, est très différent de celui de la Chine, qui a comme objectif avoué la réduction de la pauvreté. Ainsi, la proposition d'Hourcade *et al.* (2014), qui met en avant la nécessité de la finance carbone, nous semble avoir plus de chances d'aboutir dans un contexte où il y a plus d'acceptabilité politique pour un prix carbone et où les institutions financières sont plus développées.

Pour garder la cohérence de la présentation, nous avons couplé, dans la première partie, la proposition de Jovet et de Perthuis (2015) pour son côté transferts financiers avec celle de Mathy et Blanchard (2015) qui vise plus spécifiquement un agenda développementiste. Dans la deuxième sous-section, nous allons présenter la proposition qui vise la question de la finance carbone et l'intérêt de développer l'innovation technologique pour la production des énergies propres. Nous estimons que toutes ces propositions, au-delà du pour et du contre qu'on peut leur apposer, doivent alimenter le débat, la décision de les mettre en œuvre appartenant collectivement à la communauté des Parties. Cette dernière section est censée indiquer seulement les directions qu'il faut explorer pour la consolidation de ce que nous avons appelé le deuxième régime climat. Par conséquent, les propositions citées ne pourront pas être analysées de façon approfondie, leur présentation étant concise.

5.5.1. *Tarification du carbone, transferts financiers et diminution de la pauvreté*

Nous entamons cette sous-section avec la présentation du système de tarification carbone avancé par Jouvét et de Perthuis (2015), le « bonus-malus » carbone, présentation suivie par le mécanisme de convergence entre réduction de la pauvreté et climat (Mathy 2015 ; Mathy et Blanchard 2015).

« Bonus-malus » et tarification internationale du carbone

La proposition de Jouvét et de Perthuis (2015) part de l'observation fondamentale que, pour inciter les gouvernements à adopter un comportement coopératif, il faut que le système de tarification du carbone soit « simple et transparent ». Le dispositif qui reflète au mieux cela serait basé sur deux principes : un prix à payer pour les pays émetteurs qui dépassent le seuil des émissions moyennes par tête au niveau mondial et une redistribution cohérente des sommes collectées. Les fonds collectés seraient redistribués aux pays qui, à la fois, se placeraient en dessous du seuil des émissions moyennes (au niveau monde) et qui auraient permis d'économiser par rapport à cette moyenne. Les auteurs proposent ainsi un système de « bonus-malus » carbone, à même d'intégrer les pays en développement dans un régime climat, tout en les encourageant à faire des efforts de réduction des émissions.

Il s'agit, expliquent Jouvét et de Perthuis (2015), d'un système dynamique qui s'équilibrerait d'année en année, en fonction des niveaux d'émissions. Au départ, cela profiterait aux pays ayant des faibles émissions par tête et, symétriquement, pénaliserait les pays forts émetteurs. L'accent est mis sur le côté incitatif du dispositif qui encourage les pays récepteurs à accroître leur « bonus » et les pays contributeurs à réduire leur « malus ». La redistribution que cela implique correspond, comme l'expliquent les auteurs, à l'application du principe de « responsabilité commune mais différenciée » tout en évitant la dichotomie AI – NAI.

La question du taux à appliquer pour le calcul de la valeur de la tonne de carbone est guidée par le réalisme et par les engagements assumés dans les négociations climatiques. Pour ce qui est du réalisme, prémisse du départ, il faut avouer l'impossibilité d'avoir un taux trop élevé à l'instar des prix carbone estimés actuellement (entre 50 et 140\$ la tonne de CO₂-eq. en 2020). En même temps, un prix trop faible (1 ou 2\$/t) ne permettrait pas plus que la mise en place d'un système MRV dans les pays en développement (élément cependant essentiel du dispositif). La solution serait donc de crédibiliser les engagements concernant les transferts financiers faits à Copenhague (100 Mld./an en 2020), ce qui déterminerait un taux de l'ordre de 7 à 8\$ la tonne de CO₂ (taux estimé sur la base des émissions de 2011). Ainsi, les contributions les plus importantes viendraient des pays occidentaux (60 mld.) et des pays exportateurs d'hydrocarbures (20 mld.).

Tableau 5.3. Effets de redistribution du système bonus-malus (base de transfert de 100 Mld.\$)

Contributeurs	Total des émissions (MtCO ₂ eq.)	Population (million)	Emissions per capita (tCO ₂ eq.)	Bonus-Malus (\$ million)
Etats-Unis	6,550	312	21.0	34,428
Chine	10,553	1,344	7.9	15,742
Russie	2,374	143	16.6	11,064
Union Européenne (UE 28)	4,541	503	9.0	10,325
Japon	1,307	128	10.2	3,776
Canada	716	34	20.9	3,752
Australie	563	22	25.2	3,172
Corée du Sud	688	50	13.8	2,810
Arabie Saoudite	533	28	19.2	2,687
Iran	716	75	9.5	1,809
Autres	4,495	399	11.3	14,889
<i>Total des contributeurs</i>	<i>33,036</i>	<i>3,038</i>	<i>10.9</i>	<i>104,454</i>
Monde	43,413	6,903	6.3	0
Bénéficiaires	Total des émissions (MtCO ₂ eq.)	Population (million)	Emissions per capita (tCO ₂ eq.)	Bonus-Malus (\$ million)
Inde	2,486	1,221	2.0	- 38,955
Bangladesh	129	153	0.8	- 6,244
Pakistan	308	176	1.8	- 5,997
Nigeria	325	164	2.0	- 5,311
Indonésie	835	244	3.4	- 5,241
Philippines	150	95	1.6	-3,362
Ethiopie	125	89	1.4	-3,282
Vietnam	274	88	3.1	-2,087
Rep. Dem. Congo	172	64	2.7	-1,727
Tanzanie	73	46	1.6	-1,639
Autres	5,501	1,524	3.6	-30,609

Source : Jouvét et de Perthuis (2015).

Le principal obstacle à la mise en place de ce système est mis en avant par les auteurs mêmes : convaincre les États à opérer ces transferts. De fait, les montants en question n'apparaissent pas très importants lorsque rapportés à la taille des économies des pays industrialisés. Bien que le dispositif proposé assure pratiquement la participation de tous les pays en développement, il ne garantit pas un niveau du signal prix à même de modifier les trajectoires des émissions. Pour cela les auteurs proposent la formation d'une coalition initiale qui met en place un système *cap and trade* permettant l'émergence d'une valeur carbone internationale. Il s'agit donc d'assortir le dispositif « bonus-malus » d'un marché carbone transcontinental, en privilégiant un « noyau dur » qui regroupe le *Top 3* des émetteurs : la Chine, les États-Unis, l'UE.

Bien que cela ne soit pas comparable, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer une certaine similarité entre notre proposition concernant le k3-climat et le « noyau dur » de Jouvét et de Perthuis (2015). Si, pour ce qui nous concernait, nous avons pris en compte uniquement la taille des pays pour former une coalition k3-climat, Jouvét et de Perthuis

ajoutent un deuxième critère qui est celui de la courbe d'expérience de la tarification carbone. L'usage et la prédilection de ces pays pour les systèmes de marché carbone, expliquent les auteurs, sont à même de faciliter leur couplage (ang. *linking*). Notons, à ce sujet, que la question du couplage est bien documentée dans la littérature, son avantage étant évident (e.g. Flachsland *et al.* 2009 ; Tuerk *et al.* 2009 ; Ranson *et Stavins* 2013). Le marché qui devrait ainsi émerger, couvrirait 55% des émissions de CO₂ énergétiques et devrait être suffisamment attractif pour que d'autres grands pays, comme l'Inde, la Russie, la Corée, puissent s'y joindre.

En résumé, le dispositif « bonus-malus » propose un système qui vise l'introduction d'une valeur carbone en s'appuyant, d'un côté, sur la taxation et, de l'autre, sur un marché carbone international. Le premier volet permettrait l'instauration d'un système MRV ambitieux et la participation d'un grand nombre de pays en développement au régime climat, ainsi que le respect du principe fondateur de la CCNUCC. Le principal obstacle à la mise en place de ce système est dû au consentement des pays contributeurs à accepter les transferts en question. Le deuxième volet concerne un marché tripartite entre l'Europe, les États-Unis et la Chine, proposition qui apparaît fort souhaitable. En revanche, cela présuppose un processus d'harmonisation de règles et de gouvernance qui pourrait prendre du temps, mais qui permettrait d'inscrire ces pays sur des trajectoires de décarbonisation conséquentes.

Réduction de la pauvreté et climat

La proposition de Mathy et Blanchard (2015) vise la création d'un mécanisme de financement conjoint pour le développement et le climat (ang. *poverty-adaptation-mitigation funding window*, PAM-W). Le fondement de cette proposition est donné par la nécessité de sortir les quelques 1,2 milliards de personnes (dont 150 millions en Chine et 400 en Inde) de la pauvreté, sans mettre en péril l'objectif de 2°C. Puisque développement et investissements (e.g. infrastructures, équipements) sont intimement liés, alors « tous les moyens consacrés à la lutte contre la pauvreté devraient intégrer une contrainte carbone » (Mathy 2015 : 22). Dès lors, s'impose un agenda qui puisse mettre en œuvre des synergies entre négociations climat et objectif de développement pour le millénaire.

Le mécanisme pour le développement et le climat devrait s'appuyer sur le Fonds vert et viserait directement la satisfaction des besoins fondamentaux à travers des solutions décarbonées, en respectant les critères d'allocation discutés au sein de la CCCNUCC (e.g. atténuation, adaptation, transfert de technologies). Les pays destinataires seraient évidemment ceux qui ne réussissent pas à pourvoir aux besoins fondamentaux de leurs citoyens. Pour cela le mécanisme s'appuie sur une série d'indicateurs qui sont corrélés avec des secteurs essentiels pour la réduction de la pauvreté.

Tableau 5.4. Convergence sectorielle et satisfaction des besoins fondamentaux

	Objectif de réduction de la pauvreté	Objectif de réduction des émissions de GES	Objectif adaptation	Exemple d'action
Habitat	Diminuer le nombre de personnes habitant dans des bidonvilles	Limiter les émissions de GES des nouveaux logements	Diminuer la vulnérabilité aux événements extrêmes	Renforcer les modes constructifs bioclimatiques
Alimentation	Diminuer le nombre de personnes souffrant de malnutrition	Limiter les émissions de GES de l'agriculture	Diminuer la vulnérabilité de l'agriculture au changement climatique	Améliorer l'efficacité du système agricole de la terre à l'assiette
Électricité	Diminuer le nombre de personnes sans accès à l'électricité	Limiter les émissions de GES de la production d'électricité	Contribuer à la résilience du secteur électrique	Développer la production d'électricité décarbonée, efficacité énergétique
Déchets	Réduire la pollution, augmenter le taux de traitement des déchets	Limiter les émissions de GES des déchets	Limiter les impacts sanitaires d'une mauvaise gestion des déchets dans un contexte de changement climatique	Installations de captage du gaz de décharge
Assainissement	Diminuer le nombre de personnes sans système d'assainissement	Limiter les émissions de GES des effluents	Limiter la vulnérabilité aux inondations et épidémies (événements extrêmes)	Développer des réseaux d'assainissement performants/améliorés
Transports	Élargir l'accès à la mobilité et améliorer la santé dans les villes	Limiter les émissions de GES des véhicules	Construire des infrastructures résilientes aux impacts du changement climatique	Réseaux de transports en commun, mobilités douces
Santé	Améliorer la santé et élargir l'accès aux soins	-	Limiter la vulnérabilité aux épidémies, aux événements extrêmes	Augmenter le taux de couverture santé

Source : Mathy 2015.

À la lecture du tableau ci-dessus, nous observons que la quasi-totalité des besoins fondamentaux apparaissent compatibles avec des objectifs climatiques (atténuation et adaptation). À titre d'exemple, dans le secteur de l'habitat, les logements bioclimatiques (*i.e.* construits selon des méthodes traditionnelles) permettraient de loger correctement des personnes, de limiter les émissions de GES des nouvelles constructions et de réduire la vulnérabilité de l'habitat aux éventuels événements climatiques. Il y va de même pour l'agriculture, le transport ou encore pour le secteur électrique.

Un élément important de ce mécanisme concerne les conditions d'éligibilité, qui devraient éviter l'allocation d'une part trop grande des financements aux pays qui concentrent des populations précaires importantes (*e.g.* un quart de la population indienne n'a pas d'accès à l'électricité). Ainsi, le critère d'allocation devrait être établi, d'un côté, en fonction de l'impossibilité du pays à assurer ces besoins fondamentaux et, de l'autre, en fonction du nombre relatif de bénéficiaires. Pour ce qui est de l'évaluation, il est proposé d'utiliser un système « *output-based* », comme celui de la Banque Mondiale, dans lequel le financement est

fonction des objectifs réalisés. Cela permettrait d'avoir des stratégies cohérentes puisque les pays privilégieront un nombre restreint de secteurs, là où les besoins sont les plus importants, avant d'élargir le spectre d'actions.

Nous retenons deux des avantages de cette proposition, mis en avant par les auteurs. Le premier consisterait à débloquent le dilemme qu'il peut y avoir concernant l'arbitrage entre politique de développement et atténuation des émissions. Les pays seraient fortement incités à mettre en place des solutions de réduction de la pauvreté bas-carbone, ou vice-versa, à mettre en place des politiques bas-carbone qui réduisent la pauvreté. Le deuxième avantage consisterait en la limitation des coûts de transaction, puisque, le niveau de l'aide étant proportionnel à la population qui se trouve dans le besoin, cela éviterait les discussions autour des scénarios *baseline*.

Un des points les plus importants est que le PAM-W répond aux demandes explicites des pays qui conditionnent l'ambition de leurs politiques climatiques à l'éradication de la pauvreté (*e.g.* la Chine, mais encore plus l'Inde). Le fait qu'« il y a des personnes pauvres partout dans le monde » (Mathy et Blanchard 2015 : 19) confère à ce mécanisme un fonctionnement « apolitique ». Comme le remarque Mathy (2015 : 25), « si la refonte des OMD (Objectifs du millénaire pour le développement) stipule que tout habitant de la planète [...] ait accès à l'électricité en 2030, le PAM-W devra formellement le prévoir ». Finalement, le couplage des objectifs pour le développement avec ceux pour le climat, dans le contexte des discussions à venir, inciterait les pays en développement à intégrer des limitations des émissions plus ambitieuses dans le cadre de leurs INDC.

5.5.2. *Le rôle de la finance carbone et la question de l'innovation*

Dans cette sous-section, nous allons traiter du système monétaire bas-carbone (Hourcade *et al.* 2014) et de l'« avantage du précurseur », mis en exergue récemment pour l'Europe, dans le projet Ampère (Kriegler *et al.* 2014 ; Capros *et al.* 2013).

Actif carbone et valeur sociale du carbone non émis

La proposition de Hourcade *et al.* (2014) s'inscrit dans un paradigme de changement du « contrat social »³¹ qui puisse prendre en compte la protection du climat. Cela implique la réforme du système de financement des mesures d'atténuation des émissions par le soutien des investissements des infrastructures bas carbone. Mis à part l'objectif central auquel il est censé répondre (*i.e.* le financement des actions d'atténuation), le dispositif révèle une solution de compromis entre les politiques de rigueur budgétaire (qui entravent la croissance) et le laxisme monétaire qui risque d'alimenter les crises de la dette.

Avant d'entamer leur raisonnement, les auteurs se penchent sur la question du « *funding gap* » auquel se heurtent les investissements bas-carbone. Généralement, les surcoûts de ces investissements (pour un scénario 450 ppm) apparaissent relativement faibles (moins d'un pourcent du Pib entre 2015-2035), mais ce qui pose problème, ce sont les volumes des financements à rediriger, qui sont significativement supérieurs³². Cette différence, le « *funding gap* », expliquent les auteurs, est due au fait que les technologies bas-carbone ne sont pas des équipements « *end of pipe* », qu'on rajoute simplement sur l'installation existante. Si le coût de la production d'une certaine quantité d'électricité propre est augmenté de 30% par rapport à une centrale thermique, alors le volume d'investissement à rediriger est de 130%. Dès lors, la question qui se pose n'est pas de savoir comment financer les coûts additionnels mais comment rediriger les investissements. Ces investissements, précise Hourcade (2015), qui concernent en plus de l'énergie, l'habitat, les transports, l'industrie, représentent 40% de la formation brute du capital, secteurs qui peuvent bénéficier d'un effet d'entraînement, ce qui est une « bonne nouvelle » du point de vue socioéconomique.

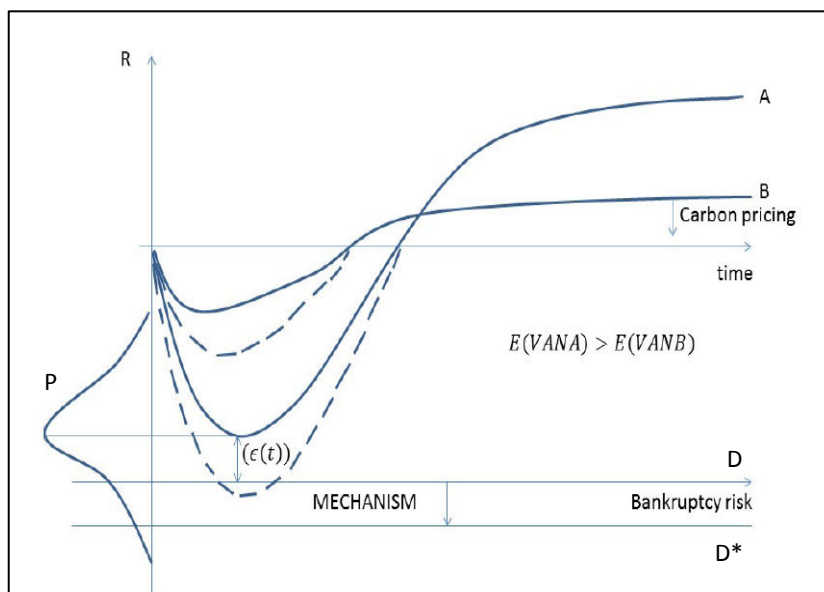
Lorsqu'ils entament leur analyse, les auteurs se penchent sur les risques intrinsèques auxquels se confrontent les investissements bas-carbone, même lorsqu'ils sont proches des seuils de rentabilité. Dans le monde réel des affaires, notent les auteurs, les firmes ont une

³¹ Comme le note Hourcade (2014), l'importance des signaux-prix nécessaires à la mise en route de la transition carbone est à même de provoquer une levée de bouclier politique de la part des ménages et des secteurs intensifs en énergie soumis à la compétition internationale. Pour cette raison, l'augmentation des prix carbone ne pourrait se faire que si elle s'inscrit dans le cadre d'une réforme fiscale et si elle s'inscrit dans un ensemble de politiques publiques. C'est en cela que la « renégociation » du contrat social interne à chaque pays apparaît comme une condition nécessaire à la réussite de la transition énergétique.

³² Les auteurs précisent également que les coûts de départ pour un investissement sont deux à trois fois supérieurs aux coûts moyens, tel qu'estimés par les exercices de modélisation.

capacité limitée de financement et opèrent dans un contexte marqué par l'incertitude. Cette incertitude est liée aux coûts des équipements technologiques bas-carbone, qui sont très capitalistiques et qui peuvent conduire les firmes à devoir emprunter davantage pour leur financement. Le vrai coût de l'investissement « suit une courbe extrêmement non-linéaire » (Hourcade *et al.* 2014 : 12).

Encadré 5.4. Évaluation de risque pour les projets d'investissement



L'exemple donné par les auteurs, illustré ci-dessus, concerne deux investissements, A et B, avec A ayant, d'un côté, une valeur actuelle nette (somme actualisée des revenus moins les coûts du capital et des dépenses de fonctionnement) supérieure à B, mais aussi des coûts de départ plus importants. La distribution de la probabilité de ces coûts de départ est rendue par la courbe P. La ligne D représente la limite du taux d'endettement de l'entreprise (définie en tant que ratio dette nette/capitaux propres) ; plus ce taux est élevé, plus l'entrepreneur est endetté et la firme est dépendante de ses créanciers. De manière générale, les coûts d'investissement dans l'infrastructure sont sous-estimés de plus de 20% (lignes en pointillée), ce qui fait que les coûts réels de démarrage peuvent s'accroître significativement – comme dans le cas illustré dans la figure ci-dessus. Ce financement complémentaire pourrait faire passer l'investissement de l'autre côté de la ligne D, plaçant ainsi la firme dans une zone de risque excessif et inhibant de fait la décision initiale d'investir.

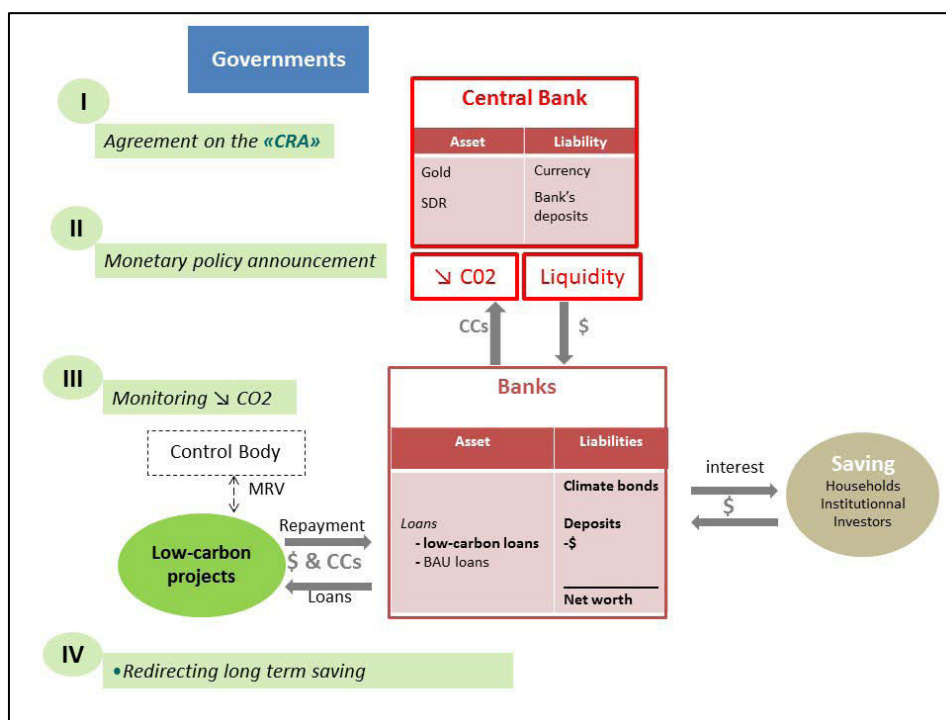
Pour remédier à ce problème, la solution, expliquent les auteurs, est à retrouver dans deux directions (voir la figure ci-dessus). D'un côté, il s'agit évidemment des prix du carbone, qui améliorent la rentabilité des investissements bas-carbone (puisque'ils pénalisent les projets intensifs en carbone). De l'autre côté, l'accès aux financements complémentaires (les 20% supplémentaires dans l'encadré ci-dessus) des investissements bas-carbone peut se faire par l'intermédiaire d'un mécanisme financier (à même d'envoyer un signal crédible aux investisseurs quant à la valeur sociale des émissions évitées). Deux éléments de conjoncture sont à considérer (du moins pour l'Europe), pour qu'un tel mécanisme puisse être mis en place. Le premier concerne l'endettement des pays et le deuxième, la convalescence du système bancaire, qui limite considérablement les transferts financiers sur fonds publics. Dans ce

contexte, étant donné les sommes qui sont nécessaires et « sauf à rester un département marginal de la finance globale », la valeur sociale des émissions évitées nécessite la création d'un mécanisme monétaire (Hourcade 2015 : 87).

Le principe de base de ce mécanisme, expliquent les auteurs, consiste en l'injection des liquidités dans l'économie, argent qui serait destiné aux investissements bas-carbone. Les États créeraient un nouveau type d'actif, le *Climate Remediation Asset (CRA)*, qui serait garanti par les gouvernements (et dont le montant serait égal au produit de la VSC et du volume CRA). Sur cette base, les Banques centrales ouvriraient des lignes de crédit remboursables sur la base des certificats carbone. L'autorité monétaire refinance les prêts bas-carbone octroyés par les banques commerciales à hauteur de la valeur des réductions d'émissions réalisées par les investissements en question. Il s'agit donc d'une facilité de crédit à même de faire baisser les risques, ce qui rendrait ces projets plus attractifs. Ce mécanisme, précisent Hourcade *et al.* (2014 : 14), est « équivalent à l'achat, par les banques centrales, d'un service de réduction des émissions, service justifié par le consentement à payer de la société pour un meilleur climat ».

Comme nous l'avons dit, le montant de ces crédits est déterminé, d'un côté, par la valeur sociale de l'actif carbone (VSC, équivalant au coût social du carbone) et, de l'autre, par le volume de ces mêmes actifs (CRA, ou tonnes de carbone évitées). Les Banques Centrales font entrer dans leur bilan une nouvelle classe d'actifs et sur cette base elles injectent des liquidités dans l'économie. Le remboursement des prêts se fait sous la forme des certificats-carbone, qui sont transformés en actif-carbone, tout comme les réserves d'or ou de devises. Les certificats-carbone (CC), précisent les auteurs, devront être validés par une autorité similaire à celles des MDP (Figure 5.21).

Figure 5.21. Éléments-clés pour la mise en place d'une architecture monétaire pour le climat



Source : Hourcade *et al.* 2014.

Dans la figure ci-dessus, on peut suivre le parcours des CRA, qui passent sous forme de liquidité dans les comptes des banques commerciales, qui octroient des crédits bas-carbone aux entrepreneurs. Le remboursement du crédit pour l'emprunteur est diminué du montant des certificats-carbone que le projet aurait permis d'économiser, puisque ces certificats sont monétisables auprès de la banque centrale. Le risque de bulle spéculative est nul, car les CRA (valeur et volume) sont fixés au préalable et parce que les financements correspondent bien à des investissements réels : « la croissance des réserves de carbone serait corrélée à une production de richesse dûment contrôlée » (Hourcade 2014 : 88). Lorsque les certificats-carbone rentrent en possession de la banque centrale, ils sont reconvertis en crédit-carbone, équilibrant ainsi la balance de la banque.

Un dernier point que nous souhaitons mettre en exergue concerne la redirection de l'épargne de long terme (également représentée dans la figure). En effet, un des problèmes récurrents des investissements productifs est dû au fait que les intermédiaires financiers préfèrent les actifs liquides aux investissements de long terme. Le rôle des banques au regard des investissements bas-carbone est déterminant dans ce sens. En effet, comme expliquent les auteurs, les banques ont à disposition plusieurs leviers pour orienter le capital, dont la création des obligations et des titres adossés à des actifs. Les banques peuvent donc créer des produits financiers de type « obligations vertes » ou « obligation-climat », gagés sur des certificats-carbone sûrs, puisque garantis par l'État, et éthiques, ce qui aiderait au financement de ces projets (Hourcade 2015).

Le dispositif avancé par Hourcade *et al.* 2014 propose d'injecter des liquidités dans l'économie, ce qui serait une forme de *Quantitative Easing*, conditionnée par la « métrique carbone » (Aglietta *et al.* 2015). La mise en place de ce dispositif améliorerait la qualité de la croissance à travers les financements des projets bas-carbone. Un des aspects les plus importants, comme le notent les auteurs, mise à part l'émergence d'un signal prix important, concerne son acceptabilité politique : dans le dispositif proposé, les CRA « n'impose[nt] pas des coûts directs sur les firmes ou sur les consommateurs ».

First – mover advantage (FMA)

Une part essentielle des politiques climatiques s'appuie sur ce qu'on appelle la croissance verte (*e.g.* OCDE 2010, 2012). La transition énergétique s'avère un puissant moteur pour l'innovation des technologies bas-carbone, aussi bien du côté de la R&D, que du côté du déploiement des solutions. Les principaux porteurs de l'innovation sont évidemment les entreprises, mais sans l'appui des États – censés créer les conditions adéquates – leur tâche est rendue plus difficile. En effet, sans un système des prix-carbone et des filières de financement des investissements spécifiques, les entreprises peinent à s'engager sur cette voie. Dans un monde globalisé, marqué par des questions liées à la concurrence et à la compétitivité industrielle, l'innovation se trouve face à l'arbitrage entre les coûts que cela entraîne et les opportunités qu'offre la décarbonisation.

En général, l'avantage du précurseur, ci-après FMA (pour *first mover advantage*), est défini en tant que « somme de bénéfices obtenus par un agent économique lorsque celui-ci

prend/gagne des parts de marché en avance dans un marché naissant » (Capros *et al.* 2013). Ces avantages sont considérés en termes de capacité à innover des firmes, activités censées apporter des gains économiques. Précisons au passage que les retombées positives des innovations ont été mises en exergue assez tôt dans la littérature (Lieberman et Montgomery 1988 ; Beise 2004). Dans un contexte marqué par une crise de modèle de croissance, les implications peuvent être significatives. Lorsqu'un pays adopte et introduit en premier une innovation viable, celui-ci est considéré comme un nouveau marché porteur (ang. *lead market*)³³. Ce marché concentre la diffusion de l'innovation, ce qui fait que les firmes qui y ont accès peuvent se développer et obtenir des avantages comparatifs, devenant des leaders dans les technologies respectives (Ragwitz *et al.* 2009).

Pour étayer notre propos, nous allons mettre en exergue plusieurs résultats obtenus dans le cadre du Projet européen Ampere³⁴, dans le but d'illustrer les avantages que peuvent avoir les *first movers* lorsqu'ils mettent en place des politiques climatiques avant les autres. À cet égard, le projet Ampere s'avère pertinent, puisque l'un des objectifs recherchés concerne les implications et les bénéfices économiques des actions d'atténuation unilatérales. Plus précisément, ces actions qui visent le processus de décarbonisation peuvent déclencher une accélération de la recherche technologique dans plusieurs secteurs, allant des équipements industriels à l'habitat, au transport, ou encore au secteur des services. Par conséquent, les nouvelles activités économiques et l'innovation technologique que cela implique peuvent avoir un effet positif sur l'ensemble de l'économie³⁵.

Les modélisations issues du projet Ampere explorent les effets/implications d'un éventuel leadership européen dans les technologies bas-carbone sur le marché mondial, ainsi que l'évolution de plusieurs indicateurs macroéconomiques (Capros *et al.* 2013). Pour ce qui est des hypothèses, notons uniquement le principe de base, qui suppose que l'apprentissage technologique d'un précurseur (le *first mover*) assure des avantages en termes de coûts qui lui permettent de se maintenir dans une position de leader sur le marché mondial. Cette position avantageuse s'érode dans le temps, au fur et à mesure que les technologies se disséminent.

Les technologies considérées dans Ampere (l'éolien, le photovoltaïque, le CCS, les véhicules hybrides et l'équipement électroménager) bénéficient d'importantes réductions des coûts si elles sont produites à grande échelle. Il est considéré que le marché européen est suffisamment grand pour permettre la réalisation du potentiel d'apprentissage de ces technologies ainsi que leur développement à l'échelle continentale. Les baisses des coûts de production sont obtenues grâce aux changements techniques induits (apprentissage par la pratique et R&D). (Capros *et al.* 2014). Les économies réalisées dans la commercialisation de ces technologies propres dépendent donc des volumes de production et naturellement de l'ambition des politiques climatiques (prix du CO₂).

³³ L'on donne souvent l'exemple de la Danemark qui est considérée comme un marché porteur pour les éoliennes.

³⁴ Projet dont certains travaux sont disponibles en ligne : <http://ampere-project.eu/web/>. Consulté le 30.06.2015.

³⁵ Par ailleurs, notons que la mise en place d'une éventuelle taxe carbone peut conduire à des effets d'entraînement importants. À ce titre, on peut rappeler les implications de l'hypothèse de Porter (1991, 1995) selon laquelle, une réglementation de l'environnement forte peut favoriser l'obtention des gains des industries qui y sont soumises.

Parmi les quatre scénarios développés par Ampere, nous avons choisi les scénarios *All delay* et *EU as first mover*³⁶, que nous allons montrer par la suite. Pour ce qui est des implications, nous allons présenter, dans un premier temps, la part de la production européenne des technologies propres dans le total monde (Tableau 5.6) et, par la suite, la comparaison des impacts macroéconomiques dans les deux scénarios retenus par rapport à la référence (Tableau 5.5).

Tableau 5.5. Part de marché de l'UE dans le total monde des technologies de production propres de l'énergie (%)

		2020	2030	2040	2050	Cumulative share 2010-2050	Cumulative production (in constant bn \$04)
<i>Wind</i>	All delay	45	30	33	39	38	4780
	EU as first mover	47	25	33	42	38	4789
<i>Photovoltaics</i>	All delay	39	41	35	34	37	9218
	EU as first mover	43	39	41	40	40	9073
<i>CCS technologies</i>	All delay	67	39	30	33	33	7363
	EU as first mover	72	49	35	38	41	7424
<i>EVs and PHEVs</i>	All delay	38	35	39	41	40	26268
	EU as first mover	56	53	51	48	52	27346
<i>Advanced household energy equipment</i>	All delay	44	44	44	44	43	3339
	EU as first mover	44	46	46	47	52	3418
<i>Ethanol</i>	All delay	10	11	9	8	8	3036
	EU as first mover	10	11	9	8	8	3037
<i>Biodiesel</i>	All delay	35	33	28	25	26	7830
	EU as first mover	35	33	29	24	26	7848
<i>Sum of clean energy technologies</i>	All delay	35	36	35	36	35	61833
	EU as first mover	38	41	43	42	42	62935

Source : Capros *et al.* 2013.

Les résultats de la modélisation montrent des différences significatives entre les scénarios *All delay* et *EU as first mover*. Ainsi, lorsque l'Europe agit en tant que *first mover*, sa part du marché dans la production des énergies propres progresse rapidement pour accaparer une part de plus de 40% du marché mondial après 2020 (rappelons que cela n'est valable que si le reste du monde entame ultérieurement le processus de décarbonisation). La valeur cumulée de ces technologies est de plus de 62 mille milliards \$ jusqu'en 2050, soit 1,6% du Pib cumulé mondial. Ce chiffre représente plus de 3% du Pib européen dans le scénario *EU first mover*. Dans ce même scénario, en 2050 les technologies propres comptent pour presque 20% dans le total des exportations européennes.

³⁶ Les quatre scénarios sont les suivants : le scénario de référence (qui assume la continuation des politiques climatiques fragmentées ; ce sont les fourchettes basses des promesses faites à Cancun qui sont retenues) ; le scénario 450 ppm *delayed action* (il s'agit d'un scénario 2°C, des trajectoires de référence jusqu'en 2030 et une action forte jusqu'en 2050), le scénario *EU as a first mover* (dans lequel les autres régions du monde rejoignent l'engagement unilatéral de l'Europe en 2030 ; aussi, le budget carbone compatible avec le 2°C est respecté) et le scénario *Europe alone*, dans lequel l'UE assume unilatéralement des réductions importantes sur la période 2015 – 2050, pendant que le reste du monde suit la référence.

Lorsqu'on regarde les implications au niveau de l'économie européenne, les résultats apparaissent plutôt dans une lumière favorable.

Tableau 5.6. Impacts économiques du scénario *First mover* (évolution en % et en cumulés entre 2011-2050, par rapport à la référence)

Changes from the Reference scenario (in %)					
	2025	2030	2040	2050	Cumulative 2011-2050
Gross Domestic Product	-0.08	0.00	-0.26	-0.72	-0.20
Investment	0.64	0.71	-0.41	-0.77	-0.02
Private Consumption	-0.27	-0.16	-0.85	-1.64	-0.61
Exports	-0.56	2.46	1.98	1.29	1.37
Imports	-0.02	2.63	0.02	-0.91	0.38
Employment	0.02	0.03	0.01	0.00	0.02

Source : Capros *et al.* 2013.

Au début de la période, lorsque l'Europe se lance dans le processus de décarbonisation et avant que le reste du monde ne la rejoigne, le seul indicateur positif concerne les investissements et, dans une bien moindre mesure, l'emploi. Par la suite, en 2030, la situation change significativement ; les investissements progressent davantage, mais ce sont surtout les exportations et les importations qui s'accroissent. Malgré cela, l'effet sur la consommation et sur l'emploi demeure faible. Vers la fin de la période, notent Capros *et al.* (2014), les effets dépressifs des politiques climatiques se font sentir, les résultats se traduisant dans une baisse de la consommation et des investissements et, par conséquent, par un impact négatif sur le niveau du Pib. *A contrario* les exportations demeurent importantes, l'Europe continuant à augmenter sa part de marché dans ces technologies. Au départ, c'est l'émergence des prix carbone qui permet aux industriels d'investir dans la R&D. Par la suite, les gouvernements devraient assurer la pérennité des anticipations des industriels par rapport aux bénéfices attendus. Finalement, comme il en ressort du rapport Ampere (2014) évoqué ci-dessus, il faut s'assurer du fait que le reste du monde s'engage sur la voie de décarbonisation.

Cette dernière partie ne concerne pas une proposition *per se*, mais elle a été introduite pour montrer, d'un point de vue strictement économique, un des co-bénéfices des politiques climatiques. Après tout, l'innovation dans les technologies bas-carbone peut être inscrite dans ce que Hourcade *et al.* (2014) appellent la renégociation du « contrat social ». La formule de Criqui et Tutenuit (2015) conformément à laquelle l'avantage du *first mover* permet « la convergence des objectifs climatiques et des politiques industrielles nationales », nous semble pertinente pour décrire ce co-bénéfice.

Conclusion

La problématique de ce dernier chapitre concerne les discussions préalables à la COP 21, ainsi que les évolutions à long terme des trajectoires des émissions pour la Chine, les États-Unis et l'Union européenne. Le changement d'architecture de la gouvernance, ainsi que les éléments-clés qui ont émergé à partir de Copenhague seront très probablement confirmés à Paris. Une approche par le bas, l'objectif de limitation de l'augmentation de la température moyenne mondiale à 2°C, les contributions prévues déterminées nationalement façonneront un accord hybride, combinant ces éléments. À travers cet accord, ou plus précisément à travers le processus qui s'en suivra, les Parties tenteront de résoudre les tensions qui existent entre les contributions nationales et la nécessité de les soumettre aux règles internationales.

Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés à quelques éléments de forme et de contenu qui risquent de se retrouver dans ce que nous avons appelé le deuxième régime climatique. Notre raisonnement a été développé en quatre temps. Dans le premier, nous avons essayé d'éclairer le concept d'hybridation proposé principalement par Daniel Bodansky. Dans le deuxième temps, nous avons analysé les implications de l'approche Softlanding sur les trajectoires des émissions de nos trois acteurs. Dans le troisième temps nous nous sommes penchés sur la nouvelle vision de l'économie du climat, notamment à travers les travaux proposés par deux commissions qui ont rendu chacune un projet important : le *Deep Decarbonization Pathway* (2014) et *Better Growth, Better Climate* (2014). Enfin, dans le dernier temps, nous avons esquissé trois propositions à même de répondre aux questions les plus problématiques de la gouvernance climatique. Dans ce qui suit, nous allons reprendre succinctement les principaux résultats qui se dégagent de cette analyse.

Dans la première partie du chapitre, nous nous sommes penchés sur deux aspects centraux, dans le contexte actuel, de la coopération onusienne : les contributions nationales et les règles internationales. Le but était d'analyser les rapports entre « la flexibilité au niveau national et la discipline internationale » (Bodansky 2014). Nous retenons deux points de cette analyse. Le premier, concerne l'importance, voire la nécessité de la flexibilité des contributions nationales. Celles-ci, consacrées par le syntagme *bottom-up*, assurent une large participation au régime climatique : à ce jour, un nombre conséquent de pays, provenant indistinctement des deux Annexes de la Convention, ont soumis leurs INDC. Nous estimons qu'il s'agit d'un acquis majeur des négociations climatiques. Certes, l'ambition n'y est pas encore, ce qui nous amène au deuxième point que nous retenons de notre analyse.

La nécessité de combler l'écart dans les émissions soulève le problème du niveau et incidemment de la comparabilité des contributions. Pour l'instant, la question se pose uniquement en filigrane. Cela étant, nous estimons qu'au fur et à mesure que la plupart des contributions seront sur la table, cette problématique de l'attachement des INDC aux règles internationales reviendra rapidement au-devant des discussions.

Ces questions liées à l'ambition des engagements nous ont amenés, dans les deux sections qui ont suivi, à nous interroger sur la façon de différencier les obligations des pays, notamment des plus grands émetteurs, de sorte que l'objectif de 2°C soit atteint. Ainsi, l'analyse principale de ce chapitre a été centrée sur les trajectoires de décarbonisation

Softlanding, issues du programme Redem. Le but de cette analyse a été de déterminer des corridors de référence pour les trajectoires nationales de réduction des émissions. Ces corridors sont délimités par différents niveaux d'effort, étant basés sur des réalités nationales ainsi que sur la contrainte de 2°C.

Le raisonnement à la base de ces estimations de référence a suivi deux étapes. Si, dans un premier temps, il s'agissait de capter les efforts proposés nationalement, dans le deuxième, il a été question de guider ces contributions vers des niveaux d'effort plus forts, afin de garantir la limitation de l'augmentation de la température moyenne mondiale. Le programme Redem s'appuie principalement sur un profil des émissions donné (pic-plateau-déclin) et sur un indicateur qui jauge la capacité et la responsabilité des pays envers le climat. Le principal résultat consiste à estimer profils des efforts de réduction des émissions pour l'Union européenne, la Chine et les États-Unis. Ainsi, pour une probabilité forte de respecter le budget carbone compatible avec le 2°C, ces efforts apparaissent évidemment importants. Cela étant, si l'effort est partagé par l'ensemble des pays, d'une part ces efforts sont moindres et, d'autre part, l'objectif de 2°C (re)apparaît comme étant encore atteignable.

Dans la quatrième section du chapitre nous avons passé en revue quelques résultats, parmi les plus significatifs, des projets internationaux DDPP (2014) et NEC (2014). Le rapport DDPP (2014) met en évidence des trajectoires compatibles avec le 2°C qui permettent de caractériser les ruptures techniques et les transformations économiques nécessaires pour parvenir à respecter cette cible. Le rapport propose une analyse transversale des scénarios proposés qui met en évidence trois piliers de la transition bas-carbone, sur l'analyse desquels nous avons appuyé notre survol. Il s'agit, d'abord, de la recherche d'une meilleure efficacité énergétique qui devrait décroître en moyenne avec 60% (entre 2010-2050) et de l'intensité du Pib, qui devrait décroître de presque 90%. Deuxièmement, il est envisagé une transition vers des combustibles moins polluants, notamment par la pénétration importante de l'électricité bas-carbone dans la consommation finale (censée doubler pratiquement en 2050/2010). Enfin, il s'agit du choix du mix électrique ; en 2050 presque toute la production de l'électricité est obtenue à partir des sources non émetteuses de CO₂.

De son côté, le rapport de la Commission mondiale sur l'économie et le climat (NCER 2014) essaie de réconcilier des objectifs de court et de long termes. Pour ce qui est du court terme, il s'agit des préoccupations liées à la croissance, à la pauvreté ou encore à la compétitivité. Le rapport rassemble « faits et analyses » dans l'effort de capter la dynamique des systèmes socio-économiques. Pour ce qui concerne notre analyse, nous nous sommes focalisés sur les « facteurs de transformation » des trois systèmes analysés par le rapport (les villes, l'utilisation des terres et les systèmes énergétiques). Les résultats confirment que l'efficacité des ressources financières souffre de l'absence d'un prix carbone, ce qui mène à une augmentation des émissions. Le point central de cette analyse concerne la qualité de l'investissement dans les infrastructures. Une infrastructure bas-carbone ne coûterait que 5% de plus (entre 2015-2030) par rapport à ce qui est envisagé dans un scénario de référence. Malgré ce faible coût additionnel, les investissements bas-carbone se heurtent aux manques de financements publics et à la perception du risque par les marchés. C'est une des raisons qui justifient le choix des propositions qui visent la consolidation du régime climat, que nous avons présentées dans la dernière section.

Ainsi, dans la dernière partie, nous nous sommes intéressés à trois propositions susceptibles de débloquent certains des points les plus problématiques des discussions climatiques : les transferts financiers, le développement, le financement de la transition bas carbone. Le dispositif « bonus-malus » propose un système qui vise l'introduction d'une valeur carbone et la création d'un marché carbone international. Le dispositif prévoit la mise en place d'un système MRV ambitieux, pendant que son principe de fonctionnement est à même d'assurer la participation d'un large nombre de pays en développement. Un des points les plus intéressants nous paraît l'aspect coopératif, qui stipule la création d'un marché tripartite entre l'Europe, les États-Unis et la Chine.

Le dispositif PAM-W répond très précisément aux besoins d'un large panel de pays en développement. Le mécanisme proposé établit un lien direct et inter-conditionnel entre OMD et climat. Si l'ambition des politiques climatiques de nombreux pays en développement est conditionnée par l'éradication de la pauvreté, alors cette proposition pourrait avoir un impact positif sur les INDC des pays respectifs. Enfin, cette proposition interpelle par son caractère humaniste, qui s'intéresse aux besoins non exaucés des uns et, implicitement, responsabilise les pays qui se trouvent au pôle opposé, dans la surconsommation.

La proposition de création d'actif-carbone s'attaque à un problème de taille : comment financer les investissements bas-carbone. La solution proposée – injection massive des liquidités dans l'économie – s'apparente à ce que Aglietta *et al.* (2015) ont appelé une *Quantitative Easing*, conditionnée par la « métrique carbone ». Cette proposition répond aux besoins fondamentaux en termes de financement de la transition énergétique. Parmi les aspects innovants, nous retenons le fait que le dispositif n'impose ni un accroissement de la dette publique, ni de coûts directs sur les firmes ou sur les consommateurs. Le fait que les plus grandes banques nationales aient pu développer des programmes de refinancement pour un moindre mal, pour ainsi dire, laisse à espérer qu'elles pourraient se mobiliser à nouveau, cette fois pour assurer un service de réduction des émissions, avec « le consentement à payer de la société » (Hourcade 2014).

Bibliographie du chapitre 5

- Albertini J.-P. et Perrissin Fabert B. (2015). Analyse économique des négociations climat : décryptage d'un jeu d'incitations à participer, à agir et à s'engager. *Responsabilité & environnement*. Annales des Mines, 1 (77), pp. 33-38.
- Aldy J. et Stavins R. (2010). Introduction. In Joseph Aldy et Robert Stavins (éds.), *Post-Kyoto International Climate Policy: Implementing Architectures for Agreement: Research from the Harvard Project on International Climate Agreements*. Cambridge University Press.
- Aldy J. et Stavins R. (2012). *Climate Negotiations Open a Window: Key Implications of the Durban Platform for Enhanced Action*. The Harvard Project on International Climate Agreements.
- Antholis W. et Chen H. (2014). *A Climate Agreement for the Decades* [en ligne]. Billet du 21.10.2014. <http://www.brookings.edu/blogs/planetpolicy/posts/2014/10/21-climate-agreement-antholis-chen>. Consulté le 01.12.2014.
- Asselt H. van, Mehling M., Kehler Siebert C. (2014). The Changing Architecture of International Climate Change Law. In Van Calster, G., Vandenberghe, W., and Reins, L. (éds.), *Handbook on Climate Change Mitigation Law*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Asselt H. van (2015). Between the Devil and the Deep Blue Sea: Enhancing Flexibility in International Climate Change Law. *Netherlands Yearbook of International Law*, 45, pp 255-286.
- Asselt H. van, Håkon S., Pieter P. (2015). *Assessment and Review under a 2015 Climate Change Agreement*. Copenhagen, Nordic Council of Ministers (Norden).
- Aykut S. et Dahan A. (2011). Le régime climatique avant et après Copenhague : sciences, politiques et l'objectif des deux degrés. *Natures Sciences Sociétés*, 2 (19), pp. 144-157.
- Baer P., Athanasiou T., Kartha S., Kemp-Benedict E. (2008). *The Greenhouse Development Rights Framework: The Right to Development in a Climate Constrained World*. Stockholm, Hendrich Boll Stiftung.
- Barrett S. (2002). *Environment and Statecraft*. Oxford University Press.
- Beise M. (2004). Lead Markets: country-specific drivers of the global diffusion of innovations. *Research Policy*, 33, pp. 997-1018.
- Blanchard O., Criqui P., Trommetter M., Viguier L. (2000). Au-delà de Kyoto : enjeux d'équité et d'efficacité dans la négociation sur le changement climatique. *Économie et Prévision*, 143-144 (2-3).
- Blanchard O., Criqui P., Trommetter M., Viguier L. (2001). *Equity and efficiency in climate change negotiations: a scenario for world emission entitlements by 2030*. Cahiers de recherche 26. Grenoble, Institut d'économie et de politique de l'énergie.

- Bodansky D. (2004). *International Climate Efforts beyond 2012: A survey of approaches*. Report prepared for the Pew Center on Global Climate Change.
- Bodansky D. (2004). *International Climate Efforts Beyond 2012: A Survey of Approaches*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington.
- Bodansky D. (2011). *A Tale of Two Architectures: The Once and Future U.N. Climate Change Regime* [en ligne]. SSRN Working Papers Series. <http://ssrn.com/abstract=1773865>. Consulté le 27.10.2014.
- Bodansky D. (2012). *The Durban Platform: Issues and Options for a 2015 Agreement*. Center for Climate and Energy Solutions, Arlington, VA.
- Bodansky D. et Diringer E. (2014). *Building Flexibility and Ambition into a 2015 Climate Agreement*. Center for Climate and Energy Solutions, Arlington, VA.
- Bodansky D. et Diringer E. (2015). *Alternative Models for the 2015 Climate Change Agreement*. FNI Climate Policy Perspectives 13, Fridtjof Nansen Institute (FNI).
- Bosetti V. et Frankel J. (2011). *Sustainable Cooperation in Global Climate Policy: Specific Formulas and Emission Targets to Build on Copenhagen and Cancun*. Discussion Paper 2011-46. Harvard Project on Climate Agreements.
- Briner G., Campbell N., Ellis J. (2011). *Key Issues Relating to International Consultations and Analysis* [en ligne]. Draft Discussion Document prepared for the March 2011 Global Forum on MRV and Carbon Markets. <http://www.oecd.org/dataoecd/37/42/47856960.pdf>. Consulté le 29.10.2014.
- Briner G. et Prag A. (2013). *Establishing and Understanding Post-2020 Climate Change Mitigation Commitments*. OECD/IEA CCXG Paper.
- Briner G., Kato T., Takashi H. (2014). *Built to Last: Designing a Flexible and Durable 2015 Climate Change Agreement*. Draft discussion document, (COM/ENV/EPOC/IEA/SLT/3), OECD, Paris.
- Brunnée J., Streck C. (2013). The UNFCCC as a negotiation forum: towards common but more differentiated responsibilities. *Climate Policy*, 13 (5), pp. 589-607.
- C2ES (2013). *Outcomes of the UN Climate change conference in Warsaw*. Briefing Paper, November 2013. <http://www.c2es.org/international/negotiations/cop-19/summary>. Consulté le 12.05.2015.
- Canfin P. et Grandjean A. (2015). *Mobiliser les financements pour le climat : une feuille de route pour financer une économie décarbonée*. Rapport de la Commission Pascal Canfin – Alain Grandjean.
- Capros P., Karkatsoulis P., Kouvaritakis N., Fragkos P., Paroussos L., Boitier B. (2013). *Report on potential co-benefits of mitigation for Europe*. Ampere Project. <http://www.ampere-project.eu/>.
- Capros P. et De Vita A. (2014). *Additional Scenario of the Primes Modelling on the EU Climate and Energy Framework 2030*. Présenté à la Conférence Climate and Energy Framework 2030: What is the most cost-efficient and sustainable pathway?. German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 14 October.

- Climate Action Tracker Report (2013). *Analysis of current greenhouse gas emission trends*. Climate Analytics, Ecofys, PIK.
- Colombier M. et Waisman H. (2015). Le projet Deep Decarbonisation pathways : pour une décarbonisation de long terme compatible avec l'objectif des 2°C. *Responsabilité et environnement*, 77, pp.45-49.
- Criqui P. et Ilasca C. (2010a). Après Copenhague : le climat dans le nouvel équilibre du monde. *CEPII. L'économie mondiale 2011*, Paris, La Découverte, pp.88-102.
- Criqui P. et Ilasca C. (2010b). Les engagements pris à Copenhague et la question de la comparabilité des efforts. *Responsabilité & Environnement*, Annales des Mines, pp.48-55.
- Criqui P. et Mima S. (2012). European Climate–Energy Security Nexus: a model based scenario analysis. *Energy Policy*, 41, pp. 827–842.
- Criqui P., Prados E., Ilasca C. (2014). National Soft Landing CO2 trajectories under global carbon budgets [en ligne]. Cahier de recherche EDDEN no. 3/2014. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00980101>. Consulté le 31.10.2014.
- Criqui P. et Tutenuit C. (2015). Industrie : décarbonisation de l'économie et compétitivité internationale. *Responsabilité et environnement*, 77, pp. 50-55.
- Dahan A. (2014). L'impasse de la gouvernance climatique globale depuis vingt ans. Pour un autre ordre de gouvernementalité. *Critique internationale*, 1 (62), pp. 21-37.
- Damian M. (2014). La politique climatique change enfin de paradigme. *Économie Appliquée*. Presses de l'ISMEA, XVII (1), pp.37-72.
- Damian M., Abbas M., Berthaud P. (2015). Les grandes orientations de l'accord climatique de Paris 2015. *Natures Sciences Sociétés*, 23, supplément, S19-S28.
- Davis S.J., Caldeira K., Damon M.H. (2010). Future CO₂ Emissions and Climate Change from Existing Energy Infrastructure. *Science*, 329 (5997), pp. 1330-1333.
- Edenhofer O. (2013). *Can a hybrid global climate regime anchored in national policies deliver ambitious mitigation?* Présentation à la COP 19/MOP 9, Varsovie, dans le cadre du Séminaire Identifying options for a new climate regime arising from the Durban Platform for Enhanced Action. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK).
- Edenhofer O., Flachsland C., Stavins R., Stowe R. (2013). *Identifying Options for a New International Climate Regime Arising from the Durban Platform for Enhanced Action* [en ligne]. http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/berlin-workshop_digital4_2013.pdf. Consulté le 30/10/2014.
- Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K., Adler A., Baum I., Brunner S., Eickemeier P., Kriemann B., Savolainen J., Schlömer S., von Stechow C., Zwickel T., Minx J.C (2014). Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2014: Summary for Policymakers. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.

EEA Report (2014). *Trends and projections in Europe 2014. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020*. European Environment Agency No 6/2014. Copenhagen, Denmark.

Ellis J., G. Briner S. Moarif G., Buchner B., Massey E. (2010). *Options to Revise Reporting Guidelines for Annex I and non-Annex I National Communications* [en ligne]. OECD/IEA Information Paper. <http://www.oecd.org/dataoecd/32/59/46553464.pdf>. Consulté le 29.10.2014.

Ellis J., G. Briner S., Moarif G., Buchner B. (2011). *Frequent and Flexible: Options for Reporting Guidelines for Biennial Update Reports* [en ligne]. OECD/IEA Information Paper. <http://www.oecd.org/dataoecd/57/60/48073760.pdf>. Consulté le 29.10.2014.

Elzen M. den, Janssen, M., Rotmans, J., Swart, R., De Vries, B. (1992). Allocating constrained global carbon budgets: inter-regional and inter-generational equity for a sustainable world. *International Journal of Global Energy Issues*, 4, pp. 287-301.

Elzen M. den, Criqui P., Kitous A., Berk M., Eickhout B., Lucas P., Vuuren D. van, Kouvaritakis N., Vanregemorter D. (2003). *Greenhouse Gas Reduction Pathways in the UNFCCC Process up to 2025*. Study Contract for the DG Environment.

Elzen M. den, Hohne, N. (2008). Reductions of greenhouse gas emissions in Annex I and non-Annex I countries for meeting concentration stabilization targets: An editorial comment. *Climatic Change*, 91, pp. 249–274.

Elzen M. den, Hohne, N. (2010). Sharing the reduction effort to limit global warming to 2°C. *Climate Policy*, 10, pp. 247–260.

Fiddaman T., Siegel L., Sawin E., Jones A., Stermann J. (2011). *C-ROADS Simulator Reference Guide*. Ventana Systems, Climate Interactive, and MIT Sloan School of Management. www.climateinteractive.org.

Flachsland C., Marschinski R., Edenhofer O. (2009). To link or not to link: benefits and disadvantages of linking cap-and-trade systems. *Climate Policy*, 9, pp. 358–372.

Friedlingstein P., Andrew, R. M., Rogelj J., Peters G. P., Canadell J.G., Knutti R., Luderer G., Raupach M.R., Schaeffer M., van Vuuren D.P., Le Quéré C. Persistent growth of CO₂ emissions and implications for reaching climate targets. *Nature Geoscience*, 7, pp. 709–715.

Godard O. (2004). *L'équité dans les négociations post-Kyoto : critères d'équité et approches procédurales*. École Polytechnique, Paris, Cahier no. 2004-008.

Green F., Stern N. (2015). *China's "new normal": structural change, better growth, and peak emissions*. Policy brief, June 2015. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.

Gupta S., Tirpak D.A., Burger N., Gupta J., Hohne N., Boncheva A.I., Sari, A. (2007). Policies, instruments and co-operative arrangements. In B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, & L. A. Meyer (éds.), *Climate change 2007: Mitigation. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press.

Haites E., Yamin F., Höhne N. (2013). *Possible Elements of a 2015 Legal Agreement on Climate Change* [en ligne]. <http://theredddesk.org/sites/default/files/resources/>

pdf/Possible%20Elements%20of%20a%202015%20Legal%20Agreement%20on%20Climate%20Change.pdf. Consulté le 30.10.2014.

Hallding K., Jürisoo M., Carson M., Atteridge A. (2013). Rising powers: the evolving role of BASIC countries. *Climate Policy*, 13 (5), pp. 608-631.

Hare B., Rocha M., Schaeffer M., Sferra F., Baxter C., Aboumahboub T., Höhne N., Fekete H., Hagemann M., Jeffery L., Gütschow J., Blok K., Deng Y., Wouters K., Wong L. (2014). *China, US and EU post-2020 plans reduce projected warming* [en ligne]. Climate Action Tracker policy brief, 08 December 2014. http://climateactiontracker.org/assets/publications/briefing_papers/CAT_Briefing_10122014.pdf. Consulté le 08.06.2015.

Höhne N., Elzen M. den, Escalante D. (2014) Regional GHG reduction targets based on effort sharing: a comparison of studies. *Climate Policy*, 14 (1), pp.122-147.

Höhne N., Fekete H., Hagemann M., Wouters K., Hare B., Schaeffer M., Sferra F., Lindberg M., Jeffery L., Rocha M., Baxter C. (2014). *China and the US: how does their climate action compare?* Climate Action Tracker Policy Brief 21 October 2014.

Hourcade J.-C., Aglietta M., Perissin-Fabert B. (2014). *Transition to a low-carbon society and sustainable economic recovery. A monetary-based financial device*. Study funded by the Caisse des Dépôts et Consignations, VINCI, BNP, and Entreprises pour l'Environnement under the umbrella of Entreprises pour l'Environnement. http://www.centre-cired.fr/IMG/pdf/concept_note.pdf. Consulté le 08.06.2015.

Hourcade J.-C. (2015). Financer la transition bas carbone dans une économie mondiale fragilisée. *Responsabilité et environnement*, Annales des Mines, 77, pp. 86-89.

International Energy Agency (2010). *World Energy Outlook, 2010*. Paris.

International Monetary Fund (2015). *World Economic Outlook: Uneven Growth—Short- and Long-Term Factors*. Washington.

Jaccard M. et Rivers N. (2007). Heterogeneous capital stocks and the optimal timing for CO₂ abatement. *Resource and Energy Economics*, 29 (1), pp. 1-16.

Jaeger C.C. et Jaeger J. (2011). Three views of two degrees. *Regional Environmental Change*, 11 (1), Supplement, pp 15-26.

Jayaraman T., Kanitkar T., Dsouza M. (2011). Equitable access to sustainable development: An Indian approach. In H.Winkler, T. Jayaraman, J. Pan, A. Santhiago de Oliveira, Y. Zhang, G. Sant, S. Raubenheimer (éds.), *Equitable Access to Sustainable Development: Contribution to the body of scientific knowledge*. Beijing: BASIC expert group.

Jiang K., Zhuang X., Miao R., He C. (2013). China's role in attaining the global 2°C target. *Climate Policy*, 13, Special Issue. Supplement 1: Low Carbon Drivers for a Sustainable World, pp. 55 – 69.

Knopf B., Kowarsch M., Lüken M., Edenhofer O., Luderer G. (2012). A Global Carbon Market and the Allocation of Emission Rights. In O. Edenhofer, J. Wallacher, H. Lotze-Campen, M. Reder, B. Knopf, J. Müller (éds.) *Climate Change, Justice and Sustainability Linking Climate and Development Policy*. Springer.

- Kriegler E., Riahi K., Petermann N., Bosetti V., Capros P., Vuuren D.P. van, Criqui P., Egenhofer C., Fragkos P., Johnson N., Paroussos L., Behrens A., Edenhofer O. (2014). *Assessing Pathways toward Ambitious Climate. Targets at the Global and European Levels*. The AMPERE Consortium. <http://ampere-project.eu>.
- Levin K., Rich D., Finnegan J., Dagnet Y. (2014). Ex ante Clarification, Transparency, and Understanding of Intended Nationally Determined Mitigation Contributions [en ligne]. WRI Working Paper. <http://www.wri.org/publication/ex-ante-clarification-transparency-and-understanding-intended-nationally-determined>. Consulté le 30.10.2014.
- Lieberman M.B. et Montgomery D.B. (1988). First-Mover Advantages. *Strategic Management Journal*, 9, pp. 41-58.
- Liu Z., Guan D., Moore S., Lee H., Su J., Zhang Q. (2015). Climate policy: Steps to China's carbon peak. *Nature*, 522 (7556).
- Maljean-Dubois S., Wemaere M., Spencer T. (2014). A comprehensive assessment of options for the legal form of the Paris Climate Agreement. Optimizing the Wide Spectrum of Legal Options. IDDRI Working Paper no. 15/14 novembre 2014.
- Mathy S. (2015). Des négociations internationales aux politiques nationales : le positionnement ambivalent de l'Inde sur le changement climatique. *Mondes en développement*, 1 (169), pp. 139-160.
- Mathy S. (2015). Objectifs climatiques et développement : pour une mise en convergence des objectifs du millénaire et des objectifs climatiques dans la négociation climat. *Futuribles*, pp.19-25.
- Mathy S. et Blanchard O. (2015). Proposal for a poverty-adaptation-mitigation window within the Green Climate Fund. *Climate Policy*, Published online : 09 Jun 2015, pp.1-28.
- McKibbin W.J et Wilcoxon P.J. (2008). *Building on Kyoto: Towards A Realistic Global Climate Agreement*. Policy Brief 08-01, Energy Security Initiative, The Brookings Institution.
- Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W., Raper S.C.B., Frieler K., Knutti R., Frame D.J., Allen M.R. (2009). Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature*, 458, pp. 1158-1162.
- Morgan J., Tirpak D., Levin K., Dagnet Y. (2013). *A Pathway to a Climate Change Agreement in 2015: Options for Setting and Reviewing GHG Emission Reduction Offers* [en ligne]. WRI Working Paper. <http://www.wri.org/publication/pathway-climate-change-agreement-2015-options-setting-and-reviewing-ghg-emission>. Consulté le 30.10.2014.
- Nordhaus W. (1994). *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*. Cambridge, MIT Press.
- Nordhaus W. (1999). Biens publics globaux et changement climatique. *Revue française d'économie*, 14 (3), pp. 11-32.
- Nordhaus W. (2008). *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*. Yale University Press.
- OCDE (2011). *Vers une croissance verte*. Études de l'OCDE sur la croissance verte, Paris, Éditions OCDE.

OCDE (2012). *Invention et transfert de technologies environnementales*. Études de l'OCDE sur l'innovation environnementale. Paris, Éditions OCDE.

OECD (2010). *Climate Policy and Technological Innovation and Transfer: An Overview of Trends and Recent Empirical Results*. OECD Environment Working Papers, no. 30, Paris, OECD Publishing.

OECD (2011). *Future Global Shocks: Improving Risk Governance* [en ligne]. <http://www.oecd.org/governance/48256382>. Consulté le 14.11.2014.

Olmstead S.M. et Stavins R. (2009). *Three Pillars of Post-2012 International Climate Policy*. Policy Brief, Harvard Project on International Climate Agreements, Belfer Center for Climate Change.

Pan J. (2005). Meeting human development goals with low emissions: an alternative to emissions caps for post-Kyoto from a developing country perspective. *International Environmental Agreements: Politics, Law, Economics*, 5 (1), pp. 89–104.

Pan J. (2008). Welfare dimensions of climate change mitigation. *Global Environmental Change*, 18 (1 February), pp. 8–11.

Perthuis C. de et Jouvét P.-A. (2015). Les voies d'un accord climatique ambitieux en 2015. Routes to an ambitious climate agreement in 2015. *Opinions & Débats*, Numéro Spécial - Février 2015. Paris, Institut Louis Bachelier.

Porter M.E. (1991). American's Green Strategy. *Scientific American*, 264 (4), p. 168.

Porter M.E., Linde C. van der (1995). Towards a New Conception of the Environmental-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9, pp. 97-118.

Prag A., Hood C., Martins Barata P. (2013). *Made to Measure: Options for Emissions Accounting under the UNFCCC*. OECD/IEA CCXG Paper.

PWC (2014). *Two degrees of separation: ambition and reality. Low Carbon Economy Index 2014*. PWC, UK.

Ragwitz M., Schade W., Breitschopf B., Waltz R., Helfrich N., Rathmann M., Resch G., Panzer C., Faber T., Haas R., Nathani C., Holzhey M., Konstantinaviciute I., Zagamé P., Fougeyrollas A., Le Hir B. (2009). *EmployRES – The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union*. Final report of the EmployRES project on behalf of the European Commission DGTREN.

Ranson M. et Stavins R.N. (2013). *Linkage of Greenhouse Gas Emissions Trading Systems: Learning from Experience*. Harvard Project on Climate Agreements Discussion Paper ES 13-2, 44.

Raupach M.R., Davis S.J., Peters G.P., Andrew R.M., Canadell J.G., Ciais P., Friedlingstein P., Jotzo F., Vuuren D.P. van, Le Quéré C. (2014). Sharing a quota on cumulative carbon emissions. *Nature Climate Change*, 4 (873–879).

Russ P. et Criqui P. (2007). Post-Kyoto CO₂ emission reduction: The soft landing scenario analysed with POLES and other world models. *Energy Policy*, 35 (2), pp. 786-796.

Schellnhuber H.J., Hare B., Serdeczny O., Schaeffer M., Adams S., Baarsch F., Schwan S., Coumou D., Robinson A., Vieweg M., Piontek F., Donner R., Runge J., Rehfeld K., Rogelj J.,

Perette M., Menon A., Schleussner C.-F., Bondeau A., Svirejeva-Hopkins A., Schewe J., Frieler K., Warszawski L., Rocha M. (2014). *Turn down the heat: confronting the new climate normal*. Washington, DC, World Bank Group.

Sterman J.D., Fiddaman T., Franck T., Jones A., McCauley S., Rice P., Sawin E., Siegel L. (2013). Management flight simulators to support climate negotiations. *Environ. Model. Softw.*, 44, pp. 122-135.

Stern N. et Calderon F. (éds.) (2014). *Better Growth, Better Climate: The New Climate Economy Report*. The Global Commission on the Economy and Climate, New York.

The Deep Decarbonization Pathways Project (DDPP). (2014) [en ligne]. Sustainable Development Solutions Network (SDSN), Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI). <http://unsdsn.org/what-we-do/deep-decarbonization-pathways/>. Consulté le 24.11.2014.

Tuerk A., Sterk W., Haites E., Mehling M., Flachsland C., Kimura H., Betz R., Jotzo F. (2009). *Linking Emissions Trading Schemes* (Synthesis Report). Climate Strategies, University of Cambridge.

U.S. Energy Information Administration (2013). International Energy Outlook 2013 [en ligne]. Report Number: DOE/EIA-0484(2013). [www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2013).pdf). Consulté le 24.11.2014.

UNEP (2012). The Emissions Gap Report 2012 (A UNEP synthesis report). Nairobi, United Nations Environment Programme.

UNEP (2013). *The Emissions Gap Report 2013: A UNEP Synthesis Report*. Nairobi, Kenya.

UNEP (2014). *The Emissions Gap Report 2014*. Nairobi, United Nations Environment Programme.

UNEP FI (2014). *Demystifying Private Climate Finance*. UNEP Finance Initiative, Geneva.

UNEP FI (2015). *Climate Strategies and Metrics. Exploring Options for Institutional Investors*. UNEP Finance Initiative, Geneva.

UNFCCC (2011a). *Establishment of an Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action*. Decision 1/CP.17, UN Doc. FCCC/CP/2011/9/Add.1.

UNFCCC (2011b). Decisions adopted by the Conference of the Parties. In Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010. http://unfccc.int/meetings/durban_nov_2011/session/6294/php/view/reports.php. Consulté le 18.11.2014.

UNFCCC (2012a). *Faire avancer la plate-forme de Durban*. Decision 2/CP.18, UN Doc. FCCC/CP/2012/8/Add.1.

UNFCCC (2012b). Doha Amendment. UNFCCC website, http://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php. Consulté le 18.11.2014.

UNFCCC (2012c). Outcome of the work of the ad hoc working group on further commitments for Annex I parties under the Kyoto Protocol, draft decision proposed by the President, FCCC/KP/CMP/2012/L.9. Bonn, UNFCCC.

UNFCCC (2013a). *Progress Towards Bridging the Pre-2020 Ambition Gap and Delivering a New Agreement by 2015*. Informal Note on Progress by Co-Chairs (August 13, 2013).

UNFCCC (2013b). Decision 9/CP.19. http://unfccc.int/meetings/warsaw_nov_2013/meeting/7649/php/view/decisions.php. Consulté le 30.10.2014.

UNFCCC (2014a). Decision 1/CP.19, Further Advancing the Durban Platform. UN Doc. FCCC/CP/2013/10/Add.1. Consulté le 12.05.2015.

UNFCCC (2014b). Decision 1/CP.20, Lima Call for Climate Action. UN Doc. FCCC/CP/2014/10/Add.1. Consulté le 12.05.2013.

WBGU (2009). *Solving the Climate Dilemma: The Budget Approach. Special Report*. Berlin: WBGU (German Advisory Council on Global Change) [en ligne]. http://ww.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2009/wbgu_sn2009_en.pdf. Consulté le 31.10.2014.

Wigley T., Richels R., Edmonds J. (2007). Overshoot Pathways to CO₂ Stabilization in Multi-Gas Context. In RG Richels, AS Manne, TML Wigley (éds.) *Human-induced climate change: An interdisciplinary assessment*. Cambridge University Press.

Yawitch J. (2010). National Climate Change Response Green Paper 2010. Department of Environmental Affairs. The Government of the Republic of South Africa.

Conclusion générale

Dans notre travail de recherche, nous avons analysé la problématique du changement climatique en suivant deux axes d'investigation : les coûts des politiques climatiques et le système de gouvernance. Cette dichotomie analytique s'explique à travers la nature même du climat : la stabilisation des émissions requiert des actions ambitieuses d'atténuation des émissions et une coordination internationale. Le point de départ de notre travail est à retrouver dans le caractère nécessairement évolutif du régime climatique, celui-ci étant façonné par les structures socioéconomiques des pays, ainsi que par leur capacité d'agir. En même temps cette capacité, ainsi que la volonté d'agir, dépend du contexte international, comme les engagements des autres pays. Dernièrement, le fait le plus marquant de l'évolution de ce régime a été le moment Copenhague. De cette conférence, on attendait un accord contraignant, un pic des émissions pour 2020, ou encore une division par deux des émissions mondiales en 2050. Au regard des résultats, nous comprenons aujourd'hui pourquoi et à quel point la coopération climatique n'a pas pu alors se concrétiser davantage. En 2009, la diplomatie européenne a entretenu des attentes très différentes de celles de la Chine et des États-Unis, attentes qui lui ont valu d'être exclue du dernier acte de cette conférence, la négociation de l'Accord de Copenhague. En 2015, l'Europe va défendre un jeu d'objectifs similaire : accord contraignant, pic des émissions en 2020, division par deux des émissions en 2050, neutralité carbone en 2100. La question est de savoir en quoi, six années plus tard, le résultat des discussions pourrait être différent.

La problématique climat est questionnée à travers la relation étroite qui existe entre les acteurs étatiques, leurs intérêts et la construction d'une coopération internationale. Nous avons considéré les intérêts sous un angle étroit, comme étant liés à l'économie, notamment au secteur de l'énergie. Cette lecture – à travers le prisme des États, des coûts et de la gouvernance – nous a inspiré le choix du cadre analytique. Celui-ci s'appuie sur les concepts et outils de l'Économie politique internationale et de l'économie de l'environnement, approches à travers lesquelles nous avons analysé les conditions de la coopération dans le régime climatique. En amont, l'enjeu de la mobilisation de ces deux cadrages a une portée théorique, puisque l'association des deux approches peut être vue comme une manière de renforcer la présence de l'analyse économique dans les théories d'Économie politique internationale, ou inversement de renseigner sur l'incidence de celle-ci sur les logiques économiques. Les interactions de ces deux théories (nous ne parlons pas d'une nouvelle théorie) ont une portée explicative, à travers laquelle nous avons essayé de révéler des liens entre *causes* (e.g. préférences nationales, coûts du changement climatique) et *effet* (gouvernance climatique). De ce point de vue, nous avons cherché à mettre en valeur le jeu des variables que nous avons estimées pertinentes – coûts, émissions, relations de pouvoir, risques à venir, gains estimés, intérêts à coopérer –, variables que l'on retrouve dans les deux paradigmes théoriques susmentionnés.

Cependant, ces choix n'ont pas été faits dans un simple but descriptif, mais pour aboutir à des résultats interprétatifs précis, susceptibles d'avoir une portée prédictive dans le cadre de référence que nous nous sommes donné. Cela nous a conduit à soutenir la thèse selon laquelle la constitution d'un k-groupe pour le climat pourrait avoir un effet décisif sur la mise en place du régime climat. La configuration de ce groupe, qui s'apparente à un G3, est basée sur un argument de taille des acteurs, et sur la part des émissions de ces pays dans le total monde. Nous avons argumenté que ce groupe peut être considéré comme un « club of the relevant » et que, pour former un k-groupe, il était nécessaire que les pays constituent une « coalition of the willing » en vertu des bénéfices engendrés par une coopération qui se généralise au fur et à mesure. En effet, ce qui conditionne cette volonté de l'action, ce sont les différents types de coûts impliqués, du côté de l'atténuation et de celui de l'adaptation. À ce titre, nous nous devons de préciser que, à la différence des autres acteurs, aucun de ces pays ne peut se comporter en passager clandestin. Avec des niveaux d'émissions aussi importants, leur participation à la fourniture du bien public climat est indispensable. Il s'agit d'une condition *sine qua non*, un préalable sans lequel le régime climat est impossible.

En même temps, ce ne sont pas uniquement des niveaux de coûts objectivement mesurés qui importent, mais également la manière dont ceux-ci sont perçus. Si la perception est façonnée par la défense des intérêts à court terme, alors le fait que les coûts d'atténuation soient à supporter immédiatement et nationalement, tandis que les bénéfices sont futurs (et profitent à tout le monde), ne joue pas en faveur de leur mise en œuvre. Dans un contexte économique et social tendu, marqué par un fort endettement et une pression du chômage dans de nombreuses économies industrialisées, ainsi que par un ralentissement de la croissance dans le monde des émergents, on comprend que ces pays se montrent plutôt réservés quant à la mise en place des politiques climatiques. La question fondamentale que nous avons identifiée a été de savoir comment ces pays peuvent être néanmoins incités à mettre en place une coalition vertueuse, un « *k3-climat* », compte tenu des coûts et des bénéfices du changement climatique.

*

Au cours du déroulement de l'argumentation, il a été possible de parvenir à trois résultats principaux, résultats qui permettront d'expliquer le degré de « succès » (i) ou d'« échec » (ii) de la COP 21. Nous pourrions mesurer le succès de la Conférence de Paris en nous appuyant notamment sur le mandat européen (adopté à la mi-septembre 2015) : pic des émissions entre 2020 et 2030, division par deux des émissions en 2050 et neutralité carbone pour la fin du siècle, la question du financement Nord-Sud constituant à l'évidence une dernière dimension cruciale.

i) Le modèle de coopération que nous avons développé stipule que le « k-groupe » pour le climat devrait aller de l'avant dans son effort de réduction des émissions. Cela impliquerait que les trois pays acceptent d'endosser des coûts d'atténuation plus importants que les autres pays. Cela voudrait dire que des coûts de l'ordre de 1% pour les États-Unis, 0,5% pour l'UE et de 2% du Pib pour la Chine (estimés par RICE et par POLES dans le projet AMPERE, pour un scénario 450, entre 2010 et 2050) soient considérés comme étant acceptables par ces pays. L'engagement de ce groupe n'est évidemment pas basé sur l'altruisme, mais sur un enchaînement de conditions. Le dispositif incitatif est constitué par un mécanisme qui est supposé enclencher une coopération de plus en plus large, donc sur un mécanisme d'effacement du problème du passager clandestin. La signature d'un accord qui contiendrait les

trois objectifs de réduction susmentionnés signifierait, du point de vue de notre analyse, que le *k3-climat* ne considère pas les coûts de départ (les « *upfront costs* » chez Hourcade *et al.* 2014) comme étant inacceptables. Il ne s'agit pas d'un « pari » fait par ces trois pays, mais d'une stratégie coopérative conditionnée par le résultat, celui-ci devant être jugé en fonction de l'effet « gravitationnel » du groupe auprès des autres pays.

L'analyse de ce modèle de coopération pointe subséquentement vers une autre conclusion : dans un contexte marqué par une forme de « faiblesse multilatérale », le minilatéralisme est préférable. En effet, le problème que pose le multilatéralisme est dû principalement à la difficulté à atteindre un consensus global ambitieux, à mettre en place des mécanismes efficaces, à même de permettre la stabilisation des émissions en temps utile. L'idée de minilatéralisme se retrouve par ailleurs dans la proposition de Jouvét et de Perthuis (2015), lorsqu'ils expliquent qu'un nombre limité de participants (à un marché mondial du carbone) permettrait de passer d'un accord *idéal* sur la tarification du carbone à un accord *effectif* sur une redevance de financement, sur le mode bonus-malus. Au-delà de ces arguments liés à l'effectivité de la coopération, le problème que résout le minilatéralisme concerne les intérêts nationaux, ceux-ci étant plus faciles à réconcilier dans un cadre restreint et informel, ce qui rend cette forme de coopération attractive. La proposition d'un k-groupe climat s'appuie sur l'idée d'un leadership collectif et s'inscrit dans une perspective normative. Cette solution ne vient pas contester la règle du multilatéralisme, la coalition en cause n'étant pas censée être pérenne mais l'élément déclencheur d'une coopération amenée à se généraliser.

ii) Si la COP 21 n'aboutit pas au résultat attendu, c'est que nos trois acteurs n'auront pas pu à cette date se coaliser pour former un k-groupe climat. Tous les objectifs de réduction que nous avons retenus pour juger du « succès » de la Conférence de Paris ne figureront donc pas dans l'accord. Cela signifierait que nos acteurs considèrent les coûts à court terme trop importants au regard de leurs propres intérêts et du risque du *free riding* de la part des autres États. Compte tenu de la conjoncture économique actuelle, ce scénario reste tout à fait possible. En effet, aux États-Unis, le raisonnement du Congrès est dépourvu d'ambiguïté : la régulation des émissions nuit à l'industrie américaine et cède un avantage économique à la Chine. Le Congrès, avec une majorité républicaine confortable, aussi bien au Sénat qu'à la Chambre des représentants, semble actuellement peu enclin à modifier sa vision sur les questions climatiques. Du côté de l'Europe, son fort endettement, les problèmes de compétitivité qui pèsent sur ses industries, le chômage ou encore l'opposition de certains de ses membres, sont des éléments qui jouent en défaveur de l'augmentation de l'ambition européenne mais aussi surtout de son pouvoir d'entraînement. Pour la Chine, la menace liée à l'impact climatique, associée aux dimensions de pollution locale, est perçue comme étant importante, mais le risque lié au retard du développement l'est encore plus. Dans un contexte économique marqué par la « nouvelle normalité », contexte dans lequel la Chine cherche à redéfinir son modèle de croissance, les craintes risquent de s'amplifier : renoncer au charbon pourrait pénaliser davantage sa compétitivité, donc sa croissance et le financement des infrastructures qui en dépendent.

Un résultat de second ordre, qui découle de notre étude, concerne le binôme Europe-Chine, que nous avons privilégié dans notre modèle de l'analyse de la coopération. En effet, nous avons soutenu que la coopération tripartite devrait se construire à partir du binôme Europe-Chine, alors même que c'est aujourd'hui plutôt l'axe États-Unis – Chine qui semble

structurant. Nous pensons que cette relation pourrait s'avérer la plus avantageuse pour la formation du k-groupe, puisque c'est l'Europe qui apparaît comme le pays le plus volontaire alors que la Chine est l'acteur incontournable. Plus précisément, au-delà du marché carbone, c'est à travers ses politiques de réduction de la demande (efficacité énergétique) et de développement des énergies renouvelables que l'Europe pourrait inspirer la Chine dans l'articulation d'un « modèle de décarbonisation profonde ». Enfin, l'analyse des politiques climatiques dans les deux pays nous a conduit à conclure qu'à la différence des États-Unis, l'Europe et la Chine sont plutôt ouvertes à l'intégration de nouveaux éléments liés aux problématiques énergie-climat. L'Europe semble plus flexible, surtout après l'épisode Copenhague, alors que la Chine s'avère plutôt pragmatique, prête à changer ses orientations lorsque cela ne vient pas heurter ses objectifs fondamentaux.

iii) La question du financement apparaît comme *structurelle* pour la mise en place des politiques climatiques par l'Union européenne, la Chine et les États-Unis, et *déterminante* pour l'aboutissement d'un accord à Paris. Dans notre travail nous avons montré que ces trois pays seront appelés à endosser des coûts importants. Cela suppose que le premier problème auquel ils doivent répondre concerne les « upfront costs » des politiques de lutte contre le changement climatique. Mis à part ces coûts, l'accord de Paris est conditionné par la résolution du « gap » du financement. Un accord sur le financement serait à même de réduire l'incitation des pays en dehors du k-groupe à se comporter en passager clandestin et faciliterait le rapprochement de la coalition initiale. Toutefois, sur les 100 milliards promis à Copenhague pour 2020, seulement 10 milliards ont été aujourd'hui concrétisés. Une illustration pratique du partage de l'effort pour alimenter ce fonds a été donnée par Jouvét et de Perthuis (2015). Cela étant, entre les 5,6 milliards promis par les USA actuellement et les 35 milliards nécessaires, reste encore des efforts à faire. Il en va de même pour l'UE et la Chine. Cette problématique s'annonce comme un point majeur de blocage dans l'effort de ralliement des pays en développement à l'Accord de Paris, à même d'impacter la constitution de notre coalition.

Ainsi, la question des investissements pour le k-groupe, ainsi que celle du financement pour les autres pays, apparaît comme étant au cœur du deuxième régime climat. Cela représente l'élément qui détermine le positionnement des pays entre le top-down et le bottom-up.

Ce qui pourra contribuer au succès de cette conférence, ce sont les résultats mis en exergue par les récents travaux concernant la nouvelle économie du climat. Sans reprendre les conclusions du chapitre 5, précisons simplement que diviser par deux les émissions en 2050 est possible et économiquement cohérent. Croissance économique et transition énergétique profonde sont plus que jamais compatibles. Cela impliquerait des taux de décarbonisation annuels entre -2 et -5% pour la Chine, l'Europe et les États-Unis, comme nous l'avons montré à travers les estimations du programme Redem. Rappelons simplement que la France a atteint un taux de -4,5%/an entre 1980 et 1985 par le seul déploiement de son programme d'énergie nucléaire (World Bank 2015). Le point que nous voudrions mettre en évidence ici est qu'en raison de l'ampleur des transformations à mener, la décarbonisation des systèmes énergétiques constitue une opportunité majeure de croissance et d'innovation. Si les États tiennent compte de ces résultats, alors l'ambition des politiques climat pourra être renforcée après la COP-21, quelle que soit son issue.

*

L'analyse du régime climat dans une perspective d'économie politique est un exercice qui implique la prise en compte des relations de pouvoir, de la perception des pays vis-à-vis des politiques climatiques, mais aussi, pour ce qui concerne l'énergie, des décisions difficiles à trancher, liées structurellement à la géopolitique. Nous touchons ici à la première limite de ce travail, qui est due au fait d'avoir développé des raisonnements complexes en se basant sur des facteurs explicatifs qui demeurent marqués d'un fort degré d'incertitude, notamment sur les coûts d'atténuation, et encore plus d'adaptation. En réalité, les décisions ayant trait au climat se heurtent à bien plus d'incertitudes et de défis encore, qui concernent la compétitivité, les stratégies industrielles ou encore la sécurité énergétique. En choisissant notre problématique, nous avons pris comme cadre d'hypothèses l'arbitrage implicite entre atténuation et adaptation. Au vu du contexte géopolitique (par ex. le conflit entre l'Ukraine et la Russie, les tensions au moyen Orient) et économique actuel (le ralentissement de la croissance en Chine et en Europe, les impacts des gaz et pétrole de schiste aux États-Unis), d'autres éléments structurants devraient être pris en compte pour expliquer ou analyser la coopération entre l'Europe, la Chine et les États-Unis, ainsi que le nouveau régime climat.

Dans notre modèle d'analyse de la coopération – le k-groupe climat formé par les trois émetteurs majeurs mondiaux – la principale limite que nous notons consiste en la difficulté à renseigner rigoureusement le modèle par des coûts et des bénéfices de la coopération. En effet, s'il est envisageable d'alimenter le modèle avec les coûts d'atténuation, à partir des estimations comme celles du projet AMPERE (2015), la tâche est plus difficile pour les bénéfices. Si nous avons assumé que les bénéfices peuvent être associés aux coûts d'adaptation évités, nous savons qu'en réalité ils sont bien plus difficiles à quantifier. Cela étant, le défi serait de construire un modèle complet à partir des estimations des coûts d'atténuation et d'adaptation. Cet exercice ne devrait pas viser uniquement les trois acteurs majeurs considérés dans ce travail, mais aussi les autres pays qui sont supposés rejoindre la coopération.

Une troisième limite de notre travail concerne l'analyse de la construction des intérêts nationaux, de ce que nous avons appelé les préférences nationales. Dans notre recherche, nous nous sommes placé dans une perspective qui vise la gouvernance et qui considère les États comme des entités unitaires. La construction, ou plutôt l'évolution de ces préférences nationales, sous la pression de divers *drivers* nationaux et internationaux, n'a pas été explicitement traitée. Or, comme nous l'avons mentionné au cours de notre argumentaire, le processus de décarbonisation de l'économie pèse sur un bon nombre d'agents, tout en profitant à d'autres, à l'intérieur de chaque pays. Cet arbitrage, pour le coup implicite, de la part des décideurs politiques, peut être rendu par la question – centrale dans les travaux de Susan Strange – « *Cui bono ?* » : à qui profite la situation ? Cette question, ainsi que la réponse que cela exigeait, n'a pas été prise en compte dans notre travail, par le fait que nous avons considéré les États comme étant homogènes. On notera ici que cette question, importante pour les États-Unis ou la Chine, est d'une particulière acuité pour une Europe qui traverse aujourd'hui une véritable crise de gouvernance.

*

Au vu des discussions qui ont précédé la COP 21, il est presque certain qu'un accord sera signé à Paris, malgré les nombreuses questions qui, deux mois avant la conférence, restent ouvertes. La question qui se pose, comme l'a rappelé le président Hollande, est de savoir si cet accord

sera « crédible ». Or, pour ce qui est de la crédibilité des engagements de l'Union européenne, de la Chine et des États-Unis, force est de constater que leurs contributions nationales renvoient un signal clair quant à leur détermination à lutter contre le changement climatique. L'accord de Paris, qu'il s'agisse d'un protocole, d'un autre instrument légal ou d'un ensemble de décisions de la COP, prendra appui sur ces contributions, susceptibles de forger progressivement le caractère contraignant de l'accord. L'architecture de cet accord, entre la mise en place du registre des contributions nationales, les objectifs de long terme, le financement ou encore les déclarations politiques, constituera sans doute un édifice complexe. Le climat ne sera pas sauvé pour autant, mais il est improbable que les pays fassent marche arrière sur leurs engagements, bien au contraire. Une fois ces instruments de la coopération posés, la dynamique vertueuse de la décarbonisation des économies sera bel et bien enclenchée. La seule question qui restera alors sera de savoir si la vitesse de cette dynamique sera suffisante.

Annexes

Émergence et évolution de l'Économie politique internationale

La constitution de l'EPI est placée au début des années 1970. Les développements qui ont accompagné l'émergence de la discipline ont une double nature. D'un côté, il s'agit du déclin relatif de la puissance américaine face à l'émergence de nouveaux acteurs, processus qui a fait que l'EPI « s'autonomise en tant que discipline vis-à-vis des relations internationales » (Abbas 2010 : 48). De l'autre côté, il s'agit d'une série d'événements liés à la globalisation : les chocs pétroliers, les crises financières, les problèmes écologiques, mais aussi l'apparition des organisations internationales, des multinationales, des ONG, qui fournissent « les stimulations nécessaires à la poursuite des programmes de recherche » de la discipline (Kebabdjian 2006).

Cette conjoncture, secondée par l'accélération de la mondialisation et toute une suite d'événements, a alimenté la problématique de l'EPI. Abbas note que « la fin des Accords monétaires de Bretton Woods et le climat de détente entre l'URSS et les États-Unis conduisent à relativiser les enjeux de sécurité internationale au profit de la réflexion sur la stabilité économique internationale » (Abbas 2010 : 48). Le couplage de ces deux aspects, rendu à travers le pouvoir et la richesse au sein de la discipline, a contribué au renforcement de son caractère formel. De ce point de vue, l'EPI comporte bien des théories, des concepts, des programmes de recherche ou encore des travaux académiques.

En tant que champ de recherche, l'EPI se distingue des autres sous-disciplines des relations internationales par le rôle accordé aux questions économiques et par les interactions entre États et marchés. Dans les années 1970, les facteurs d'influence majeurs étaient d'ordre politique, liés à l'action de l'État, l'accent étant donc sur le rapport à la puissance. Paquin note qu'à partir des années 1980-1990, l'EPI américaine (orthodoxe) connaît un tournant majeur, car « ses travaux ressemblent de plus en plus à ceux des économistes néoclassiques » (Paquin 2013 : 22). La recherche en EPI serait devenue « réductionniste », « empirique », et orientée 'problem-solving', alors qu'elle avait jadis vocation à « balayer » plus largement.

De son côté, Kebabdjian explique que, depuis le milieu des années 1990, les paradigmes traditionnels ne caractérisent plus de manière fidèle le paysage théorique de l'EPI. Il s'agirait ainsi d'un glissement vers un « modèle de synthèse » entre néoréalistes et néolibéraux. Cela a eu pour conséquence la formation de deux pôles, l'un "mainstream", constitué autour de la fusion néoréalistes-néolibéraux, et l'autre hétérodoxe, constitué par ceux qui ne se retrouvent pas dans ce clivage.

ANNEXE 2

Approches marxiste et hétérodoxes en EPI

À la différence des approches rationalistes (réaliste et libérale), qui mettent l'accent respectivement sur le stato-centrisme et l'individu, l'approche marxiste place les classes sociales au centre de l'analyse. Ainsi, « les classes adoptent un comportement de défense de leurs intérêts matériels », ce qui fait de l'État « un acteur au service des intérêts et des préférences de la classe dominante » (Abbas 2010 : 58). L'EPI marxiste introduit dans le débat, en plus de l'économique et du politique, des éléments historiques, sociologiques et idéologiques. Sur certains points, l'approche marxiste rejoint les rationalistes ; pour ce qui est de la conflictualité des relations sur le plan international, ils retrouvent les réalistes et pour ce qui concerne la défense des intérêts économiques ils rejoignent les libéraux.

Dans l'approche marxiste, la classe dominante, la bourgeoisie, défend sur le plan international ses intérêts. Cette classe entretient des rapports d'hégémonie avec les classes homologues des autres pays avec lesquelles celle-ci se trouve en concurrence. Ainsi, expliquent Smouts et al. (2006 : 335), « les relations internationales se trouvent en état de conflit permanent, qu'il s'agisse de guerres mettant aux prises les pays capitalistes eux-mêmes entre eux [...] ou des formations sociales pré-capitalistes ».

Les deux perspectives qui se développent à partir de l'approche marxiste et qui composent l'école hétérodoxe sont l'école britannique, représentée par Susan Strange, et l'école néo-gramscienne, représentée par Robert Cox (Paquin 2013). Ces deux écoles partagent certains points communs, notamment celui d'être très critiques par rapport aux courants dominant en EPI et particulièrement envers « l'obsession très américaine pour les méthodes quantitatives et la modélisation formelle » (Paquin 2010 : 261).

À titre d'exemple, on peut citer Strange, qui nie le fait que le pouvoir et les relations connexes à celui-ci soient uniquement l'apanage de l'État. Voici ce qu'elle écrit (Strange 1996 : xiv) : « L'organisation internationale est avant tout un outil du gouvernement national, un instrument pour la poursuite de l'intérêt national par d'autres moyens. La plupart des analyses des systèmes internationaux escamotent — sans doute inconsciemment — cette conception élémentaire des réalistes à l'ancienne mode. Trop souvent un tel système est présenté comme la simple conséquence d'un processus d'harmonisation, par lequel des États coordonnent leurs intérêts communs. On en minimise l'élément de puissance » (traduction de Philippe Delamare).

Pour Strange (1996 : 18), les régimes internationaux, « ne sont pas tant le résultat d'un rassemblement d'égaux que le fruit d'une stratégie élaborée par un pays dominant, ou occasionnellement par un petit groupe de grandes puissances », ce qui, dira Strange en reprenant la critique néo-gramscienne, « n'est qu'un mode subtil d'hégémonie politique ».

ANNEXE 3

Les outils de modélisation. Des modèles top-down et bottom-up

Selon Guivarch (2010), les modèles peuvent être différenciés selon deux orientations (i) optimisation ou simulation, ou approche normative versus approche positive et (ii) Bottom-Up ou Top-Down, ou modèles d'ingénieurs versus modèles d'économistes. Les modèles Bottom-Up sont des modèles du système énergétique qui reposent sur la représentation détaillée de celui-ci (production et transformation). Ces modèles sont assortis d'hypothèses sur la disponibilité des ressources naturelles, la croissance et la demande d'énergie. Le principe de modélisation est basé sur la gestion optimale du système énergétique, ou encore sur la mise en place d'un mix qui puisse répondre à certaines exigences ou contraintes (par exemple, un certain pourcentage de nucléaire).

Classification simplifiée des modèles

	Bottom-up	Top-down
Optimisation	Optimisation du système énergétique (ex. MARKAL, MESSAGE)	Croissance optimale (ex. DICE, RICE)
Simulation	Simulation du système énergétique (ex. POLES, MiniCam,)	Équilibre Général Calculable (EPPA, SGM)

Comme nous l'avons déjà mentionné, les modèles Bottom-up fournissent des coûts techniques, alors que les modèles Top-down peuvent fournir l'ensemble des coûts. Guivarch (2010) explique que les coûts techniques sont insuffisamment renseignés dans les modèles Top-down, laissant sous-entendre un certain « partage » dans le calcul de ces coûts : les modèles Bottom-up seraient préférés pour le calcul des coûts techniques et les modèles Top-down, pour (tous) les autres (p.ex. les coûts macroéconomiques). Si chacun des modèles représente des avantages quant à la robustesse des résultats qu'ils proposent, Guivarch (2010 : 33) note qu'ils sont sujets aux controverses : « les modèles Top-down sont critiqués pour leur représentation peu tangible et peu maîtrisée des possibilités techniques [...], tandis que les modèles Bottom-up ignorent le rôle du système économique entier dans l'évolution des signaux-prix et des contraintes de budget qui sont déterminantes dans la bifurcation des systèmes techniques ».

Enfin, Crassous (2008 : 46) attire l'attention sur la nature complexe et la transparence de ces modèles, ce qui renvoie bien plus qu'à la structure des modèles, aux « subtilités complexes de spécification et de paramétrage ». L'auteur en conclut sur le comportement de ces modèles, qui « dépendent autant de la qualité des données numériques que de ses spécifications mathématiques ». Pour plus de détails, voir les deux excellents chapitres « La modélisation de long terme: État de l'art et taxinomie des outils disponibles » de la thèse de Renaud Crassous (2008) et respectivement « L'évaluation des coûts de l'atténuation du changement climatique – Un bilan critique » de la thèse de Céline Guivarch (2010).

ANNEXE 4

Les modèles DICE, RICE 2010 et PAGE2002

RICE est un modèle standard d'optimisation de la croissance, basé sur le modèle de Ramsey, dans lequel sont introduits des investissements « climatiques ». Cela se traduit par une réduction dans la consommation immédiate dans le but de son augmentation future. Le stock de capital est ainsi étendu afin d'inclure les investissements dans le domaine de l'environnement, qui est vu comme un « capital naturel ». Ainsi, explique l'auteur, les concentrations de GES sont considérées comme étant un « capital naturel négatif » et les réductions des émissions comme un phénomène diminuant la quantité de ce capital négatif.

Chacune de ses douze régions modélisées a une fonction de l'utilité définie par rapport à ses préférences. Cette fonction est croissante avec l'augmentation de la consommation per capita de chaque génération, diminuant avec l'utilité marginale de la consommation. L'importance de la consommation per capita d'une génération dépend de sa taille relative. L'importance relative de différentes générations est « traduite » par le taux de préférence pure pour le présent et par la courbure de la fonction d'utilité. Ces paramètres, précise Nordhaus, « are calibrated to ensure that the real interest rate in the model is close to the average real interest rate and the average real return on capital in real-world markets » (Nordhaus 2010).

La population et le changement technologique sont donnés de manière exogène, pendant que l'accumulation du capital se fait par l'optimisation des flux de consommation. La croissance est déterminée par une fonction Cobb-Douglas ($Y_t = AK_t \alpha L_t^{1-\alpha}$) et les dommages sont fonction des températures, de la hausse des niveaux des mers et des concentrations de CO₂. (A partir de Nordhaus 2010).

Le modèle PAGE2002 (modèle intégré) est développé par une équipe de Cambridge sous la direction de Chris Hope. La version 2002 est une mise à jour de la version précédente datant de 1995, caractérisée par l'incorporation des discontinuités à grande échelle dans le calcul des impacts. Le modèle a été actualisé sur la base de nouvelles informations (e.g. paramètres, trajectoires) recensées dans le Troisième Rapport du GIEC (Groupe II). PAGE2002 prend en considération les incertitudes (traitement probabiliste des paramètres) par l'utilisation dans l'input de plusieurs valeurs des paramètres pour obtenir un éventail de résultats. Les principales équations visent :

- a. Les émissions de GES, ainsi que l'effet d'accumulation de ces gaz dans l'atmosphère. Par la même, le modèle calcule le forçage radiatif résultant de cette accumulation.
- b. Les effets des GES sur la modification des températures pour huit régions. La modélisation est obtenue par la différence entre l'effet réchauffant des GES et l'effet refroidissant des aérosols.
- c. Les impacts marchands et non marchands, ainsi que les possibilités des impacts catastrophiques. Ces impacts sont agrégés suivant des taux d'actualisations spécifiques.
- d. La croissance économique par régions et les impacts en tant que pourcentage de perte de Pib pour deux secteurs (définis en tant qu'impacts économiques et non-économiques).
- e. La possibilité d'occurrence des discontinuités à grande échelle, lorsque la moyenne de la température dépasse un certain seuil.

ANNEXE 5

Quantification des réponses du système climatique

Le réchauffement climatique et son amplitude sont déterminés par le forçage radiatif, les rétroactions climatiques et le stockage d'énergie dans l'atmosphère. La sensibilité climatique (transitoire ou à l'équilibre) quantifie la réponse du système climatique à un forçage radiatif. La sensibilité climatique est une mesure standard très utilisée dans le changement climatique, qui renseigne sur la hausse de température atmosphérique au cas d'un doublement des concentrations des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. Le GIEC utilise deux types de mesures pour la sensibilité climatique : la sensibilité climatique à l'équilibre (ang. *Equilibrium Climate Sensitivity* ou ECS) et la réponse climatique transitoire (ang. *Transient Climate Response* ou TCR). La différence entre les deux mesures, comme leur nom l'indique, est donnée par le caractère transitoire ou à l'équilibre de la température dans le temps. La réponse transitoire considère le changement de température lorsque le niveau de CO₂ augmente de 1% par an jusqu'au doublement des concentrations. Une fois ce doublement atteint, la température continue d'augmenter jusqu'à ce qu'elle atteigne un équilibre ; c'est pourquoi on parle de la sensibilité climatique à l'équilibre, une fois la concentration stabilisée.

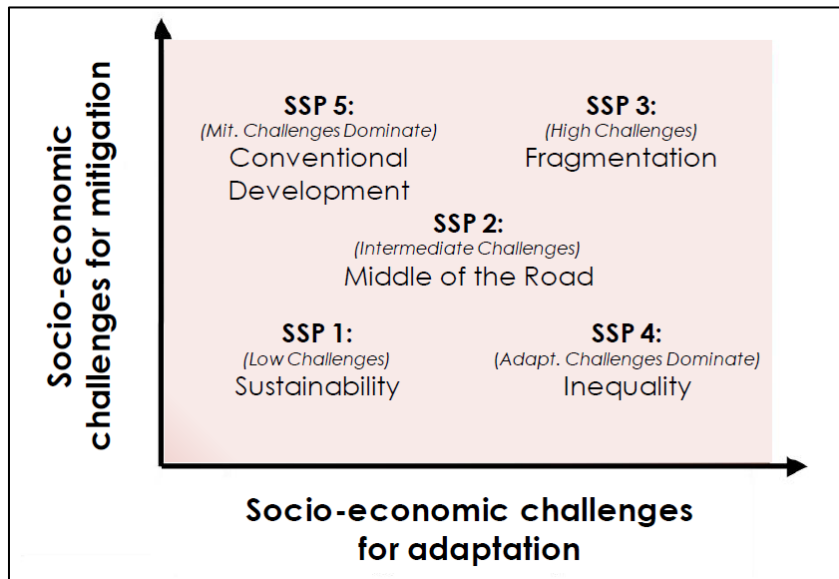
Bien que ces mesures soient complémentaires, c'est la sensibilité à l'équilibre qui s'avère plus utilisée pour juger des hausses de températures. À l'évidence, les concentrations de CO₂ vont plus que doubler dans le temps, ce qui fait de cet indicateur un paramètre très important dans les exercices de modélisation. Ceci dit, il ne s'agit que de « simples » mesures, d'indicateurs, et non pas de projections des émissions de GES. Par ailleurs, il faut noter que le TCR est toujours inférieur à l'ECS pour la raison que nous avons indiquée précédemment (dans un contexte d'augmentation des concentrations de CO₂, l'atmosphère n'a pas encore atteint un point d'équilibre). Pour ce qui est des valeurs, le GIEC (AR5, WGI, 2013) précise qu'il est probable (ang. *likely*) que la sensibilité climatique à l'équilibre se situe entre 1,5 et 4,5°C (degré de confiance élevé) et qu'il est « très improbable » (ang. *very unlikely*) que celle-ci soit supérieure à 6°C (degré de confiance moyen). La valeur moyenne est de 3°C, ce qui constitue, nous l'avons déjà dit, un des points de départ de l'analyse de Weitzman, puisque les modèles ne semblent retenir que cette valeur centrale. Pour la réponse climatique transitoire, il est probable que celle-ci se situe entre 1,0 et 2,5°C (degré de confiance élevé) et extrêmement improbable qu'elle soit supérieure à 3°C. Pour une meilleure appréciation de ces valeurs, nous présentons la grille d'évaluation des incertitudes dans le GIEC AR 5 (2013, Mastrandea *et al.* 2010).

Agreement ↑	High agreement Limited evidence	High agreement Medium evidence	High agreement Robust evidence	Confidence Scale	Term*	Likelihood of the Outcome
	Medium agreement Limited evidence	Medium agreement Medium evidence	Medium agreement Robust evidence		Virtually certain	99-100% probability
	Low agreement Limited evidence	Low agreement Medium evidence	Low agreement Robust evidence		Very likely	90-100% probability
					Likely	66-100% probability
					About as likely as not	33 to 66% probability
					Unlikely	0-33% probability
					Very unlikely	0-10% probability
					Exceptionally unlikely	0-1% probability
	Evidence (type, amount, quality, consistency) →					

ANNEXE 6

Scénarios d'évolution socioéconomique (SSP) dans l'AR5

L'architecture des SSP consiste en une matrice qui établit cinq familles de scénarios d'évolution socioéconomique (nommées SSP1 à SSP5), décrivant les efforts à consentir afin de parvenir aux concentrations correspondantes à chacun des RCP.



Le SSP1 (faible défi d'adaptation, faible défi d'atténuation) décrit un monde marqué par une forte coopération internationale, donnant la priorité au développement durable. Le SSP2 (défi d'adaptation moyen, défi d'atténuation moyen) décrit un monde caractérisé par la poursuite des tendances actuelles. Le SSP3 (défi d'adaptation élevé, défi d'atténuation élevé) dépeint un monde fragmenté affecté par la compétition entre pays, une croissance économique lente, des politiques orientées vers la sécurité et la production industrielle et peu soucieuses de l'environnement. Le SSP4 (défi d'adaptation élevé, faible défi d'atténuation) est celui d'un monde marqué par de grandes inégalités entre pays et en leur sein. Le SSP5 (faible défi d'adaptation, défi d'atténuation élevé) décrit un monde qui se concentre sur un développement traditionnel et rapide des pays en voie de développement, fondé sur une forte consommation d'énergie et des technologies émettrices de carbone. (Source : ONERC 2013, GIEC 2013).

ANNEXE 7

Les biens publics mondiaux

Selon Inge Kaul (2003 : 198), on définit les biens publics mondiaux « comme ayant des avantages non exclusifs, non rivaux, qui se propagent à travers les frontières, les générations, les populations. Au minimum, les avantages d'un bien public mondial doivent s'éteindre à plusieurs groupes de pays et ne pas faire la distinction entre les groupes de populations ou les générations, présentes ou futures ».

La notion de bien public mondial, dans la conception économique, émerge des défaillances (en l'absence d'une main invisible ou malgré celle-ci) et des interdépendances des marchés, étant structurée par les concepts d'externalité, non-rivalité et non-exclusion. La non-rivalité signifie que pour quelqu'un le fait de consommer un bien public n'empêche pas autrui d'en consommer autant. La non-exclusivité c'est l'impossibilité d'empêcher quelqu'un de consommer le bien en question (voir par exemple Bissirou et Kern 2005).

La définition économique d'un bien public pur a été formalisée pour la première fois par Samuelson (1954) dans *The pure Theory of Public Expenditure* et prolongée, parmi nombres d'auteurs, par Garrett Hardin (1968) dans *The tragedy of Commons* et Charles Kindelberger (1986) dans *The World in Depression 1929 – 1939*. La même année, 1986, Kindelberger reprend, dans son discours en tant que Président à l'assemblée annuelle de l'American Economic Association, les définitions théoriques générales des biens publics nationaux pour les appliquer aux biens publics internationaux. L'idée est de relancer l'analyse de la coopération internationale dans de nouvelles directions, dans un contexte intellectuel où la tendance est « d'assimiler tout bien à un bien privé ou privatisable » (Severino et Tubiana 2002 : 350).

Généralement, on distingue entre bien public pur et bien public impur / imparfait. Le premier type se caractérise par une non-rivalité dans la consommation et non-exclusivité absolue. L'exemple classique est celui du phare qui dirige tous les bateaux qui en ont besoin, sans que cela diminue son usage. En même temps, l'utilisation de ce bien ne peut pas être restreinte à un petit nombre de bateaux. Il serait extrêmement difficile et également onéreux de réserver l'usage à certains bateaux, tous les autres étant obligés de se débrouiller autrement, en ceci consistant le caractère non-exclusif d'un bien public pur. Néanmoins, la plupart des biens possèdent des attributs mixtes. Les biens qui ne remplissent qu'en partie l'un des critères sont dits biens publics imparfaits.

ANNEXE 8

Les INDC de l'Union européenne, de la Chine et des États-Unis

Pays	Résumé	Secteurs visés	Em. GES en 2030 et per cap.	Équité et ambition
UE	Le paquet climat-énergie pour 2030 constitue la base de l'INDC européen qui porte sur une réduction d'au moins 40% des émissions en 2030 par rapport à 1990, au moins 27% d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2030 et au moins 27% d'économies d'énergie par rapport à un scénario de référence, à la même année.	Inclut tous les grands secteurs de l'économie, y compris le secteur forestier et terrestre, pour lequel l'UE ne précise pas quelles règles de comptabilisation du carbone stocké elle utilisera.	3100 Mt 6t	La cible est conforme aux recommandations de l'IPCC pour les pays industrialisés (-80-95% en 2050/1990) et avec la division par deux des émissions en 2050 au niveau monde. Les émissions de GES par tête devraient décroître de 11 à 6 t/capita
Chine	L' INDC chinois a quatre objectifs principaux: plafonner les émissions de CO2 en 2030 au plus tard, réduire l'intensité carbone par unité de PIB de 60 à 65% d'ici à 2030/2005, passer la part des énergies non fossiles dans la consommation d'énergie primaire à environ 20% d'ici à 2030, ainsi que passer les stocks forestiers à environ 4,5 milliards de mètres cubes en 2030/2005. Pour ce qui concerne l'adaptation, la Chine s'engage à continuer une adaptation « proactive » aux impacts des changements climatiques en renforçant ses capacités et mécanismes de résilience et de protection face aux risques climatiques dans des domaines clés tels que l'agriculture, la forêts, les ressources en eau, les villes, les zones côtières, les écosystèmes fragiles.	La contribution chinoise concerne plusieurs politiques sectorielles, dont l'agriculture, les transports, l'énergie, le bâtiment, les forêts et l'usage des sols, ainsi que les procédés industriels.	14 575 Mt 10 t	Principe de responsabilité commune mais différencié dans le cadre de la Convention-cadre. La COP21 devrait ouvrir la voie pour un développement bas-carbone. La Chine combat activement contre la réduction de la pauvreté, l'amélioration des niveaux de vie de ses concitoyens et la protection de l'environnement. A travers son INDC, la Chine fait tout son possible pour respecter l'article 2 de la Convention.
USA	Baisse de 26 à 28% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2025 par rapport à 2005. Couvre tous les gaz à effet de serre et Exclut les crédits carbone internationaux.	Inclus tous les secteurs de l'économie, dont le secteur des forêts et de l'usage des sols	4795 Mt 13 t	Les US considèrent leurs INDC comme étant justes et ambitieux. La cible à atteindre en 2025 nécessite des réductions qui vont au-delà de l'engagement pris pour 2020.

Source : UNFCCC, WRI, EDDEN.

ANNEXE 9

Bilans énergétiques de l'UE, de la Chine et des États-Unis

Mtep	Charbon, Lignite	Pétrole Brut	Produits pétroliers	Gaz	Hydro, Nucléaire	Electricité	Chaleur	Biomasse	Total
PRODUCTION PRIMAIRE	150,93	72,08		117,37	294,87		3,26	136,51	775,02
Importation	164,08	566,81	316,13	317,72		32,37	0,00	12,88	1 410,00
Exportation	-42,21	-51,63	-315,42	-91,37		-32,49	-0,01	-6,87	-540,01
Soutes maritimes et aériennes	0,00		-84,70						-84,70
Variation de stocks	-6,75	2,74	4,55	1,14				0,83	2,51
CONSOMMATION PRIMAIRE	266,04	590,00	-79,44	344,86	294,87	-0,11	3,25	143,35	1 562,82
Raffineries	-0,90	-615,53	611,38	-0,16					-5,21
Centrales électriques	-196,84	0,00	-14,80	-87,79	-294,87	272,46	39,89	-49,77	-331,73
Autoconsommation, pertes *	-16,35	30,36	-61,70	-24,74		-42,69	5,62	-10,41	-119,92
CONSOMMATION FINALE	51,94		460,26	232,20		229,65	48,76	83,18	1 105,99
Industrie	40,18		27,68	74,74		82,55	15,50	21,22	261,88
Transport	0,01		281,75	1,41		5,25		14,86	303,27
Autres secteurs, dont	10,54		65,31	144,11		141,85	33,25	47,09	442,16
Résidentiel	8,26		35,47	97,16		68,61	22,02	42,24	273,75
Tertiaire	1,12		15,77	42,35		68,83	9,74	2,79	140,60
Agriculture	1,09		13,53	3,51		4,41	0,15	1,94	24,62
Non énergétique	1,22		85,53	11,94					98,68

Mtep	Charbon, Lignite	Pétrole Brut	Produits pétroliers	Gaz	Hydro, Nucléaire	Electricité	Chaleur	Biomasse	Total
PRODUCTION PRIMAIRE	1 855	214		106	139		25	216	2 555
Importation	155	309	44	48		1			556
Exportation	-5	-0	-35	-2		-2			-45
Soutes maritimes et aériennes			-15						-15
Variation de stocks	7	-13	-11						-17
CONSOMMATION PRIMAIRE	2 012	510	-18	151	139	-1	25	216	3 034
Raffineries	-2	-501	491						-12
Centrales électriques	-1 024	-0	-2	-25	-139	480		-17	-727
Autoconsommation, pertes *	-289	-8	-23	-21		-83	76	-1	-350
CONSOMMATION FINALE	696		449	105		396	100	198	1 945
Industrie	570		63	33		267	52		984
Transport	3		232	13		5		1	255
Autres secteurs, dont	87		58	42		124	48	197	556
Résidentiel	51		27	33		60	22	197	390
Tertiaire	13		16	9		56	23		117
Agriculture	10		16	0		9	1		35
Non énergétique	36		96	17					149

Mtep	Charbon, Lignite	Pétrole Brut	Produits pétroliers	Gaz	Hydro, Nucléaire	Electricité	Chaleur	Biomasse	Total
PRODUCTION PRIMAIRE	484	534		600	267		2	99	1 987
Importation	6	425	64	62		5	0	0	564
Exportation	-56	-50	-152	-35		-1	0	0	-295
Soutes maritimes et aériennes	0		-34						-34
Variation de stocks	-0	-4	1	-2				0	-5
CONSOMMATION PRIMAIRE	433	905	-120	626	267	4	2	99	2 217
Raffineries	0	-867	849						-18
Centrales électriques	-393		-9	-204	-267	372	11	-22	-511
Autoconsommation, pertes *	-15	-36	11	-97		-51	-5	-0	-193
CONSOMMATION FINALE	26		734	325		325	8	78	1 495
Industrie	25		21	111		74	5	35	270
Transport	0		570	1		1		30	601
Autres secteurs, dont	1		46	199		251	3	13	512
Résidentiel	0		19	118		120	2	10	269
Tertiaire	1		9	79		131	1	2	223
Agriculture	0		17	1		0	0	1	20
Non énergétique	0		97	14					112

Mathematical description of REDEM

Mathematical formulation

Capacity-Responsibility Index

To be consistent with the first two rules mentioned above, we then propose to enforce the effort of reduction of GHG of states to directly depend on a Capacity-Responsibility Index (CRI) which combines: 1) the per capita emissions of GHG and 2) the per capita GDP for each state. These indicators are fixed once and for all (for the whole considered period). They are computed at a reference year that has to be negotiated. Here we fix this reference year to 2010.

Let $i \in \{1 \dots n\}$ be the indices corresponding to the states or groups of states. Let $p_i \geq 0$ be the per capita GDP for the state i (or group of states i), expressed in k\$ (in thousands of US Dollars). Let $e_i \geq 0$ be the per capita emissions of GHG for the state i (or group of states i), expressed in tons (CO_2 and other GHG).

We denote N_i the CRI of state i (or region i). We propose to define the CRI indexes by using the classical 1-norms used in \mathbb{R}^2 :

$$N_i = \frac{rp_i + e_i}{\delta},$$

where $\delta = \max_i (rp_i + e_i)$. For each state i , we have then $0 \leq N_i \leq 1$. Let us also note that, by construction, there exists a specific i such that $N_i = 1$.

In some sense, the CRI allows to project the 2-dimensional distribution of country indicators (p_i, e_i) to a 1-dimensional distribution included in the range $[0, 1]$. The parameter r is an important parameter and must be carefully considered. It directly and significantly impacts the repartition of the indicator.

When the isolines are horizontal lines, then they are orthogonal to the trajectories (in the space (p, e)) that would follow a state which would only reduce his GHG emission (without changing his GDP per cap.). Those trajectories would then be collinear to the gradient of the CRI. For such states, a reduction of the GHG emissions would be widely rewarded, when a variation of their GDP per capita would not be penalized. Inversely, when the isolines are vertical then variations in the GHG emissions do not change CRI whereas GDP variations modify in a maximal way this index.

Model formulation and constraint specification

Let E_i be the total emissions of GHG for the state or region i (in million of tons). For all states and regions, the emissions E_i of GHG evolve over time; in other words, E_i is a function of time $E_i : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} : t \mapsto E_i(t)$. Their derivatives $E_i'(t)$ measure the variations of the emissions $E_i(t)$; more exactly they measure their growing. Now let us consider the decarbonization rate $R_i(t) = -100 \frac{E_i'(t)}{E_i(t)}$. This ratio is a percentage that can be interpreted as an indicator of efforts to make. The effort is maximal, when $R_i(t)$ is maximal.

We suggest to use the CRI indexes to introduce equity in the reduction efforts of GHG emissions. We propose to perform this by introducing the CRI indexes in the peak of effort. To simplify, we propose that the date of peak of effort is the same for all the states and regions (if it is relevant and useful, an eventual relaxation of this constraint will be the subject of a future paper). We call t_{max} this date that has to be negotiated. A reasonable choice for t_{max} could be 2050. At t_{max} , we propose to force

$$R_i(t_{max}) = \bar{\mu} + \frac{\bar{\sigma}}{\sigma}(N_i - \mu),$$

where $\mu = \frac{1}{n} \sum_i N_i$ is the mean of the CRIs (of all the states and regions) and σ their standard deviation. $\bar{\sigma}$ is a parameter which has to be negotiated. In a sense, here we have rescaled and positioned the CRIs in an "effort" range via a simple affine transformation of the CRIs; by changing their mean and their standard deviation: see Figure 1. Parameter $\bar{\sigma}$ gives more or less weight to this equity desire. It allows to weaken or to magnify the differences of treatment imposed to the states and regions. It gives more or less importance and effects to the CRIs. When $\bar{\sigma} = 0$, there is no differentiation; this would correspond to a one-size-fits-all approach. In the following, we are going to denote

$$\tilde{N}_i = \bar{\mu} + \frac{\bar{\sigma}}{\sigma}(N_i - \mu).$$

In the sequel we will explain how to get a relevant value for $\bar{\mu}$.

The reduction efforts being assumed to be maximal at t_{max} , we have then

$$R_i'(t_{max}) = 0.$$

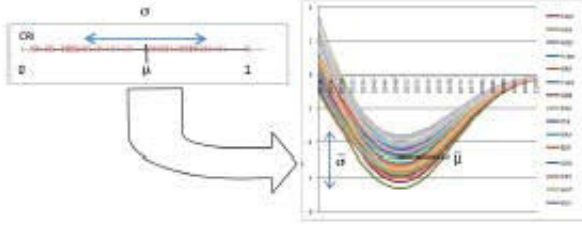


Figure 1: Parameterization of the maximum effort for each of the countries with its CRI.

We can also have at our disposal some approximations of the actual efforts D_i made by all the states. So we have to enforce R_i to verify

$$R_i(t_0) = D_i ;$$

i.e. $R_i(t_0)$ is fixed and known for a reference year t_0 . In our experiments, we have fixed $t_0 = 2010$.

In other respects, to ensure the 2°C global objective, we have to force the global GHG emission budget to do not exceed a certain bound. In other words, we have to enforce the following constraint:

$$\sum_i \int_{t_0}^{t_{budget}} E_i(t) dt \leq B_{budget}, \quad (1)$$

where B_{budget} is an adequate bound (in million of tons) and $[t_0, t_{budget}]$ is the budget period. In our experiments, we have chosen $t_{budget} = 2100$.

Mathematical formulation in brief

The reference emission curves E_i of the benchmarking tools have then to verify the following equation:

$$100 E_i'(t) + R_i(t) E_i(t) = 0, \quad (2)$$

with $E_i(t_0) = E_{0i}$ which are the (known) emissions of GHG at the reference year t_0 . Equation (2) is a classical homogeneous linear differential equation of order 1. In other respects, the R_i functions have to verify

$$R_i(t_0) = D_i, \quad (3)$$

$$R_i'(t_{max}) = 0.$$

It is also natural to impose that the R_i are regularly increasing between t_0 and t_{max} , and that they are regular and monotonic after t_{max} .

In addition, the global emission curves E_i have to verify

$$\sum_i \int_{t_0}^{t_{budget}} E_i(t) dt \leq B_{budget}. \quad (4)$$

In the following we show how to compute emission curves E_i that verify these equations and constraints.

Computation of emission curves

Resolution of the differential equation (2)

While the whole problem formulated by the set of the equations (2), (3) and (4) is not well-posed (in the sense that it has in general an infinite number of solutions as it will be illustrated in the following), the ordinary differential equation (2)

$$\begin{cases} 100 E_i'(t) + R_i(t) E_i(t) = 0, \\ E_i(t_0) = E_{0i}, \end{cases} \quad (5)$$

is completely well-posed. Also it is quite well-known that this differential equation has a unique solution:

$$E_i(t) = E_{0i} e^{-\frac{1}{100} \int_{t_0}^t R_i(s) ds}, \quad (6)$$

see for example (?). The issue here is then to find some adequate decarbonization ratio curves R_i .

Decarbonization ratio curves R_i

The goal here is then to propose some adequate decarbonization ratio curves R_i . Clearly some ambiguities appear because the three conditions (3) are not sufficient to completely determine these curves. We then propose to select some simple and reasonable solutions.

On the interval $[t_0, t_{max}]$, we then pose

$$R_i(t) = (D_i - \tilde{N}_i) \left(\frac{t_{max} - t}{t_{max} - t_0} \right)^\gamma + \tilde{N}_i,$$

where γ can be interpreted as an acceleration coefficient. This last parameter also indicates the degree of convexity of the curves of the rate of variation. We fix this parameter to be identical for all countries. The value of γ is exogenous and have to be negotiated between all the Parties. By default, we fix $\gamma = 2$ in our experiments. To simplify notations, we pose

$$a_i := \frac{D_i - \tilde{N}_i}{(t_{max} - t_0)^\gamma}$$

and

$$b_i := \tilde{N}_i.$$

So

$$R_i(t) = a_i (t_{max} - t)^\gamma + b_i.$$

In the long term, emissions have to be stabilized. It is then necessary that $R_i(t)$ regularly converges towards zero when $t \geq 0$. We then propose the following function for all $t \geq t_{max}$:

$$R_i(t) = \tilde{N}_i e^{-\frac{(t-t_{max})^2}{2e^2}}.$$

θ is another acceleration term, which plays a similar role as γ .

Emission curves E_i before the peak of effort

The reader can easily verify that for t in the interval $[t_0, t_{max}]$, we have

$$\int_{t_0}^t R_i(s) ds = -a_i \frac{(t_{max} - t)^{\gamma+1}}{\gamma + 1} + b_i t + c_i,$$

where

$$c_i = a_i \frac{(t_{max} - t_0)^{\gamma+1}}{\gamma+1} - b_i t_0 = \left(D_i - \tilde{N}_i \right) \frac{t_{max} - t_0}{\gamma+1} - \tilde{N}_i t_0.$$

Then, for $t \in [t_0, t_{max}]$, we have

$$E_i(t) = E_{0i} e^{\frac{1}{100} [a_i \frac{(t_{max}-t)^{\gamma+1}}{\gamma+1} - b_i t - c_i]}.$$

Emission curves E_i after the peak of effort

We have:

$$\begin{aligned} \int_{t_{max}}^t R_i(s) ds &= \int_{t_{max}}^t \tilde{N}_i e^{-\frac{(s-t_{max})^2}{2\theta^2}} ds \\ &= \theta \sqrt{\frac{\pi}{2}} \tilde{N}_i \operatorname{erf} \left(\frac{t-t_{max}}{\sqrt{2}\theta} \right), \end{aligned}$$

where the Gauss error function is the (non-elementary) sigmoid function

$$\operatorname{erf}(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-s^2} ds.$$

So, for $t \geq t_{max}$, we have

$$E_i(t) = E_{0i} e^{-\frac{1}{100} [b_i t_{max} + c_i + \theta \sqrt{\frac{\pi}{2}} \tilde{N}_i \operatorname{erf} \left(\frac{t-t_{max}}{\sqrt{2}\theta} \right)]}.$$

Enforcing the 2°C global objective

The issue here is to find a value for the parameter $\bar{\mu}$ such that constraint (4) reminded below is verified

$$\sum_{i=1}^n \int_{t_0}^{t_{budget}} E_i(t) dt \leq B_{budget}.$$

In practice the states will always try to minimize their efforts, so the constraint is *de facto*

$$\sum_{i=1}^n \int_{t_0}^{t_{budget}} E_i(t) dt = B_{budget} \quad (7)$$

instead of equation (4).

Since \tilde{N}_i are increasing with respect to $\bar{\mu}$ and R_i are increasing with respects to \tilde{N}_i , we obtain R_i increasing with respects to $\bar{\mu}$. With similar monotonic arguments we can conclude that $\sum_i \int_{t_0}^{t_{budget}} E_i(t) dt$ is decreasing with respect to $\bar{\mu}$. So there exists at most one $\bar{\mu}$ which verifies equation (7). Let us remark that $\int_{t_0}^{t_{budget}} E_i(t) dt$ is an exponential integral that cannot be written as a combination of elementary functions. So we propose to solve equation (7) by using the Newton method. Let us note

$$f(\bar{\mu}) = \sum_{i=1}^n \int_{t_0}^{t_{budget}} E_i(t, \bar{\mu}) dt - B_{budget}.$$

Starting from a first approximation $\bar{\mu}_0$ of the solution, Newton method consists in computing a sequence of approximations of the solution by performing the following iterations until the convergence:

$$\bar{\mu}_{k+1} = \bar{\mu}_k - \frac{f(\bar{\mu}_k)}{f'(\bar{\mu}_k)}.$$

To apply this method, we need to calculate the derivative of f with respect to $\bar{\mu}$. Here we have:

$$f'(\bar{\mu}) = \sum_{i=1}^n \left[\int_{t_0}^{t_{max}} \partial_{\bar{\mu}} E_i(t, \bar{\mu}) dt + \int_{t_{max}}^{t_{budget}} \partial_{\bar{\mu}} E_i(t, \bar{\mu}) dt \right]$$

where, for $t \leq t_{max}$, we have

$$\begin{aligned} \partial_{\bar{\mu}} E_i(t, \bar{\mu}) &= \frac{E_i(t, \bar{\mu})}{100} \left[a'_i(\bar{\mu}) \frac{(t_{max}-t)^{\gamma+1}}{\gamma+1} - b'_i(\bar{\mu}) t - c'_i(\bar{\mu}) \right]. \end{aligned}$$

Since

$$\begin{aligned} a'_i(\bar{\mu}) &= -\frac{1}{(t_{max}-t_0)^\gamma}, \\ b'_i(\bar{\mu}) &= 1, \\ c'_i(\bar{\mu}) &= -\frac{t_{max} + \gamma t_0}{\gamma+1}, \end{aligned}$$

then, for $t \leq t_{max}$, we have

$$\begin{aligned} \partial_{\bar{\mu}} E_i(t, \bar{\mu}) &= \\ \frac{1}{100} E_i(t, \bar{\mu}) &\left[-\frac{(t_{max}-t)^{\gamma+1}}{(\gamma+1)(t_{max}-t_0)^\gamma} - t + \frac{t_{max} + \gamma t_0}{\gamma+1} \right]. \end{aligned}$$

For $t \geq t_{max}$, we have

$$\begin{aligned} \partial_{\bar{\mu}} E_i(t, \bar{\mu}) &= -\frac{1}{100} E_i(t, \bar{\mu}) \\ &\left[t_{max} - \frac{t_{max} + \gamma t_0}{\gamma+1} + \theta \sqrt{\frac{\pi}{2}} \operatorname{erf} \left(\frac{t-t_{max}}{\sqrt{2}\theta} \right) \right]. \end{aligned}$$

Table des matières

Avant-propos, avant COP 21.....	1
Introduction générale.....	3
Bibliographie sélective.....	13
Chapitre 1. La question climatique entre science, politique et économie.....	15
1.1. La construction de la problématique du changement climatique entre visions communes et intérêts nationaux	17
1.1.1. <i>Dynamique des idées et visions communes du problème du changement climatique.....</i>	<i>18</i>
Rio et Kyoto : les prémices de la négociation du premier régime climatique	24
De Kyoto à Copenhague ou les difficultés du premier régime climatique	27
1.1.2. <i>Déterminants structurels de la négociation ou le rôle des intérêts.....</i>	<i>30</i>
Intérêts des trois grands acteurs et dynamique des négociations	31
1.2. Poser le problème du changement climatique en EPI.....	37
1.2.1. <i>EPI et changement climatique.....</i>	<i>38</i>
1.2.2. <i>Le réalisme et le constructivisme.....</i>	<i>40</i>
L'EPI réaliste	40
Leadership et régimes internationaux	41
Le pouvoir et ses déclinaisons	42
L'EPI constructiviste	44
Particularités de l'approche constructiviste	45
Les Communautés épistémiques. Le GIEC	45
1.2.3. <i>Le climat au prisme des concepts et outils d'analyse de l'institutionnalisme libéral.....</i>	<i>47</i>
Le rôle de l'information et les institutions.....	48
La question du pouvoir	49
La conceptualisation du régime international	52
1.3. Régime international pour le climat : de l'hégémon au k-groupe	55
1.3.1. <i>Coopération, bien public et puissance : un modèle théorique</i>	<i>56</i>
La nature de l'hégémon	56
1.3.2. <i>La thèse de Snidal : k-groupe et puissance partagée</i>	<i>58</i>

Le point de départ : le dilemme du prisonnier	59
Le déclin de l'hégémon et la continuité de la coopération	61
Conclusion.....	62
Bibliographie du Chapitre 1	64
Chapitre 2. Modèles globaux d'analyse économique des politiques climatiques.....	73
2.1. Les coûts des politiques climatiques, définitions et paramètres clés.....	75
2.1.1. <i>Coût sectoriel, macroéconomique et en bien-être</i>	76
Le coût technique.....	77
Le coût macroéconomique.....	78
Le coût en bien-être	79
Coût marginal, moyen et total.....	79
2.1.2. <i>Le coût du changement climatique (ACA et ACE)</i>	81
L'approche coût-avantage.....	82
L'approche coût-efficacité.....	83
2.1.3. <i>La question du choix du taux d'actualisation</i>	84
2.2. Un scénario énergétique mondial en ACE. Scénarios Référence, Muddling Through et Global Régime dans le projet Secure	87
2.2.1. <i>Consommation primaire et émissions de CO₂ (scénarios Secure)</i>	88
2.2.2. <i>Les États-Unis</i>	89
2.2.3. <i>L'Union européenne</i>	91
2.2.4. <i>La Chine</i>	93
2.3. Les enseignements de l'identité de Kaya pour l'Union européenne, la Chine et les États-Unis.....	96
Déterminants des émissions à l'avenir dans deux scénarios contrastés.....	97
2.4. Deux approches paradigmatiques en ACA.....	102
2.4.1. <i>L'approche de Nordhaus (atténuation et dommages)</i>	103
Émissions de CO ₂ et hausse de température	104
Coûts et bénéfices	105
2.4.2. <i>L'approche de Stern (dommages et atténuation)</i>	109
Stern Review: The Economics of Climate Change.....	110
Les coûts de l'atténuation dans le Rapport Stern.....	112
2.4.3. <i>Synthèse sur les estimations de Stern et de Nordhaus</i>	115
L'arbitrage entre rationalité et incertitude	117
2.4.4. <i>Le coût social du carbone au cœur des choix de politique climatique (ACA).....</i>	<i>118</i>

2.4.5. <i>Les limites des approches coût-bénéfice. Le cas des « queues de distribution épaisses »</i>	121
L'incertitude due à la sensibilité climatique	122
Les queues de distribution épaisses et la désutilité de la consommation	123
Entre un « faisceau d'incertitude » et un « catastrophisme éclairé »	124
Entre prévention et précaution	125
2.5. Enseignements des IAM (AR5 et AMPERE)	126
2.5.1. <i>Résultats de IAM dans l'AR5</i>	127
2.5.2. <i>Résultats des IAM dans AMPERE</i>	130
Conclusion	138
Bibliographie du Chapitre 2	140
Chapitre 3. Les impacts du changement climatique, les coûts de l'adaptation et la vulnérabilité climatique dans une perspective nationale	145
3.1. L'observation climatique et l'incertitude scientifique	148
3.1.1. <i>La science climatique au cœur du débat</i>	149
3.1.2. <i>Incertitude intrinsèque et observation du climat</i>	150
3.1.3. <i>Complexité du système climatique et rôle des GES</i>	155
3.2. Études transversales de l'adaptation	157
3.2.1. <i>Les coûts de l'adaptation</i>	160
Vulnérabilité et événements climatiques extrêmes	162
Approche méthodologique pour le calcul des coûts d'adaptation	164
Les coûts de l'adaptation selon la CCNUCC	165
3.2.2. <i>Coûts d'adaptation pour les PED</i>	168
3.3. Études nationales de l'adaptation	173
3.3.1. <i>L'Union européenne</i>	173
3.3.2. <i>Les États-Unis</i>	178
3.3.3. <i>La Chine</i>	183
Conclusion	188
Bibliographie du Chapitre 3	190
Chapitre 4. La “triade climatique” et la perception des coûts de l'action et de l'inaction par l'Union européenne, la Chine et les États-Unis	199
4.1. La gouvernance climatique par une triade UE–Chine–États-Unis	201
4.1.1. <i>Gouvernance informelle par club (« issue-based »)</i>	202
4.1.2. <i>Europe, Chine, États-Unis en tant que « k3-climat »</i>	205

Coopération et mise en place du premier régime climat.....	207
Évolution et prémices de la mise en place d'un groupe k3-climat	209
4.1.3. <i>Un cadre d'analyse de la perception « interest-based »</i>	212
4.2. La perception de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique.....	215
4.2.1. <i>Perception politique des acteurs au regard de leur vulnérabilité et de l'adaptation</i>	216
Le contexte particulier de l'adaptation	216
Classification et conceptualisation de la vulnérabilité.....	217
La Chine, l'Europe et les États-Unis face à l'adaptation	218
4.2.2. <i>Vulnérabilité et résilience climatique</i>	222
Un régime climatique en mutation (2010)	225
Muddling through comme perspective de moyen terme (2030).....	228
4.3. La perception des coûts de l'atténuation	230
4.3.1. <i>La Chine – le développement avant tout</i>	230
L'INDC chinois. « A one-thousand-mile journey starts from the first step »	237
4.3.2. <i>Les États-Unis – l'option « green » à l'examen au Congrès</i>	238
Les coûts de la Waxman-Markey Bill	241
L'INDC américain. President Obama's Climate Action Plan	243
4.3.3. <i>L'Europe – des paquets énergie-climat (2020 et 2030) et de la mise en œuvre de la feuille de route (2050)</i>	247
L'INDC européen. Le Paquet énergie-climat 2030	253
4.4. Une réinterprétation des stratégies passées pour l'Europe, les États-Unis et la Chine... ..	256
4.4.1. <i>La Chine</i>	258
4.4.2. <i>Les États-Unis</i>	260
4.4.3. <i>L'Union européenne</i>	262
Conclusion.....	265
Bibliographie du Chapitre 4	269
Chapitre 5. Le régime climatique entre désirabilité et faisabilité.....	279
5.1. La dialectique des contributions nationales et des règles internationales.....	280
5.1.1. <i>Contributions nationales, flexibilité et règles internationales</i>	281
5.1.2. <i>À la recherche du compromis entre top-down et bottom-up</i>	284
Difficultés des approches par le haut	285
La comparabilité des efforts et les engagements de Copenhague.....	288
Le timing des consultations	291

5.2.	« Nouvelles trajectoires normales » des émissions.....	294
5.2.1.	<i>Entre faisable et souhaitable – l’approche Softlanding</i>	296
	Peak-plateau-decline : principe structurant des trajectoires Softlanding	298
5.2.2.	<i>Description du programme REDEM</i>	299
	L’indicateur de capacité et responsabilité (CRI) et les principaux paramètres de Redem	300
5.3.	Les trajectoires de la convergence et les INDC (entre <i>top-down</i> et <i>bottom-up</i>).....	305
5.3.1.	<i>L’Union européenne</i>	306
5.3.2.	<i>Les États-Unis</i>	308
5.3.3.	<i>La Chine</i>	310
5.4.	La Nouvelle économie du climat (DDPP et Better Growth, Better Climate).....	313
5.4.1.	<i>Diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre en 2050</i>	314
	Les trois piliers de la décarbonisation.....	315
5.4.2.	<i>Une meilleure croissance, un meilleur climat</i>	318
5.5.	La question du financement au cœur du deuxième régime climatique.....	325
5.5.1.	<i>Tarifification du carbone, transferts financiers et diminution de la pauvreté</i>	327
	« Bonus-malus » et tarification internationale du carbone	327
	Réduction de la pauvreté et climat.....	329
5.5.2.	<i>Le rôle de la finance carbone et la question de l’innovation</i>	332
	Actif carbone et valeur sociale du carbone non émis.....	332
	First – mover advantage (FMA)	335
	Conclusion.....	339
	Bibliographie du chapitre 5	342
	Conclusion générale	351
	Annexes	357
	Table des matières	371
	Liste des figures	377
	Liste des tableaux	381
	Liste des encadrés	383

Liste des figures

Figure 1.1. Consommation primaire par énergie pour l'Union européenne, les États-Unis et la Chine, en 1990 et 2012 (Mtoe)	32
Figure 1.2. Consommation finale dans l'industrie pour l'UE, les États-Unis et la Chine (Mtoe)	33
Figure 1.3. Dilemme du prisonnier à n joueurs	59
Figure 1.4. Dilemme du prisonnier pour n États différenciés selon la taille	60
Figure 1.5. Déclin du pays hégémonique et action collective	61
Figure 2.1. Courbe de coût marginal de réduction	77
Figure 2.2. Relation entre coût marginal et coût moyen	80
Figure 2.3. L'approche coût-avantage	82
Figure 2.4. L'approche coût-efficacité	83
Figure 2.5. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie au États-Unis (<i>Référence</i>) ...	89
Figure 2.6. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie au États-Unis (<i>MT</i>)	90
Figure 2.7. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie au États-Unis (<i>GR</i>)	91
Figure 2.8. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie dans l'UE (<i>Référence</i>)	91
Figure 2.9. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie dans l'UE (<i>MT</i>)	92
Figure 2.10. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie dans l'UE (<i>GR</i>)	93
Figure 2.11. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie de la Chine (<i>Référence</i>)	93
Figure 2.12. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie de la Chine (<i>MT</i>)	94
Figure 2.13. Consommation primaire et émission de CO ₂ énergie de la Chine (<i>GR</i>)	95
Figure 2.14. Évolution de l'intensité énergétique du PIB (tep/K\$ 2005 constant ppa) (TEP/PIB)	98
Figure 2.15. Évolution des émissions de CO ₂ par unité d'énergie (CO ₂ /TEP) (MT et GR)	99
Figure 2.16. Évolution des émissions annuelles de CO ₂ énergie (MT et GR)	100
Figure 2.17. Projection des émissions de CO ₂ sous différents scénarios	104
Figure 2.18. Augmentation des températures globales (par rapport à 1900), différents scénarios	105
Figure 2.19. Évolution des coûts marginaux de réduction sous différents scénarios	107
Figure 2.20. Coûts totaux de conformité avec l'accord de Copenhague (en % Pib)	108
Figure 2.21. Trajectoires de Pib par tête d'ici à 2200 selon différents scénarios	111

Figure 2.22. Évolution des pertes de Pib par tête selon la hausse de température	112
Figure 2.23. Trajectoires illustratives des émissions pour une stabilisation à 550 ppm CO ₂ -eq.	113
Figure 2.24. Perte de consommation par rapport au BaU sous les concentrations maximales de CO ₂ -eq. correspondant aux conditions de Stern et Nordhaus	117
Figure 2.25. Sensibilité climatique à l'équilibre dans l'AR4.	122
Figure 2.26 Relation entre hausse des temp. et émissions de CO ₂ dans les scénarios RCP.....	127
Figure 2.27. Comparaison des scénarios dans le projet AMPERE	132
Figure 2.28. Projections de hausse de températures moyennes dérivées des scénarios IAM compatibles avec le 2°C et probabilité d'excéder cette cible.....	133
Figure 2.29. Coûts des politiques climatiques mondiales pour la période 2010-2050 en fonction des réductions des émissions cumulées entre 2010 et 2050.....	134
Figure 2.30. Coûts régionaux d'atténuation entre 2010-2050.....	136
Figure 3.1. Classement des facteurs du changement climatique avec les temps caractéristiques qui leur sont associés.....	151
Figure 3.2. Forçages radiatifs et simulation des températures pendant le dernier millénaire. .	153
Figure 3.3. Composantes du forçage radiatif	156
Figure 3.4. Représentation de l'inter-conditionnalité entre atténuation, adaptation et impacts.	159
Figure 3.5. Population totale et actifs totaux exposés aux risques de l'augmentation des mers et des événements climatiques extrêmes.....	163
Figure 3.6. Coûts totaux pour l'adaptation sous le scénario humide (NCAR), par région, pour la période 2010 – 2050 (en milliards US \$ de 2005, non actualisés).....	170
Figure 3.7. Coûts totaux pour l'adaptation sous le scénario humide (NCAR), par région, pour la période 2010 – 2050, par rapport au PIB (en pourcentage, en US\$ de 2005, non actualisés).....	171
Figure 3.8. Impact sur l'utilité des populations européennes.....	176
Figure 3.9. Carte administrative des zones côtières et économiques chinoises	185
Figure 4.1. Dilemme du prisonnier, pays Annexe I et la Chine différenciés selon les niveaux d'émissions de 1990.....	207
Figure 4.2. Action collective et représentation du k-groupe (niveau d'émission 2013)	209
Figure 4.3. Action collective et coopération entre l'UE, la Chine et les USA (niveau d'émission 2013)	210
Figure 4.4. Vulnérabilité et résilience climatique (2010).....	225
Figure 4.5. Vulnérabilité et résilience climatique (2030).....	228

Figure 4.6. Émissions sectorielles de CO ₂ (Gt) et structure de la production de l'électricité (2013).....	231
Figure 4.7. Principales politiques climatiques chinoises et évolution des émissions de CO ₂ et de CO ₂ /Pib	233
Figure 4.8. Réduction de l'intensité carbonique et engagement pris dans le cadre de la CCNUCC	235
Figure 4.9. Intensité de réduction carbonique dans le 12 ^{ème} Plan et Pib/tête (2009).....	236
Figure 4.10. Impact de la loi Waxman-Markey sur le Pib américain.....	241
Figure 4.11. Politiques de réduction des émissions de GES et niveaux d'émissions par États et régions des États-Unis.....	242
Figure 4.12. Émissions et engagements de réduction assumés par les États-Unis.....	244
Figure 4.13. Réduction des émissions associées aux différentes politiques et mesures.....	245
Figure 4.14. Évolution des émissions européennes – énergie – (pays choisis) entre 1990-2013 (en MtCO ₂ et base 100=1990)	248
Figure 4.15. Projection des émissions GES en 2020 pour les secteurs non-ETS (ESD), comparées avec les cibles individuelles des États en 2020.....	249
Figure 5.1. Trajectoires des émissions par tête dans une approche budget-carbone	286
Figure 5.2. Courbes des émissions et taux de variation suivant le profil peak-plateau-decline	299
Figure 5.3. Transformation de la distribution des indicateurs (pi, ei) en CRI.....	301
Figure 5.4. Ajustement de l'effort de chaque État en fonction de son CRI.....	302
Figure 5.5. Taux de variation des émissions (%) et trajectoires des émissions.....	302
Figure 5.6. Budget carbone pour une probabilité forte du 2°C et émissions mondiales	304
Figure 5.7. Taux de variation des émissions de l'UE (en %)	306
Figure 5.8. Corridors de décarbonisation en fonction de l'ambition de l'effort pour l'UE (MtCO ₂ eq.).....	307
Figure 5.9. Taux de variation des émissions des USA (en %)	308
Figure 5.10. Corridors de décarbonisation en fonction de l'ambition de l'effort pour les USA (MtCO ₂ eq.).....	309
Figure 5.11. Taux de variation des émissions de la Chine (en %)	310
Figure 5.12. Corridors de décarbonisation en fonction de l'ambition de l'effort pour la Chine (MtCO ₂ eq.).....	311
Figure 5.13. Taux de variation et émissions par tête compatibles avec le 2°C (sélection de pays, en % et MtCO ₂).....	312

Figure 5.14. Évolution décennale de l'intensité énergétique et de l'intensité carbonique (%, entre 2010 -2050)	316
Figure 5.15. Évolution de l'intensité carbonique de l'électricité	317
Figure 5.16. Mix de la production d'électricité en 2050	317
Figure 5.17. Le contexte stratégique : systèmes économiques et déterminants-clés du changement	320
Figure 5.18. Potentiel d'abattement des émissions dans les trois systèmes-clés de l'économie	321
Figure 5.19. Nécessaire d'investissements globaux entre 2015-2030 (en milliards, \$2010 const.).....	322
Figure 5.20. Investissement dans la R&D énergie en pourcent du Pib et par rapport au total du R&D (pays membres de l'AIE)	324
Figure 5.21. Éléments-clés pour la mise en place d'une architecture monétaire pour le climat	334

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Développement du régime climatique selon Bodanski.	20
Tableau 2.1. Variation des paramètres de l'identité de Kaya en 2050 (par rapport à 2010, dans les scénarios <i>Muddling through</i> et <i>Global Regime de Secure</i>)	98
Tableau 2.2. Coûts et bénéfices de l'accord de Copenhague en 2055 (valeurs actualisées) ...	106
Tableau 2.3. Coûts marginaux de réduction de CO ₂ dans les différents <i>runs</i> (\$ 2010/tCO ₂) .	107
Tableau 2.4. Impacts et pondérations utilisés dans PAGE2002 (et dans le Rapport Stern) pour une augmentation de 2,5°C	109
Tableau 2.5. Impacts économiques et non économiques pour différents pays (% du Pib) pour une augmentation de 2,5°C	110
Tableau 2.6. Résultats « optimaux » estimés avec FAIR sous l'« effet » des paramètres de Nordhaus et Stern.....	116
Tableau 2.7. Estimations des coûts sociaux de carbone selon différents taux d'actualisation	119
Tableau 2.8. Paramètres des profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP)	128
Tableau 2.9. Estimation des coûts macroéconomiques de l'atténuation dans l'AR5 (ACE) ...	129
Tableau 3.1. Coûts annuels d'adaptation au changement climatique pour l'infrastructure et les côtes en 2030 (Milliards US \$)	167
Tableau 3.2. Coûts annuels totaux de l'adaptation pour tous les secteurs, par région, de 2010 à 2050 et pour deux scénarios (en milliards US \$ de 2005, non actualisés).....	168
Tableau 3.3. Coûts annuels totaux de l'adaptation en pourcentage du Pib, par région, pour la période 2010 – 2050 (<i>X sum</i> , pourcentage, non actualisés)	171
Tableau 3.4. Coûts nationaux annuels d'adaptation, en milliards dollars 2010 (non actualisés)	180
Tableau 4.1. Classification des pays selon le soutien qu'ils apportent à la régulation de l'environnement	213
Tableau 4.2. Engagements et variations des émissions	227
Tableau 4.3. Principaux objectifs liés à l'énergie, le climat et l'environnement	234
Tableau 4.4. La déclinaison des actions de l'atténuation dans le secteur de l'industrie	235
Tableau 4.5. Cibles de réduction des émissions 2020 et 2050 par rapport à 2005	250
Tableau 4.6. Positions des différents pays relativement aux objectifs 2020 et 2050	251
Tableau 4.7. Paquet énergie-climat 2030, objectifs, politiques et mesures.....	254

Tableau 4.8. Exercices de simulation en vue de l'adoption du Paquet énergie-climat 2030 (PRIMES)	254
Tableau 4.9. Positionnement des États-Unis, de l'Union européenne et de la Chine dans les tractations climatiques.....	257
Tableau 5.1. Une grille de lecture et de traduction des engagements post-Copenhague	290
Tableau 5.2. Options pour la fréquence des consultations périodiques après 2020	293
Tableau 5.3. Effets de redistribution du système bonus-malus (base de transfert de 100 Mld.\$)	328
Tableau 5.4. Convergence sectorielle et satisfaction des besoins fondamentaux	330
Tableau 5.5. Part de marché de l'UE dans le total monde des technologies de production propres de l'énergie (%)......	337
Tableau 5.6. Impacts économiques du scénario <i>First mover</i> (évolution en % et en cumulés entre 2011-2050, par rapport à la référence).....	338

Liste des encadrés

Encadré 1.1. Jugements factuels et jugements de valeur.....	22
Encadré 1.2. Le rôle du GIEC	23
Encadré 2.1. Approche prescriptive ou descriptive.....	86
Encadré 2.2 Trajectoires des émissions de CO ₂ pour les scénarios AR5 et correspondance avec les scénarios Secure	88
Encadré 2.3. Un point sur le <i>timing</i> de calcul des CSC.....	119
Encadré 3.1. Méthodes et données climatiques.....	152
Encadré 3.2. L'activité du soleil.....	154
Encadré 3.3. Méthodologie de la Banque Mondiale (2006) pour l'estimation des coûts de l'adaptation aux changements climatiques dans les pays en développement.	164
Encadré 3.4. Jeu d'hypothèses de la CCNUCC, retenu dans l'estimation des coûts d'adaptation.....	166
Encadré 3.5. Principales hypothèses de travail de l'EACC et type d'agrégation des coûts... ..	169
Encadré 3.6. Évaluations utilisant des modèles intégrés (IAM).....	175
Encadré 3.7. L'effet transfrontalier des impacts du changement climatique.	177
Encadré 4.1. Description des scénarios	224
Encadré 4.2. Vulnérabilité et engagements pris à Copenhague	227
Encadré 4.3. L'Administration Obama et le changement climatique (<i>The President's Climate Action Plan</i> , 2013)	239
Encadré 5.1. Informations à fournir par les Parties communiquant leurs contributions prévues déterminées au niveau national (paragraphe 14, Appel de Lima).....	282
Encadré 5.2. Exemple d'approche par budget carbone	286
Encadré 5.3. Stabilisation des émissions et cible de 2°C	287
Encadré 5.4. Évaluation de risque pour les projets d'investissement.....	333