HAL
open science

Quels systèmes énergétiques pour les écoquartiers ? Une première comparaison France-Europe

Philippe Menanteau, Odile Blanchard

To cite this version:

Philippe Menanteau, Odile Blanchard. Quels systèmes énergétiques pour les écoquartiers ? Une première comparaison France-Europe. Revue de l'Energie, 2014, 622, pp.463-471. hal-01107771

HAL Id: hal-01107771

https://hal.univ-grenoble-alpes.fr/hal-01107771v1

Submitted on 21 Jan 2015

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.

ÉCONOMIE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

Quels systèmes énergétiques pour les écoquartiers ?

Une première comparaison France – Europe

Philippe Menanteau
Odile Blanchard

février 2014

Cahier de recherche EDDEN n° 10/2014

UMR PACTE - pôle EDDEN
BP 47 - 38040 Grenoble CEDEX 9 - France
1221 rue des Résidences - 38400 Saint Martin d'Hères
Tél.: + 33 (0)4 76 82 56 92 - Télécopie : + 33 (0)4 56 52 85 71
http://edden.upmf-grenoble.fr

Quels systèmes énergétiques pour les écoquartiers ? Une première comparaison France – Europe

Which energy systems in eco-districts? A first comparison between France and Europe

Philippe MENANTEAU
CNRS, PACTE-EDDEN, UPMF, Grenoble
philippe.menanteau@upmf-grenoble.fr

Odile BLANCHARD
CNRS, PACTE-EDDEN, UPMF, Grenoble
Odile.blanchard@upmf-grenoble.fr

Février 2014

Mots clef : écoquartier, innovation, système énergétique, analyse comparative, ville

Keywords: eco-district, innovation, energy system, comparative analysis, city

Classification JEL : Q42, O18

Résumé

Ce papier propose une comparaison des systèmes énergétiques mis en œuvre dans les écoquartiers réalisés dans plusieurs villes européennes au cours des 20 dernières années. L'objectif est d'identifier les principales différences et tenter d'établir une typologie s'appuyant sur des critères techniques (nature des technologies et sources d'énergie) mais aussi de gouvernance (mode de décision et rôle des futurs habitants). On observe entre les écoquartiers des différences significatives entre les objectifs de performance énergétique ou la proportion d'énergies renouvelables utilisée. De même, les technologies mises en œuvre sont certes efficaces mais dans certains écoquartiers elles sont déjà éprouvées alors que dans d'autres, elles sont encore expérimentales ou émergentes. Dans notre échantillon, on ne retrouve pas dans les premières réalisations françaises l'ambition et le caractère innovant qui caractérisaient certains des écoquartiers européens des années 90.

Abstract

This paper compares the energy systems implemented in eco-districts of several European cities over the last twenty years. It aims to identify the main differences and build a typology based on technical criteria (energy technologies and sources) as well as governance ones (decision process and role of future dwellers). The major differences that are highlighted relate to energy performance targets, the share of renewable energy sources in the fuel mix, and the type of energy-efficient technologies used. Among the latter, some have already been used for a relatively long-time, whereas others are emerging or at an experimental stage. In our sample, the French eco-districts, although younger than most of their European counterparts, do not come out as ambitious and innovative as some European ones that were built in the 1990s.

- 1 -
Introduction

Dans un contexte de renchérissement des ressources énergétiques, de renforcement de la menace climatique et des impacts environnementaux associés aux consommations d'énergie, la nécessité de développer des villes plus durables d'un point de vue social, environnemental et énergétique s'impose. Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses villes ont vu naître des « écoquartiers » visant à explorer les voies possibles pour relever ces défis. Pourtant, peu d'études ont été menées pour analyser les expériences d'écoquartiers du point de vue énergétique. Ce papier vise précisément à combler ce vide, en s'attachant à la fois à analyser les systèmes énergétiques mis en place, les acteurs en présence, les objectifs fixés et les résultats obtenus[1].

Les écoquartiers étudiés se situent en Europe, avec une focalisation particulière sur les projets français. Nous cherchons à savoir si les choix effectués sur les systèmes énergétiques des écoquartiers français présentent des caractéristiques spécifiques et des différences significatives avec ceux des écoquartiers européens. Au-delà, l'idée est d'identifier une trajectoire d'évolution des écoquartiers au fil des décennies, de projets expérimentaux dans la décennie 1990 vers des opérations aujourd'hui standardisées qui pourraient préfigurer les futurs projets d'aménagement urbains et donner une image plus précise de la ville de demain.

Le papier est articulé autour de trois parties. La première expose la méthodologie mise en œuvre pour choisir les écoquartiers et les critères de comparaison des projets. La suivante présente les différences ou similitudes entre écoquartiers européens d'une part, français de l'autre. La troisième procède au croisement de divers critères pour mettre à jour des caractéristiques différenciant nettement les écoquartiers européens des français, ou pour pointer l'existence de certaines corrélations entre critères. La conclusion tente de répondre aux questions initiales.

- 2 -
Méthodologie : sélection d'écoquartiers et identification de critères

Un panel de plus de cinquante écoquartiers ont été identifiés par une recherche documentaire approfondie à l'échelle de l'Europe de l'Ouest (Blanchard et al., 2012). Parmi ceux-ci, 15 écoquartiers dont 7 français ont été sélectionnés de façon à présenter une certaine diversité, du point de vue de leurs caractéristiques socio-techniques et énergétiques, de la couverture géographique et des documents bibliographiques disponibles en lien avec les questions énergétiques les concernant[2]. (Tableau 1).

[1] Cette publication mobilise des résultats du projet de recherche « Ecoquartier NEXUS Energie », cofinancé par l'ADEME, mené par le laboratoire PACTE UMR5194 (coordonnateur Gilles DEBIZET), la Structure Fédérative de Recherche INNOVACS, le laboratoire EDDEN (UPMF), l'INES (CEA) et Grenoble Ecole de Management (http://www.nexus-energy.fr/)

[2] La bibliographie associée à ce papier ne mentionne que quelques documents majeurs. La liste des références consultées figure dans Blanchard et al, (2012)

Tableau 1: liste des écoquartiers étudiés

Noms	Villes	Pays	Abréviations
Bedzed	Londres	Angleterre	*Bedze*
Hammarby Sjostad	Stockholm	Suède	*Hamma*
Kronsberg	Hanovre	Allemagne	*Krons*
Royal Seaport	Stockholm	Suède	*Royal*
Vauban	Fribourg	Allemagne	*Vauba*
Bo01 Västra Hamnen	Malmö	Suède	*Malmo*
Scharnhauser Park	Ostfildern	Allemagne	*Schar*
Lanxmeer	Culemborg	Pays-Bas	*Lanxm*
Ginko	Bordeaux	France	*Borde*
Saint Jean-des-Jardins	Chalon	France	*Chalo*
De Bonne	Grenoble	France	*Greno*
Lyon Confluence	Lyon	France	*Lyon*
Grand Cœur	Nancy	France	*Nancy*
Plateau de la Haye	Nancy	France	*Plate*
Boule Sainte Geneviève	Nanterre	France	*Nanter*

La méthodologie mise en œuvre pour effectuer une première comparaison de ces réalisations d'écoquartiers consiste à définir un certain nombre de critères pour caractériser les projets, puis à quantifier ces différents critères et enfin à comparer les résultats obtenus.

Les 24 critères utilisés pour décrire les écoquartiers relèvent de 5 grandes catégories (tableau 2). La principale catégorie (offre d'énergie) concerne les modes de production et d'approvisionnement en énergie des écoquartiers, mais d'autres critères permettent de préciser la nature du projet (date de mise en œuvre, taille, type de projet, ie construction neuve vs réhabilitation, etc.), le type de gouvernance (implication des collectivités publiques, participation des résidents), l'ambition des objectifs poursuivis et la nature des options techniques mises en œuvre (approches innovantes, diversification vs standardisation des options techniques, etc). Chaque critère est positionné sur une échelle de notation allant de 1 à 5 de façon à autoriser les comparaisons et tenter de faire apparaître des différences ou des similitudes entre les réalisations.

Tableau 2: les familles de critères

	Critères	Définitions
Caractéristiques		
1	Date début	Cette catégorie représente la carte d'identité de l'écoquartier (date, taille, densité, nombre de niveaux, nature). Elle permet de représenter l'écoquartier autrement que par une approche socio-énergétique et de justifier certains aspects socio-énergétiques de l'écoquartier.
2	Taille	
3	Densité	
4	Niveaux	
5	Nature	
Offre d'énergie		
6	Chaleur : décentralisé	Il s'agit dans cette partie d'analyser la provenance des apports énergétiques (chaleur et électricité) de l'écoquartier. Il convient également de qualifier la nature de l'énergie (renouvelable ou fossile).
7	Chaleur : autonomie (production)	
8	Chaleur: autonomie (source)	
9	Chaleur : EnR	
10	Electricité : décentralisé	
11	Electricité : autonomie (production)	
12	Electricité : autonomie (source)	
13	Electricité : EnR	
Gouvernance		
14	Implication collectivité locale	On s'intéresse aux aspects sociaux et politiques qui ont permis la construction de l'écoquartier, en déterminant les différents acteurs (privés, publics, citoyens) mis en jeu dans la conception de l'écoquartier, ainsi que leurs relations.
15	Participation résidents conception	
16	Qualité gouvernance	
Objectifs		
17	Objectifs CO2/EnR	On évalue par là le degré d'ambition des objectifs (émission de gaz à effet de serre et consommation d'énergie) ainsi que la présence d'un suivi de l'écoquartier pour garantir une bonne conformité entre objectifs et résultats.
18	Objectifs énergie	
19	Evaluation	
Options techniques		
20	Bioclimatisme	Cette catégorie réunit les principaux outils ainsi que leur nature qui permettent la mise en œuvre et le fonctionnement de l'écoquartier. On peut voir se dégager les axes privilégiés suivant lesquels un écoquartier a été conçu.
21	Innovation	
22	Standardisation	
23	Comportements	
24	Maîtrise de la demande d'électricité	

2.1 Les caractéristiques générales

Les écoquartiers étudiés ont été réalisés sur une période étendue qui va du début des années 1990 à l'année 2010, le plus ancien de l'échantillon étant Hammarby (1994) et les plus récents, Royal Seaport et Nancy Grand Cœur (2010). Leur taille varie beaucoup entre Bedzed, le plus petit avec seulement 1,7 ha et Nancy Plateau de Haye le plus grand avec 440 ha.

L'information sur la superficie est complétée par la notion de densité (nombre d'habitants à l'hectare) qui permet d'estimer la contrainte d'occupation des sols à laquelle était soumis le projet d'aménagement (de 33 hab/ha pour Lanxmeer à 300 hab/ha pour Nanterre) ainsi que par le critère "niveaux" qui donne une information sur le nombre moyen d'étages des bâtiments. L'écoquartier Bedzed est plutôt constitué de logements collectifs de faible hauteur (2-3 niveaux) tandis que l'écoquartier de Lyon regroupe principalement des bâtiments de grande hauteur (9 niveaux).

Enfin le critère « nature » désigne le type de constructions selon qu'il s'agit de bâtiments neufs ou de réhabilitation du parc existant.

2.2 L'approvisionnement énergétique

Dans cette catégorie, les critères caractérisent les systèmes énergétiques des écoquartiers du point de vue de la de la production et de la distribution d'énergie (électricité et chaleur) et. Les systèmes de distribution d'énergie sont positionnés sur un axe centralisé versus décentralisé, et la

production d'énergie est appréciée selon son degré d'autonomie. Enfin les sources d'énergie sont classées selon qu'elles sont d'origine renouvelable ou fossile.

Les notes sont croissantes à mesure que le degré de décentralisation du système énergétique augmente. Ainsi, si le dispositif de chauffage des bâtiments s'appuie sur le réseau de chaleur de la ville, il est plutôt centralisé alors qu'il est considéré comme décentralisé si la chaleur est produite par des chaufferies gaz en pied d'immeuble. Pour l'électricité, l'approvisionnement par le réseau électrique correspond à une situation centralisée et la production locale (type photovoltaïque ou petite cogénération) à une situation décentralisée.

Ces définitions de décentralisation et d'autonomie (chaleur ou électricité) peuvent être affinées. On accorde une note plus élevée, par comparaison à un système centralisé "pur", lorsque le dispositif de production de chaleur ou d'électricité a été conçu spécifiquement pour l'écoquartier, même s'il est situé hors du périmètre de l'écoquartier. Ainsi, la note est augmentée lorsqu'il existe un dispositif décentralisé local qui complète le système de distribution de la chaleur en réseau et on considère qu'une éolienne construite à proximité de l'écoquartier et qui l'alimente en priorité agit en faveur de l'autonomie de l'écoquartier (il en est de même s'il existe un système de stockage ou de vente de la chaleur produite).

2.3 La gouvernance

Après différentes tentatives, nous n'avons finalement retenu dans cette catégorie que trois critères liés à l'implication des acteurs dans le processus d'élaboration du projet (acteurs publics et futurs résidents) et au retour d'expérience sur ce processus. Les critères plus pointus ont été abandonnés en raison des difficultés d'accès à l'information.

Le premier critère qualifie le degré d'implication de la collectivité locale dans le processus d'élaboration de l'écoquartier. Dans certains cas, celui-ci est faible comme à Bedzed où le projet a été, en grande partie, porté par Bill Dunster Architects, Peabody trust et l'ONG environnementaliste BioRegional Development Group. A l'inverse, à Lyon, la collectivité locale est très présente au travers de la SEM Lyon Confluence présidée par le maire de Lyon, qui est également président du Grand Lyon, et assume de ce fait les rôles de maîtrise d'œuvre et de maîtrise d'ouvrage.

La participation active des résidents à l'élaboration du projet est également un élément important d'appréciation de la gouvernance. A Hammarby par exemple, le projet d'écoquartier est porté par le pouvoir politique sans que les futurs résidents participent à la conception, alors qu'à Vauban, le Forum Vauban, créé par les citoyens, a participé à l'élaboration du quartier tout au long de la création du quartier.

Enfin, le critère de qualité de la gouvernance tente d'estimer au travers des informations rapportées dans la littérature le degré d'harmonie entre les acteurs à l'origine de l'écoquartier. A Hammarby, par exemple, les documents consultés font état de nombreux conflits apparus au cours de la construction avec pour conséquence la modification de certaines règles ou du cahier des charges en cours de route.

2.4 Les objectifs

On distingue deux catégories d'objectifs pour tenir compte de stratégies différenciées visant plutôt la préservation du climat ou l'efficacité énergétique. Le critère « CO2 » ne désigne pas uniquement les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) mais également la valorisation des sources d'énergie renouvelable et de façon plus large la transformation du mix énergétique dans le but de limiter les émissions. Le critère « énergie », lui, désigne exclusivement les objectifs visant à réduire les consommations d'énergie.

Le niveau d'ambition des objectifs (en matière de réduction des émissions de GES notamment) peut varier selon l'époque à laquelle les écoquartiers ont été réalisés. Dans l'appréciation des objectifs, il en a été tenu compte. Ainsi Kronsberg s'est fixé un objectif très ambitieux de réduction de ses émissions de GES (-60 à -80 % par rapport au niveau initial) et de ses consommations unitaires d'énergie (définition d'une « norme Kronsberg » à atteindre de 50kWh /m2).

Le critère « évaluation » complète les deux critères précédents, en intégrant l'existence ou non d'un dispositif d'évaluation ex-post et la pérennité de ce processus. A Malmö, par exemple, aucun dispositif spécifique n'a été instauré afin de contrôler les performances énergétiques des logements. A Scharnhauser Park et Royal Seaport, un système de suivi des consommations via internet est mis en place.

2.5 Les options techniques

Cette famille de critères a pour objet de préciser la nature des options technologiques mobilisées dans l'écoquartier.

Le critère « bioclimatisme » tient compte de la volonté d'utilisation des apports naturels (apports solaires, protections contre les vents dominants, ...) à l'échelle du bâtiment mais également, de manière plus globale, au niveau de l'écoquartier. Ainsi, à Kronsberg, la plupart des bâtiments suivent les courbes de niveaux du site sur lequel est implanté l'écoquartier, ce qui permet de tirer le meilleur parti de la lumière naturelle en début et en fin de journée.

Avec le critère « innovation », on identifie les approches innovantes ou emblématiques (utilisation des principes bioclimatiques, programmes spécifiques de maîtrise des consommations d'électricité, etc.). Comme pour les objectifs en matière de réduction des émissions, le caractère innovant ou non d'une technologie dépend toutefois de l'époque à laquelle l'écoquartier a été construit. Ainsi, une petite cogénération en pied d'immeuble était innovante au début des années 90 mais l'est moins au milieu des années 2000.

La standardisation qualifie la stratégie d'innovation poursuivie sur l'écoquartier, selon que les concepteurs adoptent une démarche d'expérimentation avec une diversité technologique importante ou au contraire cherchent à standardiser les technologies utilisées pour une plus grande efficacité. A Vauban, par exemple, le système énergétique est très diversifié : maisons passives, maisons positives, cogénération, solaire et PV alors que Bedzed est entièrement alimenté par une chaudière au gaz naturel.

Outre l'innovation technologique, les écoquartiers accordent une importance plus ou moins grande au changement des comportements individuels pour la réalisation des objectifs de performance énergétique. Ainsi à Hammarby, 20% des objectifs environnementaux devraient être atteints grâce à l'adoption de comportements de sobriété de la part des résidents.

Enfin, le critère de maîtrise de la demande d'électricité apprécie la place des actions destinées à réduire les consommations d'électricité spécifique (éclairage, électroménager, etc.) et plus généralement l'intérêt accordé aux consommations d'électricité par rapport aux consommations d'énergie de chauffage. Royal Seaport est intéressant de ce point de vue : des réseaux intelligents sont mis en place pour suivre en temps réel la consommation électrique des résidents et des signaux tarifaires sont envoyés pour inciter les résidents à moduler leur consommation.

- 3 -

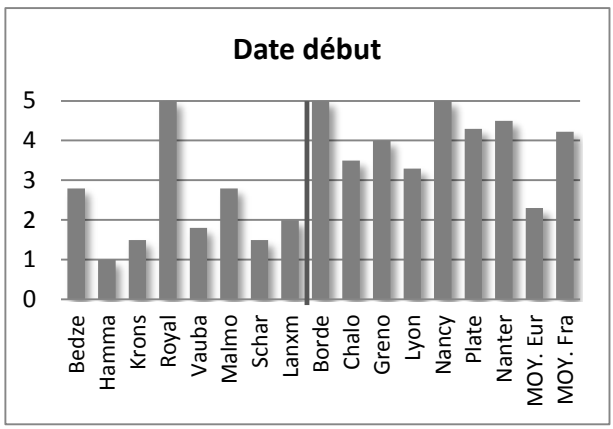
Comparaison des écoquartiers européens et français

Les critères présentés ci-dessus et leur quantification permettent d'effectuer une comparaison des écoquartiers à partir de diagrammes qui font apparaître les aspects communs à la plupart des écoquartiers ou, au contraire, les différences les plus significatives. On s'attachera, en particulier, aux écarts observés entre les écoquartiers européens et les écoquartiers français. Par convention on désignera par écoquartiers européens tous ceux qui ne sont pas situés dans des villes françaises.

3.1 Caractéristiques générales

Un critère de différenciation clair porte sur la date de construction des écoquartiers : les écoquartiers français sont, de façon générale, plus récents que les écoquartiers européens (Figure 1). Cette distinction est importante et pourra expliquer une partie des différences observées sur les autres critères. Par ailleurs, plusieurs écoquartiers sont encore au stade de la réalisation, c'est le cas notamment pour Bordeaux, Nancy Grand Coeur, Nanterre ou Royal Seaport.

Figure 1: comparaison des dates de construction

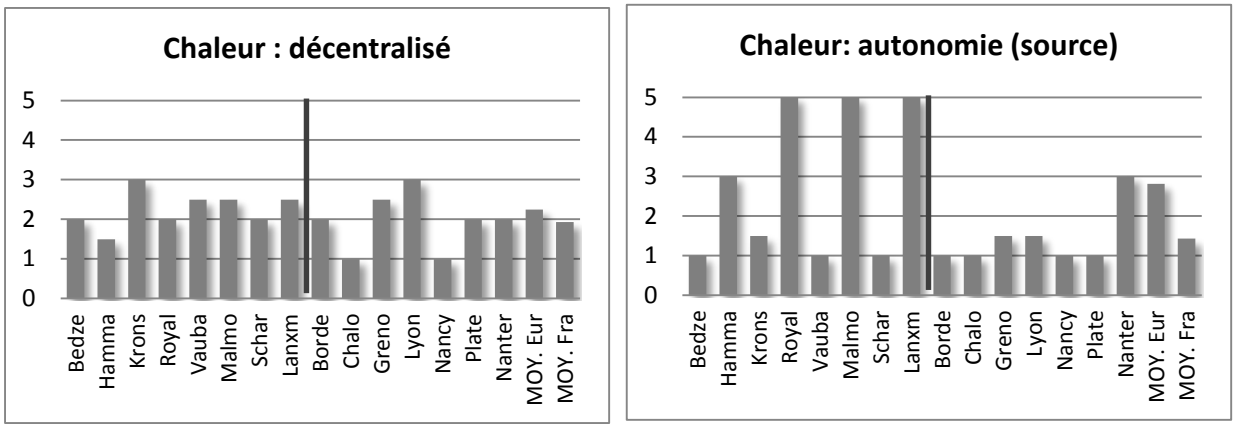


3.2 Offre d'énergie (chaleur)

La plupart des écoquartiers sont alimentés en chaleur par un réseau spécifique à l'écoquartier lui-même alimenté par une chaufferie autonome (soit un niveau 2 pour le critère de décentralisation de la chaleur). Pour la France, on observe une diversité plus grande avec des écoquartiers alimentés directement par le réseau de chaleur de la ville (Chalon, Nancy) ou des configurations associant réseau de chaleur et chaufferies en pied d'immeuble (Grenoble, Lyon). En conséquence, alors que les écoquartiers européens sont presque tous autonomes pour la production de chaleur (ils disposent de leurs propres systèmes de production), ce n'est qu'en partie le cas pour les écoquartiers français (figure 2).

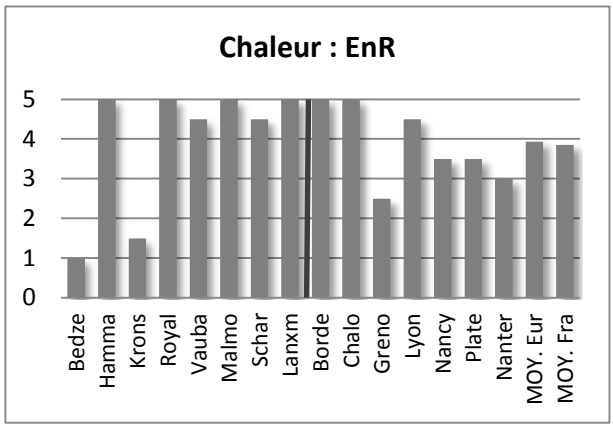
Si la majorité des écoquartiers utilisent des sources d'énergie provenant de l'extérieur (dont une proportion importante de biomasse), certains sont autonomes pour leur approvisionnement en chaleur. C'est le cas de Royal Seaport, Malmö, Lanxmeer (déchets, eaux usées, solaire). En France, Nanterre présente un degré d'autonomie pour la proportion de chaleur plus élevée que la moyenne du fait de l'utilisation de la ressource géothermique mais cette configuration reste exceptionnelle (figure 2).

Figure 2 : degré de décentralisation et d'autonomie dans la production de chaleur



A l'exception de Bedzed et Kronsberg, les écoquartiers européens utilisent exclusivement des sources d'énergie renouvelable pour la production de chaleur. Seule une partie des écoquartiers français sont dans ce cas, la majorité associant sources fossiles et renouvelables (figure 3).

Figure 3 : part des renouvelables dans la production de chaleur



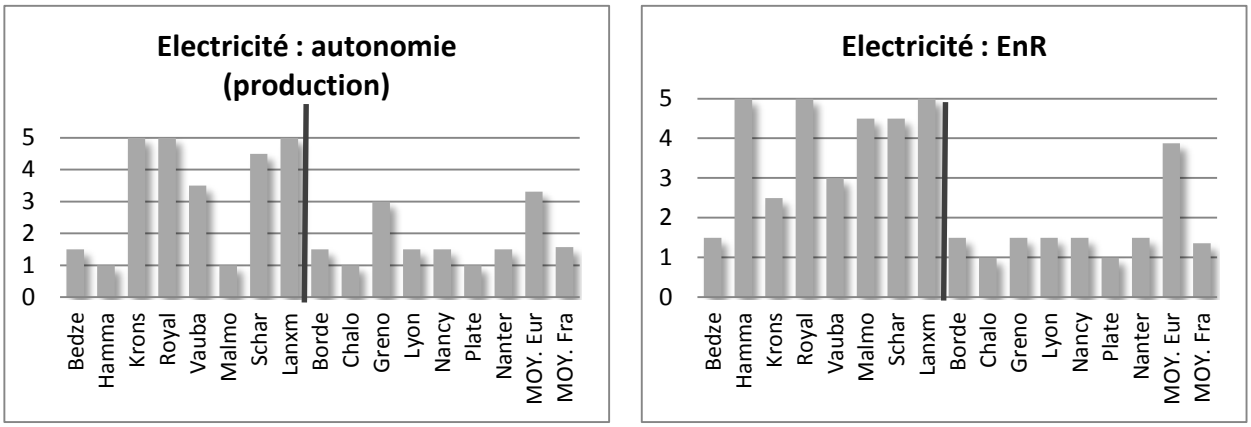
3.3 Offre d'énergie (électricité)

De façon générale, la production d'électricité est assurée localement (le quartier, la ville, la zone urbaine) ou de manière centralisée puis distribuée dans l'écoquartier ce qui se traduit par un faible niveau de décentralisation. Toutefois, plusieurs écoquartiers européens sont autonomes ou proches de l'autonomie (Kronsberg, Royal Seaport, Lanxmeer) alors qu'aucun écoquartier français ne l'est (figure 4). Grenoble qui produit localement une proportion significative de son électricité se distingue sur ce plan. Les principaux dispositifs techniques utilisés sont des cogénérations (à partir des déchets ou du bois), des panneaux photovoltaïques et des éoliennes.

L'écart est marqué aussi sur le critère des sources d'énergie renouvelable pour la production d'électricité. Si, pour la plupart des écoquartiers européens, l'électricité est produite en partie ou en totalité par des sources d'origine renouvelable, c'est loin d'être le cas en France (figure 4). On notera qu'une note maximale sur le critère ENR ne signifie pas que l'électricité est produite en totalité dans

l'écoquartier par des sources renouvelables ; pour Hammarby par exemple, l'électricité est produite en cogénération à partir de biomasse (dont déchets), mais à l'échelle de la ville. L'écoquartier est donc alimenté en électricité renouvelable mais il n'est pas autonome. Pour Lanxmeer et Royal Seaport en revanche, l'électricité est produite en totalité à partir de sources renouvelables à l'échelle du quartier (cogénération déchets, photovoltaïque, éolien).

Figure 4: degré de décentralisation et part des renouvelables dans la production d'électricité



3.4 Gouvernance

L'identification des acteurs principaux à l'œuvre dans chaque écoquartier a été menée préalablement à la définition de critères liés à la gouvernance des écoquartiers. Les acteurs moteurs sont ceux qui ont promu et coordonné le projet activement. Ils peuvent relever soit des collectivités territoriales (élus, services internes opérationnels), soit d'associations écocitoyennes, soit de cabinets de consultants (architectes, bureaux d'études, …). Autour de ces acteurs moteurs, s'articulent les financeurs, les « mécaniciens bâtisseurs [3]» amont et aval, les usagers et les riverains de l'écoquartier.

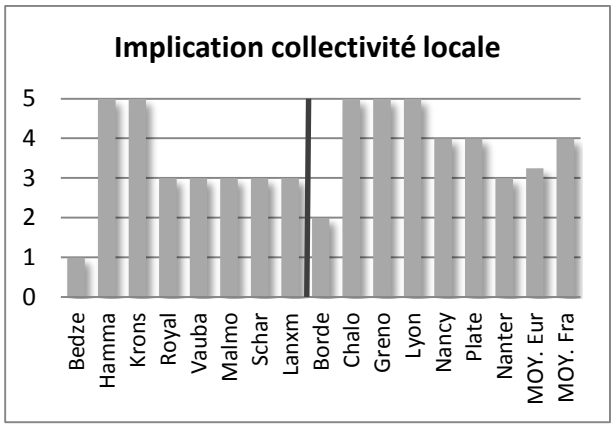
Le critère « gouvernance » fait apparaître comparativement une plus grande implication des collectivités locales en tant qu'acteurs moteurs, une plus grande participation des résidents à la conception des écoquartiers (non illustrée ici) et une meilleure qualité de gouvernance dans les écoquartiers français (figure 5).

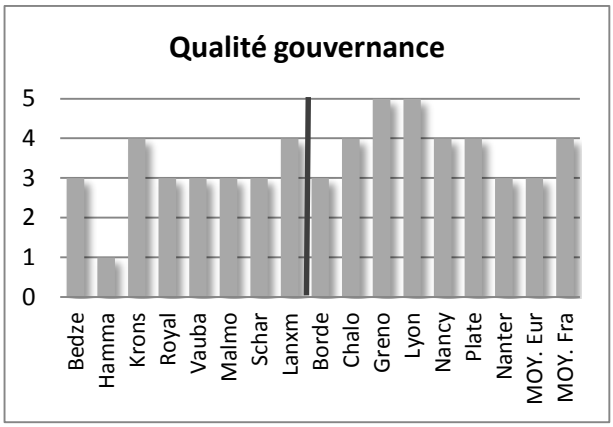
On peut interpréter ce résultat en lien avec la relative jeunesse des réalisations françaises en matière d'écoquartiers, qui profiteraient du retour d'expérience des projets européens pour améliorer les relations entre les acteurs au stade de la conception, ou interagir plus nettement avec les futurs habitants.

Mais on peut également y voir un biais lié aux sources d'information utilisées ; en provenance le plus souvent des collectivités locales maîtres d'ouvrage pour les cas français, ces sources n'ont pas forcément la distance critique nécessaire, alors que les écoquartiers européens, plus anciens, ont souvent fait l'objet d'analyses indépendantes.

3 Expression de G. Yepez (2011)

Figure 5: degré d'implication de la collectivité locale et qualité de la gouvernance des écoquartiers

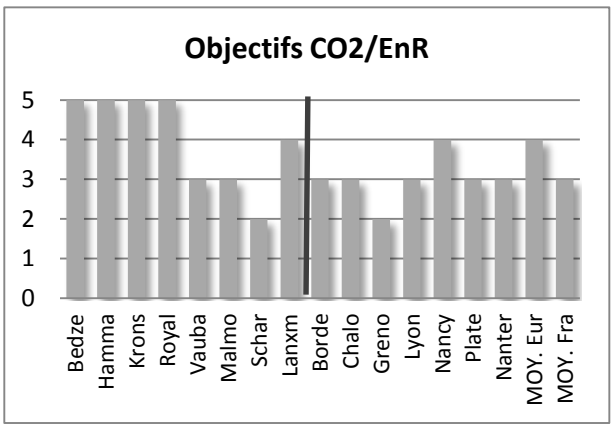


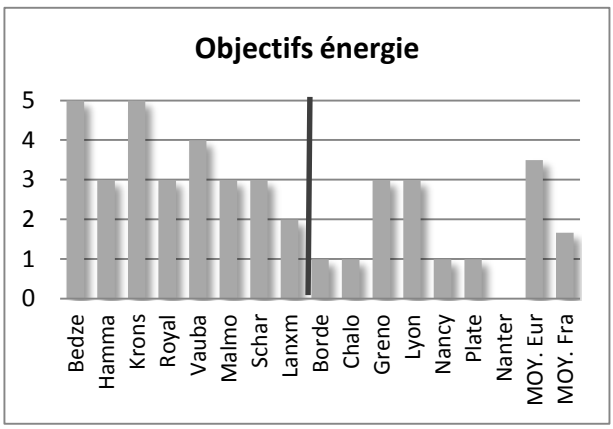


3.5 Objectifs

On estime ici le niveau d'ambition des objectifs affichés pour les émissions de gaz à effet de serre et la part des énergies renouvelables, ainsi que pour l'efficacité énergétique. Les écoquartiers européens se révèlent plus ambitieux que les écoquartiers français sur ces trois dimensions et l'écart est encore plus marqué sur les objectifs "énergie".

Figure 6 : ambition des objectifs de réduction des émissions et d'efficacité énergétique





Pour ce qui est de l'évaluation ex-post de la réalisation des objectifs, l'existence d'un dispositif de suivi est plus systématique dans les écoquartiers européens. En France, pour certains écoquartiers, nous n'avons trouvé aucune information sur le sujet, ce qui peut laisser supposer qu'aucune procédure d'évaluation n'a été envisagée.

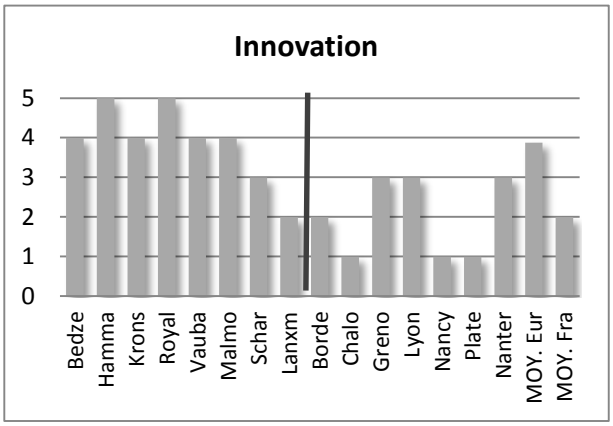
3.6 Technologies

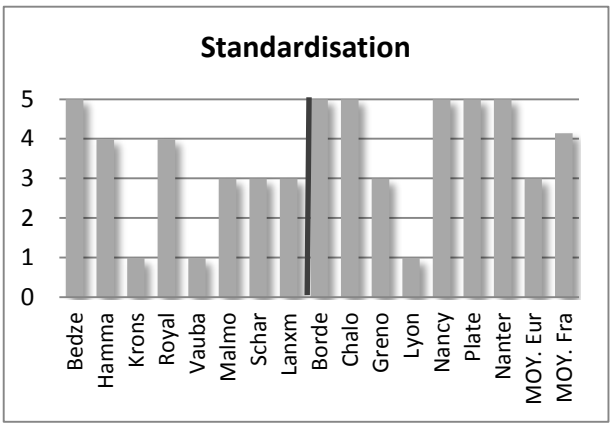
Chaque diagramme fait apparaître des écarts entre les écoquartiers européens et français avec un caractère plus innovant pour les premiers et une volonté de standardisation plus nette pour les seconds. On voit apparaître deux types d'écoquartiers :

- en Europe, des technologies plus innovantes (graphique innovation) qui sont plus souvent diverses au sein d'un même écoquartier (graphique standardisation) mais qui sont parfois généralisées à l'ensemble de l'écoquartier (Bedzed);

- en France, un caractère innovant moins marqué et une recherche de standardisation, avec un nombre limité de technologies plus éprouvées, appliquées à l'ensemble des bâtiments.

Figure 7 : place de l'innovation dans les systèmes énergétiques





Cette observation peut être associée à la période de construction des écoquartiers : les premiers écoquartiers (européens) ont été le lieu d'expérimentations technologiques (diversité de technologies innovantes sur un même écoquartier), alors qu'aujourd'hui, avec une certaine maturité, on s'oriente vers des technologies plus éprouvées et généralisées à l'ensemble du quartier. Les écoquartiers européens décrits ici sont à des degrés divers des références connues au plan international, pour leur caractère innovant ou pour l'ambition de leurs objectifs ou pour la qualité de leur gouvernance. Les écoquartiers français correspondent à des réalisations plus standardisées où la prise de risque technologique est probablement moins importante (mais pas totalement absente dans certains cas), parce que moins nécessaire. Après une première période d'expérimentation axée sur la diversité technologique (au cours des années 1990), les écoquartiers semblent entrer dans une seconde phase de standardisation technologique qui accompagne l'élargissement de leur diffusion et leur relative banalisation (qui n'exclut pas des domaines d'innovation avec le développement des smart grids sur certains projets d'écoquartiers récents par exemple).

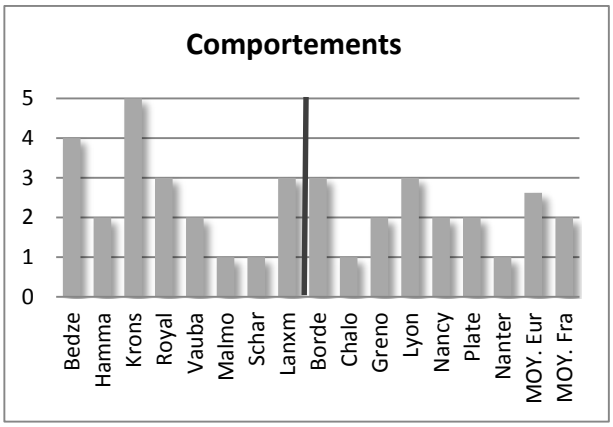
3.7 Comportements et maîtrise des consommations d'électricité

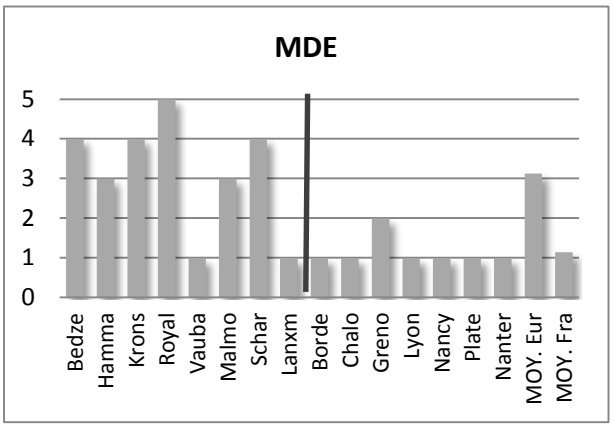
Pour finir on examinera deux critères relatifs aux comportements des résidents. Le premier identifie les projets qui prennent en compte la variable comportementale (information, campagnes de sensibilisation, incitations au changement des comportements des habitants) et le second les actions spécifiques orientées vers la maîtrise des consommations d'électricité (MDE).

Pour le premier, on observe qu'à deux exceptions près (Bedzed et Hammarby), la variable comportementale n'est pas considérée comme un levier d'action majeur. Il n'y a sur ce plan pas de différence notable entre les écoquartiers français et européens. Pour la MDE en revanche, la différence est plus nette. Les actions de maîtrise des consommations d'électricité sont systématiques ou presque dans les écoquartiers européens, alors qu'elles restent rares dans les écoquartiers français.

Ce résultat confirme une observation faite plus haut : en France, la maîtrise des consommations d'électricité, la production locale ou la transformation du mix électrique apparaissent d'importance secondaire par rapport aux actions portant sur le secteur de la chaleur. En Europe, en revanche, électricité et chaleur ne sont pas traitées de façon différente : maîtrise de la demande et transformation du mix énergétique s'appliquent aux deux secteurs, sans que l'un soit privilégié au détriment de l'autre.

Figure 8 : degré d'incitation au changement de comportement et à la maîtrise de l'électricité





- 4 -

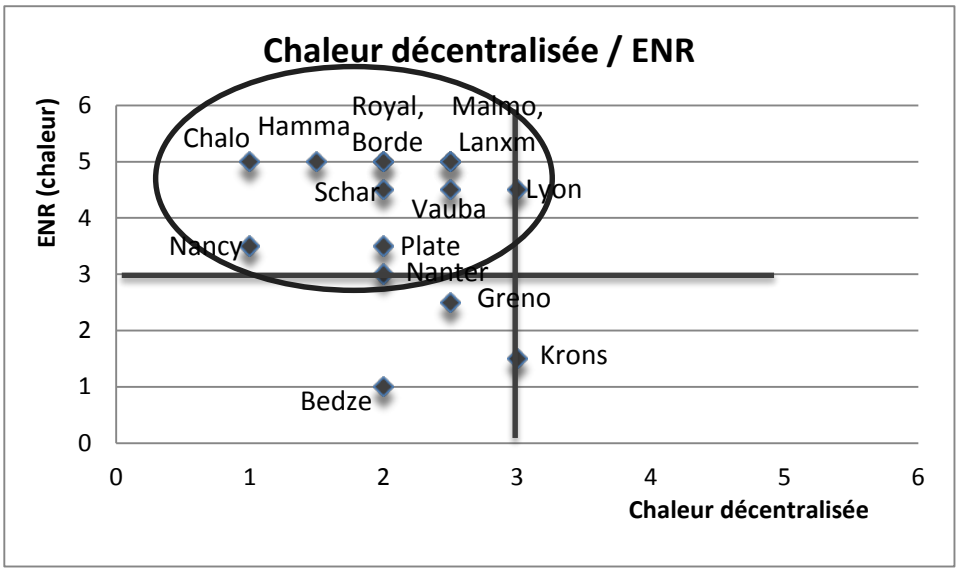
Analyse par croisement des critères

Au-delà de la comparaison des écoquartiers européens et français, critère par critère, le croisement de critères par paires apporte des enseignements également intéressants, permettant de représenter des groupes d'écoquartiers ou de pays ayant des positionnements proches ou plutôt en opposition. Tous les croisements tentés n'étant pas signifiants, nous ne présentons ici que les résultats les plus pertinents.

4.1 Production et distribution de la chaleur / électricité

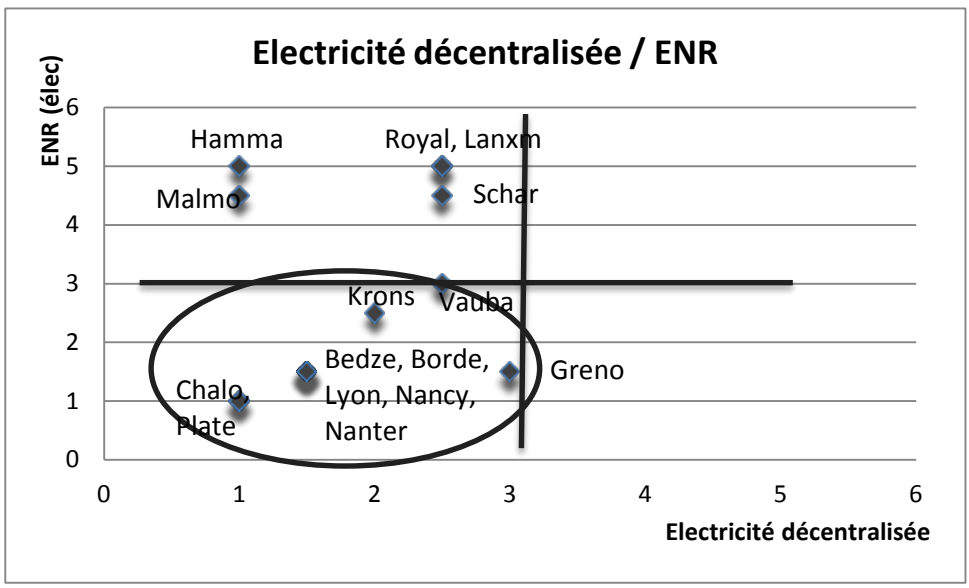
En croisant les critères qui caractérisent le mode de distribution de la chaleur et la nature des sources utilisées (figure 9), on observe que l'essentiel des écoquartiers est rassemblé dans un quadrant particulier qui correspond à une production de chaleur de type centralisé (extension du réseau de chaleur de la ville ou réseau spécifique à l'écoquartier) couplée à une production d'origine renouvelable (biomasse ou déchets). Quelques écoquartiers se situent dans le quadrant inférieur qui correspond à un mix de production ayant une plus forte proportion de fossiles (par exemple Bedzed avec une chaudière gaz à condensation, dédiée à l'écoquartier). Aucun des écoquartiers examinés ne repose principalement sur des moyens de production décentralisés pour la production de chaleur (chaufferie en pied d'immeuble ou moyens de production individuels), qu'ils soient renouvelables ou pas.

Figure 9 : production de chaleur centralisée basée sur les renouvelables



Le diagramme construit avec les mêmes critères pour la production d'électricité (figure 10) produit des résultats proches mais la proportion d'écoquartiers dont l'électricité provient de sources renouvelables est sensiblement plus faible. L'essentiel des écoquartiers se situe dans le quadrant inférieur qui correspond à des situations de production centralisée (un écoquartier avec un moyen de production dédié mais centralisé correspond à la note 2) couplée à une production où dominent les sources non renouvelables. Quelques écoquartiers sont cependant alimentés en électricité renouvelable, soit par le réseau soit par une production dédiée à l'échelle du quartier (éolien, déchets, photovoltaïque, etc).

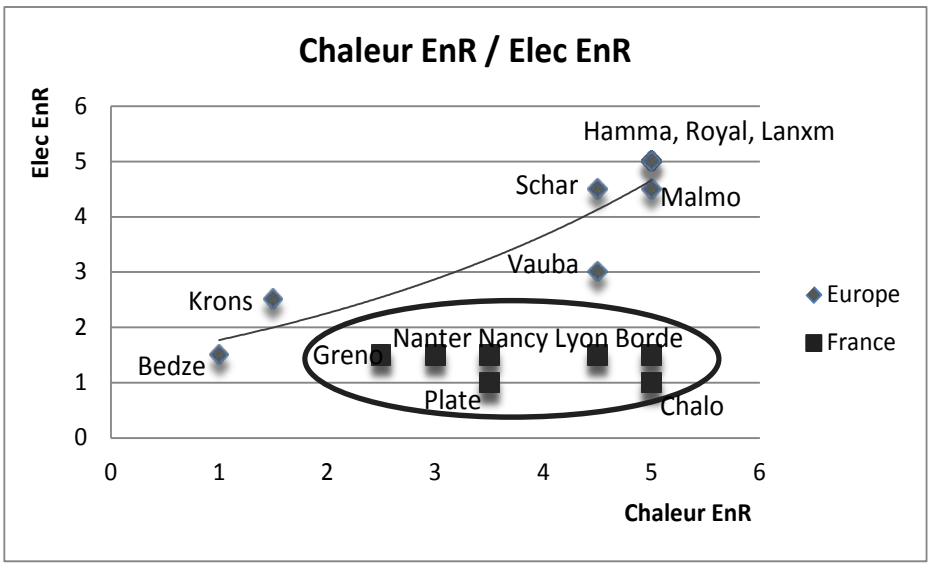
Figure 10 : production d'électricité centralisée surtout basée sur les énergies non renouvelables



Le rapprochement des critères de production d'origine renouvelable de chaleur, d'une part, et d'électricité, de l'autre, révèle à nouveau une nette séparation entre écoquartiers français et européens (figure 11). A l'exception de Kronsberg et Bedzed, les écoquartiers européens produisent au moins en partie électricité et chaleur à partir de sources renouvelables. En France, la production de chaleur fait appel à des sources renouvelables mais très peu l'électricité.

Le graphique montre, d'un côté une courbe de corrélation positive pour les écoquartiers européens entre la part des énergies renouvelables pour la production de chaleur et celle pour la production d'électricité, et de l'autre la position singulière des écoquartiers français: quelle que soit la proportion d'énergies renouvelables pour la production de chaleur, le niveau de recours à ces sources pour la production d'électricité est faible.

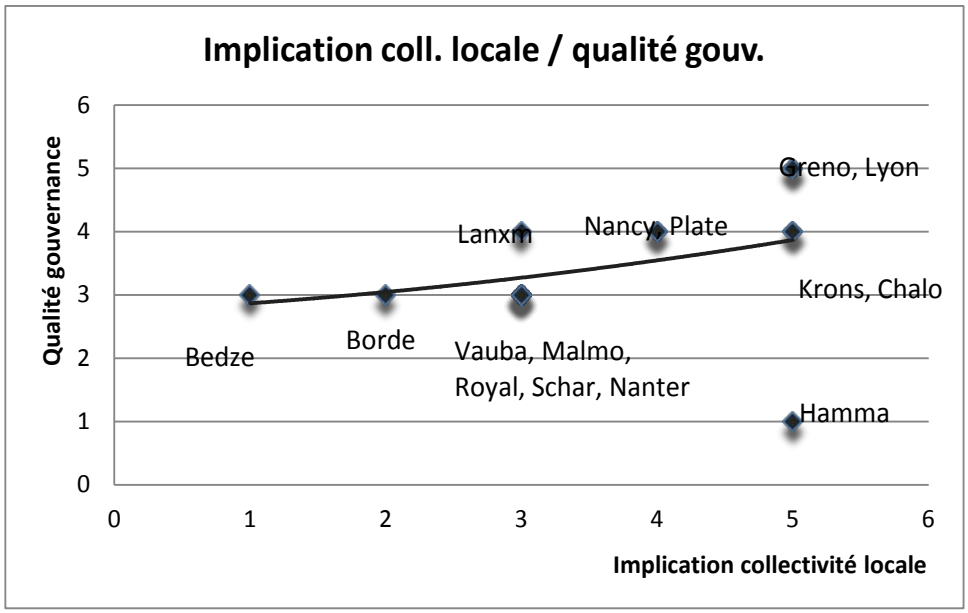
Figure 11 : degré de corrélation entre la part des énergies renouvelables dans la production de chaleur et celle de l'électricité



4.2 Acteurs et gouvernance

Au niveau des acteurs, la qualité de la gouvernance du projet dépend du degré d'implication de la collectivité locale dans le projet. Ainsi quand la collectivité est l'acteur majeur, la qualité de la gouvernance est élevée (hormis Hammarby) ; elle tend à diminuer dans le cas inverse. Comme indiqué précédemment, ce constat mérite d'être interprété avec prudence, dans la mesure où les références bibliographiques utilisées proviennent souvent des collectivités elles-mêmes.

Figure 12 : corrélation entre degré d'implication de la collectivité locale et qualité de la gouvernance

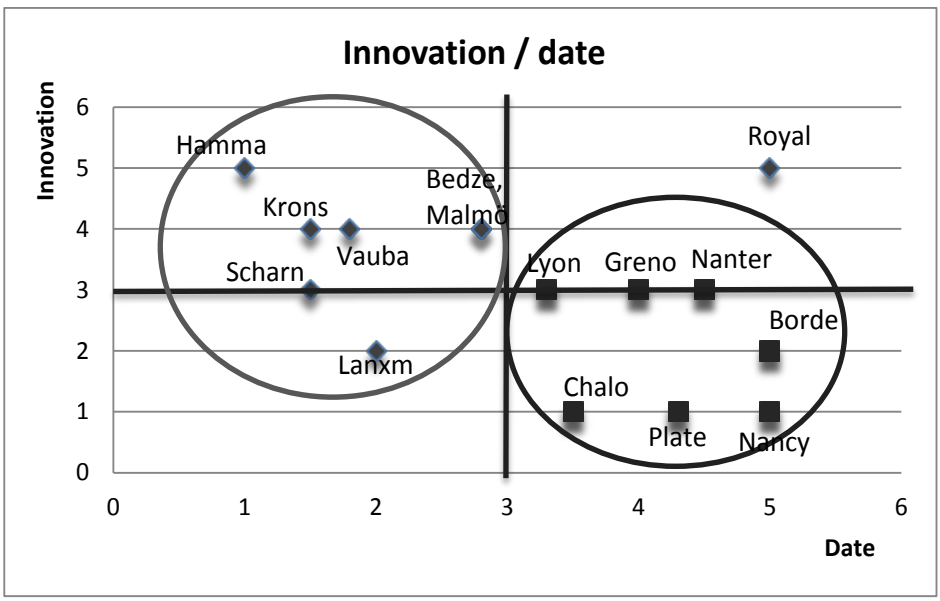


4.3 Innovation

Le diagramme qui couple innovation et période de construction de l'écoquartier fait apparaître un résultat assez frappant : à l'exception de Royal Seaport, tous les écoquartiers sont rassemblés dans deux quadrants opposés : dans le premier, en haut à gauche, se trouvent les écoquartiers européens, plus anciens et innovants alors que, dans le quadrant inférieur droit, sont rassemblés les écoquartiers français plus récents et utilisant des technologies plus éprouvées.

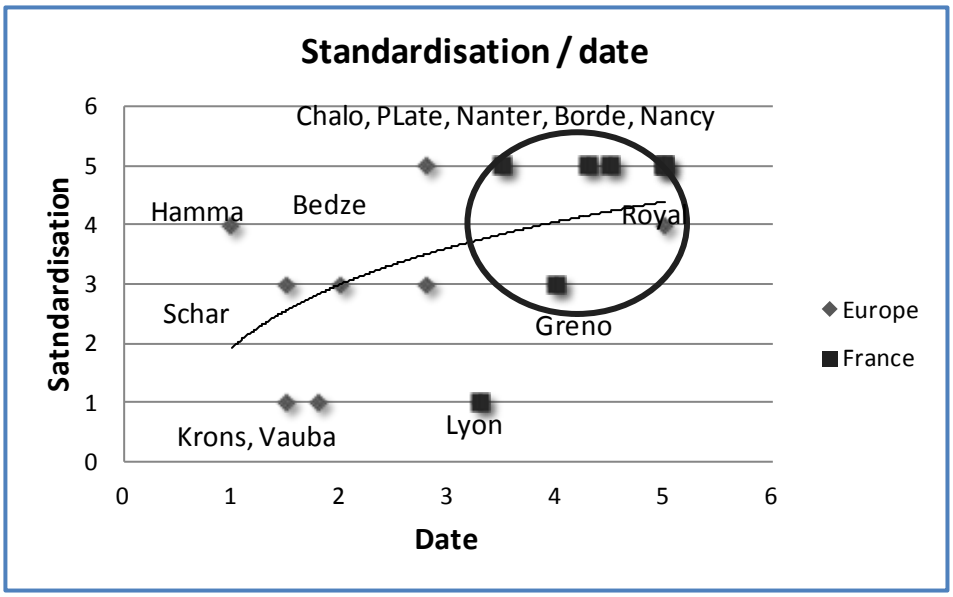
Comme suggéré plus haut, les premiers écoquartiers ont expérimenté de nouvelles technologies innovantes à l'époque alors que les écoquartiers récents ont tendance à s'appuyer sur des technologies aujourd'hui plus matures. Les écoquartiers français, tous relativement récents, se retrouvent dans cette dernière catégorie.

Figure 13 : date de l'écoquartier et degré d'innovation des systèmes énergétiques



De même le rapprochement des critères date et standardisation montre que les écoquartiers les plus récents utilisent un nombre plus limité de technologies là où les premiers écoquartiers présentaient une diversité importante (expérimentation).

Figure 14 : date de l'écoquartier et degré de standardisation des technologies énergétiques



- 5 -

Synthèse et conclusion

Avant de tirer quelques enseignements de ces résultats, il est important de souligner les limites inhérentes à notre démarche. Une première limite tient à la petite taille de l'échantillon retenu. Avec une quinzaine d'écoquartiers, on est loin d'un échantillon statistiquement représentatif de la diversité des situations européennes ou des options technologiques possibles pour l'approvisionnement énergétique. Par ailleurs, parmi les écoquartiers étudiés, certains sont achevés et fonctionnent depuis longtemps, alors que d'autres sont au stade de la conception ou des premiers travaux. Si les premiers peuvent être analysés avec un certain recul permettant d'apprécier les succès et les échecs, les seconds ne peuvent être jugés que sur des projets, des objectifs, qui seront ou non réalisés. Enfin, d'autres biais méritent d'être signalés :

- les écoquartiers français sont plus récents que les écoquartiers européens ; de ce fait les choix technologiques opérés peuvent différer, non pas tant en raison de préférences spécifiques aux écoquartiers français, mais parce que les choix technologiques sur les écoquartiers récents sont différents de ceux opérés sur les écoquartiers des années 90 ;
- la sélectivité que nous avons opérée sur les écoquartiers européens est forte ; nous ne décrivons pas ici des réalisations ordinaires mais des projets qui ont été identifiés pour leur intérêt spécifique et ont fait l'objet de rapports, de papiers de recherche, etc. ;
- la nature des sources bibliographiques utilisées peut différer, entre les écoquartiers européens sur lesquels les sources indépendantes sont plus nombreuses et les écoquartiers français qui n'ont, pour l'instant, encore pas ou peu fait l'objet d'évaluations indépendantes.

Pour ces raisons, si l'exercice permet d'attirer l'attention sur des similitudes et des divergences au sein de l'échantillon, celles-ci mériteraient d'être confirmées par une étude plus approfondie sur un échantillon significatif.

La vision des écoquartiers français qui ressort de cette comparaison est celle de systèmes énergétiques qui s'attachent essentiellement à l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et à la mise en place de systèmes d'approvisionnement en chaleur performants (réseaux, cogénération, sources renouvelables). En revanche, les écoquartiers français étudiés s'intéressent moins au vecteur électricité ; l'approvisionnement est essentiellement assuré à partir du réseau, alors que les écoquartiers européens cherchent à développer la production locale notamment renouvelable aussi bien pour la chaleur que pour l'électricité. Ce moindre intérêt des écoquartiers français pour le vecteur électricité transparaît notamment dans la quasi-absence des actions de MDE alors qu'elles sont très répandues dans les écoquartiers européens pourtant plus anciens.

Plusieurs raisons peuvent expliquer que les collectivités locales françaises s'intéressent plus au vecteur chaleur qu'au vecteur 'électricité. Une des principales raisons est certainement la spécificité du mix électrique français très peu carboné, du fait de la place importante de la production d'origine nucléaire. En conséquence, la production d'électricité à partir de sources renouvelables ou en cogénération n'est, en France, pas la priorité en matière de politique climatique. En revanche, la substitution du charbon ou du gaz pour la production de chaleur en réseau par la valorisation de sources telles que l'incinération des déchets, les eaux usées, la cogénération ou les sources renouvelables (géothermie, biomasse) sont des options souvent mises en œuvre dans les écoquartiers français.

Parallèlement on notera que les technologies utilisées dans les écoquartiers français semblent moins innovantes et sont plus systématiquement généralisées à l'ensemble de l'écoquartier, ce qui montrerait que ceux-ci sont entrés dans une phase de standardisation dans laquelle l'expérimentation passe au second plan. Ainsi les bâtiments basse consommation (BBC) ou à énergie positive se développent rapidement sous l'impulsion de la réglementation et les écoquartiers ne semblent pas impulser une dynamique particulière à cet égard.

Pour autant, l'expérimentation technologique n'est pas totalement absente des nouvelles réalisations ou projets français d'écoquartiers ; on voit notamment se développer les smart-grids qui restent aujourd'hui encore au stade des premières réalisations expérimentales in vivo. Mais on ne retrouve pas dans ces projets l'ambition ou la prise de risque qui caractérisaient certains des écoquartiers européens réalisés au cours des années 1990. Certes, notre échantillon présente un biais qui juxtapose des réalisations emblématiques à l'échelle européenne avec des projets plus récents mais également plus standardisés et plus conventionnels. Mais on peine à retrouver dans les projets français l'innovation tous azimuts de l'écoquartier Vauban, la démarche participative de Lanxmeer ou la vision systémique de Hammarby.

Références bibliographiques

Ademe, Energie Cites (2008), Urbanisme - énergie: les éco-quartiers en Europe.

Blanchard O., Blanco S., Debizet G., Julien C., La Branche S., Long X., Menanteau P., Schneuwly P., Prost-Boucle S. (2012), Projet de recherche Ecoquartier Nexus Energie : rapport intermédiaire n°1, Paris : ADEME ; Grenoble : PACTE, septembre.

CETE de Lyon (2011), Réseaux de chaleur et nouveaux quartiers.

CETE de Lyon & MEDDTL (2011), Le Grand Prix National EcoQuartier.

CETE Sud-Ouest (2009), Palmarès des écoquartiers 2009, Sobriété énergétique et énergies renouvelables, Ginko ville de Bordeaux.

Enertech. (2011a). ZAC de Bonne - Evaluation par mesure des performances énergétiques des 8 bâtiments construits dans le cadre du programme européen Concerto - Rapport de synthèse.

Feist, W., Peper, S., Kah, O., & Oesen, M. (2005), Climate Neutral Passive House Estate in Hannover- Kronsberg: Construction and Measurement Results. Passiv Haus Institut. Darmstadt.

Lazarus, N. (2003, reprinted 2009). BedZed: Toolkit Part II A practical guide to producing affordable carbon neutral developments. Bioregional Development Group.

Vernay, A.L. · Pandis, S. · Saldeco Rahola, T.B. · Mulder, K. · Brandt, N. (2011 System integration: condition for success. The case of Hammarby Sjöstad and Eva-Lanxmeer. Management and Innovation for a Sustainable Built Environment. Technology, Policy and Management. Delft University of Technology.

Décider ensemble, (2011), Ecoquartiers: la concertation au service de l'action. Pratiques françaises et européennes pour l'élaboration de projets partagés, Paris, Décider ensemble.

Décider ensemble. (2011). Etude de cas Nancy Grand Cœur.

PUCA. (2007). Ville urbaine durable; opération Quartier St Jean des Jardins, Chalon sur Saône (Cahier expérimental n°1).

PUCA. (2009). EcoQuartiers/EcoCités Une démarche, des réussites.

QUERE, O. (2008). Analyse d'écoquartiers français face à un quartier européen de référence: le quartier Vauban à Fribourg-en-Brisgau. Cabinet Quéau - L'Hénaff- St Renan

Rabie, J. (2009). L'Ecoquartier Vauban à Fribourg. Une démarche globale pour une réalisation exemplaire. Hesp'ère21.

Souami, T. (2011). Ecoquartiers secrets de fabrication. Analyse critique d'exemples européens, Collection «Modes de ville» (Les Carnets de l'Info.).

Yepez-Salmon, G. (2011). Construction d'un outil d'évaluation environnementale des écoquartiers : vers une méthode systémique de mise en oeuvre de la ville durable, Université Bordeaux 1, doctorat en sciences et techniques architecturales.

Wall, T. (2011). Energy Solutions for a Sustainable City Case: Stockholm Royal Seaport. Fortum. Eurelectric Annual Convention and Conference.