

RAPPORTS

CETE de LYON
Centre d'Études
Techniques
de LYON

Département
Construction
Aménagement Projets

Affaire
91AVE10017

Février 2011

Sobriété énergétique et énergies renouvelables

Analyse des dossiers de l'appel à projets 2009



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer



FRONTIGNAN ZAC des Pielles

Présent
pour
l'avenir

Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement

www.cete-lyon.developpement-durable.gouv.fr

Sommaire

1 - POLITIQUES ÉNERGÉTIQUES ET ECOQUARTIER.....	5
1.1 - Politiques énergétiques générales.....	5
1.2 - Retour sur les dossiers EcoQuartier.....	8
1.3 - Les solutions techniques mises en avant.....	9
2 - VERS UNE DÉMARCHE GLOBALE.....	10
2.1 - Connaître les ressources locales et les besoins énergétiques.....	10
2.2 - Confronter les éléments de diagnostic à la programmation et à la conception.....	12
2.3 - Se fixer des objectifs.....	17
2.4 - L'évaluation.....	24
2.5 - Systèmes d'incitation et de sanction.....	26
2.6 - Sensibilisation- Formation.....	27
ANNEXES.....	29
Les principes bioclimatiques.....	31
Études réglementaires sur le volet énergétique et réglementation thermique.....	33
L'énergie grise.....	35
Consommations énergétiques sur un quartier Ordre de grandeur.....	36

1 - Politiques énergétiques et EcoQuartier

1.1 - Politiques énergétiques générales

Dans le cadre de la loi de Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique du 13 juillet 2005 (loi POPE) et des récentes mesures prises lors des lois d'engagement national pour l'environnement (Grenelle 1 et 2), la politique énergétique de la France concourt à la réalisation de l'objectif d'amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique de l'Union Européenne.

Les mesures nationales de lutte contre le changement climatique portent en priorité sur la baisse de la consommation en énergie des bâtiments et la réduction des émissions de gaz à effet de serre des secteurs des transports et de l'énergie.

Par ailleurs la France s'engage à porter la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de sa consommation d'énergie finale d'ici à 2020 (contre plus de 12% en 2009).

Enfin, l'Etat favorise la réduction de l'impact sanitaire et environnemental de la consommation énergétique (notamment la pollution liée aux rejets liquides ou gazeux, en particulier les émissions de gaz à effet de serre, de poussières ou d'aérosols).

Les réponses des collectivités à l'appel à projets EcoQuartier 2009 doivent être replacées dans le contexte de l'appel à projets (début 2009) mais aussi dans le contexte d'émergence des projets (sachant que pour la plupart des dossiers arrivés à un stade opérationnel début 2009, les études pré-opérationnelles et lesancements des opérations sont plus anciennes et peuvent dater d'avant les premières discussions du Grenelle Environnement).

Si un certain nombre d'orientations était déjà clairement énoncé, dans les lois de programmation précédentes, les plans Climat de 2004 et 2006, et à l'issue des travaux du Grenelle Environnement (comités opérationnels), n'oublions pas que le temps de l'aménagement est un temps long et que les projets présentés lors du premier appel à projets EcoQuartier sont des projets de « transition ».

Promouvoir les performances écologiques dans l'aménagement - sobriété énergétique et énergies renouvelables			
Thème	Promouvoir les performances écologiques dans l'aménagement - sobriété énergétique et énergies renouvelables		
	Dimensions	Objectifs	Questionnements (non-exhaustif) pour aider l'expert dans l'examen du dossier
Pilier environnemental	Promouvoir les performances écologiques dans l'EcoQuartier	Sobriété et efficacité énergétiques et énergies renouvelables	Aménagement <ul style="list-style-type: none"> •Maîtrise des besoins en déplacement motorisés (cf. mobilité). Recourir à des procédés faiblement ou pas consommateurs d'énergie (système gravitaire de collecte des eaux, traitement sur place de l'eau ou des tailles de végétaux, composer avec les écoulements d'eau souterraine plutôt que pomper la nappe en permanence dans les sous-sols...). Part de production renouvelable à l'échelle de l'opération : 5, 10, 15, 20 25 %
			Bâtiment <ul style="list-style-type: none"> •Performance énergétique des bâtiments : BBC, énergie positive. •Intégration des énergies renouvelables au bPâti. •Dispositions constructives incitant à un moindre recours aux services énergétiques (ex. : des escaliers fonctionnels et valorisés dans l'architecture permettent de limiter le recours aux ascenseurs, bonne utilisation de l'éclairage naturel...).

Extrait de la notice explicative de l'appel à projets EcoQuartier 2009

La notice du premier appel à projets présentait quelques éléments de questionnement très sommaires sur le volet énergétique en terme d'objectifs et de solutions (voir tableau ci-dessus). Le présent rapport aborde de manière plus globale le volet énergétique.

Dans le cadre du nouvel appel à projets EcoQuartier 2011, une nouvelle grille a été élaborée et permet de préciser ou compléter certains aspects (voir ci-dessous). Elle est une première étape vers un référentiel, un éventuel label EcoQuartier et reste pour cela perfectible.

17.OPTIMISER LES BESOINS EN ENERGIE ET DIVERSIFIER LES RESSOURCES

Dimension	Ambition	Proposition de déclinaison de l'Ambition en objectifs concrets associé au projet
Préservation des ressources et adaptation au changement climatique	17. Optimiser les besoins en énergie et diversifier les ressources	<p><i>Favoriser la sobriété énergétique dans tous les domaines (éclairage public, entretien, etc.) en maîtrisant leurs impacts sur l'environnement</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Jeu sur l'isolation et l'inertie thermique des procédés constructifs ; Recours à des procédés faiblement ou pas consommateurs d'énergie ; Mise en place de dispositions constructives incitant à un moindre recours aux services énergétiques (ventilation naturelle, système gravitaire de collecte des eaux etc.), réduction des suréquipements des constructions et aménagement par un recours, si possible, à des solutions simples ; Sensibilisation du grand public et des acteurs locaux au changement climatique et à la maîtrise de la consommation énergétique et incitation des professionnels du secteur industriel à maîtriser leurs consommations énergétiques ; ...
	<p><i>Concevoir des bâtiments économes en énergie, prévoir la rénovation durable du parc existant (matériaux, usages, confort thermique)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre d'une enveloppe thermique performante des bâtiments ; Réalisation d'études d'évaluation (bilan énergétique, bilan carbone...) dans le parc existant et élaboration d'une stratégie de rénovation thermique ; Développement et promotion de formes urbaines favorisant les économies d'énergie du bâtiment ; ... 	
	<p><i>Recourir aux énergies renouvelables, aux énergies propres, et aux réseaux de chaleur</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Développement de la connaissance des ressources locales, étude de la faisabilité technique et économique de certains systèmes ; Définition, à l'échelle du territoire, d'un plan de réduction des émissions de gaz à effet de serre (plan climat énergie territorial) ; Intégration des énergies renouvelables au bâti existant et neuf, actions en faveur de leur mutualisation ; Mise en place d'incitations fiscales et d'aides financières pour le recours aux énergies propres (géothermie, éolien, solaire...); Transformation du développement des énergies renouvelables en opportunité pour l'emploi et pour le dynamisme économique local ; Intégration des préconisations et futures obligations de la Réglementation Thermique 2012 (RT2012), voire dépassement ; ... 	
	<p><i>Installer des équipements publics exemplaires, durables et performants</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Limitation du recours aux équipements consommateurs d'énergie pour le chauffage et la climatisation (choix porté plutôt sur le bioclimatisme, la géothermie...); Recours à des équipements électroménagers, équipements de chauffage / rafraîchissement performants ; Actions volontaristes de maîtrise de l'énergie pour tous les bâtiments publics et autres actions exemplaires de la part des collectivités pour susciter une prise de conscience collective ; Former les usagers à l'utilisation des dispositifs ou équipements mis en place et les sensibiliser à la gestion dans le temps ; ... 	

Extrait de la notice explicative de l'appel à projets EcoQuartier 2011

POUR ALLER PLUS LOIN SUR L'AMBITION ECOQUARTIER 17...

Éléments de contexte

Les bâtiments, les transports, les matériaux utilisés ont un impact sur les émissions de gaz à effet de serre. En conséquence, **le changement climatique s'accélère du fait des activités humaines**. Or, nos besoins en énergie ne cessent de croître, alors que nos réserves en ressources fossiles s'épuisent.

Une des mesures phares du Grenelle Environnement concerne la mise en place d'une réglementation thermique ambitieuse qui s'appliquera à partir du 28 octobre 2011 pour les bâtiments neufs à usage de bureaux ou d'enseignement, les établissements d'accueil de la petite enfance et les bâtiments à usage d'habitation construits en zone ANRU et du 1^{er} janvier 2013 pour les bâtiments résidentiels.

La RT 2012 et le Grenelle traitent de la réduction de la consommation et objectifs ENR, de même que la préfabilité énergétique obligatoire dans les opérations d'aménagement.

Quelle ambition pour les EcoQuartiers ?

La pression démographique et le recours aux énergies fossiles notamment par le biais de la voiture individuelle augmentent la vulnérabilité énergétique des territoires. De ce fait, les moyens nécessaires à la préservation des ressources sont d'une part la fixation d'un objectif maximal de consommation d'énergie, et d'autre part, la mise en place d'un concept global de consommation d'énergie à l'échelle du quartier.

Les EcoQuartiers, lieux d'expérimentation des leviers innovants et des énergies renouvelables

Les EcoQuartiers doivent être des lieux d'expérimentation des systèmes innovants de production d'énergie par des sources d'énergies renouvelables. Ils doivent également développer au maximum une réflexion sur l'efficacité énergétique par exemple via des questions d'énergie grise (transports, construction, chantiers) et de transports (donner la priorité aux transports publics et aux modes de déplacement doux).

Repérage dans la vie du projet

L'optimisation des besoins en énergie et la diversification des sources doivent être prises en compte dès la phase de lancement du projet.

Extrait de la notice explicative de l'appel à projets EcoQuartier 2011

1.2 - Retour sur les dossiers EcoQuartier

Le volet énergétique est une thématique fortement prise en compte par les dossiers de l'appel à projets 2009 EcoQuartier. Seul une dizaine de dossiers sur 160 n'abordent pas cette thématique énergétique.

De l'intention à la réalisation, les dossiers se révèlent assez hétéroclites et selon le degré de maturité, il est essentiel de prendre le recul nécessaire à l'analyse. On peut toutefois tenter quelques généralités. Les principaux points mis en avant dans l'ensemble des dossiers candidats sont :

- La volonté de prendre en compte les principes « bioclimatiques » dans la conception urbaine et architecturale ;
- Les exigences en terme de niveau performance énergétique des bâtiments (souvent exprimées en évoquant les niveaux de performance THPE¹ ou BBC et parfois en mettant en avant un bâtiment ou un îlot particulièrement performant) ;
- La prise en compte des énergies renouvelables à travers des objectifs globaux de production ou des objectifs par usage (part d'eau chaude sanitaire solaire), ou encore l'étude de faisabilité de système (chauffage bois, centrale photovoltaïque) ;
- Les économies d'énergie sur l'éclairage public.

Concernant les modalités concrètes, seuls les dossiers les plus avancés s'avèrent tout à fait complet, en présentant, en complément des objectifs, les études existantes et les moyens mis en place pour permettre de respecter, de suivre voire d'évaluer les objectifs. Cependant ces dossiers sont souvent moins ambitieux car les études et travaux ont été engagés avant le Grenelle voire avant la RT2005. Les modalités les plus fréquentes sont :

- L'intégration de la compétence énergétique (au sein de la maîtrise d'œuvre urbaine ou au sein de la maîtrise d'ouvrage) semble s'être répandue largement pour les plus grosses opérations. Cette compétence se manifeste en amont (à travers des études amont spécifiques) et dans le suivi des opérations (définition du dispositif et suivi effectif) ;
- Le dialogue avec le milieu professionnel s'initie parfois en amont ;
- Les cahiers des charges et référentiels permettent de disposer d'objectifs précis sur les bâtiments et un système de suivi régulier permet de valider les projets au fur à mesure de leur avancement ;
- Les principes de sanction ou d'incitation pour respect des cahiers des charges sont peu mis en avant. La négociation et le dialogue paraissent primer sur les dispositifs contraignants même si quelques garde-fous permettent de cadrer les dispositions générales et les discussions.

Enfin, on peut constater quelques lacunes :

- Peu de dossiers se donnent un objectif global de réduction des consommations à l'échelle du quartier ou dans une dimension plus globale. Les dossiers s'attachent principalement à la réduction des consommations énergétiques des bâtiments ;
- Les innovations techniques sont très rarement présentées dans les dossiers² ;
- Peu de dossiers évoquent un dispositif d'évaluation en phase chantier ou après réception.

1 L'ensemble des sigles utilisés dans ce dossier sont explicités dans le glossaire, situés en fin de dossier.

2 Les dossiers avaient pour objectif d'être transversaux, toutefois, on pouvait s'attendre à plus d'innovations. Quelques innovations sont présentées et font l'objet d'étude de faisabilité (méthaniseur à déchets d'endives, ascenseur à énergie zéro) ou paraissent déjà opérationnelles -Sea Water Air Conditioning par exemple.

1.3 - Les solutions techniques mises en avant

L'ensemble des solutions techniques proposées (qu'elles soient évoquées ou opérationnelles) sur la dimension « sobriété énergétique et énergies renouvelables » a été répertoriées dans le tableau ci dessous. Il est proposé de classer ces solutions selon différentes échelles et différents usages. L'énergie grise fait l'objet d'une ligne spécifique.

<u>Dimension énergétique / échelle</u>	Quartier	Bâtiment	Aménagement
Transverse	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte des principes bioclimatiques³ dans la trame urbaine (implantation, orientation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte des principes bioclimatiques dans la conception de l'enveloppe et des façades • Performance énergétique des bâtiments (niveau de performance, certification) 	
Chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Chaufferie Bois (avec appoint gaz ou biomasse liquide) • Géothermie profonde • Géothermie Basse température • UIOM⁴ • Méthaniseur⁵ • Cogénération (gaz, biogaz ou bois) 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolation thermique renforcée • Chaufferie Bois • PAC • Micro cogénération (gaz, bois ou solaire) • VMC double flux • Puits canadien • Compteur de chaleur individualisé • Réhabilitation thermique 	
Confort d'été⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Ilot de fraîcheur • Climatisation à l'eau de mer (<i>Sea Water Air Conditioning</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Toiture végétalisée • Murs végétaux • Puits languedocien⁷ • Interdiction de la climatisation active 	<ul style="list-style-type: none"> • Espaces verts et de pleine terre • Limitation des surfaces imperméabilisées
Électricité	<ul style="list-style-type: none"> • Centrale photovoltaïque au sol à proximité • Cogénération (gaz, biogaz ou bois) • Pico centrale hydraulique • Interdiction de l'électricité pour la production de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> • PV intégrés au bâti • Cogénération • Micro éolien 	<ul style="list-style-type: none"> • Éclairage public conception • (type de luminaire, d'ampoule, ballast, variateur, interrupteur crepusculaire, couleur de sol etc...) • Éclairage public gestion • (horaires d'éclairage limités) • Gestion gravitaire des eaux pluviales • PV sur parking collectif • Mobilier urbain solaire • Mobilier urbain éolien • Station de pompage solaire pour arroser les espaces verts • Moteurs labellisés pour circuit d'arrosage
Énergie grise	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Construction paille, bois 	<ul style="list-style-type: none"> • Liant végétal pour les enrobés

3 Voir la fiche: les principes bioclimatiques

4 Usine d'incinération d'ordures ménagères

5 dont un méthaniseur à déchets d'endive proposé en Faisabilité à Croisilles-Badeulet dans le Pas de Calais

6 sont listés quelques principes permettant d'intégrer le confort d'été à différentes échelles

7 Les puits canadien, languedocien, provençal ou romain sont des échangeurs géothermiques de surface globalement équivalente. De manière générale, la dénomination puits canadien renvoie au confort d'hiver (préchauffage de l'air neuf), les autres au confort d'été (rafraîchissement de l'air neuf).

2 - Vers une démarche globale

En allant dans le détail des dossiers et des éléments de stratégie présentés sur le volet énergétique, on peut essayer de mettre en avant quelques étapes, solutions ou documents qui sont des incontournables et qui précisent les quelques points évoqués précédemment.

2.1 - Connaître les ressources locales et les besoins énergétiques

Recueillir les éléments de diagnostic

Il s'agit de mieux connaître les ressources en énergies renouvelables (à la fois en terme physique et en terme de filière de production) disponibles sur le territoire.

Ce diagnostic peut se décliner à l'échelle du quartier dans le cadre d'études amont.

Les études du potentiel de développement des énergies renouvelables lors des opérations d'urbanisme ont été mises en place dans le cadre de la loi Grenelle 2 pour systématiser ce type d'étude lorsque les enjeux le justifiaient⁸.

Illustration : Dossier de Montévrain – EPA Val de Marne

« EPAMARNE lance actuellement une étude d'évaluation du potentiel en énergies renouvelables de Marne-la-Vallée. La première phase de travail du prestataire consiste en une typologie de l'existant. Elle se décline ensuite au niveau du quartier pour déterminer un processus de desserte en énergie de ce dernier (moyens, coûts, montages administratif et juridique) pouvant déboucher ensuite sur :

- la réalisation d'un cahier des charges « énergie » à l'attention des preneurs de lot ;
- l'étude de la mise en œuvre d'une énergie renouvelable à grande échelle : type géothermie profonde, éolien ou biomasse ;
- l'étude d'un maillage de réseau de chaleur tenant compte des différentes phases d'aménagement. »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Montévrain

Prendre en compte en amont les objectifs territoriaux

La mobilisation, en amont des acteurs travaillant à l'échelle territoriale et des différents objectifs territoriaux sur le volet énergie-climat est une pratique mise en avant dans certains dossiers de l'appel à projets.

Les plans Climat Énergie Territoriaux⁹ ou les Agenda 21 locaux à l'échelle de l'agglomération ou de la ville peuvent par exemple donner des objectifs sur le volet énergétique pour les opérations d'aménagement ou de réhabilitation. Ces objectifs, partagés au sein d'un document, doivent orienter fortement la stratégie de l'EcoQuartier.

⁸ Voir Annexe A

⁹ Voir <http://www.pcet-ademe.fr/mettre-en-oeuvre-un-pcet>

La dynamique partenariale mise en place pour l'élaboration de politique territoriale doit pouvoir se poursuivre à travers la mise en œuvre opérationnelle de projets concrets. L'enjeu est à la fois le partage de la connaissance, la mobilisation d'expertise du réseau d'acteurs déjà constitué, le financement éventuelles d'actions mais aussi et surtout la cohérence d'une politique de la stratégie à l'action.

Illustration : le Plan Climat de Paris / les objectifs concrets pour les opérations d'aménagement

Le plan Climat de Paris décline de manière relativement précise les différents objectifs à mettre en avant dans le cadre des opérations d'aménagement parisiennes. Le dossier Clichy Batignole nous rappelle les différents principes du Plan Climat de Paris dans son dossier de présentation EcoQuartier.

Citons quelques extraits du Plan Climat de Paris qui permettent de bien comprendre que les principes peuvent se décliner très concrètement en terme d'objectifs et de modalités d'évaluation pour une opération d'aménagement.

« Les principes de l'aménagement « facteur 4 »

La Ville de Paris appliquera pour toutes ses opérations les objectifs généraux du Plan Climat et vise d'ores et déjà la neutralité carbone pour ses grandes opérations d'aménagement. »

(...)

Des programmes d'urbanisme au moins à neutralité carbone

La Ville s'engage à tout entreprendre pour atteindre la neutralité carbone dans les ZAC futures, en associant aux techniques les plus poussées en matière d'isolation et de récupération de chaleurs des dispositifs de production d'énergies renouvelables.

Les projets de délibération relatifs aux opérations municipales d'aménagement comporteront une annexe technique exposant les dispositions prises pour limiter efficacement les émissions de gaz à effet de serre sur le territoire aménagé, dans l'objectif d'un bilan carbone neutre.

(...)

Les zones d'aménagement devront s'engager dans des démarches de qualité environnementale de l'urbanisme et de développement durable. En amont, des études d'évaluation de l'impact environnemental devront obligatoirement présenter des scénarii alternatifs afin de retenir les orientations les plus adaptées. Par rapport à ces objectifs, la Ville de Paris utilisera les critères : efficacité énergétique, réduction de l'impact carbone, développement des énergies renouvelables, recherche d'une densité de construction alliée à une grande qualité architecturale.

(...)

Les orientations retenues seront transcrites dans les documents d'urbanisme, en particulier dans le cahier des charges de cession de terrain.

Les préconisations seront évaluées pendant toute la durée de la mise en œuvre. Elles pourront faire l'objet d'une charte « facteur 4 ». Une fois la zone aménagée, tous les 5 ans, des bilans énergétiques et des bilans carbone® devront être fournis à la Ville par les concessionnaires, les bailleurs et les SEM gestionnaires.

(...)

Des outils pour intégrer le développement durable dans les projets d'aménagement urbain

La Ville de Paris a (...) créé un guide de l'aménagement durable qui s'adresse en priorité aux agents municipaux gérant les opérations d'aménagement et (...) plus largement tous les intervenants de l'aménagement (autres services, aménageurs, bailleurs sociaux...).

(...) A chaque étape, de la prise de décision au bilan en passant par la construction, l'intervenant est accompagné de façon à agir « durablement » à travers une démarche globale et transversale. Concrètement, le guide se présente sous la forme d'un fascicule didactique. Un « tableau de bord » récapitule tous les aspects de la démarche à l'aide d'exemples, d'indicateurs pour faciliter l'évaluation des réalisations. »

Source: Plan Climat de Paris

2.2 - Confronter les éléments de diagnostic à la programmation et à la conception

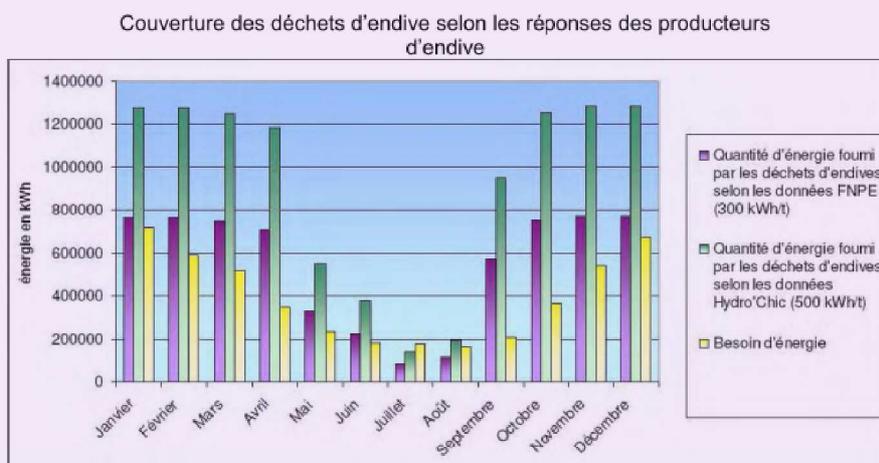
Réaliser des études de faisabilité

Le développement plus spécifique d'un réseau de chaleur ou d'une installation de production énergétique (chaufferie bois, géothermie ou centrale photovoltaïque) nécessite une étude de faisabilité à la fois technique et économique. Les études de faisabilité permettent de vérifier si le projet est techniquement et économiquement réalisable. Elle permet une prise de décision sur la poursuite ou l'arrêt du projet mais aussi la sollicitation éventuelle de subvention et partenaires. Le contenu de l'étude va dépendre des systèmes considérés. Toutefois, on y retrouve généralement :

- Des analyses du site
 - Atouts, enjeux et contraintes du site selon le type d'installation
 - Localisations possibles des systèmes en fonction des enjeux du site et des contraintes d'approvisionnement et de distribution
- Une étude de la ressource disponible (relevé des masques solaires, disponibilité de la biomasse pour une chaufferie, mesure du potentiel éolien - pose d'un mat de mesure, modélisation de la production possible dans le temps, etc.)
- Une analyse des besoins (détaillée dans le temps)
- La détermination des puissances et choix des équipements
- Un schéma de principes des installations
- Une analyses des coûts (équipements, travaux nécessaires)
- Une étude des financements possibles et une analyse économique

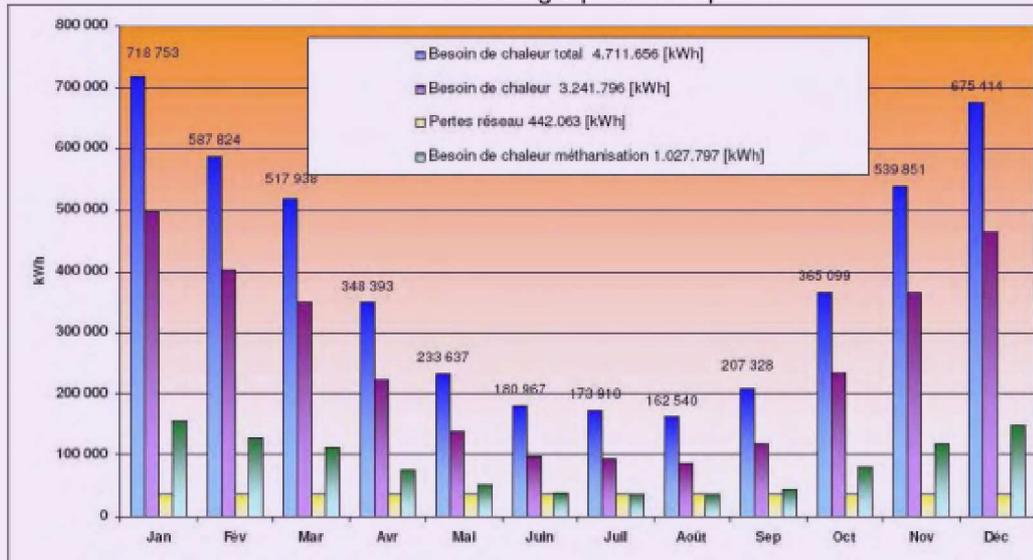
Illustration : Croisilles-Badeulet

Le dossier de Croisilles-Badeulet présente ces réflexions sur l'opportunité d'un méthaniseur à déchets d'endives. « *La méthanisation de déchets d'endive (pieds) est une solution énergétique innovante, actuellement en étude pour ce projet d'EcoQuartier. (...)* ».

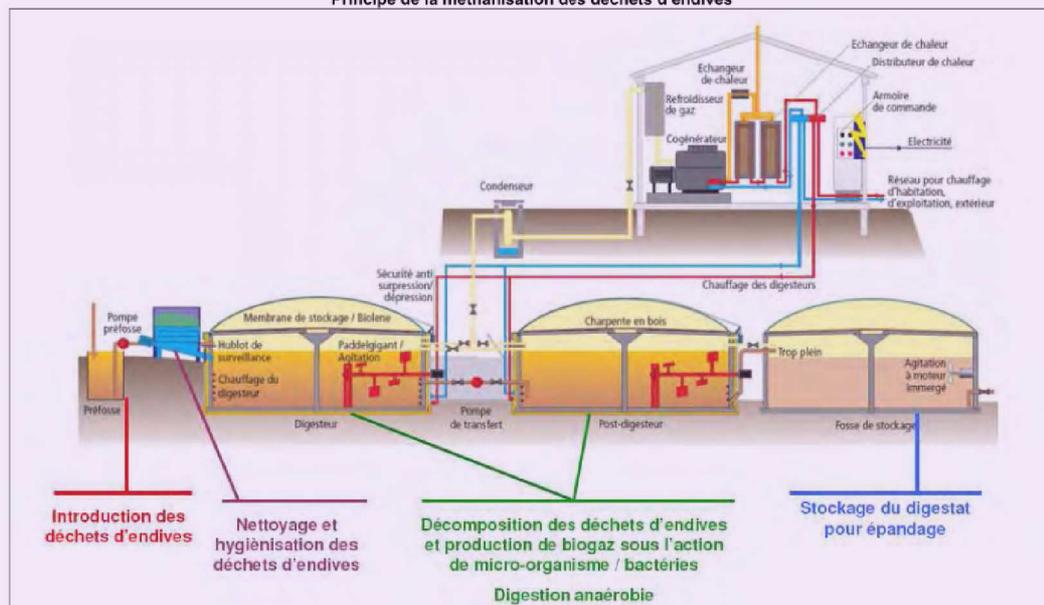


Source : base documentaire ID Consult

Besoin mensuel d'énergie pour l'écoquartier



Principe de la méthanisation des déchets d'endives



Source des illustrations : Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Croisilles-Badeulet

Illustration : Lyon Confluence

Pour Lyon Confluence, réseau de chaleur et chaufferie bois ont été également étudiés, prévus, mais reportés dans le temps.

« Dans le cadre d'un groupe de travail spécifique réunissant l'ensemble des acteurs de la démarche, une étude énergétique a été réalisée à l'échelle du quartier Lyon Confluence, celle-ci permet de fixer des objectifs en matière d'utilisation des énergies renouvelables, de consommations énergétiques pour les immeubles de logements et de bureaux, d'émissions de gaz à effet de serre et de déchets nucléaires. Avant que le réseau de chaleur ne soit disponible sur le quartier de Lyon Confluence, le choix a été fait de produire l'énergie à l'échelle de l'îlot. Les espaces sont toutefois prévus au niveau des réseaux publics pour intégrer le réseau de chaleur lorsqu'il sera présent et que sa production sera compatible avec les objectifs de réduction de gaz à effet de serre. »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Lyon Confluence

Mobiliser les partenaires concernés sur une source (acteur du bois, industriels, artisans)

Les professionnels, à la fois producteurs et distributeurs pourront être mobilisés le plus en amont possible en lien avec les acteurs ayant en charge la compétence énergie.

Pour la biomasse : Le rapport du Comité Opérationnel 10 du Grenelle de l'Environnement intitulé « plan de développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale » estimait que « *le développement de la filière énergétique à base de biomasse forestière aura nécessairement un impact majeur sur la mobilisation de la ressource bois (œuvre, industrie, énergie) (...)* ». Le lien entre l'amont et l'aval doit donc être initié relativement tôt afin de mieux connaître la ressource disponible et les filières existantes. La sollicitation d'acteurs intermédiaires comme les chambres d'agriculture, les DDT ou l'ADEME peut permettre de faire le lien entre l'amont et l'aval.

Le rapport¹⁰ confié à Jean PUECH intitulé *Mise en valeur de la forêt française et développement de la filière bois* insiste également sur le fait que « *La forêt, l'exploitation du bois d'œuvre et du bois énergie, et leur utilisation industrielle sont l'un des meilleurs moyens d'effectuer une relance au profit des communes rurales comme des villes moyennes, et des réseaux de chaleur (bois énergie), de promouvoir le bois dans la construction, et simultanément, de réduire le déficit du commerce extérieur.* »

Pour les réseaux de chaleur : cette sollicitation des acteurs locaux (ici service référent, ALE ou délégataire) se fera prioritairement dans le cadre des études de potentiel de développement des énergies renouvelables mentionnées plus haut.

Illustration : Grenoble - ZAC de Bonne

« L'énergie qui sera consommée dans le quartier provient de sources diverses, la plupart locales. Les sources d'énergies renouvelables (solaire, géothermie) seront utilisées aux côtés de l'énergie produite par le réseau de chaleur urbain (biomasse, incinération de déchets) et les mini-cogénérations. L'énergie qui sera consommée dans le quartier sera produite localement, afin de tendre vers une "autosuffisance énergétique". Dans ce quartier, différents producteurs d'énergie se côtoient : les deux SEM locales productrices et distributrices d'énergie (GEG et CCIAG) et les bailleurs et promoteurs qui produiront de l'eau chaude sanitaire et de l'électricité grâce à l'énergie solaire. Les échanges entre ces partenaires d'origine diverses sont intéressants car tous tendent vers un même objectif. »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Grenoble: ZAC de Bonne

Illustration : Bordeaux – Ginko / Berges du Lac

« La ZAC de la Berge du Lac est alimentée en énergie grâce à l'utilisation préférentielle et généralisée d'énergies renouvelables, sous la forme : de la biomasse bois comme énergie principale pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire, de panneaux photovoltaïques pour la production d'énergie et de capteurs solaires pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire en relais du réseau de chaleur. La chaufferie bio-masse est alimentée en partie (60% de plaquettes forestières) par des déchets de coupe issus des forêts d'Aquitaine (contrat-cadre passé avec la CAFSA), favorisant d'une part l'entretien de la forêt landaise et limitant d'autre part la circulation des camions à une distance inférieure à 100 kilomètres. »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Bordeaux, Ginko- Berges du Lac

¹⁰ <http://agriculture.gouv.fr/mise-en-valeur-de-la-foret>

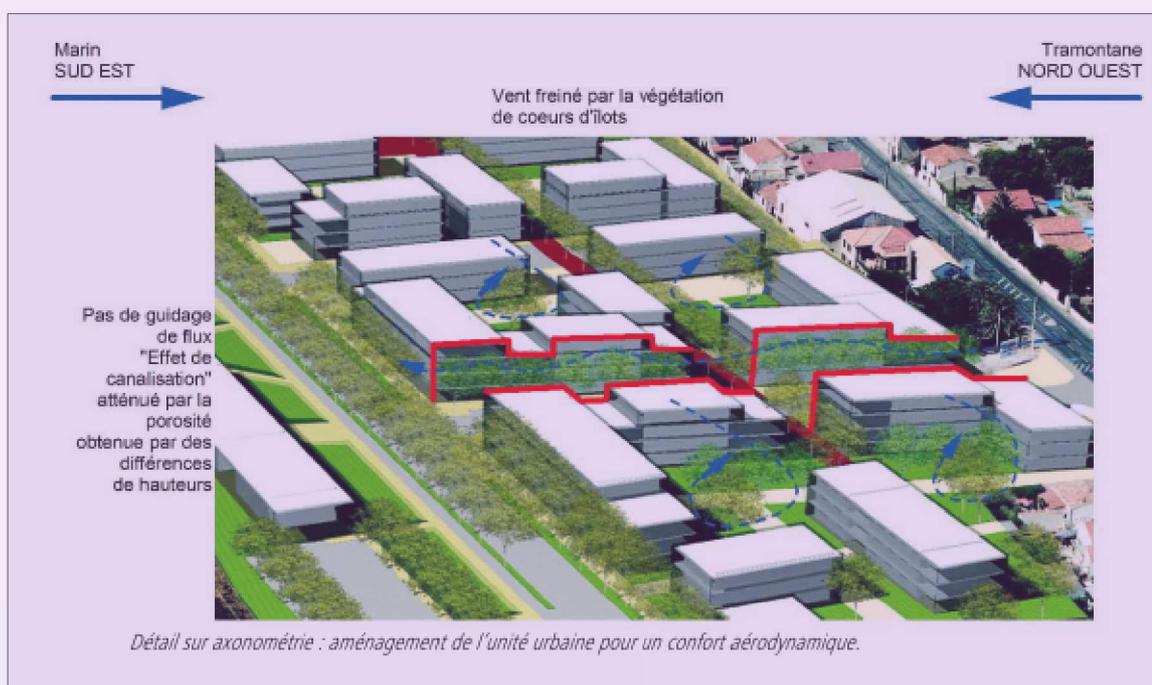
Confronter la composition urbaine aux principes bioclimatiques¹¹

La composition urbaine peut être considérée « *comme une tentative technique d'assumer les pluralités, les complexités, les contradictions découlant directement du programme.* » disait Pierre PINON¹².

Le climat local a été une composante à part entière de l'histoire des formes urbaines et de l'architecture vernaculaire. Il était un des piliers de cette « complexité » pour peu à peu – sauf contrainte technique majeure - s'effacer au profit d'autres principes ou contingences.

Ensoleillement, vent dominant, pluviométrie, température reviennent sur le devant de la scène pour (re)jouer un rôle dans la composition. La connaissance empirique locale fait place à des études plus poussées dont l'objet est de mieux comprendre et anticiper les liens ténus existants entre la forme urbaine et le climat.

Illustration : Frontignan – ZAC des Peilles



Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Frontignan, ZAC des Peilles

11 Voir Annexe A

12 PINON Pierre, Composition Urbaine, 1994, Les Éditions Villes et Territoires, Service Technique de l'urbanisme, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme

Illustration : Frontignan – ZAC des Peilles

Une série d'études a été menée par le bureau d'étude TRIBU (membre du groupement de maîtrise d'œuvre urbaine):

(...) les formes urbaines sur la ZAC ont été optimisées par une série de simulations des conditions climatiques du site à savoir son ensoleillement et les vents dominants auxquels il est exposé :

- Des simulations d'héliodons¹³ ont été effectuées sur tout le plan de masse, afin d'évaluer les apports solaires dans les cours et sur les façades (...) durant trois saisons (Décembre, Mars, Juin) sur tout l'aménagement proposé.
- Une étude aérodynamique sur l'environnement immédiat du site : un calcul des vitesses d'air au niveau des sites urbanisés environnants a été fait, ainsi qu'une étude d'adaptation de la forme géométrique résultante d'étude solaire par rapport aux vents forts. La morphologie générale du plan de masse a été étudiée de manière à avoir moins de turbulences possibles dans les cours d'îlots, sur les façades et au niveau des espaces extérieurs.
- Une étude spécifique sur l'effet d'îlot de chaleur urbain (...) à l'aide du logiciel SOLENE (développé au laboratoire CERMA, EA NANTES).
- (...) l'effet de la nature des matériaux en revêtement de sols a fait l'objet de plusieurs simulations numériques une journée type d'été. Des différences de températures des sols ont été observées sur le sol en asphalté dans la journée entre 12h et 16h, ces écarts atteignent 15 °C entre 10h et 14h. Dans les mêmes conditions climatiques, l'écart est réduit à 3 °C (10h-14h) dans le cas d'un sol en prairie.
- L'effet de la morphologie des espaces est également étudié, les simples et doubles dièdres (effets thermiques résultant des multi réflexions solaires et thermiques sur des parois verticales et horizontales) sont amplifiés dans le cas de sol minéralisé.
- Les températures de façades des bâtiments de l'îlot test ont été calculées pour analyser l'effet des orientations de façades sur le comportement thermique des parois. Ainsi, une paroi orientée SO présentent des températures de surface plus élevées (30.5-30.8°C) qu'une paroi orientée Nord (22.3°C), l'écart est égal à 8 °C.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Frontignan, ZAC des Peilles

¹³ Simulation cartographiée des ombres portés par les bâtiments du fait de la trajectoire apparente du soleil

2.3 - Se fixer des objectifs

Objectifs généraux

Les dossiers de l'appel à projets expriment pour la plupart une ambition générale sur le volet énergétique. Cette ambition est généralement le fruit d'une réflexion préalable plus globale et parfois traduite concrètement en termes d'objectifs dans une charte ou un document politique de cadrage.

Ces objectifs peuvent concerner sur le volet énergétique:

- Les bâtiments en terme de sobriété énergétique
- L'éclairage public en terme de sobriété énergétique
- Les moyens de production éventuelle d'énergie à l'échelle du quartier
- Les matériaux (énergie grise)
- L'évaluation et le suivi
- L'ingénierie à mettre en place

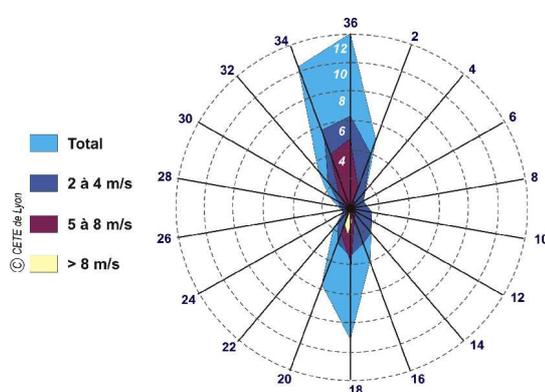
Déclinaison des objectifs bâtiments en phase opérationnelle

Les objectifs énergétiques en lien avec le bâtiment sont les plus courants dans l'ensemble des dossiers de l'appel à projets. L'aménageur peut décliner certains objectifs plus précisément au sein de cahiers de prescriptions environnementales. Ces cahiers peuvent avoir un rôle en amont lors de la sélection des opérateurs mis en concurrence par exemple ou un rôle en aval, pour fixer les obligations des opérateurs.

Les objectifs sont déclinés en sous objectifs et parfois la mise en œuvre d'un moyen particulier est prescrite. Des indicateurs de résultat peuvent également être exigés sur certains sous objectifs mesurables. Ci-dessous, après analyse de différents cahiers de prescriptions, quelques grands incontournables en aucun cas exhaustifs mais qui permettent une illustration sur le volet « énergie et bâtiment » :

- Orientation, implantation

Des éléments de préconisation liés au site d'implantation des bâtiments peuvent être définis après diagnostic du climat local, des conditions d'ensoleillement, des vents dominants.



Rose des vents

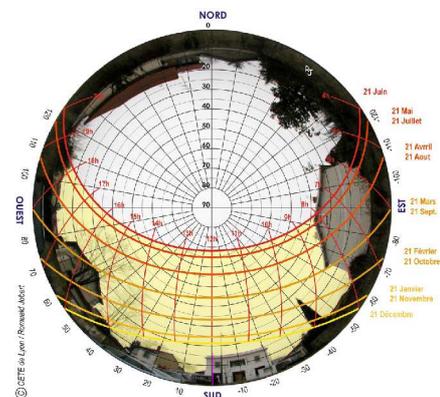
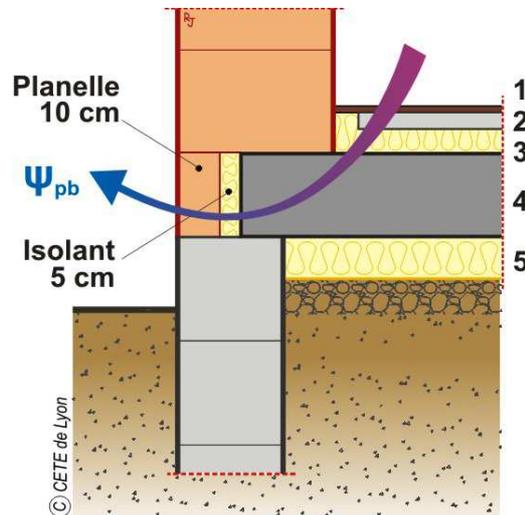


Diagramme solaire

- Enveloppe

L'enveloppe générale peut faire l'objet d'un objectif minimal à travers le Ubat qui regroupe les pertes surfaciques, linéaires et ponctuelles (pont thermique).

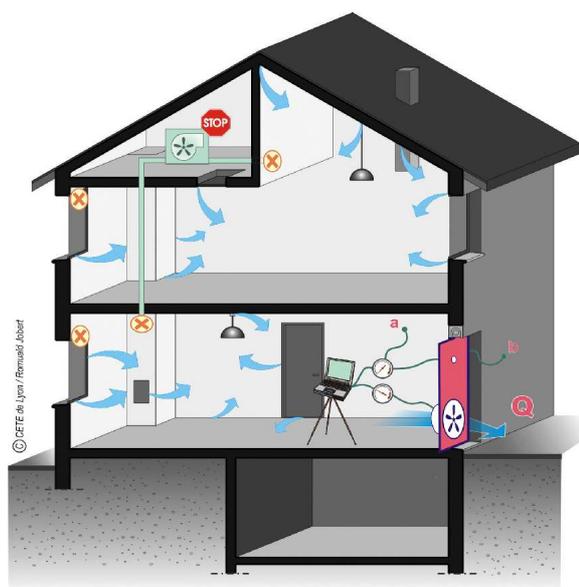
Chaque élément pourra faire l'objet d'une prescription à travers les Uparois, les Uw (menuiserie) ou la limitation des ponts thermiques.



Traitement des ponts thermiques

Dans certains cas, des objectifs de moyens pourront être utilisés. Isolation par l'extérieur, triple vitrage par exemple. D'un côté cela peut permettre de mieux structurer les contacts avec les entreprises et les fournisseurs, d'un autre cela peut nuire à la diversité des projets.

L'étanchéité à l'air pourra être mesurée en cours de chantier et à réception. Un niveau de résultat aux tests peut être exigé.



Mesurer la perméabilité à l'air

La RT2012 fait apparaître le Bbio qui est un indicateur plus complet pour juger de la performance du bâtiment hors système de production et distribution d'énergie. Toutefois, il est physiquement moins appréhendable directement et pourra être plus complexe à estimer lors des premières phases (alors que des modèles de calculs simplifiés de Ubat en esquisse ou APS permettent de ne pas recourir systématiquement à une modélisation chronophage).

- Système et EnR

Des systèmes de chauffages spécifiques, de ventilation (double flux par exemple) peuvent être prescrits en cohérence avec les études préalables.

Un taux de couverture par les énergies renouvelables peut être exigé sur la totalité des usages ou sur certains usages. L'eau chaude sanitaire fait souvent l'objet de prescriptions particulières.

- Les performances générales

Le coefficient Cep est une consommation conventionnelle en énergie primaire définie par la Réglementation Thermique¹⁴ liée aux usages suivants :

- chauffage
- eau chaude sanitaire
- ventilation
- climatisation
- éclairage
- auxiliaire de chauffage

Ce calcul des consommations est basé sur un modèle qui inclut un scénario conventionnel d'occupation selon le type de bâtiment et d'usage.

Les usages liés à l'électroménager, la bureautique, la cuisson ne sont pas comptabilisés.

Les objectifs de performance peuvent être basés sur le Cep. Souvent un niveau de performance plus exigeant lié à un label sera utilisé.

Des objectifs provenant de références étrangères (Passivhaus, Minergie, Minergie P) reviennent souvent. Dans ces cas il faut faire attention à ne pas comparer trop vite les niveaux de performance. Si les niveaux de performances sont souvent exprimés en kWh/m²/an, il convient de préciser le fait que les usages et surfaces pris en compte ainsi que le type d'énergie considérée (primaire ou finale) doivent également être comparés.

Les objectifs peuvent également être basés sur une classe DPE (A, B, C...). La méthode de calcul pour produire le DPE peut utiliser la synthèse de l'étude thermique réglementaire (RT). Les usages pris en compte sont sensiblement les mêmes. Toutefois, les surfaces de références sont différentes (surface habitable pour DPE et SHON pour RT). La surface habitable étant généralement plus importante que la SHON, l'objectif est donc généralement plus complexe à atteindre. Toutefois, pour le neuf, la délimitation des niveaux des classes devient obsolète progressivement étant donné le niveau exigé en classe A (qui correspond à une consommation inférieure à 50kWh/m²/an).

14 Voir la fiche sur les études réglementaires sur le volet énergétique

- Refroidissement

Les objectifs quant au refroidissement peuvent être plus ou moins ambitieux.

Les préconisations peuvent varier d'une absence de système actif de refroidissement (y compris dans les bureaux) à la mise en place de dispositif spécifique : système de rafraîchissement alternatifs (puits canadien) protection solaire, ventilation voire sur-ventilation nocturne etc..

Une réflexion fine de la part des bureaux d'étude thermique et du concepteur sur le confort d'été est nécessaire dans tous les cas. L'inertie du bâtiment est également un facteur à prendre en compte.

- Eclairage

Des prescriptions liées à l'éclairage naturel dans les pièces de vie peuvent être proposées. Des facteurs de lumière du jour¹⁵ (FLJ) minimaux pourront être imposés en fonction des pièces.

Par ailleurs, des équipements liés à l'éclairage pourront être soit préconisés soit interdits.

Exemples

- *Séjour, Plan de travail de la cuisine, chambre : FLJ > 2% sur 50% de la surface*
- *Sources halogènes et incandescentes proscrites dans les pièces à occupation prolongée (livrer des plafonniers avec ampoules basse consommation).*
- *Privilégier les luminaires basse consommation, à bon rendement et à longue durée de vie (>8000h) pour les espaces intérieurs.*
- *Allumage/extinction des éclairages par détection pour seuils et accès.*
- *Puissance installée dans les séjours et cuisine ≤ 10 W/m².*
- *Favoriser les lampes basse consommation ou les LED si adaptées pour éclairage des espaces intérieurs et signalétiques extérieurs.*
- *Choisir des appareils robustes pour les parties communes et espaces extérieurs (IK > 10).*
- *Facteur de réflexion minimum des parois dans les parties communes : 50% (murs) et 65% (plafonds)*
- *Parties communes éclairées naturellement et équipées de détection de présence asservies à une sonde crépusculaire*
- *Parties communes aveugles équipées de détection de présence*
- *Parkings équipés de luminaires haut rendement avec ballast électronique*

Source: exemples de prescriptions tirés de deux cahiers de prescriptions sur des îlots des projets de Douai – Le Raquet et de Lyon-Confluence

- Énergie grise

Il existe peu de recommandation sur cet aspect hormis parfois la demande des FDES¹⁶ matériaux (cf fiche sur énergie grise).

- Autres

Actuellement, on ne trouve pas au sein des cahiers de prescriptions analysés d'objectifs concrets liés à la consommation d'électricité spécifique.

¹⁵ Il s'agit du rapport en % entre l'éclairage intérieur sur le plan de travail ou le sol et l'éclairage extérieur sur un plan horizontal
¹⁶ Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

Un lien peut être effectué avec un niveau de certification voire l'obtention d'une certification exigée par l'aménageur.

Illustration : Blagnac et Beauzelle - ZAC Andromède

« Le Cahier de Prescriptions Architecturales, Environnementales et Paysagères décline les exigences de qualité environnementale des constructions, dont trois sont prioritaires :

- insertion dans l'environnement,
- gestion de l'énergie
- gestion de l'eau.

En outre, tous les logements doivent obtenir la certification Habitat et Environnement profil A; les bâtiments tertiaires et les équipements publics quant à eux suivent une démarche HQE (Haute Qualité Environnementale). »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – ZAC Andromède

Déclinaison des objectifs hors bâtiment¹⁷

Si la collectivité est directement maître d'ouvrage, elle pourra mettre en œuvre ces objectifs directement. En effet, dans le cadre de son rôle de maître d'ouvrage elle pourra lancer les études nécessaires ou imposer au maître d'œuvre des espaces publics et aux entreprises de prendre en compte des critères spécifiques (voir plus loin).

Dans le cas d'une concession d'aménagement, certains objectifs pourront être inclus dans la concession d'aménagement.

- Éclairage public

Les dossiers EcoQuartier abordent principalement la dimension de l'éclairage public. Celui-ci est à la fois conçu et géré de manière à promouvoir la qualité de l'espace public tout en limitant les consommations d'énergie. Le projet de Clichy Batignolles est relativement exemplaire sur l'ensemble des préconisations possibles :

Illustration : Paris - ZAC Clichy Batignolles

« Le projet d'éclairage est l'objet de propositions ambitieuses visant à réduire significativement les consommations électriques, tout en offrant des ambiances lumineuses variées selon les usages, et toujours de grandes qualités.(...):

- **Niveaux d'éclairement recherchés :**

Les niveaux d'éclairement sont basés sur un classement en zone 30 des voies selon les normes européennes

- **Utilisation de LED pour l'éclairage d'ambiance :**

L'éclairage d'ambiance du parc est assuré par des Diodes Electroluminescentes. (Efficacité lumineuse supérieure à 100 lm/W, 120 lm/W prévus en 2010, IRC supérieur à 80, durée de vie de 50.000 heures)

¹⁷Les pratiques liées à la prise en compte de la mobilité ne sont pas évaluées dans le cadre du présent document étant donné que cette thématique faisait l'objet d'une partie spécifique dans la grille d'analyse EcoQuartier et d'une étude de capitalisation indépendante

- **Usages et temporalités**

Dans le Parc Clichy Batignolles des extinctions différenciées des éclairages des circulations sont d'ores et déjà en service et seront étendus à l'ensemble des espaces publics de la ZAC. Par ailleurs, l'éclairage de certains espaces piétons ou voies isolées sera gradué à l'aide de détecteurs de présence (boucle magnétique intégrée aux chaussées pour les voitures, radar ou détecteur de mouvement pour les piétons). Un éclairage a minima (une gradation de 10 par exemple) serait conservé pour assurer une présence visuelle rassurante (y compris depuis les immeubles riverains).

- **Énergies vertes**

L'ensemble des éclairages de la ZAC sera alimenté en totalité et en autonomie à partir d'une production d'énergie renouvelable solaire ou éolienne, injectée dans le réseau électrique puis redistribuée par le fournisseur d'alimentation à la nuit tombée. Ainsi la toiture du bâtiment de la Forge sera couverte par 135 m² de panneaux photovoltaïques produisant annuellement 15 000 kWh (puissance estimée à 18kWc), ce qui correspond aux besoins pour l'éclairage du Parc dont la puissance totale installée se limite à 8,71 kW. Ponctuellement, et comme c'est déjà le cas dans le parc Clichy Batignolles pour le balisage de la petite ceinture ferroviaire, des mâts lumineux à capteur photovoltaïque et alimentation autonome seront utilisés dans certains espaces verts.

- **Des matériaux de sols clairs**

Le choix et l'utilisation de matériaux de sol clairs notamment pour les chaussées (et non l'habituel enrobé noir) comme pour les espaces piétonniers permettra de conserver une bonne luminance (perception visuelle des surfaces éclairées) et donc de créer des ambiances lumineuses agréables et rassurantes pour les usagers même avec les faibles niveaux d'éclairage préconisés.

- **Maîtrise de la pollution lumineuse**

Tous les éclairages proposés sont de type direct et donc dirigés et cadrés sur les surfaces de sol à éclairer. Tous les appareils d'éclairage seront choisis avec le meilleur contrôle possible de la pollution lumineuse et conçus dans un respect et un souci de non perturbation des espèces animales et végétales présentes sur le site. »

Source : Concepto (groupement Grether/Osty/OGi) »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – ZAC Clichy Batignolles

- **Réseaux de chaleur ou de froid**

Concernant les réseaux de chaleur, il s'agit soit de se raccorder à l'existant (en faisant éventuellement évoluer les types de combustible vers plus d'énergie renouvelable), soit de créer un réseau neuf. La plupart des projets présentant des raccordements à un réseau de chaleur et participant à l'appel à projets 2009 ont lieu en région parisienne. Quelques exemples de création de petits réseaux de chaleur à l'échelle d'un quartier sont à noter.

Illustration Bordeaux -Ginko - Berges du Lac

« Le montage technique et économique est innovant puisqu'il s'agit du premier réseau privé en France à l'échelle d'un quartier de 2150 logements et de nombreux équipements publics. Suite à un appel d'offres sous forme de dialogue compétitif monté par Bouygues Immobilier, le réseau est construit, financé, exploité par Cofely (filiale de Suez/GDF) qui assurera ces missions pour le compte d'une AFUL regroupant l'ensemble des propriétaires du quartier, dont Bouygues Immobilier. »

Source : Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Bordeaux – Ginko - Berges du Lac

Illustration Fontaine, Quartier Bastille

« Sur la question du mode de chauffage: il a très vite été envisagé de réaliser une chaufferie bois afin de maîtriser les charges énergétiques des habitants, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'exploiter les ressources locales (emploi et bois). L'analyse d'opportunité réalisée par l'Agence Locale de l'Energie (ALE) puis complétée par le bureau d'étude GIRUS a conclu à l'intérêt de cette solution après comparaison des principaux modes de chauffage du marché. maîtrise du couple (loyers + charges), la réduction de l'émission de gaz à effet de serre, la valorisation des déchets verts et de ressources de la Ville (bois des Vouillands), la possibilité d'extension d'usage de ce réseau bois vers d'autres opérations de construction. »

Source : Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Fontaine, quartier Bastille

Concernant les réseaux de froid, et dans un contexte de promotion des énergies marines, on peut noter l'hypothèse d'un réseau de froid renouvelable et innovant en projet à La Réunion:

Illustration Sainte Marie de la Réunion – Quartier de la Réserve

« [La] récupération de froid en profondeur de l'océan indien par le procédé de SWAC¹⁸ est à l'étude. Cette étude se conçoit à une échelle supérieure à celle du projet. Le SWAC actuellement développé avec EDF énergie nouvelle ou Suez conduirait à disposer d'une source de froid à partager avec par exemple l'aéroport proche ainsi qu'avec le site voisin de la Réserve en projet d'aménagement. »

Source : Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Sainte Marie – EcoQuartier de la Réserve

- Équipements techniques intégrés aux aménagements urbains

Peu de dossiers intègrent une réflexion sur des équipements de production d'énergie renouvelable intégrés aux aménagements. Les dispositifs d'éclairage peuvent intégrer des systèmes éolien ou solaire. Peu d'innovations¹⁹ sont à noter sur cet aspect.

- Énergie grise et aménagement

De manière générale, ce point n'est pas abordé dans les dossiers à quelques exceptions près. Deux dossiers mentionnent des liants végétaux se substituant au bitume. Notons que dans les espaces publics, la maîtrise des mouvements de terre et la moindre imperméabilisation des espaces participent à la diminution de l'énergie grise des aménagements.

18 SWAC: Sea Water Air Conditioning

19 Exemple d'innovation hors projet EcoQuartier:

[http://www.toulouse.fr/cadre-](http://www.toulouse.fr/cadre-vie/actualite/-/asset_publisher/U3jR/content/3601829;jsessionid=81C612D5BCB0EEEDADE289997FFBECB7?redirect=%2Fcadre-vie/%2Factualite)

[vie/actualite/-/asset_publisher/U3jR/content/3601829;jsessionid=81C612D5BCB0EEEDADE289997FFBECB7?redirect=%2Fcadre-vie/%2Factualite](http://www.toulouse.fr/cadre-vie/actualite/-/asset_publisher/U3jR/content/3601829;jsessionid=81C612D5BCB0EEEDADE289997FFBECB7?redirect=%2Fcadre-vie/%2Factualite)

2.4 - L'évaluation

Du point de vue de la sobriété énergétique et des énergies renouvelables, on distingue plusieurs types d'évaluation qui sont liés mais dont l'objet est différent :

- l'évaluation des opérations
- l'évaluation de la consommation énergétique du quartier aux différentes échelles déclinées en annexe (voir annexe sur les ordres de grandeurs de consommations énergétiques). Cette évaluation peut être effectuée en amont afin de choisir un scénario d'aménagement ou en aval dans un objectif de connaissance et de gestion

L'évaluation des opérations

En phase conception

Les modalités d'évaluation des opérations sont de divers ordres selon les phases du projet. L'aménageur et/ou la collectivité sont des acteurs « pilotes » et « moteurs de l'évaluation ». Ils sont généralement assistés d'un AMO (compétent en environnement) dans la définition des prescriptions mais aussi dans le déroulement et le pilotage du dispositif d'évaluation (de sa mise en place jusqu'à la réception des travaux).

Le dispositif d'évaluation est souvent cadré par un système de management environnemental précisant d'une part un référentiel lié aux cahiers de prescriptions et d'autre part les justificatifs à rendre pour chaque thématique à chaque phase. Un avis pourra être effectivement rendu à chaque phase. Ce dispositif est relativement courant dans les dossiers présentés en phase opérationnelle.

Illustration : Paris - Frequel Fontarabie

La SIEMP a désigné le bureau d'étude TERRE-ECO en qualité d'AMO Développement Durable. Il a établi le cahier des charges Développement Durable qui s'est imposé aux maîtres d'œuvre en complément du cahier des prescriptions urbaines et des fiches de lots réalisées par l'architecte coordonnateur Eva Samuel. TERRE-ECO assure également la gouvernance HQE des projets et anime un atelier transversal regroupant tous les maîtres d'œuvre des différentes opérations (laboratoire d'idées, échanges, capitalisation).

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Paris - Frequel Fontarabie

Illustration : Issy-les-Moulineaux - ZAC des Bords de Seine

Sur la base des Cahiers de Prescriptions Environnementales adressés aux promoteurs dans le cadre de la consultation, le bureau d'étude TRIBU sera chargé d'analyser les productions des équipes retenues (une par îlot), à différentes phases du projet :

- AVP et PRO,
- DCE et vérification du dossier marché,

Dans son analyse, seront mis en évidence les objectifs atteints et les mesures correctives à mettre en place le cas échéant.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Issy-les-Moulineaux - ZAC des Bords de Seine

Au sein de certains projets candidats, le maître d'ouvrage impose ou propose une certification aux promoteurs. La certification permet à l'aménageur d'assurer un moyen de contrôle cadré au-delà de la phase du permis de construire. Il est un indicateur pour le maître d'ouvrage du respect des engagements de l'opérateur.

Par exemple, sur la ZAC Andromède (Blagnac et Beauzelle), l'aménageur a signé une convention avec CERQUAL (organisme certificateur) : l'aménageur exige que les opérations de logements soient toutes certifiées « Habitat & Environnement » (certification portée par CERQUAL). Le référentiel de certification est repris dans les cahiers des prescriptions architecturales urbaines et environnementales.

En phase chantier, après réception, monitoring

En phase chantier et à la livraison, certains dossiers proposent un dispositifs d'évaluation. En phase chantier et à la réception la mise en place de test d'étanchéité à l'air est la mesure la plus évoquée (sans doute liée au processus de certification BBC).

Illustration : Lyon Confluence

Tout long du processus de réalisation de ces îlots, l'équipe d'ingénierie associée à la SPLA (4 bureaux d'études) s'est attachée à vérifier le respect de ces engagements :

- *Au stade du PC et de la notice HQE niveau APD*
- *Visa systématique des DCE des opérateurs privés pour s'assurer des choix et des prescriptions réalisées dans les appels d'offres*
- *En phase chantier (période actuelle) avec des visites régulières aux phases critiques de réalisations (pose des rupteurs thermiques, isolants, menuiserie et test d'étanchéité à l'air...)*

Ces actions seront complétées par une phase de monitoring et de suivi d'une trentaine de logements choisies avec les promoteurs. L'objectif est de suivre la réalité des consommations dans les 2 ans qui suivront la livraison des premiers programmes (septembre 2009) et s'assurer ainsi de la pertinence des cibles imposées dans le cahier des charges.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Lyon Confluence

Au delà du monitoring, quelques dossiers mentionnent l'évaluation d'opérations occupées sans détailler exactement les modalités opérationnelles de ces évaluations.

L'évaluation globale

Peu de projets semblent avoir mis en place un dispositif d'évaluation des consommations énergétiques globales du quartier. Si on retrouve ici et là des objectifs d'autonomie énergétique ou de quartier à faible empreinte écologique ou à bilan carbone neutre, les descriptions de méthode pour un bilan globale ne sont pas répandues.

Le dossier de Bordeaux Ginko / Berge du Lac évoque rapidement un bilan carbone en collaboration avec Carbone 4 selon une « méthodologie innovante ».

Notons que les objectifs d'autonomie n'ont de sens que par rapport à un périmètre d'évaluation précis. Il s'agit de bien délimiter les consommations prises en compte dans le cadre du bilan consommation énergétique / production énergétique.

2.5 - Systèmes d'incitation et de sanction

Sanctions

La plupart des dossiers opérationnels relie les cahiers de prescriptions aux cahiers des charges de cessions de terrains. Les CCCT ayant avant tout une portée contractuelle, le non-respect des obligations qui y sont mentionnées ne peut se traduire que par des sanctions contractuelles, traditionnellement l'allocation de dommages et intérêts fixés par le juge (si rien n'est mentionné).

Quelques dossiers proposent de prévoir en amont le non respect des prescriptions en imposant une clause de séquestre. Ce type de clause, valable lorsque l'aménageur ou la collectivité possède la maîtrise du foncier, permet de bloquer une somme d'argent restituée sous certaines conditions.

Illustration : Paris - Clichy Batignolles

Pour garantir le respect des exigences des CPEDD, l'aménageur met en place un mécanisme de séquestre (somme bloquée lors de la signature de l'acte de vente et restituée uniquement après livraison du programme, lorsque l'opérateur immobilier a apporté la preuve qu'il atteint les niveaux de performance fixés).

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Paris - Clichy Batignolles

Illustration : Issy-les-Moulineaux - ZAC des Bords de Seine

Afin d'assurer le respect des obligations en matière de développement durable et de qualité environnementale, la SEM a souhaité que chaque candidat s'engage à constituer un séquestre représentant 4 % du montant de son offre. Les sommes séquestrées seront conservées par la SEM 92 dans le cas où les certifications définitives ne seraient pas obtenues par le candidat et les exigences fixées dans les Cahiers des Prescriptions Environnementales, notamment sur le plan énergétique, ne seraient pas respectées.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 – Issy les Moulineaux -ZAC Bord de Seine

Incitations

Les incitations à la construction de bâtiments performants du point de vue énergétique sont liées généralement à la constructibilité :

Illustration : Metz - Coteaux de la Seille

« En contrepartie des efforts engagés par les constructeurs pour obtenir la certification et atteindre le label Bâtiment Basse Consommation (BBC), la Ville de Metz leur accordera 10% de SHON gratuite. Pour permettre la réalisation de ces mesures et leur suivi, des cahiers de prescriptions environnementales seront imposés aux constructeurs et annexés aux actes de vente des terrains. Des interventions de contrôle de leur mise en oeuvre seront réalisées. »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Metz -Coteaux de la Seille

Illustration : Chartres - Plateau Nord Ouest

Les obligations constructeurs seront les suivantes:

- Respect d'une consommation inférieure à 50kWh/an/m² pour permis avant 2011
- Respect d'une consommation inférieure à 50kWh/an/m² et un bilan consommation/production d'énergie renouvelable inférieur à 15 kWh/an/m² pour permis après 2011

Ce point étant le plus important, un bonus est accordé:

- Avant fin 2011: les bâtiments respectant un bilan consommation/production d'énergie renouvelable inférieur à 15 kWh /an /m² auront un bonus de SHON de 5%.
- Après fin 2011: les bâtiments respectant un bilan consommation/production d'énergie renouvelable positif auront un bonus de SHON de 5%.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Chartres - Plateau Nord Ouest

2.6 - Sensibilisation- Formation

Un ensemble de mesures permettant de sensibiliser les acteurs de l'EcoQuartier à tous les niveaux (de l'habitant à l'entreprise de construction) doit être mis en place pour que les enjeux soient partagés par chacun et que les pratiques concrètes (comportements quotidiens, conception de projet, mise en oeuvre de matériaux etc..) correspondent aux principes stratégiques décidés.

Les principales mesures de sensibilisation présentées sont :

- Des réunions ou groupes de travail entre aménageur, AMO DD, MOA et MOE
- La sensibilisation voire la formation à des pratiques nouvelles

Illustration : Paris – Frequel Fontarbie

TERRE-ECO assure également la gouvernance HQE des projets et anime un atelier transversal regroupant tous les maîtres d'œuvre des différentes opérations (laboratoire d'idées, échanges, capitalisation).

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Paris – Frequel Fontarbie

Sensibilisation des constructeurs

Illustration : Lohr – Les Châtaigniers

L'architecte concepteur du lotissement et le bureau d'étude thermicien assureront une mission de conseil aux constructeurs pour tous les aspects énergétiques et réglementaires des bâtiments. Ces missions de conseils seront financées par la commune de Lohr et subventionnées par l'ADEME et la Région Alsace. Pour ceci un dossier de demande de subvention sera à constituer préalablement par chaque constructeur. L'architecte concepteur du lotissement est mandaté pour présenter et commenter la notice méthodologique pour la conception de bâtiments « basse consommation » aux constructeurs, ceci afin d'intégrer les considérations énergétiques dès le début et à toutes les phases de conception de leurs projets.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Lohr - Châtaigniers

Sensibilisation des entreprises

Illustration : Grenoble – ZAC de Bonne

L'ALE (association locale de l'énergie) a été missionnée par la Ville afin de concevoir des formations spécifiques pour les entreprises de la ZAC de Bonne, celles-ci n'existant pas par ailleurs. C'est grâce à un partenariat avec les structures régionales du secteur du bâtiment (FFB, CAPEB) et leurs établissements de formation, et grâce à un soutien de l'ADEME, que quelques modules de formation sur des thématiques nouvelles pour le secteur de la construction ont pu être développés. Au total plus de 70 participants ont été formés au cours des cinq modules de formation (à finalité pratique) proposés aux entreprises des chantiers de Bonne : isolation par l'extérieur, étanchéité à l'air du bâtiment, ventilation double flux, systèmes de cogénération et systèmes solaires thermiques.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Grenoble – ZAC de Bonne

- La mise en place d'un accompagnement des habitants (rédaction d'un « guide d'utilisation » du logement ou espace info énergie)

Illustration : Grenoble – ZAC de Bonne

(...) la Ville et la SEM organisent des réunions pour accueillir les nouveaux habitants au fur et à mesure de la livraison des bâtiments de la ZAC. Les principes d'aménagement de leur quartier, le fonctionnement de leur logements sont présentés en même temps qu'une sensibilisation aux comportements économes. Un livret d'accueil leur est remis par la SEM, une fiche spécifique est remise par le promoteur.

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Grenoble – ZAC de Bonne

Illustration : Lyon Confluence

(...) Un livret d'accueil commun est en cours d'élaboration avec l'ensemble des services communications des opérateurs. Ils permettent de présenter d'une part le quartier et ses services pour les nouveaux arrivants et d'autre part « des guide verts HQE » spécifique à chaque programme sur l'utilisation des logements THQE seront réalisés fonction des différentes technologies déployées par les opérateurs (chaudière bois, solaire thermique, photovoltaïque, pompes à chaleurs etc..)

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Lyon Confluence

Illustration: Kingersheim - AMECO

« Un mode d'emploi sera distribué à tous les acquéreurs et utilisateurs pour comprendre les bâtiments qu'ils occupent. La mise en place d'un réseau de collecte des informations sur chaque bâtiment, sa consommation, son entretien, voire ses dysfonctionnements est à mettre en place pour avoir un retour d'analyse à confronter avec les volonté de bases. »

Source: Dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier 2009 - Kingersheim - AMECO

ANNEXES

ANNEXE A: Glossaire

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEU : Approche Environnementale de l'Urbanisme
ALE : Association Locale de l'Énergie
AFU(L) : Association Foncière Urbaine (Libre)
AMO : Assistance à Maîtrise d'Ouvrage
APS : Avant Projet Sommaire (phase)
APD : Avant Projet Détaillé (phase)
AVP : Avant Projet (phase)
ANRU : Agence Nationale de Rénovation Urbaine
BBC : Bâtiment Basse Consommation
Bbio : Besoins bioclimatiques du bâtiment
CAPEB : Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment
Cep : Consommation conventionnelle d'Énergie Primaire
CU : Code de l'Urbanisme
CCH : Code de la Construction et de l'Habitation
DCE : Dossier de Consultation des Entreprises
DPE : Diagnostic de Performance Énergétique
EPA : Établissement Public d'Aménagement
FFB : Fédération Française du Bâtiment
H&E : Habitat et Environnement (certification CERQUAL)
PAC : Pompe à Chaleur
PC : Permis de Construire
PCET : Plan Climat Énergie Territorial
PRO : Projet (phase)
PV : Photovoltaïque
RT : Réglementation Thermique
SEM : Société d'Économie Mixte
SPLA : Société Public Locale d'Aménagement
SH : Surface Habitable
SHON : Surface Hors d'Oeuvre Nette
SHOB : Surface Hors d'Oeuvre Brute
SWAC : Sea Water Air Conditionning
(T)HPE : (Très Haute) Performance Énergétique
VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée
U : Inverse de la résistance thermique d'une paroi. Plus U est petit, moins la paroi conduit la chaleur et plus elle est thermiquement performante
Ubat : Caractérise la performance globale et théorique de l'enveloppe
UIOM : Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères
Up : U d'une paroi opaque
Uw : U d'une fenêtre ou d'une porte

ANNEXE B

Les principes bioclimatiques

Le principe de base du « bioclimatique » est d'adapter la conception des lieux de vie au climat local dans un objectif d'économie (énergie, durabilité des matériaux) et de confort des usagers.

A l'échelle du quartier

Le climat local a été une composante à part entière de l'histoire des formes urbaines et de l'architecture vernaculaire. Il s'est peu à peu – sauf contrainte technique majeure - effacé au profit d'autres principes ou contingences (fonctionnalité, investissement, foncier, etc.).

Ensoleillement, vent dominant, pluviométrie, température reviennent sur le devant de la scène pour (re)jouer un rôle dans la composition urbaine. La connaissance empirique locale fait place à des études plus poussées dont l'objet est de mieux comprendre et anticiper les liens ténus existants entre la forme urbaine et le climat.

Vents dominants

Principes généraux

-Protéger²⁰ les espaces extérieurs stratégiques (notamment des espaces publics d'agrément, des jardins privatifs) des nuisances procurées par les vents dominants.

-Prendre en compte les effets que peut induire la trame urbaine dans l'écoulement des flux d'air (éviter les effets de couloir²¹ ou de tourbillon notamment).

Connaissance

Il est possible de connaître localement les vents dominants par l'intermédiaire des fichiers météo mais aussi en interrogeant les habitants, en étudiant l'architecture vernaculaire.

Ensoleillement

Principes généraux

-Profiter du soleil en hiver

Cette condition vaut dans les climats tempérés. Il s'agit de privilégier une orientation de la trame urbaine qui permet aux espaces extérieurs de profiter du soleil et de définir une orientation des bâtiments qui leur permet de bénéficier des apports solaires (pièces de vie notamment).

Traditionnellement, dans l'hémisphère Nord et du fait de la trajectoire apparente du soleil dans le ciel, cela se traduit par une importance toute particulière accordée à l'orientation sud, qui est la plus ensoleillée en hiver. Il s'agit toutefois de considérer localement les effets de masque proches (bâtiments voisins) et lointains (montagne, colline).

-Se protéger du soleil en été

Dans les climats tempérés (méditerranéens et continentaux principalement), il s'agit de se protéger du soleil en été et de privilégier toute forme de rafraîchissement liées au site. La végétation, les ombres portées des bâtiments, le revêtement du sol peuvent favoriser des ambiances agréables en été.

Connaissance

La trajectoire solaire dépend de la latitude du site. Les effets de masque sont à prendre en compte. Un relevé des masques proches et lointains peut être réalisé à l'aide d'un diagramme solaire (sphérique ou cylindrique).

Pluviométrie

Principes généraux

20 Dans le cas où un climat serait chaud et très peu venteux, il pourrait également s'agir de profiter des vents dans une logique de rafraîchissement.

21 Effet venturi dû à un brusque rétrécissement de section qui entraîne des perturbations de l'écoulement de l'air et de forte vitesse du vent au sein de la section

- Favoriser le ruissellement des eaux de surfaces au sein des aménagements pour limiter les effets d'îlot de chaleur.

A l'échelle du bâtiment

Un bâtiment permet avant toute chose de se protéger des conditions climatiques et de ses variations. Une fois l'implantation du bâtiment définie, un certain nombre de principes bioclimatiques sont à prendre en compte dans la programmation et la conception architecturale d'un bâtiment : distribution des pièces, positions et dimensions des ouvertures, protection solaire, épaisseur d'isolant, type de vitrage, type de toiture, l'architecture redécouvre certains principes liés au climat.

Ensoleillement, vent dominant, pluviométrie, température reviennent sur le devant de la scène pour (re)jouer un rôle dans l'architecture (composition des façades notamment).

Ensoleillement

- Profiter des apports solaires et s'en protéger
 - *Distribution des pièces*
 - Profiter du soleil dans les pièces de vie la journée
 - Proposer des espaces tampons types loggias permettant de préchauffer l'air
 - *Les ouvertures*
 - Positionner judicieusement les ouvertures et ajuster leur dimension
 - Proposer des protections solaires adéquates
 - Favoriser l'éclairage naturel
 - Proposer des types de vitrage adaptés selon les orientations
 - isolation et transmission maximale du rayonnement visible au sud
 - isolation thermique renforcée au nord
 - *Énergies renouvelables*
 - Profiter de l'ensoleillement pour produire de l'énergie (chaleur, électricité voire froid)

Température

- Profiter de l'inertie des refends et des planchers pour lisser les variations de température quotidienne (confort d'été). Une toiture végétalisée peut permettre notamment de limiter les surchauffes en été.
- Proposer des niveaux d'isolation qui dépendent localement de température en fonction des orientations

Pluviométrie

- Protéger les murs extérieurs des agressions de la pluie si besoin en fonction des données de pluviométrie et des vents dominants
- Intégrer les principes de récupération des eaux de pluie²²

Vents dominants

- Renforcer l'étanchéité à l'air des parois exposées aux vents dominants
- Faire participer l'action du vent à la conception des systèmes de ventilation (ventilation naturelle, ventilation naturelle assistée etc...)
- Profiter des vents dominants pour produire de l'énergie

²² La récupération des eaux de pluie n'est pas toujours prise en compte comme une thématique bioclimatique mais plutôt comme un enjeu environnemental

ANNEXE C

Études réglementaires sur le volet énergétique et réglementation thermique

Échelle du quartier (si l'opération est soumise à étude d'impact)

Étude de potentiel de développement des énergies renouvelables

Article L128-4²³ du Code de l'urbanisme:

« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. »

Ces études ont pour but final de permettre à la maîtrise d'ouvrage de faire un choix énergétique raisonné. Il s'agit de caractériser chaque ressource renouvelable disponible et d'avoir une première idée du potentiel et de la (pré)-faisabilité technico-économique de l'exploitation de cette ressource.

Il n'existe à l'heure actuelle pas de texte réglementaire cadrant ce type d'étude. On pourra toutefois s'inspirer des études similaires qui existaient préalablement dans le cadre d'une Approche Environnementale de l'Urbanisme de l'ADEME ou autres. La dimension économique ne devra pas être négligée.

Échelle du bâtiment

Étude de faisabilité d'approvisionnement en énergie pour les bâtiments de plus de 1 000 m² de SHON:

R111-22-1 du Code de la Construction et de l'Habitation:

« Préalablement au dépôt de la demande de permis de construire, le maître d'ouvrage réalise une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux. Cette étude examine notamment :

- le recours à l'énergie solaire et aux autres énergies renouvelables mentionnées par l'article 29 de la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 ;*
- le raccordement à un réseau de chauffage ou de refroidissement collectif ou urbain, s'il existe à proximité du terrain d'implantation de l'immeuble ou de l'opération ;*
- l'utilisation de pompes à chaleur et de chaudières à condensation ;*
- le recours à la production combinée de chaleur et d'électricité.*

Elle présente les avantages et les inconvénients de chacune des solutions étudiées, quant aux conditions de gestion du dispositif, aux coûts d'investissement et d'exploitation, à la durée d'amortissement de l'investissement et à l'impact attendu sur les émissions de gaz à effet de serre. Elle tient compte pour l'extension d'un bâtiment des modes d'approvisionnement en énergie de celui-ci.

Cette étude précise les raisons pour lesquelles le maître d'ouvrage a retenu la solution d'approvisionnement choisie. »

²³ Article 8 codifié de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement

Sont concernés : les bâtiments de plus de 1000m² de SHON (neuf et rénovation de bâtiment si les travaux concernent l'enveloppe et le dispositif de chauffage, de ventilation et d'éclairage et sont supérieurs à 25% de la valeur du bâtiment).

Le contenu est régi par arrêté du 18 décembre 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs et parties nouvelles de bâtiments et pour les rénovations de certains bâtiments existants en France métropolitaine.

La Réglementation thermique (RT) pour tous les bâtiments

Au moment du lancement du premier appel à projets, les niveaux de performance exigés en terme de consommation énergétique étaient fixés par la réglementation RT 2005 dont les arrêtés d'application sont eux-même assez récents (24 mai 2006). Le niveau de référence dit BBC, fixé par arrêté (8 mai 2007), correspondait à ce moment à une avancée majeure.

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, la réglementation thermique 2012²⁴ se situe dans la continuité de ce niveau de performance. Elle s'appliquera:

- à partir du 28 octobre 2011 pour les bâtiments neufs à usage de bureau ou d'enseignement, les établissements d'accueil de la petite enfance et les bâtiments à usage d'habitation construits en zone ANRU
- du 1er janvier 2013 pour les bâtiments résidentiels.

Les exigences de résultats imposées par la RT 2012 sont de trois types :

- L'exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti est définie par le coefficient «Bbiomax» (besoins bioclimatiques du bâti). Ce coefficient mesure la performances des composantes liées à la conception du bâti (isolation, apports solaires, systèmes passifs), indépendamment des systèmes énergétiques.
- L'exigence de consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire se traduit par le coefficient « Cepmax », portant sur les consommations *de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs)*. Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle 1, la valeur du Cepmax s'élève à 50 kWh/(m².an) d'énergie primaire, modulé selon la localisation géographique, l'altitude, le type d'usage du bâtiment, la surface moyenne des logements et les émissions de gaz à effet de serre pour le bois énergie et les réseaux de chaleur les moins émetteurs de CO₂.
- A l'instar de la RT 2005, la RT 2012 définit des catégories de bâtiments dans lesquels il est possible d'assurer un bon niveau de confort en été sans avoir à recourir à un système actif de refroidissement. Pour ces bâtiments, la réglementation impose que la température la plus chaude atteinte dans les locaux, au cours d'une séquence de 5 jours très chauds d'été n'excède pas un seuil.

A noter : Les valeurs des consommations calculées dans le cadre de la réglementation le sont sur la base d'un modèle de calcul intégrant un scénario conventionnel d'occupation selon le type de bâtiment considéré. Il mesure la performance intrinsèque d'un logement et concerne certains usages.

La consommation énergétique réelle d'un ménage ne se limite pas aux consommations conventionnelles. Elle n'inclut pas :

- les consommations spécifiques (cuisson, électricité liée à l'électroménager, l'audiovisuel etc...);
- les consommations conventionnelles sont calculées sur la base d'un scénario d'occupation qui peut être assez différent de la réalité;
- les consommations conventionnelles sont calculées sur la base d'un projet qui ne prend globalement pas en compte la qualité de la mise en oeuvre;
- l'évaluation et le suivi des consommations réelles peuvent permettre d'avoir des données plus précises de la consommation réelle de certains bâtiments.

24 Pour plus d'information, voir le site <http://www.rt-batiment.fr/>

ANNEXE D

L'énergie grise

Définitions

L'énergie grise est généralement définie comme suit:

« L'énergie grise correspond à la somme de toutes les **énergies** nécessaires à la production, à la fabrication, à l'utilisation et enfin au recyclage des matériaux ou des produits industriels. En théorie, un bilan d'énergie grise additionne l'énergie dépensée lors :

- de la conception du produit ou du service
- de l'extraction et du transport des matières premières
- de la transformation des matières premières et la fabrication du produit ou lors de la préparation du service
- de la commercialisation du produit ou du service
- de l'usage ou la mise en œuvre du produit ou lors de la fourniture du service
- de l'entretien, des réparations, des démontages du produit dans son cycle de vie
- du recyclage du produit »²⁵

Cette notion pourrait être comprise généralement comme l'énergie dont est « responsable » un objet.

Il peut exister en France une certaine ambiguïté entre cette notion d'énergie grise et l'énergie primaire totale issue des fiches de déclaration sanitaire et environnementale et définie dans la norme française NF P 01-010.

« L'énergie primaire totale est définie comme la somme de toutes les sources d'énergie qui sont directement puisées dans les réserves naturelles telles que le gaz naturel, le pétrole, le charbon, le minerai d'uranium, la biomasse, l'énergie hydraulique, le soleil, le vent, la géothermie.

Energie primaire totale = énergie non renouvelable + énergie renouvelable = énergie procédé + énergie matière

énergie matière

Part de l'énergie primaire contenue dans les matériaux non utilisés comme combustibles entrant dans le système. Cette quantité d'énergie (pouvoir calorifique intérieur) peut être récupérée en fin de vie si les filières de collecte et de valorisation existent.

énergie procédé

Apport d'énergie nécessaire dans un processus élémentaire pour mettre en oeuvre le processus ou faire fonctionner l'équipement correspondant, à l'exclusion des entrants énergétiques de production et de livraison de cette énergie »

L'interprétation

Comme beaucoup de notions relatives à l'évaluation, il s'agit de bien comprendre la constitution des indicateurs avant de les utiliser. Chaque indicateur possède sa propre logique et les périmètres d'évaluation peuvent parfois eux même faire l'objet de certaines hypothèses.

Dans le cas français, notons que l'énergie primaire totale intègre la notion d'énergie matière. L'énergie matière est l'énergie récupérable par le matériau en le brûlant. Il s'agit de bien avoir à l'esprit que des matériaux de construction renouvelables qui sont des sources d'énergie comme le bois possèdent intrinsèquement une « énergie matière » qui est valorisée dans le calcul de l'énergie primaire totale.

ANNEXE E

Consommations énergétiques sur un quartier Ordre de grandeur

Le « comptage » des consommations énergétiques liées à un quartier²⁶ est une activité d'évaluation complexe et au périmètre variable:

a) On peut se limiter aux consommations « immobiles »

- les consommations des bâtiments, neufs et existants, en distinguant les différents types d'usage, d'énergie (chaleur, électricité, froid) et les différents types de bâtiments;
- la consommation liée au fonctionnement de l'espace public (éclairage, feux tricolores).

b) On peut s'intéresser également aux consommations indirectes d'énergie, liées aux consommations en amont (énergie nécessaire à la conception des matériaux, énergie liées à l'approvisionnement, aux chantiers) et en aval (déconstruction) (*voir l'encart « énergie grise »*).

c) On peut ensuite s'intéresser aux consommations d'énergie liées à la mobilité des habitants, travailleurs, visiteurs à l'intérieur de la zone ou encore aux transports ayant pour origine ou destination un lieu du quartier considéré.

d) On peut enfin s'intéresser aux consommations d'énergie liées aux pratiques de consommation au sein du quartier (consommation courante et énergie liée à cette consommation de bien manufacturé), à l'alimentation des ménages et aux pratiques de gestion du site (entretien, déchets).

Dans un premier temps, les principaux leviers directs pour un aménageur dans le cadre d'une opération d'aménagement sont la limitation des consommations relevées au cas a).

On peut reprendre de manière simplifier les consommations suivantes afin d'avoir un **ordre de grandeur** pour les opérations neuves:

- la consommation des logements pour les usages pris en compte dans la réglementation thermique
- la consommation des autres bâtiments (ici tertiaires) pour les usages pris en compte dans la réglementation thermique
- la consommation d'électricité spécifique²⁷ des foyers,
- la consommation d'électricité spécifique des bâtiments hors logement du quartier,
- l'éclairage public et feux tricolores

Sur la base de 30m²SHON/hab (logements) et 20m²SHON/hab (bureaux, services) et en prenant en compte les données de l'observatoire de l'énergie, l'étude ADEME 2005 Energie et Patrimoine Communal, et un niveau de consommation moyenne lié à la RT 2005, on peut mettre en avant un profil énergétique *par usage direct* du quartier (hors mobilité).

²⁶ Pour simplifier, les activités industrielles ne sont pas évoquées ici.

²⁷ Dans le cadre de ce rapport, on note électricité spécifique l'ensemble des consommations d'électricité d'un bâtiment qui ne sont pas inclus dans les usages pris en compte dans le cadre de la réglementation thermique.

	kWh/habitant/an en énergie finale	%
LOGEMENT neuf RT2005	3300	48%
LOGEMENT élec spécifique	1000	15%
TERTIAIRE neuf RT2005	2200	32%
TERTIAIRE élec spécifique	240	4%
ECLAIRAGE PUBLIC	100	1%
TOTAL	6840	100%

Tableau 1: scénario de répartition des consommations énergétiques avant la RT 2012 (ordre de grandeur)

Cette répartition permet de bien cerner les enjeux actuels. Les usages pris en compte dans la réglementation thermique correspondent environ à trois quart des consommations d'énergie du quartier (logements et tertiaire) dans le cadre du périmètre a).

La marge de progrès étant importante, les principales mesures en terme de sobriété énergétique lors de l'appel à projets 2009 concernait ces usages. Les consommations liées aux usages pris en compte dans la RT sont alors directement ciblées, car elles représentent 80% des consommations directes d'énergie (hors mobilité).

	kWh/habitant/an en énergie finale	%
LOGEMENT neuf RT2012	1500	39%
LOGEMENT élec spécifique	1000	26%
TERTIAIRE neuf RT2012	1000	26%
TERTIAIRE élec spécifique	240	6%
ECLAIRAGE PUBLIC	100	3%
TOTAL	3840	100%

Tableau 2: scénario de répartition des consommations énergétiques après la RT 2012 (ordre de grandeur)

Le même exercice en prenant en compte les nouvelles exigences issues de la prochaine réglementation thermique font de la consommation relative d'électricité, le prochain enjeu majeur. Plus de la moitié de la consommation future des quartiers concerneront des usages électriques (prise en compte²⁸ dans le cadre de la RT ou non).

Ordres de grandeurs des consommations électriques des ménages et des liens possibles avec les énergies renouvelables

Dans le cadre de ce périmètre:

- La consommation électrique d'un équivalent habitant²⁹, tout usage confondu correspond à l'installation de 20 à 30 m² de panneaux photovoltaïques par habitant.
- Un éolienne urbaine (« Windwall ») peut permettre de produire l'équivalent de l'électricité consommée par 4 à 5 équivalent habitants.

Aussi, le photovoltaïque ou l'éolien peuvent être une solution pour produire une partie des besoins nécessaires lorsque la situation le permet. Toutefois, cela ne suffira pas. La maîtrise voire la réduction des consommations électriques va devenir un enjeu majeur, de même que la maîtrise du couple production-consommation dans le temps.

²⁸ Notons ici que certains usages électriques sont inclus dans les consommations « RT »

²⁹ Dans le cadre de ce rapport, on nommera équivalent habitant, un habitant auquel on attribue les consommations d'énergie du tableau

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Centre d'Études Techniques de Lyon
25 avenue François Mitterrand
Case n°1
69674 BRON cedex
Tél. : 04 72 14 30 30
Fax : 04 72 14 30 35
CETE-Lyon@developpement-durable.gouv.fr

46 rue Saint-Théobald - BP 128
38081 L'ISLE D'ABEAU CEDEX
Tél. : 04 74 27 51 72
Fax : 04 72 14 33 11
ecoquartier.CETE-Lyon@developpement-durable.gouv.fr

www.cete-lyon.developpement-durable.gouv.fr