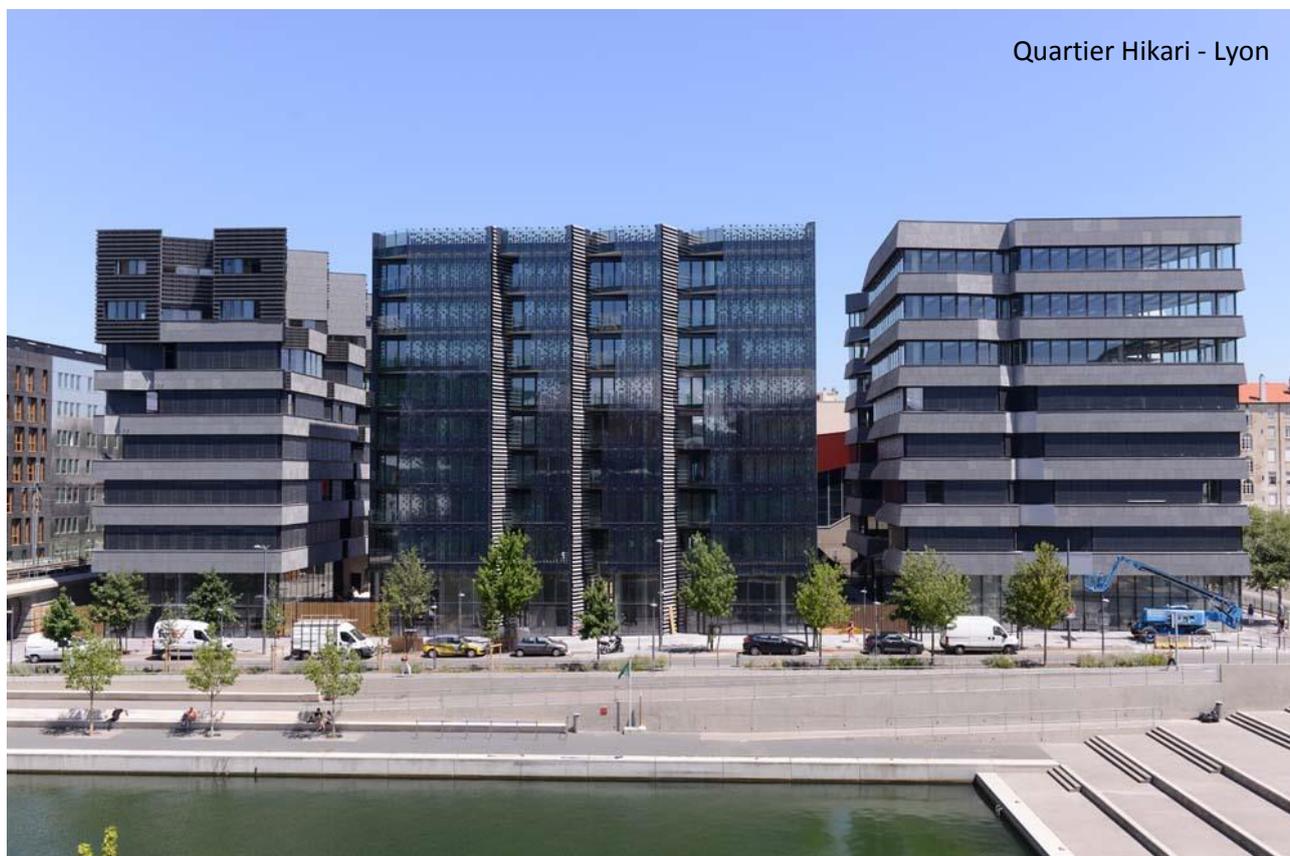


Méthodologie Quartiers à énergie positive



A D E M E



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

Construction de la méthodologie quartier à énergie positive

Ce rapport présente la démarche de méthodologie pour un quartier à énergie positive. Par la présentation des différentes thématiques et réflexions sur chacune d'entre elles, il présente une définition et un cadre pour la démarche « Quartier à énergie positive ».

Collectif Effinergie

www.effinergie.org

24/02/2017



Sommaire



1. Contexte
2. Objectif
3. Du Bepos au Qepos
4. La notion de projet
5. Les Pré-requis
6. Le cadre et ses huit grands thèmes
7. Conclusion
8. Compléments

1. Contexte

Créée en 2006, l'association Effinergie s'est donné comme objectif de développer sur le marché de la construction neuve et rénovée, une véritable dynamique visant à générer des bâtiments confortables et performants d'un point de vue énergétique.

Le label BBC-Effinergie est le résultat de cette initiative. La mise en place de ce label avait pour objectif de créer une marque permettant de valoriser les projets exemplaires et de garantir leur performance afin d'amener la prise en compte de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment. En s'appuyant sur un calcul réglementaire, il préfigurait la réglementation thermique à venir, RT 2012.

Le dernier label écrit par l'association, le label Bepos Effinergie 2013, précède la future réglementation 2020 qui vise, pour l'heure, à généraliser le Bepos (Bâtiment à énergie positive). Ce label expérimental donne une définition partagée par l'ensemble des acteurs et permet de mettre en avant les projets remarquables et ambitieux sur lesquels se baseront les prochaines évolutions réglementaires. Elargi à l'échelle du Permis de Construire, ce label fait l'impasse sur plusieurs notions dont celles de la temporalité de la consommation. En effet, le bilan d'énergie doit être réalisé en kWh d'énergie primaire, par m² et par an. Or, l'intégration des énergies renouvelables (EnR) au sein des bâtiments ouvre la question de la gestion de leur intermittence et donc l'étude de la mutualisation des besoins et du foisonnement des consommations.

Prendre en compte les notions de stockage, d'effacement, de mutualisation, de mixité et rechercher à tendre vers l'autonomie énergétique est probablement l'étape suivante mais celle-ci n'a pas de pertinence ni technique ni économique à l'échelle d'un bâtiment. Ces problématiques doivent être travaillées au-delà du périmètre du bâtiment, au niveau de l'îlot et du quartier.

2. Objectif

La définition du BEPOS, à savoir un bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme est transposable à une échelle plus large que le bâtiment. Cependant, le changement d'échelle pose de nouvelles questions sur le périmètre, les postes de consommation et production d'énergie à prendre en compte, les hypothèses à considérer ainsi que les acteurs concernés.

Cette méthodologie a donc pour objectif de mieux définir ce qu'est un quartier à énergie positive et de proposer un cadre à la démarche de réalisation d'un quartier à énergie positive, ainsi qu'un certain nombre de critères qualitatifs et quantitatifs permettant de guider sa réalisation et pouvoir envisager de s'attribuer l'appellation d'énergie positive.

3 Du BEPOS au QEPOS

3.1. Rappel de la définition du BEPOS

La première étape de cette méthodologie est de rappeler la définition d'un bâtiment à énergie positive, ou en tous cas, son principe.

Si le principe d'un BEPOS est une notion relativement partagée, la notion de QEPOS (Quartier à Energie Positive) n'existe pas encore. Pour proposer une définition, cette méthodologie établit d'abord l'analyse de l'application de la définition actuelle du BEPOS à une échelle plus large pour identifier les similitudes et les différences et ainsi établir une définition en propre.

Le bâtiment à énergie positive est défini par la loi Grenelle 2 ainsi :

« Toutes les constructions neuves faisant l'objet d'une demande de permis de construire déposée à compter de la fin 2020 présentent, sauf exception, une consommation d'énergie primaire inférieure à la quantité d'énergie renouvelable produite dans ces constructions, et notamment le bois-énergie ».

Le label BEPOS-Effinergie avait permis de proposer une première interprétation de cette définition. Puis récemment les textes d'application de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte concernant les bâtiments publics exemplaires, le bonus de constructibilité et dernièrement la mise en place de l'expérimentation du label E+C- pour le bâtiment à énergie positive et bas carbone ont proposé des niveaux d'ambition sur l'énergie pour encadrer la notion de BEPOS.

Ces démarches s'appuient sur la notion de bilan d'énergie primaire non renouvelable avec un objectif à respecter sur ce bilan. L'objectif du BEPOS-effinergie est fonction des caractéristiques du bâtiment, de la zone géographique et du potentiel de production d'énergie renouvelable. Le label E+C- ne reprend pas tous ces éléments mais met en évidence différents niveaux de BEPOS et donc différents objectifs sur le bilan.

Le principe de la définition du BEPOS-effinergie peut être a priori élargi à l'échelle d'un quartier.

3.2. Passage à l'échelle du quartier

La notion de bilan d'énergie équilibré est donc directement transposable à une échelle plus large. Mais la première question que soulève cet élargissement est donc : jusqu'où ?

Autant la notion de bâtiment est relativement claire, autant celle de quartier relève de considérations urbanistiques, politiques, géographiques et même sociales.

On peut donc imaginer effectuer ce bilan à l'échelle d'un simple îlot, d'un bloc ou d'un pâté de maisons, d'une zone urbaine, voire d'une commune, ou plus largement encore, un département ou une région !

Une limite physique simple ne se distingue pas des autres. La première étape de la méthodologie est donc de définir le périmètre à étudier.

Le bilan d'énergie à l'échelle du quartier implique également de reposer la question des différents postes de consommation considérés. En effet, dans le cadre du BEPOS, les consommations d'énergie à « compenser » sont uniquement les consommations d'énergie durant la phase d'exploitation du bâtiment : toute l'énergie consommée aux compteurs.

A l'échelle du quartier, tout d'abord, il n'y a pas nécessairement de compteurs aux limites du système étudié. De plus, les autres postes de consommations d'énergie prennent une plus grande importance (énergie grise, déplacements). Sans compter les consommations liées aux espaces urbains (éclairage public...). La deuxième partie s'attachera donc à identifier l'assiette des consommations d'énergie à prendre en compte et à proposer un certain nombre d'hypothèses pour les définir.

La question du passage au quartier interroge également le moment de l'évaluation. En effet, le processus de réalisation d'un quartier est long et englobe la phase de réalisation des bâtiments, moment auquel on réalise le bilan d'énergie du BEPOS. Il s'agit donc de définir à quel(s) moment(s) dans la réalisation d'un quartier, il est pertinent d'effectuer un bilan d'énergie.

En parallèle de la question du moment, se pose également la question de la vérification de ce bilan. La notion de BEPOS appliquée au bâtiment se vérifie aisément dans le cadre ou à l'occasion d'un permis de construire. En effet, pour obtenir ce permis de construire, il est nécessaire de regrouper et de fournir un certain nombre de documents expliquant le projet et justifiant le respect de la réglementation au travers de note de calcul et autres justificatifs techniques. Ces documents sont établis dans le cadre contractuel de la phase de conception entre le maître d'ouvrage et l'équipe de conception.

Dans le cadre de la réalisation d'un quartier, la vérification du projet n'est pas toujours une étape systématique et clairement établie et le projet peut être amené à évoluer et à être actualisé régulièrement. La méthodologie proposera donc pour l'instant de ne considérer l'appellation QEPOS que dans certains cas qui peuvent être bien encadrés et vérifiés.

Enfin, pour établir le bilan d'énergie et espérer atteindre l'énergie positive, un certain nombre de sujets doivent être étudiés et doivent faire l'objet d'une forte ambition. Afin d'accompagner les porteurs de projets vers le QEPOS, cette méthodologie propose donc des indicateurs et des critères sur ces différents sujets, permettant ainsi d'obtenir in fine un meilleur bilan d'énergie et de se rapprocher du bilan d'énergie positive.

4. La notion de projet

Comme évoqué en introduction, il est nécessaire de pouvoir définir **une étape, un moment** dans l'évolution du quartier où sera effectué le bilan d'énergie théorique qui valide la démarche de QEPOS. Pour cela, la notion de **projet de développement** semble également essentielle.

En effet, il serait possible de considérer comme un périmètre QEPOS une zone d'un PLU ou même une commune. Mais cette zone ne fait pas nécessairement l'objet d'un projet de développement unique à un instant donné. Un projet de développement permet en effet la mise en œuvre de politique d'urbanisme et répond à un besoin de cohérence dans le développement territorial en établissant des critères pour tous les projets menés dans cette zone.

Pour une zone d'un PLU ou d'une commune, il n'est pas possible d'identifier un début de développement et à aucun moment le développement des projets dans cette zone n'est considéré comme achevé. En d'autres termes, il n'y a ni début ni fin permettant d'encadrer une démarche de valorisation de type label QEPOS.

Pour ces raisons, cette méthodologie propose de restreindre, pour l'instant, la notion de QEPOS aux ZAC et aux lotissements.

5. Pré requis

5.1. Documents d'urbanisme

La nouvelle zone à aménager est soumise à différentes règles d'urbanisme propres au(x) territoire(s) sur lequel ou lesquels elle se trouve. Dans tous les cas, il lui faut concevoir le projet tout en respectant ces règles, pour la cohérence territoriale. Il peut s'agir par exemple de Schémas Directeurs Régionaux (SDR), de chartes (pour la biodiversité, la durabilité, au niveau régional ou même européen), de Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD), ou bien tout simplement d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU). Pour ce dernier, il n'est pas rare que des dérogations soient demandées. En effet, le PLU impose souvent une hauteur maximale des bâtiments à respecter. Or dans un projet d'aménagement, il est souhaitable de varier l'architecture urbaine en implantant quelques bâtiments de plus grande hauteur. Généralement, cette volonté n'est pas liée au besoin de densification sur la zone mais bien à une diversification paysagère et parfois à un besoin particulier pour un bâtiment (le Tribunal de Grande Instance de Clichy-Batignolles en est l'exemple).

Dans la majorité des cas, la zone d'aménagement est soumise à un Plan Climat Energie Territorial (PCET). Il paraît logique, pour garantir une cohérence territoriale et une prise en compte des problématiques énergétiques et environnementales en amont, d'imposer à tout quartier souhaitant devenir QEPOS d'être soumis à un PCET. Il est toutefois rare qu'une zone d'aménagement de lotissement soit concernée par un PCET. Dans ce cas, il faut soit trouver un autre document moins spécifique exigible a minima, soit garder cette exigence pour tout type de procédure concernée (voir « Choix du type d'aménagement »), soit ne pas imposer de document d'urbanisme pour un lotissement.

5.2. Plan de déplacement

Il en est de même pour le Plan de Déplacements Urbains (PDU), pour optimiser la mobilité urbaine et donc réduire les consommations.

Le PDU comporte non seulement un volet d'évaluation environnementale obligatoire mais permet aussi de mettre en place différentes mesures :

- l'amélioration de la sécurité de tous les déplacements ;
- la diminution du trafic automobile (ou trafic routier) ;
- le développement des transports collectifs et des moyens de déplacements économes et les moins polluants pour l'environnement, notamment l'usage de la bicyclette et la marche à pied ;
- l'aménagement et l'exploitation des réseaux et des voiries d'agglomérations, afin de les rendre plus efficaces, notamment en les partageant entre les différents modes de déplacement et en favorisant la mise en œuvre d'actions d'information sur la circulation ;
- l'organisation du stationnement sur voirie et dans les parcs de stationnement ;
- le transport et la livraison des marchandises, tout en rationalisant les conditions d'approvisionnement de l'agglomération afin de maintenir les activités commerciales et artisanales ;

- la mise en place d'une tarification et d'une billettique intégrées pour l'ensemble des déplacements ;
- l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques à favoriser le transport de leur personnel, notamment par l'utilisation des transports en commun et du covoiturage, en réalisant un plan de déplacement d'entreprise.

On peut donc imaginer rendre certaines de ces mesures obligatoires à minima dans le PDU pour concevoir un QEPOS.

A noter que le Plan Local de Déplacement vient compléter les PDU et précise leurs exigences à une échelle locale. Ce document peut être intéressant pour des territoires soumis à un PDU de grande agglomération qui souhaitent ajouter des critères cités.

5.3. Démarche territoriale

On peut également citer la démarche Territoire à énergie positive (TEPOS) pilotée par le CLER et son réseau, qui cherche à réduire les besoins énergétiques à l'échelle d'un territoire par la sobriété et l'efficacité et de couvrir 100% des consommations par des énergies renouvelables. Elle s'appuie sur huit approches spécifiques et enjeux du développement durable. Pour les mêmes raisons que le PCET, cette démarche pourrait très bien être exigée pour concevoir un QEPOS, d'autant qu'elle amènerait le territoire à multiplier les initiatives d'opérations d'aménagement exemplaires.

6. Le cadre et ses huit grands thèmes

Le cadre méthodologique construit peut se schématiser ainsi : un quartier, pour être dit « quartier à énergie positive », doit se préoccuper des sujets rassemblés en 8 grands thèmes :



6.1. Périmètre

Comme évoqué précédemment, la notion de QEPOS vise à élargir la réalisation du bilan au-delà du bâtiment à une échelle plus grande, depuis un bloc de maisons jusqu'à une limite de collectivités territoriales ou de bassin de vie.

Cependant, l'élargissement à une échelle trop importante soulèvera des questions supplémentaires liées à l'aménagement du territoire, au choix de développement, à l'adéquation avec la notion de Territoire à énergie positive (TEPOS), sujets qui relèvent de politiques territoriales et même nationale.

Il est possible d'envisager la notion de Quartier à énergie positive à une échelle plus modeste de quelques bâtiments d'un même îlot par exemple. Mais à cette échelle, la notion de BEPOS et le label du même nom peuvent suffire à encadrer et valoriser cette démarche si les bâtiments font partie d'un même projet. En effet, le label BEPOS peut être demandé pour un permis de construire dans son ensemble et le bilan d'énergie est effectué à l'échelle du PC.

Le bon périmètre de définition d'un QEPOS se situe donc au-delà du permis de construire et dans les limites d'une zone cohérente en termes d'urbanisme.

Le fait que la zone aménagée soit un espace continu, permettant de créer une réelle logique urbaine, notamment en termes de déplacements et de stratégie de déploiement des réseaux de distribution semble être indispensable. Ainsi, un QEPOS **doit être un espace continu**¹.

Le périmètre le plus simple est un périmètre administratif de projet ayant une durée de développement maîtrisée : le lotissement ou la Zone d'Aménagement Concertée.

- La ZAC est une opération d'urbanisme à initiative exclusivement publique ayant pour but de réaliser (en régie) ou de faire réaliser (par un aménageur) l'aménagement et l'équipement des terrains à bâtir en vue de les céder ou de les concéder ultérieurement à des utilisateurs publics ou privés.
- Le lotissement, lui, a pour but la division d'une ou plusieurs unités foncières contiguës en vue de créer un ou plusieurs lots destinés à être bâtis en vue de les céder ou de les concéder, comme pour la ZAC, à des utilisateurs publics ou privés. L'initiative peut être publique ou privée.

Ces deux notions sont définies par le Code de l'Urbanisme. De la même manière, si un nouvel outil juridique d'aménagement devait être mis en place par la loi ou la réglementation, il pourrait être étudié à travers le prisme de la notion de Quartier à énergie positive. Et si les retours d'expérience montrent que ces notions ne répondent pas à toutes les contraintes d'un Quartier à énergie positive, des évolutions pourraient être envisagées et, si nécessaire, un statut spécifique créé.

¹ Les projets de ZAC multi-sites sont donc a priori exclus mais ils pourraient être évalués si la notion de projet l'emporte sur la notion de limite physique ou si les différents critères établis imposent réellement cette notion d'espace continu.

6.2. Documents administratifs

Comme évoqué, la démarche de QEPOS doit faire l'objet d'une évaluation.

Une procédure de ZAC engage deux dossiers :

- le dossier de création
- le dossier de réalisation.

Chacune de ces phases inclue des délibérations et la présentation de documents et programmes exigeants.

Dans le cas d'un lotissement, deux procédures sont possibles :

- le permis d'aménager
- la déclaration préalable.

Le premier est requis pour les lotissements qui prévoient la création ou l'aménagement de voies, d'espace ou d'équipements communs internes au lotissement, ou encore ceux qui sont situés dans un site classé ou un secteur sauvegardé. Ce premier cas est donc concerné par le QEPOS.

La déclaration préalable, elle, est requise pour tous les autres cas. Dans ces autres cas, le lotissement peut être un simple « rassemblement illimité » de lots sans espace commun ou public. Afin de conserver le principe d'un projet proposant un aménagement urbain cohérent, ce cas de figure n'est pas retenu pour la notion de QEPOS.

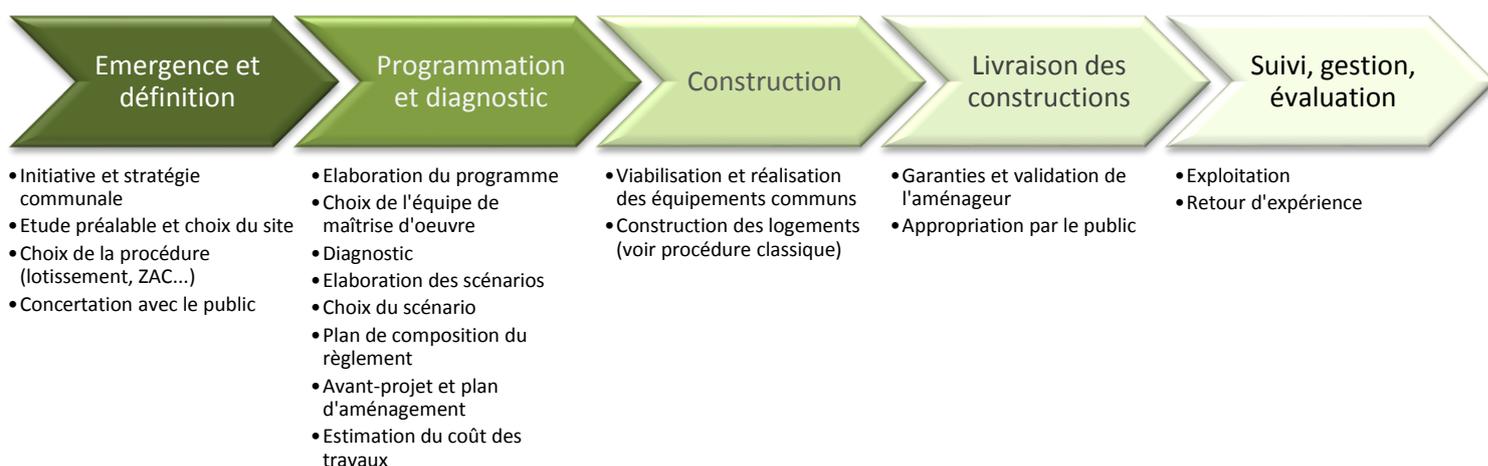
Les deux types d'aménagement retenus dans le cadre de cette méthodologie sont donc :

- **la procédure ZAC non multi-sites,**
- **le lotissement faisant l'objet d'un permis d'aménager.**

6.3. Moment du bilan énergétique

La conception et la construction d'un quartier s'étalent généralement sur plusieurs années et nécessitent donc un suivi différent d'un bâtiment seul. Pour le calcul énergétique global, la question se pose de savoir quand l'étude doit être réalisée.

Un projet d'aménagement est en effet composé de deux grandes phases : la conception et la réalisation. La conception regroupe l'émergence et la définition du projet ainsi que la programmation et le diagnostic. La réalisation concerne toutes les étapes de la construction à la livraison. A leur suite se trouve la phase de suivi, de gestion et d'exploitation de la zone aménagée.



En phase d'émergence et définition du projet, une étude préalable est réalisée pour choisir le site, délimiter le périmètre etc. Plusieurs bureaux d'études (BE) sont généralement sollicités à ce moment-là pour tracer les premières esquisses de l'opération. C'est à ce moment qu'il est pertinent de réaliser une première étude du potentiel EnR de la zone en prenant en compte les constructions existantes, le périmètre choisi, les ressources EnR locales, le potentiel solaire, les masques solaires présents, etc. Cette première approche permet de donner un premier aperçu du potentiel du quartier à prétendre à l'appellation QEPOS, notamment d'un point de vue énergétique.

Ensuite, l'évaluation du bilan d'énergie du quartier peut se faire à deux moments distincts : en phase conception du quartier et en phase conception des bâtiments de chaque lot.

6.3.1. Le quartier prêt pour l'énergie positive

En phase conception de l'opération d'aménagement, l'aménageur définit la programmation du projet et rédige un plan de composition globale (ou équivalent). Ces deux documents déterminent les éléments principaux du projet à partir desquels il est possible de faire un premier calcul énergétique à l'échelle du quartier. Les données initiales utiles, qui restent ici théoriques et globales, sont les suivantes :

- Surface totale du projet dont la surface construite totale et la surface des espaces verts ;
- Surface de l'existant et surface à construire ;
- Surface et ratio de surface pour chaque usage (logement, bureaux, commerces/ services, équipements publics, laboratoires/recherche, enseignement supérieur) ;
- Surface et ratio de surface des logements sociaux ;

- Nombre et part de logements familiaux et étudiants, dont la part de logements sociaux, en accession sociale et à loyer maîtrisé ;
- Hauteur moyenne des bâtiments et hauteurs de bâtiments spécifiques.

A cette étape, on ne peut donc pas établir un bilan d'énergie complet sur la base d'étude thermique de bâtiment. Par contre, c'est bien à cette étape que l'aménageur va décider de s'engager dans la voie du quartier à énergie positive. Les choix de découpage, d'implantation, de gabarit vont impacter directement la conception des bâtiments et surtout leur potentiel de production d'énergie.

De plus, c'est également à cette étape que l'aménageur peut décider de mutualiser un certain nombre d'équipements, notamment ceux concernant les besoins thermiques à travers la mise en place d'un réseau de chaleur.

Cette étape est donc un moment essentiel dans la validation du projet de quartier et même si à ce moment là l'ensemble des informations permettant d'établir un bilan d'énergie précis ne sont pas disponibles, il est utile d'établir une première forme de vérification à cette occasion.

Nous proposons donc de réaliser un bilan d'énergie simplifié et d'évaluer le « **quartier prêt pour l'énergie positive** ».

6.3.2. Le quartier à énergie positive

Au moment de la conception des bâtiments, le promoteur a pris possession du lot sur lequel les bâtiments vont être construits, en accord avec le Cahier des Charges et de Cession de Terrain et le Cahier de Prescriptions Environnementales et Développement Durable annexé. Les architectes et les bureaux d'études travaillent conjointement à la conception du bâtiment sous la maîtrise d'ouvrage qui s'assure du respect des exigences de l'aménageur. En phase d'Avant-Projet Détaillé (APD), un tableau des surfaces précis est complété. On y retrouve notamment les SHON existantes, construites, rénovées, etc. pour chaque type d'usage (habitation, bureaux, commerces, industrie...). Lors de cette étape, on dispose des données théoriques utiles à l'évaluation du bilan d'énergie global.

A ce stade, il est donc possible d'effectuer un bilan d'énergie complet théorique des futures consommations de la zone étudiée. Ce bilan permettra donc d'évaluer le « **quartier à énergie positive** ».

6.4. Critères urbains

6.4.1. Mixité d'usage

Le développement d'une mixité d'usage présente de nombreux avantages en terme de besoin de mobilité générée (ou plutôt de son absence), de mutualisation des besoins et de la production, de lissage de la courbe de consommation, etc.

Pour cela, plusieurs indicateurs vont permettre de donner une tendance à l'opération :

- Pourcentages des différents usages envisagés,
- Distance moyenne aux équipements publics, comparée aux autres quartiers de la commune,
- Besoin de mobilité générée,
- etc.

De plus, on pourra utiliser efficacement des outils comme l'outil Effinergie Ecomobilité ou bien l'outil GES OpAm pour évaluer quantitativement les impacts environnementaux des déplacements générés par l'aménagement envisagé et permettre son optimisation.

6.4.2. Densité

En termes d'énergie, une ville dense présente de nombreux avantages :

- les réseaux de distribution sont plus courts et mieux optimisés ;
- Le foisonnement des consommations est meilleur et favorise l'optimisation ;
- Les surfaces de déperditions en contact avec l'extérieur sont plus faibles et diminuent les besoins thermiques ;
- Les déplacements générés sont plus courts et plus facilement mutualisables...

Les retours d'expériences liés aux postes de consommation d'énergie montrent que les consommations liées aux déplacements des utilisateurs du bâtiment sont du même ordre de grandeur que les consommations liées à l'usage du bâtiment pour un contexte urbain moyen. Mais ce poste de consommation peut facilement être multiplié par 4 dans un contexte urbain défavorable.

A l'inverse un contexte urbain trop dense ne va pas permettre de réduire la consommation d'énergie liée au déplacement en dessous d'un « seuil minimum » mais va générer des consommations d'énergie supplémentaires, augmenter la densité de besoin d'énergie et réduire la capacité du site à produire suffisamment pour compenser ses consommations.

Un équilibre doit donc être trouvé et un seul indicateur ne permettrait pas de le définir. Cet équilibre doit être trouvé en lien avec le contexte urbain existant et donc les politiques territoriales mises en place, comme mentionné précédemment.

De plus, la notion de densité est très sensible pour les usagers et des notions complémentaires, comme le besoin en espaces verts, devraient être intégrées à l'équilibre.

6.5. Critères énergétiques

Pour aboutir au calcul d'un bilan d'énergie le plus positif possible, plusieurs axes de travail doivent être étudiés en phase conception. Ils peuvent faire l'objet d'objectifs spécifiques mais restent secondaires par rapport à l'objectif final sur le bilan d'énergie.

6.5.1. Critères énergétiques par bâtiment

Afin d'avoir toutes les chances d'obtenir un bilan d'énergie positif, il faut définir des exigences minimales sur les bâtiments inclus dans le périmètre. Si l'ensemble des bâtiments de la zone tendent à être des BEPOS, il est évident que l'ensemble qu'ils vont constituer pourra être plus facilement à énergie positive.

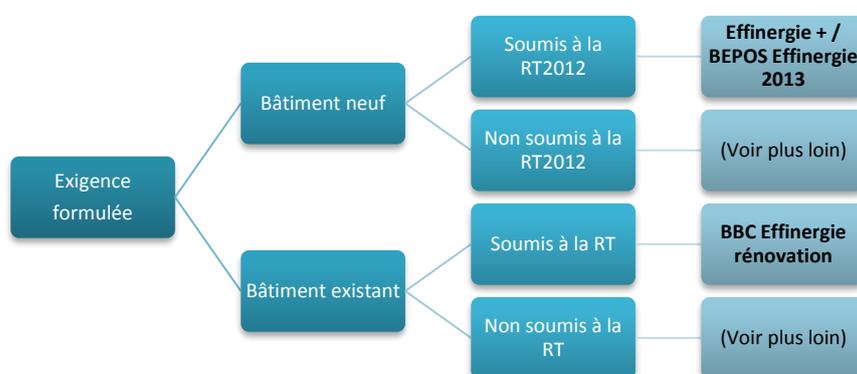
Pour cela, il faut donc se référer à l'expérimentation « Energie-Carbone » et aux labels Effinergie + et BEPOS-Effinergie 2013 pour définir des critères pour chacun des bâtiments, en fonction de leurs caractéristiques et de leur contraintes propres.

Le projet d'aménagement peut également inclure des bâtiments existants. Ceux-ci devront également faire l'objet d'une réhabilitation énergétique ambitieuse. Pour cela, on se référera donc au label BBC-Effinergie Rénovation ou, pour plus d'ambition, au même référentiel que pour les bâtiments neufs lorsqu'il s'agit d'une réhabilitation très lourde.

Parfois il conviendra de définir au cas par cas les exigences, à hauteur de potentiel ou de ce qu'il est possible de réaliser. En effet, certaines zones d'aménagement comportent des bâtiments historiques, des équipements à conserver, des espaces protégés et autres. Dans ce cas, les objectifs énergétiques doivent être définis de manière spécifiques pour être les plus ambitieux possibles tout en restant acceptables.

Enfin, les bâtiments non soumis à la Réglementation Thermique devront également faire l'objet d'objectifs spécifiques.

Tous ces objectifs spécifiques seront réutilisés pour le calcul du bilan d'énergie global (voir plus loin).



6.5.2. Récupération d'énergie

Nous aborderons ensuite la production d'énergie renouvelable mais nous savons d'ores et déjà que seule, elle ne suffit pas pour atteindre l'objectif du QEPOS. Il est nécessaire de s'inscrire au préalable dans une démarche de

réduction de la consommation d'énergie. Ainsi, les pertes calorifiques liées principalement aux activités dans les bâtiments (data centers, production industrielle, activité de recherche...) doivent être récupérées au maximum. Elles constituent une « ressource EnR » qu'il est indispensable de mobiliser pour atteindre l'énergie positive.

Un objectif clair et simple à afficher devrait être que **l'énergie électrique**² (ou l'équivalent de la consommation électrique) **doit systématiquement être utilisée à deux reprises ou bénéficier à deux besoins différents** (hors pertes).

Ainsi les systèmes de récupération de chaleur sur eaux usées, les pompes à chaleurs sur air extrait ou sur eaux grises ou encore la valorisation de la chaleur issue des systèmes de refroidissement pour des besoins de process, doivent être systématiquement étudiés. Pour en faciliter la réutilisation, toute cette récupération d'énergie peut être mutualisée sur un réseau d'énergie adaptée (chaleur et/ou froid).

6.5.3. Diversité des ressources EnR

Pour s'assurer de maximiser la production locale d'énergie renouvelable, il est indispensable de mobiliser une diversité de ressources EnR : PAC, panneaux photovoltaïques et biomasse sont souvent des incontournables mais il est utile de prévoir également des panneaux solaires thermiques, de la géothermie, des réseaux de chaleurs ou encore des centrales hydroélectriques. Cette diversité doit étudier séparément la production de chaleur et d'électricité, pour répondre au plus près aux besoins réels d'énergie.

L'avantage qu'offre l'échelle du quartier est qu'il est possible de créer des installations plus grandes, plus rentables, plus performantes et parfois impossibles à mettre en place à l'échelle d'un bâtiment. La mutualisation grâce aux réseaux de distribution est un point clef mais ne peut fonctionner sans une diversité des types de ressources utilisées.

Le développement de ressources stockables permet de lisser l'équilibre entre la production et la consommation. Il faut donc mixer ces ressources stockables et des ressources intermittentes et envisager des transitions de l'une à l'autre.

Pour s'assurer de cette diversité, une étude d'évaluation du potentiel d'EnR ou une étude d'approvisionnement en énergie du projet doit être réalisée. Le guide « Etudes sur les énergies renouvelables dans les nouveaux aménagements », publié par le CEREMA en 2011 peut être utilisé pour cela.

² L'énergie électrique, au contraire de la chaleur est considérée comme une énergie noble car elle peut être facilement maîtrisée et convertie en une autre énergie (mécanique ou chaleur). A l'inverse, la chaleur est considérée comme une énergie dégradée car il est plus difficile de la retransformer en une autre énergie en raison de "pertes" impossibles à éviter.

6.6. Stratégie de réseaux de distribution

Comme évoqué, l'échelle d'un quartier permet de développer les notions de mutualisation et de distribution de l'énergie.

6.6.1. Les réseaux « intelligents »

Les premières expérimentations de « SmartGrid » ont pour but, grâce aux technologies informatiques, d'optimiser la production, la distribution, la consommation sur l'ensemble du maillage afin d'améliorer l'efficacité énergétique de l'ensemble du réseau. Cette démarche s'inscrit dans une volonté de réduction des coûts et de sécurisation du réseau par diminution de la capacité de production en pointe et lissage des consommations.

Bien que ce système de réseau de distribution intelligent paraisse utile voire indispensable à l'avenir pour équilibrer le réseau, il reste encore dans une démarche expérimentale pour lequel il n'est pas possible de définir un cahier des charges précis³.

Il est donc vivement recommandé d'étudier la possibilité d'installation d'un réseau intelligent mais sans que cela soit indispensable ou nécessaire.

6.6.2. Schéma directeur de réseaux de distribution

Il existe plusieurs types de réseaux de chaleur (réseaux énergétiques les plus répandus) qui permettent de mobiliser de nombreuses ressources EnR :

- La géothermie profonde
- La géothermie intermédiaire de grande puissance assistée de pompe à chaleur
- La récupération de chaleur sur eau de mer/eau de lac/rivière et eaux usées pour une utilisation collective
- La biomasse de grande puissance : construction des chaufferies en périphérie des villes pour faciliter l'approvisionnement
- La chaleur de récupération UIOM : les raccordements entre les usines et les réseaux de chaleur
- La chaleur fatale issue de l'industrie
- La chaleur fatale issue des systèmes de cogénération
- La chaleur solaire thermique issue de champs de capteurs (peu utilisé en France à ce jour).

Au côté de ces réseaux de chaleur, on retrouve les réseaux de gaz, d'eau et d'électricité. Cependant les politiques de développement de ces réseaux sont souvent cloisonnées, impliquant une mise en concurrence qui conduit, par manque de coordination, à une mauvaise optimisation des investissements sur les infrastructures publiques.

³ Pour l'instant, les démarches de « Smart Grids » sont souvent issues de technologies propriétaires issus de consortium privés. Sans en dénigrer la réussite, sa généralisation passera nécessairement par une stabilisation des technologies, la définition d'un cadre précis et le développement d'une concurrence saine.

L'étude du développement de ces réseaux doit donc être réalisée de concert, dans un document non obligatoire et non réglementaire qui pourrait être un « Schéma de Cohérence des Réseaux Energétiques » (SCoRE).

6.6.3. Seuil pour l'installation de réseaux énergétiques mutualisés

La mutualisation de l'énergie et l'installation de réseaux de chaleur et/ou froid nécessite une certaine densité des besoins énergétiques ou, a minima, la présence de plusieurs bâtiments ayant des besoins d'énergie thermique conséquents, suffisamment éloignés pour que l'installation d'un équipement collectif ne soit pas réaliste et suffisamment proche pour rendre réaliste la rentabilité d'un réseau de chaleur.

Ce seuil de densité de besoins énergétiques peut être étudié dans le cadre de l'étude d'approvisionnement en énergie. Il rejoint la notion de densité urbaine, étudiée par ailleurs.

L'équilibre entre ces deux sujets est d'ailleurs un bon indicateur d'efficacité du projet. En effet, à condition que les bâtiments construits présentent des besoins énergétiques conséquents, la non-atteinte de la rentabilité d'un réseau de chaleur est probablement le signe d'une densité urbaine insuffisante...

6.7. Bilan énergétique

L'évaluation du bilan d'énergie global constitue l'objectif principal de l'atteinte d'un quartier à énergie positive.

Ce bilan d'énergie est réalisé en énergie primaire non renouvelable. Pour mémoire, l'énergie primaire est l'énergie disponible avant toute transformation, stockage, transport et consommation sous forme d'énergie finale.

6.7.1. Postes de consommations d'énergie

Pour le label Bepos Effinergie 2013, le bâtiment ou l'ensemble de bâtiments constituait le système au périmètre duquel on calculait les entrées et sorties d'énergie. Maintenant que ce système est un quartier, il ne contient pas seulement des bâtiments, mais aussi des infrastructures, des équipements urbains, des voies de circulations etc. Il faut déterminer précisément les postes de consommation et de production inclus dans le périmètre du calcul énergétique global.

Au sein des bâtiments

La première hypothèse concerne bien sûr les 5 usages réglementés de l'énergie : chauffage, production d'eau chaude sanitaire (ECS), refroidissement, l'éclairage et des auxiliaires (ventilation, pompes). Au-delà de ces 5 usages, il faut également prendre en compte les usages non réglementés :

- Les usages immobiliers non réglementés (ascenseurs, éclairage et ventilation des parkings...),
- Les usages mobiliers.

En dehors des bâtiments

La spécificité de l'extension au quartier est la nécessité de prendre en compte les consommations d'énergie liées aux aménagements urbains (éclairage public, parking, signalisation routière...) et aux services urbains de la zone (collecte de déchets, traitement de l'eau, distribution d'énergie ...).

En général, ces services ne sont pas spécifiques à la zone étudiée. Aussi, dans un souci de simplification, il est recommandé de ne retenir que les installations présentes dans le périmètre défini qui permettent le bon fonctionnement des services généraux cités précédemment.

Pour plus de finesse, il est possible d'évaluer les consommations d'énergie liées à ces services sur le territoire et de les affecter à la zone au prorata des besoins.

6.7.2. Postes de production

Tous les postes de production présents physiquement dans le périmètre de la zone étudiée sont pris en compte.

Les systèmes de production situés à proximité offrent plusieurs solutions :

- De manière très simple, on considère qu'ils ne font pas partie du périmètre défini donc ils ne sont pas pris en compte ;
- S'il est possible d'évaluer, de mesurer, la part d'énergie réellement apportée au quartier, on peut prendre en compte l'apport réel en énergie produite pour le quartier.
- Si l'évaluation n'est pas possible, ces systèmes peuvent éventuellement être pris en compte dans le calcul

des coefficients de conversion énergie primaire/énergie finale définie aux limites du territoire. Enfin, il est nécessaire de définir une règle concernant les contrats d'énergie verte. En effet, il est possible d'imaginer que l'espace disponible sur la zone ne soit pas suffisant ou tout simplement que les choix de conception et d'implantation limitent le potentiel de production et que les concepteurs souhaitent investir dans un système de production d'énergie renouvelable distant de la zone.

Cette approche contractuelle ne doit pas être utilisée car elle relève d'une solution de facilité et de report sur d'autres de la contrainte de production. La notion de BEPOS et de QEPOS doit rester attachée à la réalité physique de consommation et de production pour tendre vers une réduction de l'impact sur les réseaux énergétiques plutôt qu'à une nécessité de renforcement de ce réseau par l'augmentation des besoins de transport d'énergie.

Par contre, si le site distant produisant de l'énergie renouvelable se retrouve hors mais « à proximité » du périmètre, il peut être comptabilisé dans le mix énergétique du territoire par l'évaluation des coefficients de conversion énergie primaire/énergie finale (ci-dessous).

6.7.3. Coefficient de conversion énergie primaire/énergie finale

La définition du BEPOS utilise des coefficients de conversion de l'énergie finale à l'énergie primaire pour prendre en compte l'ensemble de la consommation d'énergie depuis la centrale de production jusqu'au compteur. Ces coefficients sont définis de manière conventionnelle pour le mix énergétique de l'ensemble du territoire.

Un bâtiment à énergie positive va produire de l'énergie mais cette production reste très marginale par rapport à l'ensemble du mix énergétique français. Par contre, lorsqu'on change d'échelle, cette production d'énergie renouvelable peut représenter un impact plus significatif, surtout si le projet s'inscrit dans un territoire à énergie positive.

Pour réaliser le bilan, il est donc nécessaire de définir au préalable ces hypothèses. On peut retenir les coefficients de conversion nationaux ou définir les coefficients correspondants au mix énergétique local.

Dans ce dernier cas, il s'agira de :

- définir les limites du territoire considéré ;
- évaluer la part des énergies renouvelables ;
- corriger les coefficients moyens nationaux en ajoutant une part d'EnR supplémentaire dans le mix énergétique.

6.7.4. Calcul de l'objectif à atteindre

Nous avons vu que l'évaluation se divise en deux phases menée à deux étapes de conception différentes : le quartier « prêt » pour l'énergie positive et le Qepos. Une approche de calcul énergétique global est associée à chacune de ces phases.

Périmètre

Les deux calculs possèdent le même périmètre mais quelques exigences diffèrent étant données les phases d'étude auxquelles elles sont menées.

Les critères énergétiques par bâtiment sont définis pour les bâtiments neufs et les bâtiments rénovés soumis à la Réglementation Thermique. Pour l'ensemble de ces deux catégories de bâtiments, il est donc simple d'évaluer un objectif global à atteindre, représentant la moyenne pondérée des objectifs par bâtiment.

Ensuite, pour les bâtiments non soumis à la réglementation thermique, il n'est pas possible de calculer une production et une consommation de référence, donc ils ne seront que partiellement pris en compte.

Il faut distinguer les bâtiments chauffés ou non :

- Les bâtiments hors RT chauffés présentent une consommation énergétique souvent non négligeable. Leur consommation énergétique doit donc être évaluée puis neutralisée. Pour cela, on comptabilisera leurs consommations à la fois dans le bilan du projet et dans l'objectif à atteindre. Si ces bâtiments peuvent accueillir de la production d'énergie renouvelable, leur production sera également prise en compte dans le bilan et dans l'évaluation du potentiel de production de référence.
- Les bâtiments hors RT non chauffés présentent une consommation énergétique très faible voire nulle. Il est donc recommandé de ne pas inclure leur consommation, ni dans le bilan, ni dans le calcul de l'objectif. Seule l'éventuelle production d'énergie renouvelable sera incluse dans le bilan mais pas dans l'évaluation du potentiel de production de référence comme pour les bâtiments hors RT chauffés. Cette prise en compte de la production d'EnR sur ces bâtiments incite le constructeur à intégrer les bâtiments hors RT dans le projet en les transformant en sites de production d'énergie. Cette production « bonus » permet donc d'atteindre plus facilement l'objectif, et les projets intégrant de nombreux équipements collectifs ou des bâtiments existants particuliers ne sont pas d'office exclus du référentiel.

La seule différence dans le périmètre des deux calculs est que dans le cas du premier, nous ne disposons pas des éléments pour effectuer une STD (Simulation Thermique Dynamique) à l'échelle du quartier. Une STD sera donc imposée aux bâtiments neufs et existants hors RT (2012 ou précédente) uniquement dans le deuxième calcul.

Infrastructures et services généraux

Les infrastructures et les services généraux sont des postes de consommation importants mais difficile à prendre en compte dans le bilan global.

Au-delà de l'estimation de la consommation de ces postes, tout élément d'infrastructure présent dans le périmètre du projet et pouvant accueillir la production d'EnR pourra être pris en compte.

Première approche : bilan du quartier « prêt » pour le QEPOS

A partir des données disponibles en phase programmation de la conception du projet, le bilan est effectué globalement grâce aux surfaces respectives de chaque usage de bâtiment. C'est dans son ensemble que la consommation et la production vont être évaluées, et non pas bâtiment par bâtiment.

La formule globale du calcul est similaire à celle du BEPOS mais à l'échelle du QEPOS :

$$\text{Bilan QEPOS} \leq 0 + \text{Ecart autorisé}$$

Avec : $\text{Bilan QEPOS} = \text{ConsoQEPOS} - \text{ProdQEPOS}$ et $\text{Ecart autorisé} = \text{ConsoRef} - \text{ProdRef}$

Le terme ConsoQEPOS est calculé à partir des consommations des bâtiments soumis à une RT (neuf et existant), ainsi que des consommations à neutraliser des bâtiments hors RT (neufs et existants) chauffés. En phase programmation du quartier, on ne connaît pas encore le détail des projets donc on utilisera les surfaces prévues

par typologie et des ratios de consommations moyen. S'ajoute à cela les consommations mobilières et immobilières ainsi que les consommations des infrastructures et services généraux du Qepos telles qu'envisagées plus haut.

Le terme ProdQEPOS est calculé à partir de la production EnR des bâtiments soumis à une RT (neuf ou existant) ainsi que les apports envisageables en énergies renouvelables des bâtiments hors RT et des infrastructures. On utilise pour cela l'étude d'évaluation du potentiel d'EnR.

Dans cette démarche globale de calcul à l'échelle du quartier, les termes de référence Consoref et Prodref sont calculés différemment du BEPOS.

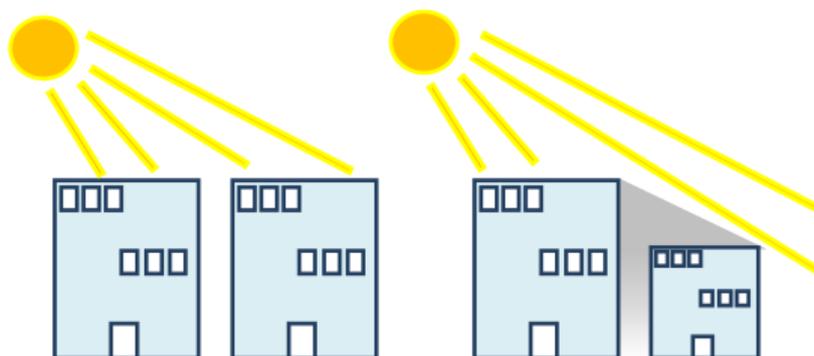
Pour un BEPOS, la définition de la consommation de référence utilise les coefficients de modulation de la réglementation thermique. Le calcul sera similaire à l'échelle du quartier mais en utilisant des coefficients simplifiés pour la modulation en fonction du type de bâtiments et en fonction de la surface. Ces coefficients restent à définir.

Pour un bâtiment existant, on conserve la formule du BBC-Effinergie Rénovation :

$$\text{Consoref} = 80 \times (\text{Mcalt} + \text{Mcgeo})$$

Enfin, le terme Prodref est calculé en utilisant :

- L'emprise au sol des bâtiments de la zone correspondant à la surface ensoleillée susceptible d'être exploitée. Elle permettra d'évaluer un productible PV « idéal » ou « maximum » si l'ensemble des toitures étaient exploitées.
- La densité à travers le COS, le CES ou le nombre d'étages. Cela permet d'évaluer la capacité de la production à compenser les consommations de la zone. On peut évaluer rapidement cela en considérant qu'un m² de PV produit environ 4 fois plus d'énergie que ce que consomme un m² de surface utile. Un bâtiment en R+3 s'oriente donc vers un optimum entre densité et compensation de sa consommation. Une densité plus faible permettra de produire plus, éventuellement pour d'autres bâtiments ou de définir une exigence plus forte. Une densité plus forte nécessitera une adaptation de l'exigence pour prendre en compte la réalité physique du potentiel de compensation des consommations.
- Les éventuels masques solaires des bâtiments entre eux. Cette modulation peut partir d'un état « optimal » pour l'exploitation des toitures dans lequel tous les bâtiments seraient d'une même hauteur. L'écart type des hauteurs de bâtiments présents sur la zone permet d'évaluer la « perte » du potentiel de production.



- et éventuellement en fonction du potentiel géothermique de la zone.

Ces données permettront d'évaluer un productible PV théorique et, éventuellement, un productible géothermique.

Deuxième approche : bilan du QEPOS

Dans cette deuxième approche, on utilise les caractéristiques des bâtiments du projet pour calculer les bilans précis pour chaque bâtiment suivant la méthode utilisée dans le label BEPOS-Effinergie 2013. Puis on additionne ces bilans pour obtenir un bilan global.

Le bilan eprn doit être, par logique, inférieur à la somme des écarts autorisés de tous les bâtiments. Ainsi l'exigence ne porte pas sur tous les bâtiments individuellement mais sur l'ensemble. Certains bâtiments qui produisent peu ou consomment beaucoup et qui ne répondent pas, de fait, à l'exigence du Bepos, peuvent voir leur bilan équilibré grâce à un bâtiment qui, lui, dépasse l'exigence.

La formule devient donc :

$$\Sigma \text{ Bilan bat} \leq 0 + \Sigma \text{ Ecart autorisé}$$

Avec :

$$\Sigma \text{ Bilan bat} = \Sigma \text{ Consobat} + \text{Consoservices} - \Sigma \text{ Prodbat}$$

Et :

$$\Sigma \text{ Ecart autorisé} = \Sigma \text{ Consoref} - \Sigma \text{ Prodref}$$

Le calcul de chaque terme est plus simple que dans la première approche car elle correspond exactement, pour chacun d'entre eux, à la méthode du label BEPOS-Effinergie 2013. A laquelle s'ajoutent les consommations, hors bâtiments, liées au Qepos. La seule différence réside dans le calcul du terme Prodref car, ici encore, on y ajoute les apports envisageables en énergie renouvelables des bâtiments hors RT chauffés et des infrastructures.

6.7.5. Commissionnement

La phase de commissionnement participe au suivi du projet et met en place la maintenance de ce dernier. Celle-ci est prévue dans le cadre du label effinergie+ mais n'a pas été étudié dans la méthodologie du Qepos, se basant d'avantage sur la partie conception du quartier et de ces bâtiments. Néanmoins, elle apparaît comme une suite logique tendant à valoriser et maintenir le niveau d'exigence initialement demandé.

6.8. Evaluation économique

Le principe des labels appliqués aux bâtiments est d'inciter à la réalisation de bâtiments exemplaires et performants. Ces démarches entraînent des surcoûts liés aux études complémentaires et au coût de la construction. Ces surcoûts peuvent être compensés par l'attribution de subventions qui permettent d'engager un cercle vertueux d'amélioration et de bonnes pratiques.

Ce modèle ne fonctionne pas pour la réalisation d'un quartier car la réalisation d'une zone d'aménagement engendre des budgets sans commune mesure avec les coûts de la construction et les opérations doivent présenter un budget équilibré. De plus, les opérations d'aménagement reçoivent déjà des subventions de la part des collectivités, des régions ou encore de l'Etat. Ces subventions peuvent prendre plusieurs formes comme des subventions d'équilibre (montant attribué pour équilibrer le bilan) ou encore des cessions de charges foncières (venant souvent de l'Etat).

Le modèle d'incitation à la réalisation d'opération d'aménagement exemplaire doit donc être revu et l'accompagnement à la création de QEPOS doit se faire « à coût constant » et à budget équilibré pour être reproductible.

Les subventions publiques interviendront utilement pour aider à la réalisation des études complémentaires.

Les opérations d'aménagement exemplaires doivent donc réaliser systématiquement une évaluation économique du projet de QEPOS en proposant des financements complémentaires permettant d'équilibrer les coûts supplémentaires générés. Cette évaluation économique doit être réalisée en coût global pour anticiper les contraintes de fonctionnement, d'exploitation, de maintenance et de déconstruction de l'ensemble des bâtiments construits sur la zone ainsi que des infrastructures.

7. Conclusion

Ce travail pourrait dans un premier temps aboutir à l'élaboration d'un cahier des charges de bonnes pratiques en matière de Qepos. Pour se faire la mise en place d'indicateurs clés à vérifier à chaque étape semble pertinent (cf annexe). Ceci assure le suivi du projet à différentes phases.

Cette première élaboration de méthode mérite une concertation et une mise à l'épreuve par des projets concrets et ambitieux en terme énergétique. Ces projets sont en recherche d'éléments techniques permettant de conforter leur démarche, on pourra ainsi engager une étape de co-construction pour l'amélioration de la méthode. Il conviendra aussi d'étudier la possibilité de s'enrichir de démarche parallèles éco-quartiers, quartier durable méditerranéen, quartiers HQE, bas carbone etc... Avec le souci de rester pragmatique pour ne pas se perdre dans une multitude de paramètres qui nous empêcheraient de déboucher sur une méthodologie finalisée.

8. Complément

Les indicateurs clés à vérifier à chaque étape

- Lancement du projet :
 - Clarté de la définition du périmètre
 - Documents d'urbanisme s'appliquant sur le périmètre choisi
 - Rapidité de la prise en compte de la démarche Qepos dans le projet
 - Stratégie de suivi de la vie du Qepos (acteurs, mesure des consos, respect des objectifs initiaux ...)

- Conception de l'opération d'aménagement :
 - Connaissance de la situation initiale
 - Mixité des usages envisagés
 - Plan de mutualisation des équipements
 - Distance moyenne aux équipements publics, comparée aux autres quartiers de la commune
 - Besoin de mobilité généré
 - Diversité de la production d'EnR
 - Potentiel de récupération d'énergie fatale
 - Rentabilité prévisionnelle d'un réseau de chaleur
 - Nombre de bâtiments non pris en compte dans le calcul
 - Nombre de BEPOS dans le projet
 - Bilan d'énergie simplifié pour un Quartier prêt pour l'énergie positive

- APD
 - Besoin de chaque bâtiment
 - Besoin des services généraux et des infrastructures
 - Besoins liés aux déplacements des utilisateurs
 - Détail de la production d'EnR
 - Conception globale et intelligente des réseaux
 - Non recours à de la production d'EnR extérieure au périmètre du Qepos
 - Bilan d'énergie détaillé
 - Participation du Qepos à l'amélioration du mix énergétique local
 - Reproductibilité de l'opération
 - Taux de subventions dans le financement