

Charte Smart Grid Côte d'Azur

Solutions pour l'Aménagement d'un Ecoquartier Innovant

DÉCEMBRE 2012

Charte élaborée en collaboration avec :



Document réalisé dans le cadre du Plan d'Action Energie Durable
de la Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte d'Azur, avec le soutien financier de :





Préambule

La CCI Nice Côte d'Azur a identifié le domaine des Smart Grids comme stratégique pour le territoire et les entreprises de la Côte d'Azur dès 2010, dans le cadre de son plan d'actions énergie financé au titre de l'accord-cadre Etat-Région-ADEME, l'Europe et le Conseil général des Alpes-Maritimes.

En collaboration avec la Métropole Nice Côte d'Azur, l'élaboration d'une charte anticipant les fonctionnalités « smart grids » que devront avoir les futurs bâtiments des différents quartiers de l'Eco-Vallée du Var a été définie comme une action majeure pour le territoire, sous le nom de « projet CONVERGENCE ».

Cette action a été initiée alors que la démarche « smart grids » de la CCI Nice Côte d'Azur était accompagnée par Canopea Conseil. Dans ce cadre, Ken Whittaker a organisé plusieurs réunions de cadrage du projet, lors desquelles les industriels du secteur et plusieurs représentants institutionnels ont contribué à définir le cadre de la charte et clarifier ses objectifs.

Par la suite, Eric Morel (**Mach & Team**) a été missionné pour effectuer la rédaction de la charte, sur la base d'interviews menées en face à face avec les acteurs du secteur des smart grids.

Remerciements

Nous remercions la Métropole Nice Côte d'Azur pour sa confiance, son engagement dès la conception du projet, et son implication au travers de la démarche Eco-Cité Ville de Demain.



Nous remercions également l'EPA Plaine du Var pour son implication dans la réalisation de la Charte ainsi que pour son objectif d'approfondissement pour l'application de solutions Smart Grids aux aménagements de la Plaine du Var.



Nous remercions pareillement les autres organisations publiques qui ont contribué aux travaux sur cette Charte.

ADEME



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

 **CONSEIL GÉNÉRAL**
ALPES-MARITIMES



Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



Nous remercions aussi, pour leur contribution personnelle, Didier Laffaille, Bertille Carretté et Gregory Jarry des services de la CRE.

Nous remercions enfin grandement les sociétés suivantes pour leur participation aux travaux préliminaires, à l'élaboration du contenu et à la finalisation de la Charte :



Avertissement

En introduction de ce document, il nous semble important de partager quelques remarques avec le lecteur afin de faciliter sa compréhension et le situer dans une perspective d'évolution.

Ce document a une vocation très pratique.

Il apporte une contribution à l'émergence des projets Smart Grids qui butent souvent sur des acteurs essentiels qui n'en ont qu'une compréhension partielle et qui, de ce fait, ont peur de se lancer dans une « aventure » difficile à maîtriser.

Ce document s'inscrit néanmoins dans notre vision de l'évolution des Smart Grids.

Partager cette vision est important pour que les déploiements d'aujourd'hui soient les plus compatibles possible avec les évolutions de demain afin de ne pas remettre en cause les systèmes à chaque stade majeur de l'évolution des Smart Grids.

Dans de nombreux cas, nous demanderons à ce que les solutions préconisées permettent l'ajout de fonctionnalités futures.

Nous avons donc sélectionné dans ce document des solutions disponibles dans les 3 ans à venir.

Elles sont techniquement compatibles entre elles et cohérentes. Il y aura lieu de prévoir une mise à jour régulière pour tenir compte des offres et solutions nouvellement disponibles.

Ce document prend en compte l'apparition de tarifs variables de l'électricité.

Ces tarifs variables, annoncés à l'horizon 2016 en France, sont une condition essentielle du déploiement de certaines recommandations car ils permettront d'en assurer la rentabilité économique.

Ce document n'inclut pas de validation économique des propositions.

Ce sera un préalable obligatoire à toute mise en œuvre. Néanmoins, nous n'avons pas préconisé de solutions notoirement non rentables.

Nous avons fait le choix de garder à ce document un caractère ouvert.

Nous avons pris le parti de ne spécifier aucun standard technique précis, par exemple, pour les formats de données, pour les échanges de données, par exemple relatifs à l'effacement, pour la communication entre bornes de recharge et véhicules électriques.

Au stade des spécifications précises du quartier, il en sera autrement.

Cette charte, au périmètre limité, doit être considérée dans une optique plus large : celle de la Smart City.

Un des enjeux des Smart Grids est de s'affranchir des silos préalablement et historiquement établis dans le monde de l'énergie. Nous devons être attentifs à ne pas créer de nouveaux silos : celui des Smart Grids au sein d'une Smart City, par exemple. Nous veillerons à mentionner chaque fois que nécessaire les ouvertures et interfaces à prévoir pour que les Smart Grids s'intègrent dans un environnement plus large.

Sommaire

Préambule	3
Remerciements	4
Avertissement	6
Résumé	8
1. Pourquoi déployer des Smarts Grids ?	9
a. Consommer « moins ».....	9
b. Consommer « mieux ».....	10
c. Permettre le développement de nouveaux usages et systèmes.....	11
2. Les acteurs des Smart Grids – Quels sont leurs enjeux ?	13
a. Les acteurs agissant directement au niveau d'un éco-quartier de la plaine du Var.....	13
Le consommateur.....	13
Le gestionnaire de réseau d'énergie électrique : ERDF.....	13
Le gestionnaire du réseau de distribution publique de gaz : GrDF.....	14
Le producteur d'énergie.....	14
Le fournisseur d'énergie.....	14
L'agrégateur.....	14
Le promoteur immobilier.....	15
L'aménageur.....	15
Les collectivités.....	15
Le fournisseur de services énergétiques.....	15
b. Les acteurs agissant indirectement au niveau d'un éco-quartier de la plaine du Var.....	15
Le gestionnaire du réseau de transport (RTE).....	15
3. Le contexte réglementaire et normatif	16
a. Le contexte réglementaire spécifique : ce qui est obligatoire.....	16
b. Le contexte réglementaire spécifique : ce qui est incitatif.....	17
4. Les quartiers Smart Grid en détail	18
a. Avant de penser Smart Grids, pensons stratégie énergétique.....	18
Etre adapté aux conditions locales.....	18
Permettre de faire coïncider le plus possible le profil de production et le profil de consommation.....	19
b. Avant de penser Smart Grids, pensons Smart City et infrastructures partagées.....	21
Partage de l'infrastructure de communication.....	22
Partage de la production électrique décentralisée.....	22
Partage de l'infrastructure de stockage d'énergie.....	23
Partage des fonctionnalités thermiques et les réseaux urbains.....	24
5. Le pilotage du quartier	26
a. Pourquoi évoquer le pilotage énergétique du quartier ?.....	26
b. La maille d'un logement.....	29
c. La maille d'une zone à l'intérieur d'un bâtiment.....	30
d. La maille d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments.....	30
e. La maille de l'îlot ou du quartier.....	30
6. Comment un quartier « Smart Grid Ready » va-t-il fonctionner ?	32
7. Que piloter pour l'ajustement ? Et pour la maîtrise des consommations électriques ?	35
a. Le refroidissement.....	36
b. Le chauffage.....	39
c. L'Eau Chaude Sanitaire (ECS).....	39
d. L'éclairage.....	40
e. Les auxiliaires.....	42
f. Les usages privés.....	43
g. Les bornes de recharges de véhicules électriques.....	44
h. L'éclairage public.....	45
i. L'intégration d'une production décentralisée.....	46
j. La gestion de l'énergie réactive.....	47
Conclusion	48
Annexe 1 : Contexte réglementaire général européen sur les Smart Grids	49
Annexe 2 : Contexte réglementaire général français sur les Smart Grids	52
Annexe 3 : Présentation détaillée de la réglementation RT2012	54

Résumé

Cette charte d'architecture fonctionnelle Smart Grids d'un éco-quartier de la plaine du Var ne considère pas un éco-quartier comme une collection d'objets intelligents ou communicants, par exemple des bâtiments ou un système d'éclairage public, mis au service d'un Smart Grid. Le quartier lui-même, ou une entité de structure comparable – îlot, ville, métropole, revêt une identité particulière aux yeux d'un Smart Grid que la charte s'attache à décrire.

Ainsi, la charte d'architecture fonctionnelle « Smart Grids » d'un éco-quartier de la plaine du Var ne se limite pas à lister des fonctionnalités et à spécifier certaines de leurs caractéristiques qui s'avèrent indispensables pour connecter le quartier efficacement à un Smart Grid. Elle intègre l'éco-quartier dans une métropole et considère l'environnement dans lequel il s'inclut. Dès lors, la charte considère la manière dont la dimension énergétique du quartier s'intègre dans l'écosystème énergétique global. Le processus de conception du pilotage énergétique d'un éco-quartier de la plaine du Var suit donc un processus descendant en quatre étapes :

1. Définition de la politique énergétique du quartier.

Cette politique n'est pas forcément limitée au quartier. Elle peut être la déclinaison d'orientations prises au niveau supérieur : d'une ville, d'une métropole, voire d'un département. A ce stade, comme aux trois suivants, le rôle des collectivités territoriales est essentiel. Cette charte, dans sa version présente, ne peut que révéler des pistes à investiguer. Une validation économique (Charte phase 2) est nécessaire pour finaliser les choix.

2. Détermination des infrastructures partagées entre applications Smart Grids voire aussi avec des applications de type Smart Cities.

Là encore, certaines infrastructures peuvent être partagées au-delà du quartier, principalement celles relatives à la thermique des bâtiments et aux réseaux télécom. Il est important que ces choix soient raisonnés le plus globalement possible. Rien n'empêche ensuite une mise en œuvre et un déploiement par étape, la première étant le déploiement sur un éco-quartier particulier. On veillera alors à spécifier des installations évolutives.

Le mix énergétique et les infrastructures partagées ne sont pas toujours des choix indépendants. Il y aura souvent lieu d'alimenter un processus itératif de décision, prenant en compte l'impact des choix faits sur le mix énergétique sur les infrastructures partagées et vice-versa.

3. Détermination de la structure de pilotage énergétique du quartier.

Le pilotage de l'éco-quartier apparaît comme un point clé de l'émergence des Smart Grids dans les centres urbains. Sa définition précise permet de mettre en évidence la nécessité de se doter d'acteurs et d'outils de pilotage nouveaux. Dans ce domaine, les solutions évoluent très rapidement et notre souci a été d'ouvrir les spécifications sur les solutions d'avenir tout en garantissant une faisabilité à l'horizon du projet.

Nos recommandations ne seront définitivement valides qu'une fois que seront confirmés les différents modèles d'affaires associés (Charte phase 2).

4. Description des caractéristiques clés des différentes fonctionnalités énergétiques déployées dans le quartier.

Selon ce processus, la présente charte s'attache à décrire ce qu'il est nécessaire de décider et d'implémenter pour rendre un éco-quartier de la plaine du Var « Smart Grid ready » c'est-à-dire pour équiper ce quartier en vue d'un pilotage optimal du bilan énergétique et d'un pilotage optimal de l'équilibre des flux énergétiques dans le quartier notamment au moment du pic de consommation journalier ou à celui du pic de production d'électricité par les installations décentralisées.

1. Pourquoi déployer des Smarts Grids ?

De manière simpliste, les Smart Grids (ou réseaux électriques intelligents) correspondent à la convergence des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) et des réseaux de distribution électrique.

Un Smart Grid est donc une évolution d'un réseau de distribution électrique dont le pilotage a été renforcé, enrichi, amélioré dans l'optique d'une meilleure efficacité énergétique et économique. Dans cette définition, le réseau est pris au sens très large du terme ; nous incluons dans cette notion les unités de production qui l'alimentent, les unités de stockage d'électricité, sous quelque forme que ce soit, et les ramifications terminales du réseau appartenant aux domaines privés des consommateurs.

En conséquence, un Smart Grid permet également de :

- Réduire les coûts des infrastructures de production et de distribution de l'électricité
- Réduire le coût global de la facture énergétique de l'utilisateur final
- Réduire les émissions de CO2 et permettre l'intégration massive d'énergies renouvelables et décentralisées
- Améliorer la qualité de la fourniture et la qualité de service
- Améliorer la maintenance des réseaux (au sens large du terme) par des interventions plus ciblées et, chaque fois que possible, préventives.

L'émergence des Smart Grids n'est ni un hasard ni une mode ; les Smart Grids sont une réponse à des enjeux économiques ainsi qu'à la nécessité d'adapter les réseaux électriques à des évolutions technologiques ou réglementaires pour permettre une meilleure efficacité et disponibilité des énergies. Les principaux objectifs poursuivis par leur développement sont les suivants :

a. Consommer « moins »

Cet objectif est avant tout un objectif de Maîtrise de l'Energie (MDE), enjeu national et européen qui représente un des buts du paquet énergie-climat de la Commission Européenne, adopté le 23 Janvier 2008, visant 20% d'efficacité énergé-

tique d'ici 2020, toutes choses égales par ailleurs (la consommation électrique pourra augmenter dans le futur, mais dans des proportions moindres que ce qu'elles auraient été sans l'atteinte de ce résultat).

Dans un éco-quartier, deux types d'actions contribuent à cet objectif :

- les actions d'efficacité énergétique passive visent de meilleures performances énergétiques des systèmes passifs traditionnels et des bâtis : à titre d'exemple, l'orientation du bâtiment, l'amélioration de l'isolation ou l'évolution des technologies d'éclairage font partie de ces actions
- les actions d'efficacité énergétique active, résultat d'un meilleur pilotage des systèmes : par exemple, asservissement de l'éclairage d'une zone à la luminosité et à la présence de personnes dans cette zone, asservissement du chauffage à la température extérieure etc...

Ces actions de pilotage peuvent être automatiques et directement assurées par les systèmes en place ou « manuelles » c'est-à-dire menées par les occupants des locaux, par des comportements appris ou à partir d'informations mises à leur disposition.

Seules les actions d'efficacité énergétique active nécessitent une convergence des NTIC et des réseaux de distribution électrique et rentrent dans le cadre de cette charte. Néanmoins, dans de nombreux cas, les technologies et systèmes déployés ont une influence sur leur capacité à être pilotés.

Nous aborderons donc dans ce document, chaque fois que nécessaire, les éléments passifs impactant fortement le résultat du pilotage des réseaux.

Point clé

Le bâti et les technologies déployées conditionnent les résultats du pilotage des réseaux électriques. Par exemple, un bâti à forte inertie thermique va permettre un délestage plus long du chauffage ou du refroidissement en période de pic de consommation car il limitera de fait le gradient de température.

Point clé

En matière d'efficacité énergétique (MDE), une solution se juge globalement, à travers sa dimension passive et sa dimension active. La dimension active est quelquefois simplement un complément de la dimension passive.

b. Consommer « mieux »

Cet objectif à visée autant environnementale qu'économique se décline en deux sous-objectifs :

- Valoriser des sources d'énergie renouvelables

Cet objectif est très largement imposé par une volonté politique et des législations européenne et nationale. Faire passer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique européen à 20% est aussi un objectif du plan énergie-climat de la Commission Européenne déjà cité. La loi Grenelle II renforce cet objectif et porte dès à présent cette part à 23% en France publié dans le plan d'action national 2009-2020 (PAN).

- Réduire la pointe de consommation électrique.

Remarque

Derrière ce vocable usuel, que nous conserverons dans ce document, se cache une réalité plus complexe. Les enjeux réels ne sont pas seulement de réduire la pointe de consommation mais, d'une part, de réduire l'écart entre énergie produite et disponible et énergie consommée et, d'autre part, de réduire l'appel maximum d'électricité par le quartier sur le réseau RTE-ERDF.

Cet objectif est essentiel dans la région niçoise. Située en « bout de ligne », avec un déficit de capacités de production locale, elle est extrêmement vulnérable à la pointe d'appel sur le réseau et risque un black-out aussi inenvisageable pour l'économie locale que coûteux.

Cette réduction vise d'abord à augmenter la sécurité d'approvisionnement en énergie électrique en évitant une consommation ponctuelle excédant les capacités de production ou de transit des réseaux, mais aussi en sécurisant le quartier en effectuant des délestages sur des usages non critiques afin d'éviter le black-out total. Elle a ensuite un grand intérêt économique car elle réduit la nécessité d'investir dans des capacités de production d'électricité uniquement dédiées au service de la pointe et réduit d'autant le dimensionnement du réseau électrique et donc les investissements associés. Elle a enfin un impact écologique car elle réduit l'utilisation de capacités de production fortement carbonées, telles que des centrales au fioul, utilisées en pointe.

Répondre à cet enjeu passe par un rééquilibrage des profils de consommation et de production d'électricité.

Afin d'assurer le meilleur équilibre entre énergie produite et disponible et énergie consommée, plusieurs actions sont possibles : décaler des usages, délester des charges ou simplement réduire l'intensité d'utilisation de certains équipements en période de pic de consommation, en évitant d'activer simultanément des process énergivores.

Mais les sources de production locales peuvent également contribuer à cet objectif, soit directement en prenant le relais du réseau de distribution électrique en période de pointe, soit à travers des dispositifs de stockage d'énergie, en libérant de l'énergie en période de pointe.

Le gaz est une énergie à considérer prioritairement car elle peut à la fois alimenter des générateurs électriques et être stockée facilement. En outre, il peut lui-même être produit selon des techniques présentant de nombreux avantages en lieu urbain dans une optique de développement durable.

L'ensemble des offres contribuant à cet objectif se retrouve derrière différents vocables : « effacement de la pointe », « lissage de la pointe », « ajustement de la pointe » ou encore « demand response ».

Ces offres supposent a minima, sur un périmètre donné :

- De mesurer les différents niveaux de consommation et de les agréger pour pouvoir les comparer aux niveaux de production effectifs et aux capacités de transit des différents réseaux
- De prévoir à intervalle régulier (10 à 30 mn, quelques heures, un et plusieurs jours) les contraintes réseau et les niveaux de production attendus dans les heures à venir et de mesurer les niveaux de production effectifs afin de gérer les écarts par rapport aux niveaux prévus
- De comparer à intervalle régulier (10 à 30 mn) les contraintes réseau, les niveaux de production et de consommation et de prendre les dispositions nécessaires de réduction de la consommation en cas d'excès prévu de cette dernière.

Comme mentionné précédemment, certaines de ces offres se présentent sous la forme de systèmes automatiques ou semi-automatiques (intervention d'un opérateur de service) ou de solutions nécessitant une contribution des occupants des locaux ou, plus généralement, des usagers des différentes fonctionnalités au sein des bâtiments ou des zones urbaines publiques.

Ces offres reposent sur deux seuils d'action :

- **Un seuil normal** au-delà duquel des actions préventives sont déclenchées afin que la pointe de consommation puisse être fournie en toute sécurité. Nombreux sont les acteurs qui peuvent prétendre jouer un rôle à ce niveau : nous les détaillerons plus loin.

- **Un seuil d'urgence**, atteint si les actions précédentes n'ont pas apporté les résultats attendus, au-delà duquel des actions exceptionnelles sont enclenchées pour éviter à très court terme (quelques minutes) une déstabilisation du réseau. Les actions relatives à ce seuil sont, dans la plaine du Var, de la responsabilité de RTE qui s'appuie fréquemment pour cela sur ERDF ; en effet, ERDF joue un rôle important pour la gestion de la pointe locale et des contraintes du réseau de distribution.

C. Permettre le développement de nouveaux usages et systèmes

Les quatre principaux sont :

- Le **véhicule électrique** qui nécessite des adaptations physiques du réseau autant que de pilotage car, en l'absence de toute prise en compte de son impact sur les réseaux, son développement risque d'accentuer la pointe de consommation : de nombreux utilisateurs privés risquent de démarrer la charge de leur véhicule de retour chez eux en fin d'après-midi, à l'heure même du pic de consommation. Dans un futur lointain, les batteries pourraient aussi servir de réserve d'énergie dans les cas extrêmes.
- La **production décentralisée d'énergie** requiert un réseau physiquement dimensionné pour recevoir les flux d'énergie produite et non consommée, équipé pour traiter les contraintes liées à l'intermittence et le manque de flexibilité de ces injections d'énergie et piloté de manière à toujours consommer l'énergie ainsi produite au plus près de son lieu de production. Source de déstabilisation potentielle, la connexion physique de ces sources de production doit impérativement être conçue avec le gestionnaire du réseau électrique.
- Le **stockage d'énergie** présente la particularité de pouvoir jouer tour à tour le rôle de producteur et de consommateur et donc de régulateur local des flux d'énergie. Dans le cadre d'un éco-quartier de la plaine du Var, le stockage d'électricité et de gaz de synthèse méritent d'être pris en considération.
- La **production d'énergie électrique** par des sources, telles que solaire ou éolien, intermittentes et fatales (c'est-à-dire sans modulation, non flexibles, comme peuvent l'être les productions thermique ou hydraulique de barrage) rend l'adéquation charge-capacité plus complexe : il ne s'agit plus de s'adapter à la variation de la demande mais aussi et simultanément à celle de la production. On évalue souvent que le système de pilotage du réseau ne peut conserver sa structure traditionnelle dès que la production par des sources d'énergie intermittentes atteint 20% à 25% de la production totale.

Le périmètre des Smart Grids pris en compte dans cette charte englobe toutes les actions de pilotage du réseau élec-

trique et des moyens de production ou de stockage décentralisés, nécessaires pour atteindre les objectifs que nous venons de définir.

Ces actions de type « Smart Grids » ne sont pas les seules requises pour atteindre ces objectifs. Elles y contribuent fortement mais doivent être associées à d'autres actions, menées de concert.

Le schéma suivant liste l'ensemble des actions à mener pour s'attaquer aux enjeux énergétiques et définit le périmètre dévolu aux Smart Grids.

Remarque

La réduction de la pointe de consommation relève principalement du pilotage des réseaux électriques (pilotage technico-économique mais aussi influence du comportement par une meilleure connaissance des enjeux) et donc des Smart Grids.

Point clé

La maîtrise de la consommation d'électricité (MDE) relève autant des caractéristiques du bâti que du pilotage des réseaux électriques. Dans le sud de la France, et particulièrement dans la région niçoise, les caractéristiques du bâti peuvent, et pourront de plus en plus, réduire l'impact de la performance attendue du pilotage des réseaux en matière de MDE.

Extension des Smart Grids aux autres fluides

Des besoins similaires de maîtrise de la consommation et d'optimisation des besoins émergent progressivement autour de la distribution d'eau et de gaz, sans avoir toujours pour autant à répondre à une limitation critique de la disponibilité de ces fluides.

Pour l'eau et le gaz, l'objectif « consommer moins » fait appel à des solutions issues de démarches comparables à celles observées pour la gestion de l'électricité. L'objectif « consommer mieux » n'a pas de raison d'être. Il en est de même pour les réseaux de chaleur et de froid.

Pour l'eau, les Smart Grids ont aussi un rôle actif de visualisation des flux et débits, et de détection active de fuites. Les fuites sur les réseaux d'eau potable représentent en France, en moyenne, 25% de la consommation, 40% par endroit. L'objectif pour un réseau bien entretenu est de 15%.

Deux réseaux différents peuvent se compléter et doivent alors être connectés pour être pilotés en toute cohérence.

Dans les bâtiments, les fonctionnalités thermiques sont interdépendantes, par exemple, du taux d'occupation, de la

ventilation ou des occultations. La gestion des réseaux urbains et de l'électricité sont donc, à leur tour, interdépendantes.

L'usage du gaz naturel permet d'effacer les éventuelles contraintes de la pointe électrique soit en permettant une production en période de pointe, à base d'un réseau de gaz de la ville ou d'un stockage de gaz de synthèse, soit en agissant sur la consommation électrique, par exemple, par l'usage de pompes à chaleur hybrides électricité/gaz.

Ces besoins sont servis par des solutions alliant mesure et contrôle, résultant, elles aussi, de la convergence de réseaux de communication et des réseaux de distribution de fluide.

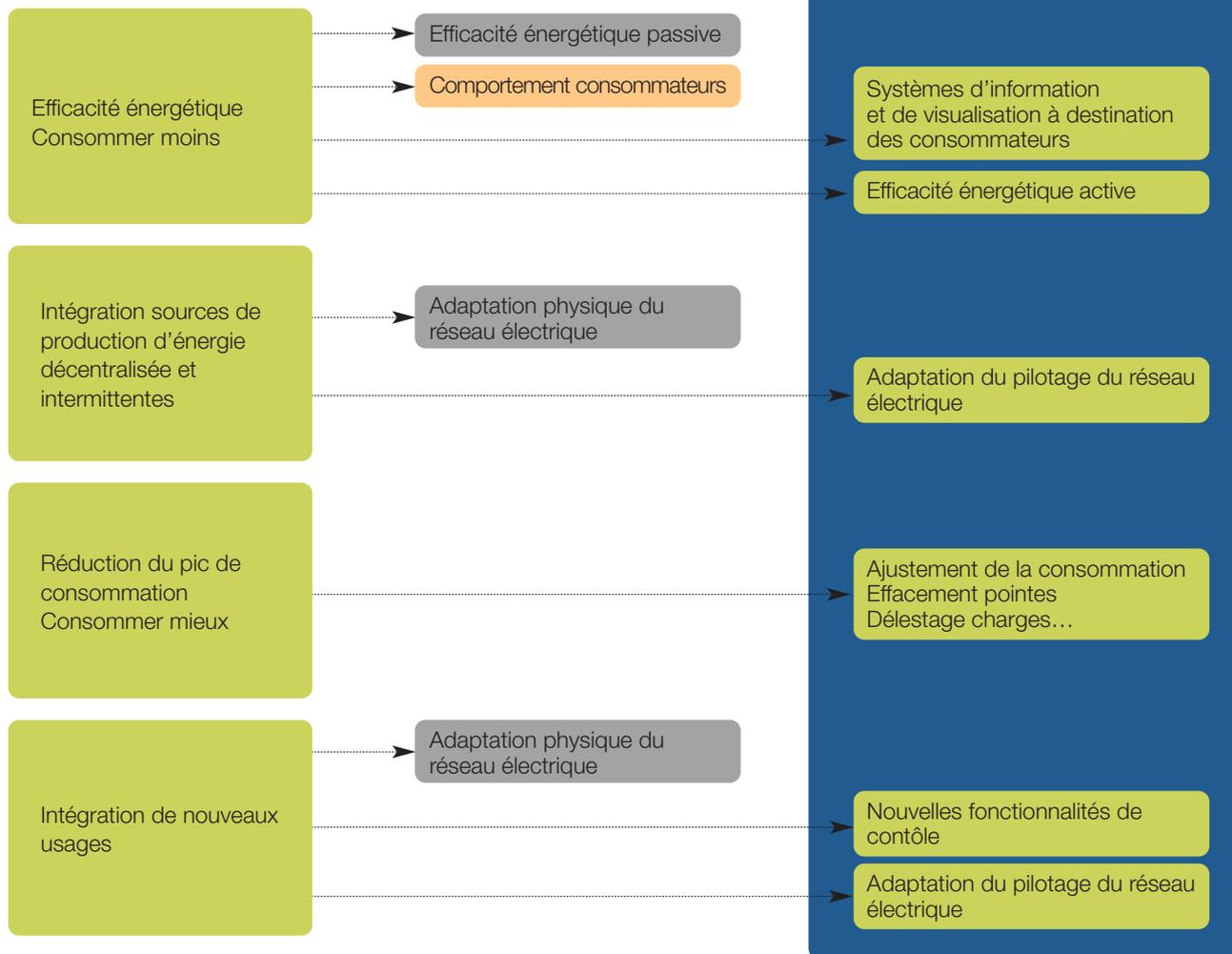
Point clé

La notion de Smart Grids introduites plus haut, s'étend donc aux réseaux de distribution d'eau et de gaz, de chaleur et de froid.

ENJEUX ÉNERGÉTIQUES

ACTIONS PARALLÈLES ET COMPLÉMENTAIRES AUX SMART GRIDS

ACTIONS DU DOMAINE DES SMART GRIDS



2. Les acteurs des Smart Grids

Quels sont leurs enjeux ?

Les jeux d'acteurs autour des Smart Grids sont rendus extrêmement complexes par la diversité et la multiplicité des acteurs impactés, et, quelquefois, par la profondeur des mutations nécessaires à certains d'entre eux pour s'adapter aux conséquences de l'émergence des Smart Grids sur leur organisation ou leur métier.

Pour appréhender le comportement de chaque acteur face aux Smart Grids, il est utile de partager ses principaux enjeux ou intérêts :

- enjeux ou intérêts liés à son métier ou son activité
- obligation de conformité avec la réglementation
- enjeux ou intérêts économiques visant à tirer un bénéfice économique des Smart Grids pour les plus offensifs d'entre eux ou à ne pas être perdant pour les autres.

a. Les acteurs agissant directement au niveau d'un éco-quartier de la plaine du Var

Le consommateur

L'intérêt et la motivation principale du consommateur dans le déploiement des Smart Grids sont de pouvoir réduire sa facture énergétique.

De manière secondaire, tout aussi important mais moins perceptible, il a deux autres avantages :

- 1/ il voit sa sécurité d'alimentation en énergie renforcée surtout dans les régions sensibles telles que la région PACA et la Bretagne
- 2/ il possède une vision fine de sa consommation d'électricité, qui lui permet d'évaluer les dérives par rapport au prévisionnel, et notamment à cause des dysfonctionnements des équipements et des habitudes comportementales.

Enfin, on peut observer, chez certaines catégories de consommateurs, une conscience environnementale en émergence. Cette conscience prédispose ces consommateurs à envisager l'investissement ou l'utilisation de solutions de gestion énergétique ou à porter attention à leurs comportements énergivores. Récemment, ces évolutions dans la « conscience énergé-

tique » des particuliers ont donné lieu à de nouveaux comportements vis-à-vis de la production et à un intérêt naissant pour la notion d'autonomie énergétique. Les évolutions pourraient être rapides dans ce domaine.

Par ailleurs, la plupart des consommateurs sont prêts à faire des choix en faveur des Smart Grids s'ils y trouvent un bénéfice économique. Si beaucoup sont disposés, moyennant éducation, à adapter certains de leurs comportements, la plupart ne sont pas enclins aujourd'hui, en dehors de programmes expérimentaux de courte durée, à consacrer du temps au pilotage de leur consommation énergétique.

Les consommateurs n'acceptent de dégradation perceptible de leur confort que de manière limitée et exceptionnelle. Ils n'ont, en général, aucune disposition à accepter privation ou sacrifice.

Pour cette raison, même s'ils n'en usent que très rarement, ils souhaitent garder le contrôle ultime de leur installation et acceptent volontiers toute disposition dont ils ne ressentent au quotidien aucun effet gênant, surtout si leur facture s'en trouve allégée.

Point clé

La notion de consomm'acteur, souvent mise en avant, prend, en réalité, une acception plus limitée. Un consommateur peut réellement devenir acteur, en faveur de comportements plus éco-citoyens mais il est essentiel d'en percevoir les bénéfices...pour lui, au risque de voir des comportements plus passifs.

Le gestionnaire de réseau d'énergie électrique : ERDF

En France, tout gestionnaire de réseau électrique de distribution opère dans le cadre d'une concession accordée par les collectivités locales, propriétaires du réseau.

Les missions principales du gestionnaire de réseau de distribution sont inhérentes à son métier : garantir à tous un accès au réseau sans discrimination, garantir la continuité du service à l'ensemble des clients raccordés et maintenir une qualité d'alimentation à un niveau élevé (respect de plages de tension, de fréquences, ...). Pour cela, le gestionnaire de réseau de distribution réalise sans cesse des investissements qui permettent de développer, moderniser, automatiser et sécuriser

riser les lignes, face aux aléas climatiques et au développement grandissant de productions d'énergie renouvelable décentralisée.

Il est à noter néanmoins que le rôle du gestionnaire de réseau se limitait jusqu'à peu à un pilotage en réponse à des pics de consommation. Avec l'émergence des technologies Smart Grids, le développement des EnR et la recherche d'une plus grande efficacité énergétique, les enjeux des gestionnaires de réseau de distribution évoluent vers 3 nouvelles directions :

- Gestionnaire du système électrique local pour répondre à l'apparition de flux bidirectionnels, de production intermittente ou de nouveaux usages (comme le véhicule électrique avec l'alternance envisageable de phases de recharge et de phases de réinjection de l'énergie stockée en batterie)
- Facilitateur de marchés (marché de l'énergie, mécanisme d'ajustement et de capacité), en particulier pour les nouveaux acteurs (producteurs décentralisés, agrégateurs...)
- Gestionnaire de données énergétiques pour répondre à l'accroissement des volumes de données disponibles et des besoins (données de comptage et de flux, agrégées à différentes mailles, valorisation économique de certaines actions selon la saison et le niveau de charge en différents points de livraison, accès à des tarifications dynamiques...).

Le gestionnaire du réseau de distribution publique de gaz : GrDF

Dans la région niçoise, GrDF assure les mêmes missions de service public que son homologue électricien. Son activité est associée à la délégation du service public consenti par les collectivités locales. En outre, aujourd'hui GrDF assure une qualité homogène et identique de la molécule de gaz sur l'ensemble du réseau, malgré l'émergence de nouvelles solutions de production de gaz, qu'elles soient de méthanisation, de méthanation, des algues voire du gaz de synthèse.

Le producteur d'énergie

Les grands producteurs nationaux n'ont pas d'enjeu particulier dans un éco-quartier tel que celui de la plaine du Var. Il n'en est pas de même d'un éventuel investisseur, producteur local dont les capacités de production alimentent prioritairement la zone d'un éco-quartier de la plaine du Var.

Les principaux enjeux d'un tel producteur sont économiques : amortir son investissement c'est-à-dire produire un maximum d'énergie en améliorant ses rendements et garantir la vente de sa production.

Il y a lieu de discerner les flux physiques et les flux économiques concernant le producteur local d'électricité.

Sur le plan physique, l'énergie produite localement devra être consommée le plus localement possible et donc, en priorité, dans l'éco-quartier, afin de minimiser les infrastructures de transport d'électricité.

Sur le plan économique, les producteurs locaux doivent avoir la libre possibilité de vendre sur le marché tout ou partie de leur production en fonction des conditions économiques du moment. Ceci nécessitera une dérogation réglementaire.

Le fournisseur d'énergie

Face à une ouverture du marché, le principal enjeu du fournisseur d'énergie est de développer sa base de clientèle. Pour cela, le prix de sa fourniture est un atout essentiel mais les services qu'il apporte à ses clients sont également importants.

A la frontière des deux objectifs, le rôle d'agrégateur sera une position ciblée de façon prioritaire par de nombreux fournisseurs.

Il optimise également son approvisionnement en énergie pour assurer continuité de service et niveau de prix. Il a besoin pour cela d'une bonne prévisibilité de la demande. Son interaction avec le quartier sera très importante dans cette perspective.

L'agrégateur

L'agrégateur est un acteur qui se place en intermédiaire entre les gestionnaires des réseaux de transport et de distribution, les producteurs décentralisés et les consommateurs. Ce rôle d'intermédiaire, voire de coordinateur, est prépondérant vis-à-vis de gros consommateurs, industriels et gros tertiaires par exemple. Il se double d'un rôle de « mutualisateur » pour les petits clients ; il aide à en gérer le foisonnement et, en agrégeant leurs consommations, en permet la prise en considération dans les mécanismes de réduction de la pointe de consommation ou, plus généralement, dans les processus de gestion de la demande.

Il y a deux sortes d'agrégateurs : l'agrégateur technique et l'agrégateur économique.

En combinant les effets d'une production décentralisée et d'éventuelles capacités de stockage électrique, d'une part, et l'ajustement de la consommation de ses clients d'autre part, l'agrégateur technique allège la demande en période de pic de consommation et évite de ce fait, soit une surcharge du réseau, soit une production supplémentaire très coûteuse.

Il intervient notamment sur le marché d'ajustement qui est utilisé par le gestionnaire de transport pour assurer l'équilibre instantané du réseau.

Notamment dans un contexte où les prix de l'électricité varient sur de courtes périodes, l'agrégateur économique joue sur les mêmes paramètres que précédemment pour optimiser la facture énergétique de ses clients.

Point clé

Dans le cas de la métropole niçoise et d'un éco-quartier de la plaine du Var, le contexte local confère une importance particulière à l'effacement de la pointe et donc au rôle de l'agrégateur technique.

Le promoteur immobilier

Le promoteur immobilier est l'investisseur d'un bâtiment. Il en sous-traite la conception et souhaite principalement disposer d'un bâtiment conforme aux normes et d'un bien le plus facile et le plus rapide possible à vendre ou à louer.

Pour cela, il cherche à éviter tout surcoût non vendable. Cela détermine sa position face aux investissements supplémentaires potentiellement requis pour être « Smart Grid Ready ».

Très souvent, la rentabilité des surcoûts consentis sur le bâti ou le système de pilotage énergétique pour disposer d'un bâtiment ou d'un quartier plus efficace sur le plan énergétique se justifie par des gains opérationnels et principalement sur des économies d'énergie. Dans le logement, ceci est aujourd'hui rarement cohérent avec les arguments de vente des promoteurs et avec les critères d'achat ou de location des consommateurs.

Trois pistes existent pour assurer une viabilité réelle à un tel investissement, aussi difficiles à mettre en œuvre l'une que l'autre. Mais elles constituent le seul moyen de voir se concrétiser les investissements nécessaires à un quartier Smart Grid :

- Le promoteur investit et dispose d'une argumentation suffisamment convaincante, dont l'impact sur le public acheteur ou locataire est prouvé, pour que ce public accepte une hausse du prix d'achat ou du loyer en rapport avec les futures économies réalisées. C'est la prise de confiance en la valeur verte de l'immeuble que l'on observe de plus en plus couramment. Cette piste nécessite un argumentaire et une confiance suffisante du promoteur dans l'acceptation par le public des impacts sur le prix d'achat ou sur le loyer
- Le promoteur investit et est rétribué par la suite, selon une logique de partage de valeur des économies d'énergie réalisées, par un forfait régulier payé par les acheteurs ou locataires. Cette piste nécessite l'acceptation d'une facture énergétique morcelée et donc moins lisible que celle à laquelle il est habitué : facture d'électricité + somme rétro-cédée au promoteur au titre d'un investissement supplémentaire + coût d'usage des réseaux urbains
- Dans le cas où le promoteur investit dans des solutions de compensation d'énergie réactive, il serait intéressant que le coût de raccordement du bâtiment au réseau d'énergie soit moins coûteux pour tenir compte des bénéfices mutuels d'une telle solution.

L'aménageur

Dans le cadre du déploiement d'un quartier « Smart Grid ready », l'aménageur enrichit son rôle d'une fonction essentielle : il définit et s'assure du respect, au niveau du quartier, des fonctionnalités et des spécifications à respecter pour garantir un résultat.

Un ensemble de bâtiments « Smart Grid ready » ne constitue pas un quartier « Smart Grid ready ». Nous verrons qu'il est néces-

saire d'assurer une cohérence, une transversalité entre les différents bâtiments et qu'il est nécessaire de mutualiser au niveau du quartier certaines fonctionnalités. Cette remarque vaut également pour toutes les fonctionnalités communes du quartier : éclairage public, bornes de recharges de véhicules, stockage etc...

Il est donc indispensable que des règles ou des caractéristiques communes et cohérentes soient respectées entre tous les bâtiments et les fonctions mutualisées.

L'aménageur doit non seulement les définir mais créer les conditions pour que ces règles et caractéristiques soient acceptables par les investisseurs.

Ce rôle est donc fondamental et conditionne l'émergence plus ou moins rapide des villes de demain.

Les collectivités

Les collectivités locales sont des acteurs extrêmement importants pour l'émergence de quartiers « Smart Grid ready ». Elles décident ou favorisent la mutualisation de fonctionnalités (réseaux télécom, réseaux de chaud et de froid) afin d'offrir l'infrastructure favorisant le développement des Smart Grids et plus largement des Smart Cities et assurent, de ce fait, un rôle clef pour l'équilibre du mix énergétique mais également pour l'équilibre du territoire.

Elles ont un rôle central dans l'évolution du pilotage énergétique d'un quartier ou d'une ville : nous en parlerons dans le détail plus loin.

Le fournisseur de services énergétiques

Les opérations d'efficacité énergétique et de réduction de la pointe de consommation peuvent quelquefois être traitées automatiquement. Mais elles requièrent aussi parfois une intervention humaine de surveillance, de coordination, de traitement de données ou de réaction.

Pour des motifs économiques ou environnementaux, les consommateurs, grands industriels, propriétaires de bâtiments tertiaires ou ménages, peuvent faire appel à des prestataires de service qui conduiront pour leur propre compte les actions nécessaires et assureront, par délégation, la gestion de leur consommation énergétique.

Ces fournisseurs de service existent déjà auprès des grands clients ; ils ont vocation à se développer auprès d'une clientèle de PME, petit tertiaire et consommateurs finaux.

b. Les acteurs agissant indirectement au niveau d'un éco-quartier de la plaine du Var

Le gestionnaire du réseau de transport (RTE)

Il est un acteur indirect à considérer car il est l'instigateur des programmes d'ajustement et d'effacement de pointe de consommation. C'est donc avec lui que les agrégateurs et autres acteurs de l'ajustement de la consommation s'interfaçent.

3. Le contexte réglementaire et normatif

Cette charte s'inscrit dans un contexte réglementaire général européen (voir Annexe 1) et français (voir Annexe 2) des Smart Grids favorisant l'émergence des énergies renouvelables et des Smart Grids ainsi qu'une meilleure efficacité énergétique.

Par ailleurs, chaque fonctionnalité étudiée dans cette charte dispose d'une réglementation européenne et nationale spécifique que nous ne reprendrons pas à ce stade, mais qui sera mentionnée, au niveau des recommandations relatives à chaque fonctionnalité, chaque fois qu'elle aura un impact significatif sur les solutions proposées.

a. Le contexte réglementaire spécifique : ce qui est obligatoire

La RT 2012 (voir détails en Annexe 3) est la nouvelle réglementation thermique entrée en vigueur le 28 octobre 2011 pour tous les logements situés en zone ANRU (Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine) ainsi que pour les bâtiments de bureaux, destinés à l'enseignement et à l'accueil de la petite enfance. Les autres bâtiments seront progressivement concernés par cette réglementation entre le dernier trimestre 2012 et le premier trimestre 2013.

Elle marque une rupture importante par rapport à la précédente réglementation.

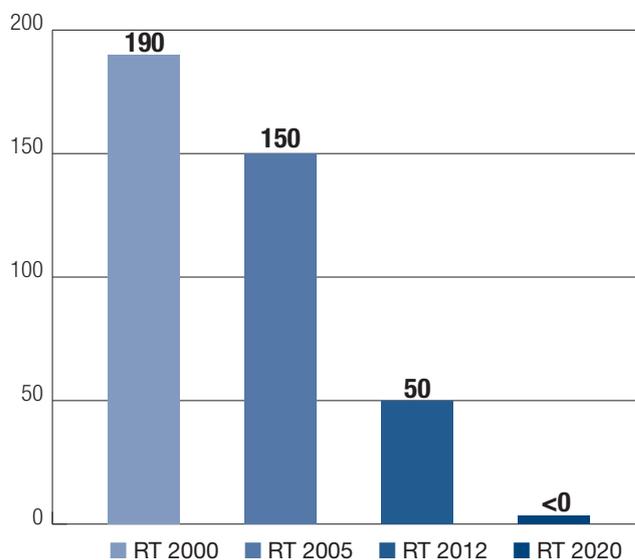
Elle s'appuie tout d'abord sur trois exigences de résultat :

- Une exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti. Cette exigence tient compte de la qualité de conception et d'isolation du bâtiment et demande une limitation des besoins simultanés en énergie pour l'éclairage, le chauffage et la climatisation
- Une exigence de consommation maximale d'énergie primaire pour cinq usages : chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire, éclairage et auxiliaires (La ventilation étant le principal auxiliaire). Le seuil moyen est fixé à 50 kWhep/an/m²

Mais attention ! La valeur réelle de la consommation maximale objective pour un bâtiment dépend de multiples facteurs comme sa localisation ou son usage. A Nice, le seuil sera très probablement régulièrement inférieur à 50kWhep/an/m².

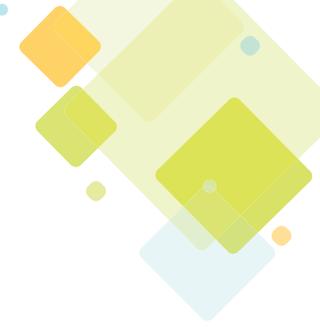
- Une exigence de confort en été limitant la température intérieure atteinte au terme d'une période de cinq jours chauds consécutifs.

Comme le montre le graphique ci-dessous, ces obligations de résultat font de la RT 2012 une étape structurante dans la baisse de la consommation maximale dans les bâtiments. Les chiffres ci-dessous sont les consommations maximales des cinq usages déjà listés en kWhep/an/m².



A ces exigences de résultat, sont associées des exigences de moyens parmi lesquelles, à titre d'exemple, on trouve :

- une surface minimale de baies vitrées (au moins 1/6 de la surface habitable)
- un recours aux énergies renouvelables pour les maisons individuelles.



Afin d'avoir une idée de la dynamique dans laquelle s'inscrit la réglementation thermique, voici le cadencement réglementaire proposé dans la « feuille de route sur les bâtiments et îlots à énergie positive et à bilan carbone minimum » :

- Horizon 2015-2016 : un label HPE 2016 élargit le concept de BEPOS (Bâtiment à Energie POSitive) aux usages spécifiques de l'électricité et le concept d'énergie positive est étendu à un quartier.

Une entité (bâtiment, îlot ou quartier) est dite à énergie positive quand, en moyenne, elle produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme.

- Horizon 2020 : la RT 2020 rend les exigences du label HPE2016 obligatoires.
- Horizon 2025 : un label HPE 2025 élargit le concept de BEPOS à l'ensemble des usages énergétiques à l'échelle d'un bâtiment, d'un îlot ou d'un quartier.

b. Le contexte réglementaire spécifique : ce qui est incitatif

Des labels incitent à dépasser les exigences en vigueur et préfigurent ce que seront les exigences de demain. C'est le cas du label Effinergie + qui propose trois exigences supplémentaires par rapport à la RT2012 :

- La consommation maximale d'énergie primaire pour les cinq usages de la RT2012 doit être ramenée à 40 kWhep/an/m².

Plus précisément, le label Effinergie + propose une performance objectif inférieure de 20% à celle fixée par la RT2012.

- La mobilisation des consommateurs sur la totalité des consommations (et non plus les cinq fonctionnalités principales) et sur la prise de conscience de l'importance des consommations liées aux usages privés (audio/video, informatique, froid ménager) sont obligatoires
- Développer la production locale par énergies renouvelables.

Notons que la réglementation RT 2012 rend obsolètes les anciens labels précurseurs tels que le label THPE, HPE ou BBC. Il est fort probable que de nouvelles versions de ces labels voient le jour prochainement.

4. Les quartiers Smart Grid en détail

a. Avant de penser Smart Grids, pensons stratégie énergétique

La première étape structurante pour l'élaboration du volet « énergies » du cahier des charges d'un éco-quartier de la plaine du Var est la détermination de la stratégie énergétique. Elle consiste à donner à l'aménageur des orientations en matière de mix énergétique, c'est-à-dire de répartition des différentes sources d'énergies primaires disponibles pour la production des différents vecteurs d'énergie secondaire correspondant aux besoins de l'éco-quartier.

Bien que le mix énergétique ne fasse pas partie des spécifications « Smart Grid » proprement dites, il influe très fortement sur les performances et les capacités de pilotage énergétique d'un éco-quartier.

Recommandation

Plutôt que de constater a posteriori les limites induites par un choix de mix énergétique, il nous semble essentiel de considérer cette question a priori.

La détermination du mix énergétique d'un quartier peut se référer à un cadre plus général :

- Le mix énergétique national, défini pour garantir des conditions de prix, de sécurité d'approvisionnement, de continuité de service et d'évolutivité en fonction de l'évolution des besoins.
- Le mix énergétique de la métropole ou de la Smart City, défini pour favoriser le développement d'énergie dont la rentabilité n'est assurée que par des générateurs alimentant une zone suffisamment importante et dépassant la taille de simples quartiers.

Tout en s'inscrivant dans le cadre décrit ci-dessus, le mix énergétique de l'éco-quartier doit prendre en compte deux objectifs :

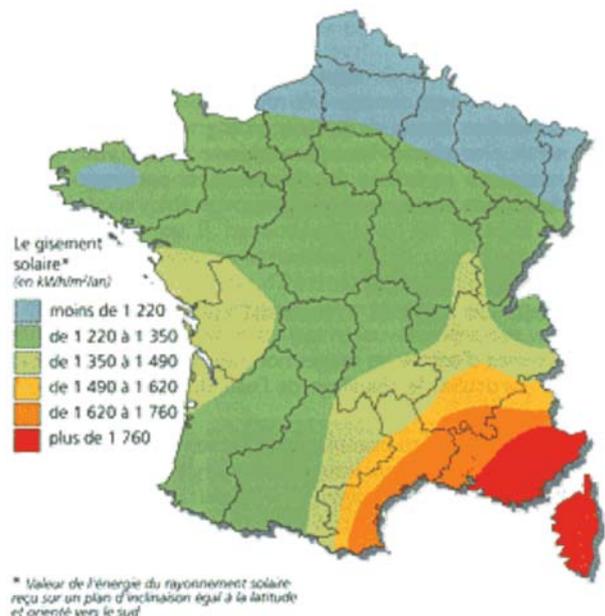
Etre adapté aux conditions locales

Il semble évident de n'inclure dans le mix énergétique que les sources d'énergie présentes ou disponibles localement, dans des conditions économiques viables.

Le mix énergétique doit également tenir compte de l'espace disponible dans l'éco-quartier pour y implanter les générateurs d'électricité correspondant aux énergies choisies.

Les sources énergétiques disponibles dans la plaine du Var et pouvant être considérées dans le cadre de cette charte sont les suivantes :

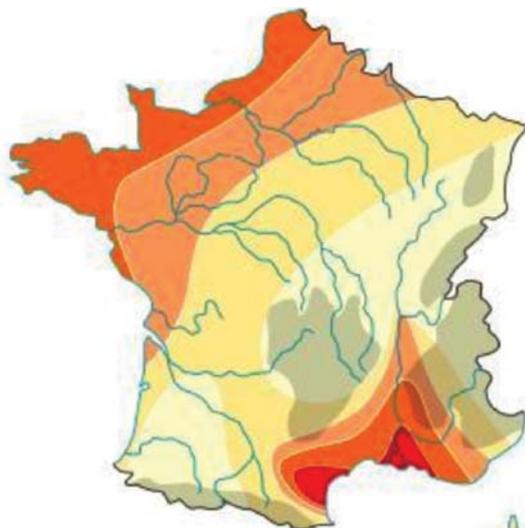
Le solaire, tant thermique que photovoltaïque, pour lequel la région niçoise offre un potentiel particulièrement intéressant.



Source : ADEME



L'éolien pour des micro-éoliennes (une étude des régimes locaux de vent, dans la plaine du Var, serait nécessaire pour valider cette source d'énergie car, globalement, la région niçoise n'est pas un gisement très important d'énergie éolienne).



Plaine	Littoral	Collines
> 500	> 700	> 1800
301-500	401-700	1201-1800
201-300	251-400	701-1200
101-200	151-250	401-700
< 100	< 150	< 400

Potentiel éolien en France
Puissance moyenne du vent selon les zones, en W pour un m² de section verticale prise à 50 m du sol. (Source ADEME)

La géothermie sur nappe (une prochaine étude du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) déterminera le potentiel exact de cette technologie).

L'eau de mer, utilisable dans les quartiers proches du littoral comme Grand Arenas, pour alimenter des PAC eau/eau.

Les réseaux d'eaux usées pour alimenter des PAC eau/eau.

Les pompes à chaleur sur air, solution très couramment utilisée car facile à mettre en œuvre, mais qui possède des performances énergétiques inférieures aux pompes à chaleur sur eau, notamment en mode climatisation (50% des besoins sur la Côte d'Azur).

Le gaz, utilisable sous diverses formes : gaz naturel ou biométhane produit localement. Cette production locale éventuelle présente l'avantage d'offrir une solution de valorisation des boues de stations d'épuration (autorisation réglementaire attendue prochainement) ; elle fait appel à des ressources renouvelables, disponibles et s'intègre particulièrement bien dans un dispositif global de Smart City. Comme nous l'avons déjà mentionné, le gaz peut à la fois alimenter des générateurs électriques pour une production décentralisée ou être stocké ou naturellement utilisé par des process déjà connus.

La biomasse comme combustible dans une usine de production de chaleur, par exemple. Le département des Alpes-Maritimes est une réserve et un producteur important. Il est néanmoins nécessaire de valider l'intérêt économique de cette solution car le coût de production y est élevé, eu égard à la faible accessibilité moyenne des gisements.

Permettre de faire coïncider le plus possible le profil de production et le profil de consommation

Atteindre cet objectif pousse autant à « lisser la demande » afin de supprimer les variations temporaires de consommation qu'à adapter le profil de production. Mais attention, le profil de production est très variable d'une saison à l'autre ou entre un jour de semaine et le week-end. Il s'agit donc bien « seulement » de réduire l'écart entre production et consommation.

La contribution des différentes sources de production d'électricité à la construction du profil de production dépend des caractéristiques propres de chaque technologie de production.

Certaines technologies permettent une production continue ou à très faible variation sur un horizon journalier ou multi-journalier (par exemple, la biomasse ou la géothermie sur nappe) contrairement à d'autres sources qui produisent de manière intermittente (par exemple, les panneaux solaires ou les éoliennes). Le « mélange » de ces technologies au sein du mix permet de moduler le profil de production suivant l'heure de la journée.

D'autre part, certaines technologies permettent d'ajuster le niveau de production d'électricité, c'est-à-dire de le faire varier à la hausse ou à la baisse. Cette capacité d'ajustement offre des possibilités supplémentaires pour affiner le profil de production journalier et pour faire varier le profil d'une saison à l'autre.

Point clé

Une détermination attentive du mix énergétique permet à l'échelle globale d'augmenter la sécurité d'approvisionnement et de maîtriser le coût de l'énergie et permet à l'échelle locale de réduire le recours au stockage d'énergie ou au pilotage de l'éco-système électrique pour équilibrer production et consommation.

La détermination du mix énergétique, menée en parallèle avec l'étape suivante de mutualisation des infrastructures, permet de figer un schéma global de flux énergétique au sein du quartier.

Dans le cas des éco-quartiers de la plaine du Var, cette charte n'a pas vocation à se substituer aux études spécifiques nécessaires pour déterminer le mix énergétique mais elle éclaire les enjeux et la méthodologie à suivre pour un résultat optimum.

L'imbrication entre les enjeux nationaux, les enjeux au niveau d'une métropole et ceux d'un éco-quartier, milite pour une forte implication des acteurs de la métropole/ville dans la détermination du mix énergétique d'un éco-quartier.

A titre d'éclairage et d'exemple, pour illustrer notre propos et aboutir à des schémas de principe crédibles (mais non validés) de flux énergétiques pour un éco-quartier de la plaine du Var, nous avons pris les hypothèses suivantes :

Hypothèse 1

Les fonctionnalités thermiques du quartier seront servies dans une première option par un réseau de chaleur/froid alimenté par une usine « trigénération » de production de chaud, de froid et d'électricité et, dans une deuxième option, par des PAC eau/eau (100% électrique ou hybride électricité/gaz) couplées à une source naturelle basse température (eaux usées, eau de mer, géothermie sur nappe).

Hypothèse 2

Nous retiendrons deux modes concurrents de production de l'eau chaude sanitaire :

- soit à partir du réseau urbain de chaleur (si son choix est confirmé)

- soit à partir de panneaux solaires thermiques (70% du besoin) complétés par un apport du réseau électrique (30% du besoin).

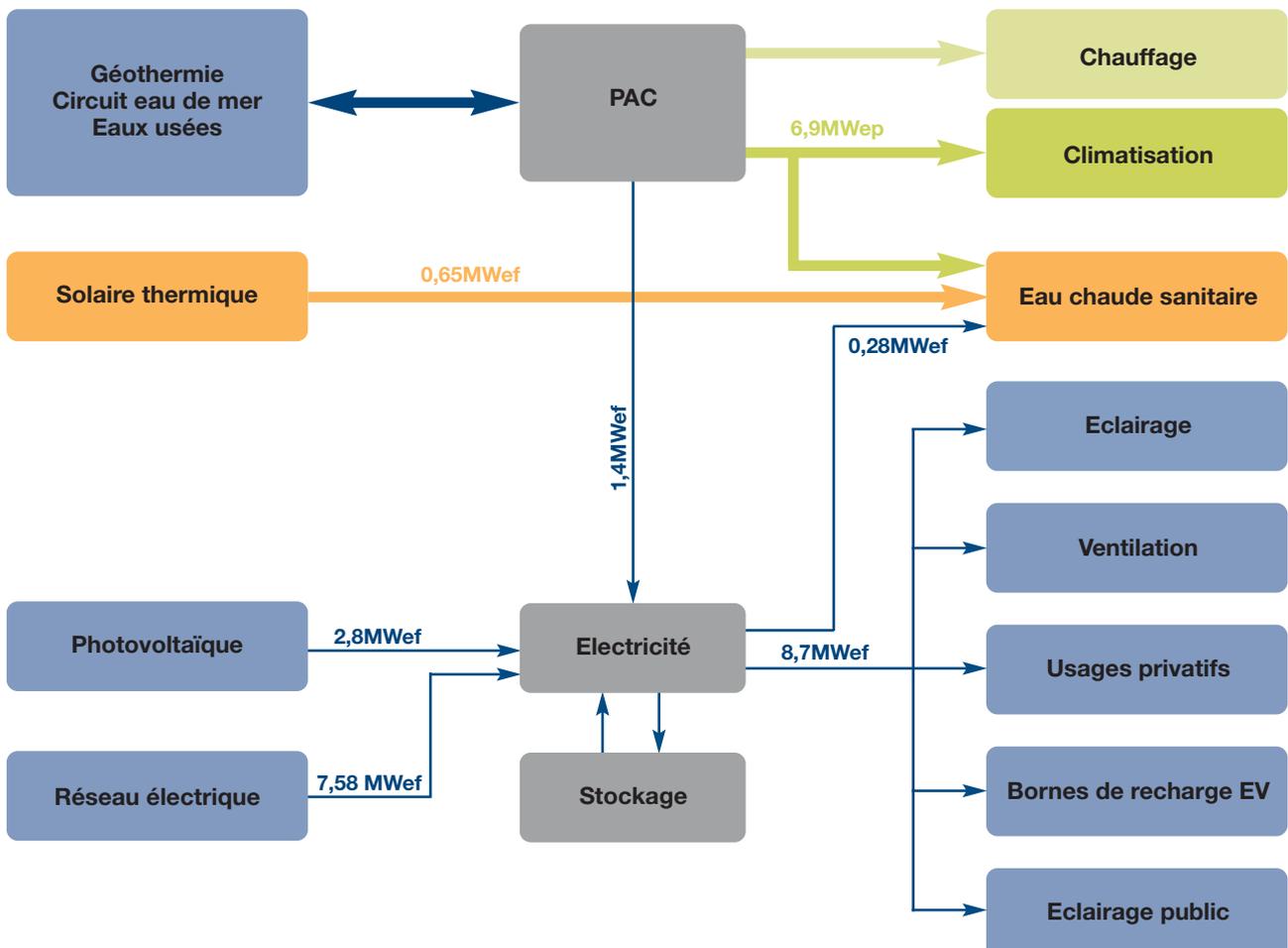
Les usages non couverts par les réseaux urbains seront alimentés en énergie électrique.

Cette électricité pourra être produite localement par des générateurs pouvant avoir recours ou non à des énergies renouvelables. Elle pourra aussi être fournie via le réseau de distribution actuel.

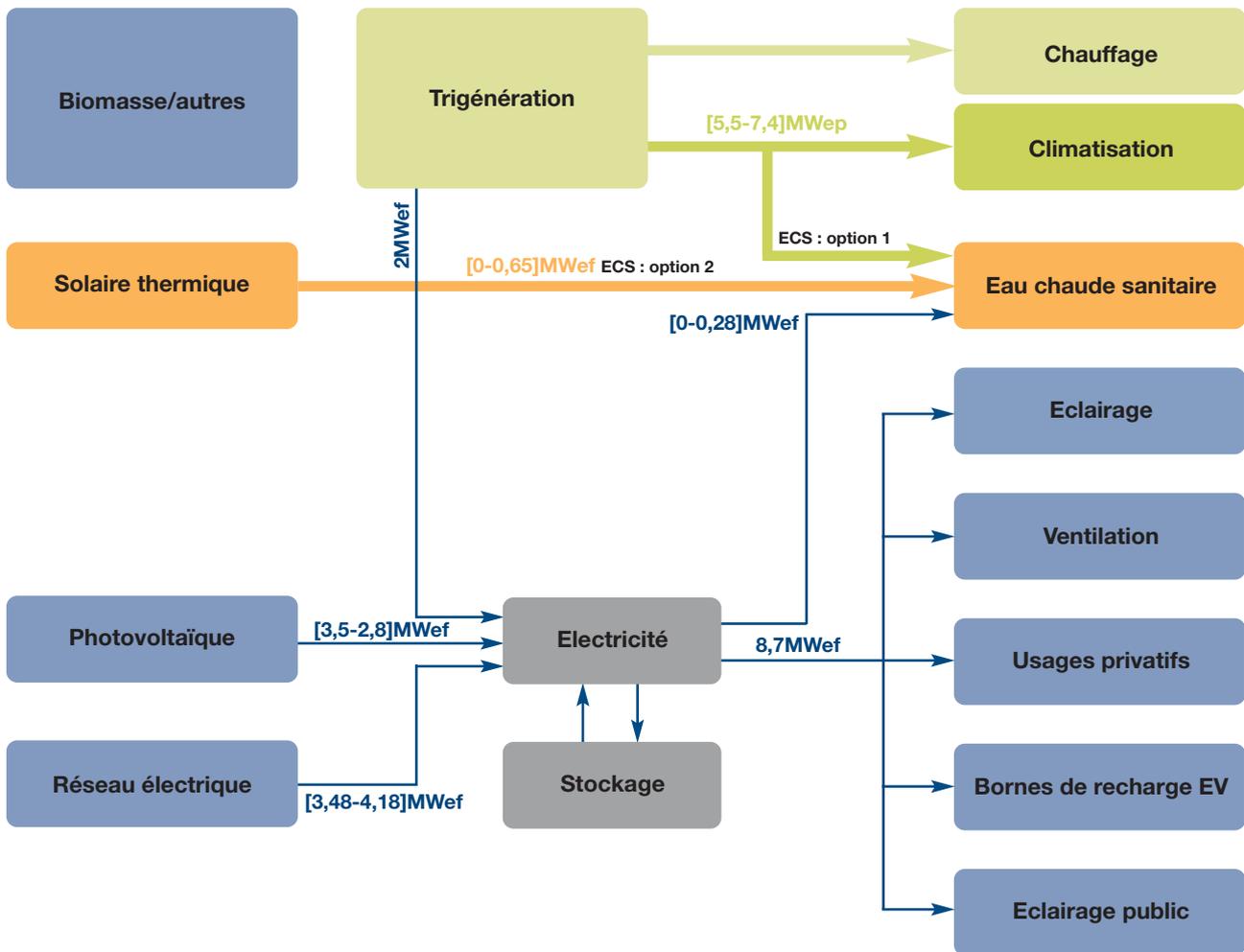
Les deux modes d'approvisionnement peuvent également être envisagés en parallèle.

Hypothèse 3

Dans la plaine du Var, des sources de production photovoltaïques, complétées, le cas échéant, par la production issue de la trigénération évoquée ci-dessus, méritent d'être considérées. Dans une optique plus globale, un centre de production de gaz de synthèse - biogaz, partagé entre plusieurs quartiers, permettant de valoriser des déchets et de compléter le dispositif de production d'électricité et de stockage d'énergie pourrait avoir un bénéfice significatif.



Dans le cas de production « autonomes » ou « semi-autonomes » d'énergie thermique par pompe à chaleur alimentée, par exemple, par un circuit d'eau de mer ou de la géothermie, le mix énergétique devient :



Dans le cas d'un réseau urbain alimenté par une usine de trigénération, le mix énergétique est le suivant selon que l'eau chaude sanitaire est fournie par le réseau urbain (Option 1) ou par une installation de panneaux solaires thermiques (Option 2). Les chiffres, donnés à titre illustratif, correspondent à l'exemple de Nice Meridia.

En terme de profil « Smart Grid », ces mix énergétiques présentent des avantages certains :

- Un profil de production locale dépendant seulement pour 25% environ de sources intermittentes
- Donc un recours à du stockage éventuel plus limité
- Un pilotage d'ensemble simplifié grâce aux ressources mutualisées (voir plus loin).

b. Avant de penser Smart Grids, pensons Smart City et infrastructures partagées

De manière générale, il est important que les Smart Grids soient raisonnés dans un contexte plus global d'aménagement d'un territoire ou d'une zone urbaine (métropole, ville), dans lesquels les fonctionnalités Smart Grids vont cohabiter avec de nombreux autres services ou fonctionnalités (par exemple, Transports, Sécurité, Santé). Les Smart Grids ne sont pas un sous-ensemble indépendant d'une Smart City. Ils doivent être connectés à tous les autres services de la ville.

Pour la pertinence d'une approche globale de Smart City, la cohabitation, la cohérence et la compatibilité des différentes solutions doivent être considérées au même titre que tous les éléments d'infrastructure qui peuvent être partagés par ces solutions ou services afin d'en réduire ou d'en partager le coût.

L'examen du partage des infrastructures, dans un but fonctionnel ou économique, est la deuxième étape clé de la méthodologie que nous proposons pour spécifier un éco-quartier « Smart Grid ready ». Cette étape s'inscrit dans une vision de Smart City où l'ensemble des fonctionnalités est entièrement connecté et ouvert (ce qui ne veut pas dire librement accessible).

Au niveau d'un éco-quartier « Smart Grid ready », quatre infrastructures doivent, au minimum, être partagées :

Partage de l'infrastructure de communication

Une des principales infrastructures nécessaires aux Smart Grids – et aux Smart Cities – est l'infrastructure de télécommunication. Pour les fonctionnalités et les usages relatifs à la gestion de l'énergie électrique et décrits dans cette charte, il est nécessaire de disposer d'une infrastructure de communication haut débit à connexion permanente.

Dans une approche globale, cette infrastructure est mutualisée et partagée entre les Smart Grids et tous les autres services du quartier : accès internet, services d'informations aux usagers et habitants du quartier, services aux habitants (maintien de personnes âgées à domicile, hospitalisation à domicile), services urbains (Transports, Vidéo-surveillance)

Compte tenu des besoins, un réseau de fibre optique pour connecter l'ensemble des objets communicants semble être une solution à considérer en priorité. Elle pourra être complétée par une couverture 4G, possiblement utile pour quelques applications (à confirmer) et quelques liaisons point-à-point utilisant d'autres technologies comme le CPL ou des technologies radio.

Point clé

Un réseau de communication très haut débit maille le quartier ; l'ensemble des applications, y compris les applications Smart Grid, y seront connectées.

Le choix d'un réseau de fibre optique mérite d'être considéré par la métropole de Nice comme élément de politique de développement urbain.

L'investissement dans un tel réseau fibre optique peut être supporté par un opérateur de télécommunications. Cet investissement sera amorti par les différents usages du réseau télécom, par nature plus nombreux dans un éco-quartier comme ceux de la plaine du Var.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Il sera utile de prévoir l'investissement, sur le territoire de l'éco-quartier, d'un opérateur télécom dans le déploiement d'un réseau de communication de très haut débit.

Tous les bâtiments et équipements communs d'un éco-quartier de la plaine du Var devront y être connectés. L'extension de ce réseau à l'intérieur des bâtiments sera décrite dans les cahiers des charges de chaque bâtiment.

Le raccordement des équipements communs à ce réseau sera décrit dans le lot décrivant chaque équipement.

L'intégralité du réseau sera « triple play » (Données, Voix, Vidéo) dans la mesure où tous les types de flux peuvent être requis pour les applications Smart Grid ou Smart Cities (un multicast vidéo peut être utile pour certaines applications de vidéo-surveillance).

Les passerelles ou concentrateurs de ce réseau, c'est-à-dire les boîtiers de plus bas niveau raccordés à cette architecture de communication, en charge de gérer la communication directement avec des capteurs ou avec un espace privé, auront une capacité de stockage et de traitement de données.

Par ailleurs, ces passerelles devront permettre, via une interface ouverte, sécurisée et garantissant la confidentialité des données, à des prestataires de services externes d'y implanter des applications, moyennant le respect de règles fixées par le pilote du quartier (voir plus loin).

Cette ouverture et cette capacité à traiter des données permettront également, pour une meilleure continuité de service et pour un coût inférieur (investissement et coût opérationnel), de distribuer certaines applications. Ceci signifie qu'une partie de l'application fonctionnera localement et l'autre partie sur un système central.

Partage de la production électrique décentralisée

La production électrique décentralisée a également vocation à être mutualisée à l'échelle d'un éco-quartier. En effet, il n'est pas réaliste de prévoir un investissement morcelé par bâtiment. Le modèle économique ne serait pas solide et l'exploitation des ressources de production incertaine vu le nombre d'acteurs engagés dans un tel scénario. Nous préférons la recherche d'un, voire deux, investisseurs spécialisés, en charge, par la suite, d'exploiter et gérer une telle infrastructure.

La gestion des flux énergétiques au sein du quartier sera plus rationnelle, plus simple et plus optimisée si on dispose de peu de producteurs d'énergie électrique décentralisée. Le pilotage d'ensemble sera plus complexe s'il existe dans le quartier de nombreuses micro cellules (de type bâtiment ou groupe de quelques bâtiments) gérant, chacune à leur niveau, l'équilibre charge-capacité.

Point clé

Le but d'un investisseur dans un système de production décentralisé est de garantir un débouché certain à sa production. Si on veut donc que les capacités déployées soient significatives, il sera indispensable d'obtenir une dérogation réglementaire pour que l'énergie ainsi produite serve, en priorité, les besoins de consommation locale et que tout ou partie de la production puisse être vendue aux conditions économiques du moment.

Il appartiendra à l'aménageur de créer les conditions d'installation en toiture, des panneaux photovoltaïques nécessaires pour atteindre les objectifs de capacité définis dans la phase préalable de détermination du mix énergétique.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Le cahier des charges du quartier prévoira un ou plusieurs lots relatifs aux dispositifs de production électrique décentralisée, en fonction du mix énergétique retenu.

Partage de l'infrastructure de stockage d'énergie

Pour un éco-quartier tel que ceux de la plaine du Var, le bénéfice de coût apporté par cette mutualisation est important. Il le sera d'autant plus que les prix de l'électricité seront variables comme prévu après 2016. Comme pour la production décentralisée, la gestion du stockage et des flux énergétiques sera également facilitée par la mutualisation.

Le dimensionnement du besoin de stockage d'énergie, sous forme d'électricité, de gaz ou de froid, suppose des choix et analyses préalables :

- Le mix énergétique décrit ci-dessus conditionnera la différence entre profil de production électrique et profil de consommation électrique de l'éco-quartier, premier paramètre à prendre en compte pour le besoin de stockage
- L'examen avec le gestionnaire de réseau des besoins et des possibilités d'approvisionnement supplémentaire en électricité sera le deuxième paramètre à prendre en compte
- Enfin, les différents prix de l'énergie et leur influence sur le business plan de l'investisseur dans les capacités de stockage seront un troisième paramètre influent.

Une fois le dimensionnement achevé, il appartiendra, le cas échéant, à l'aménageur de réserver un emplacement à ces capacités de stockage. Cet emplacement pourra être, suivant les technologies, soit au sol, soit en toiture, et nécessitera, dans ce cas, un accord avec le promoteur du bâtiment.

Remarque

Le stockage électrique n'est pas le seul stockage prévu pour assurer la flexibilité de l'éco-système électrique : le stockage thermique associé à certaines technologies thermiques, le stockage d'eau chaude associé à certaines technologies de production d'eau chaude sanitaire, à plus long terme, au delà de l'horizon de 3 ans considéré par cette charte, les batteries du véhicule électrique compléteront la panoplie de solutions à envisager. Ces dernières solutions de stockage seront dimensionnées avec l'application à laquelle elles sont rattachées.

Le stockage de gaz, déjà évoqué, est une alternative ne nécessitant pas obligatoirement d'espace sur les toits de bâtiments et faisant appel à des technologies pouvant présenter, par rapport à des batteries par exemple, des avantages globaux en matière de protection de l'environnement.

La structuration du cahier des charges sera très impactée par le modèle d'affaire retenu et le dimensionnement du système.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Selon que les investisseurs dans les capacités de production décentralisées utilisant des énergies renouvelables sont distincts ou non de l'investisseur dans les capacités de stockage électrique, il y aura lieu de décrire les besoins de stockage dans un lot séparé ou dans les lots relatifs aux systèmes de production décentralisée.

Recommandation

Nous suggérons un recours à des technologies de stockage les plus propres possible. Si la technologie n'est pas spécifiée dans le cahier des charges, nous recommandons un processus de choix et de validation de la technologie basé pour moitié sur le prix pour moitié sur l'impact environnemental (bilan carbone, émissions CO2) pendant la durée de vie de l'installation.

Recommandation

A moyen terme, l'utilisation des batteries des véhicules électriques comme moyen de stockage de l'énergie semble se profiler. Nous recommandons cependant de ne pas considérer, dans l'horizon des 3 années à venir, cette option, dans le cadre d'un éco-quartier de la plaine du Var. En effet, la durée de vie des batteries est limitée en termes de cycles de charge-décharge ; ainsi, utiliser ces batteries pour des besoins non liés à la mobilité suppose de trouver des modes de partage de la valeur qui risquent d'être longs et complexes, voire inatteignables à l'horizon du projet. Cependant, il sera demandé de ne pas déployer de solutions interdisant cette évolution dans le futur.

Partage des fonctionnalités thermiques et les réseaux urbains

A quelques rares exceptions près, les solutions partagées pour les applications thermiques (chauffage et refroidissement) sont plus performantes sur le plan énergétique que les solutions autonomes. Ces fonctionnalités complexes doivent faire l'objet d'un examen spécifique approfondi.

Prendre conscience que la mutualisation des fonctionnalités thermiques présentent des intérêts, ne signifie pas le choix de telles solutions. Seule une investigation des intérêts économiques, énergétiques détaillés ainsi que du bilan carbone et des émissions de CO₂, précise et adaptée aux caractéristiques des quartiers, permettra un choix finalisé.

Le déploiement de solutions thermiques partagées fait nécessairement partie d'une politique de la ville et trouve sa rentabilité et son intérêt sur des zones d'une importance qui dépasse la plupart des opérations privées.

Dans le cadre des éco-quartiers de la plaine du Var, trois options nous semblent indispensables à étudier, sans a priori et sans que cette liste soit exhaustive :

- Un réseau de chaleur alimenté par une usine de production de chaud et de froid, fonctionnant avec des énergies renouvelables adaptées à la région. Il sera intéressant de compléter le dispositif d'une production supplémentaire d'électricité à travers une trigénération
- Un réseau urbain d'eau de mer à basse température alimentant des PAC eau/eau en pied de bâtiments
- Une « récupération » de chaleur sur des sources « naturelles » de type géothermie sur nappe ou réseaux d'eaux usées pour alimenter des PAC eau/eau.

Le développement de réseaux urbains doit nécessairement être examiné et ce, malgré les contraintes qu'il présente, car l'intérêt énergétique de ce type de solution peut être très important.

La performance énergétique croissante des bâtis peut diminuer l'intérêt de ce type de solution en dehors des zones densément construites. L'étape de validation économique éclairera sur la viabilité de ces réseaux sur les principaux éco-quartiers de la plaine du Var. En tout état de cause, la rentabilité d'un réseau urbain ne pourra être prouvée sur un seul quartier. Le déploiement d'un tel réseau ne peut s'entendre que sur un périmètre plus large correspondant à une consommation thermique comprise entre 15MW et 30MW.

Les différents types de réseaux évoqués ci-dessus présentent des avantages communs et des différences qui les rendent adaptés à diverses situations.

Les réseaux de chaud et de froid ont pour origine une usine de production dont il faut prévoir l'implantation dans un périmètre raisonnable autour des bâtiments à desservir mais qui peut être alimentée par des sources d'énergie plus difficilement utilisables sur des installations autonomes (biomasse, par exemple).

Dans chaque immeuble desservi, une sous-station permet l'échange de chaleur et de froid entre le réseau urbain et le réseau secondaire de l'immeuble. Dans le cas où l'usine ne produit que du chaud, la sous-station assure également la conversion de chaleur pour alimenter le circuit froid de l'immeuble.

Enfin, dans le cas d'un réseau d'eau de mer, la sous-station comprend une pompe à chaleur eau-eau permettant le réchauffement du circuit secondaire de l'immeuble.

Les réseaux urbains présentent tous des **avantages incontestables** :

- Efficacité énergétique : les réseaux urbains permettent une économie d'énergie moyenne de 25% à 35% supplémentaire par rapport à des solutions développées au niveau d'un bâtiment¹
- Coût global de la solution (dans des zones suffisamment densément bâties)
- Esthétique
- Possibilité de lisser la production de froid en ayant recours à un stockage thermique
- Possibilité d'alimenter les usines de production centralisées par des solutions vertes (thalassothermie, géothermie, biomasse, récupération chaleur etc.)
- Si nécessaire, solutions d'effacement indépendantes de l'action du consommateur.

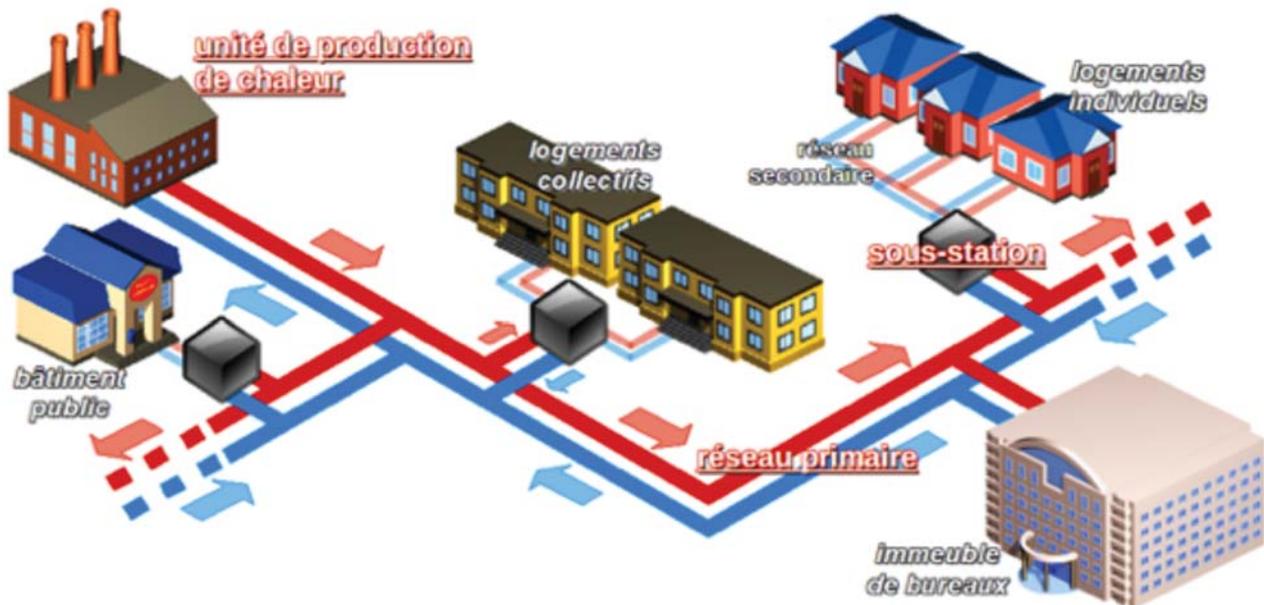
Ils présentent des **inconvenients** qui justifient d'intégrer la décision de leur développement dans une politique de la ville :

- Importance des travaux d'installation donc des investissements
- Choix engageant sur le moyen/long terme.

Mais, au-delà de ces caractéristiques bien connues, les réseaux urbains présentent des **avantages** très importants au regard du caractère « Smart Grid Ready » d'un éco-quartier de la plaine du Var.

- Ils facilitent le pilotage des usages thermiques : moins d'acteurs impliqués dans ce pilotage, système de pilotage plus léger au niveau des bâtiments à interconnecter.
- Si le choix se porte sur une usine de production centralisée, cette unité de production de chaleur et de froid peut faire appel à des sources d'énergie renouvelable continues (Biomasse) difficilement utilisables pour des installations autonomes et décentralisées.

1) Une étude de l'École des Mines datant de 2003 montre déjà que, pour un réseau de froid, le rapport entre l'énergie utile (froid délivré) et l'énergie consommée pour produire ce froid est de 4 pour un réseau urbain contre 3 et 2,5 pour des installations autonomes respectivement humides et sèches.



Source : ADEME

- Les unités de production peuvent aussi produire un appoint d'électricité (trigénération), continu, utile pour lisser la courbe journalière de production d'énergie dans le quartier, réduisant d'autant les échanges électriques entre le quartier et le réseau.

Recommandation

Compte tenu de la surface totale des bâtiments prévus sur la zone de Nice Meridia (350 000m²), tout juste suffisante pour assurer un premier niveau de rentabilité à des réseaux urbains, de la possible extension de ces réseaux à des quartiers proches et dont la réhabilitation ou l'extension est planifiée, de l'impact positif en matière d'efficacité énergétique, nous recommandons l'examen approfondi de l'opportunité de déployer un réseau urbain sur cet éco-quartier et son environnement.

L'opportunité d'installer une unité de trigénération (Froid, Chaleur, Electricité) mérite d'être considérée. Néanmoins, nous recommandons, dans ce document, l'examen d'une solution alternative pour le cas où le réseau urbain ne serait pas retenu ou ne serait pas « rentable ».

Cette solution sera à base de Pompes à Chaleur récupérant la chaleur via une installation géothermique sur nappe ou des réseaux d'eaux usées.

La validation économique de nos recommandations éclairera plus avant cette question.

Point important :

Le choix de déployer un réseau urbain revient à la métropole et aux villes concernées. Nous avons vu que ce choix, au cas où il serait validé, pourrait donner accès à une performance énergétique importante de l'ordre de 25% à 35%. Une stricte application de la RT2012 permettrait de considérer que ce gain est un acquis pour l'atteinte de la consommation maximale autorisée et permettrait de ce fait, une certain « relâchement » sur la performance du bâti.

En effet, dans le cas d'un choix contraire de la métropole, moins performant, les promoteurs devraient compenser l'écart en spécifiant un bâti plus performant, permettant de respecter, in fine, le même seuil de consommation énergétique.

Recommandation tactique

Dans le cas où le choix de déployer un réseau urbain serait validé et entériné par la métropole et les villes concernées, nous recommandons de négocier avec les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre des bâtiments des éco-quartiers de la plaine du Var, pour qu'ils prévoient des bâtis identiques en performance à ceux qu'ils auraient prévus dans le cas d'installations thermiques autonomes. Ainsi, le gain de performance énergétique lié aux réseaux urbains serait un bénéfice supplémentaire pour ces éco-quartiers.

5. Le pilotage du quartier

La détermination du mode de pilotage énergétique du quartier est la troisième étape de la méthodologie proposée pour définir un éco-quartier « Smart Grid ready ».

Nous considérerons dans ce chapitre le seul pilotage énergétique de l'éco-quartier c'est-à-dire la gestion dynamique, quasi temps réel, des flux énergétiques du quartier.

La solution de pilotage doit s'entendre dans le périmètre plus large du pilotage de la Smart City : la gestion énergétique n'en est qu'une dimension particulière et non totalement indépendante.

a. Pourquoi évoquer le pilotage énergétique du quartier ?

Dans un quartier traditionnel dont l'alimentation électrique est principalement assurée par le réseau de distribution classique, le seul pilotage nécessaire consiste à assurer la continuité de l'approvisionnement des clients de la zone et à gérer les situations exceptionnelles d'urgence. Ce pilotage relève d'une relation duale entre le gestionnaire de réseau et ses clients.

Dans un quartier « Smart Grid Ready », le pilotage est plus complexe. Les flux d'énergie électrique ne sont plus seulement des flux de consommation ; ce sont aussi des flux de production. L'enjeu est donc de gérer des flux croisés et leurs conséquences sur la stabilité et la charge du réseau dans le quartier.

Il est également utile de gérer la consommation énergétique pour en garantir le niveau le plus bas pour un niveau prédéfini de service et de confort des usagers du quartier. Il faut enfin gérer de manière dynamique l'équilibre charge-capacité.

Plus précisément :

- En matière de consommation, il s'agit de déterminer de manière dynamique si chacune des unités de consommation est alimentée par la production locale, le stockage ou le réseau de distribution

- En matière de production, il s'agit de déterminer de manière dynamique si l'énergie produite alimente la consommation du quartier, recharge les unités de stockage ou est vendue à l'extérieur de l'éco-quartier
- En matière de stabilité, il s'agit d'assurer de manière dynamique l'équilibre du quartier
- Il s'agit enfin de coordonner l'ensemble des consommateurs pour adapter au mieux leur demande au niveau d'énergie disponible et de coordonner l'ensemble des acteurs pour la meilleure performance énergétique globale possible.

Dans ce document, nous ne présagerons pas des solutions mises en œuvre pour cela : elles peuvent être automatiques et reposer sur des automatismes liés au franchissement d'un seuil de prix, elles peuvent compter sur la réaction du consommateur face à une alarme lui indiquant qu'un seuil de prix ou de charge du réseau vient d'être franchi (type EJP), elles peuvent s'appuyer sur des contrats conclus par les fournisseurs avec des consommateurs pour qu'ils s'engagent à consommer moins pendant les période de pointes (marché de capacité).

Point clé

L'ensemble de cette gestion dynamique doit être assuré à deux horizons de temps : un horizon à préciser (de l'ordre de 10-30mn) et un horizon d'urgence.

En matière d'architecture des solutions de pilotage, deux considérations s'imposent :

- Les solutions doivent permettre une ouverture maximale, c'est-à-dire la prise en compte dans la coordination d'ensemble de tout acteur, en priorité prestataire de services, sans barrière technologique particulière
- Les solutions mises en place doivent permettre tous types d'échanges de données ou d'événements entre acteurs du pilotage.



L'architecture technique des solutions de pilotage doit tendre progressivement vers une transversalité des capteurs et des réseaux de communication et doit, dès le début de l'éco-quartier, prendre en compte les besoins issus de l'ouverture des systèmes.

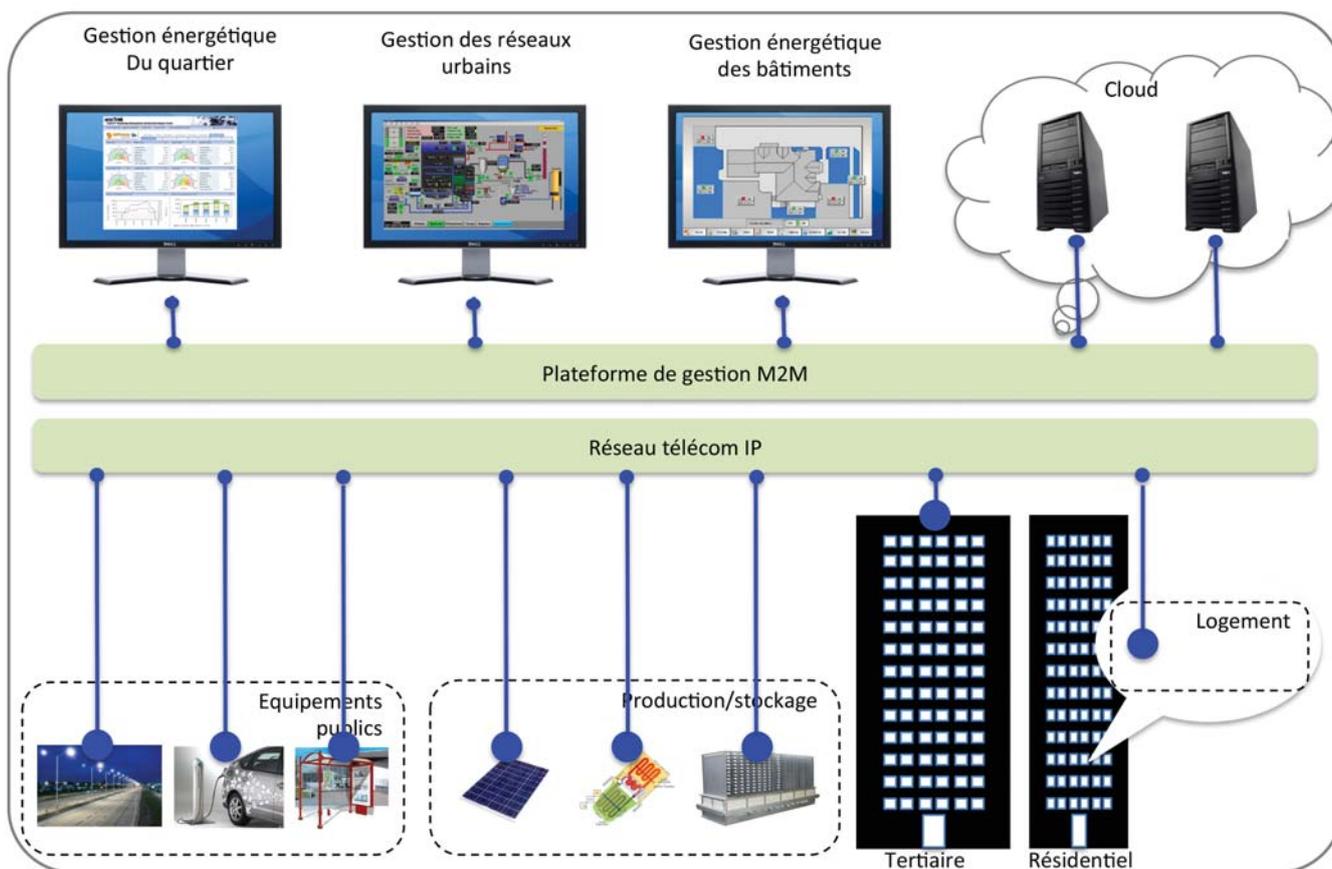
- L'accès à l'ensemble des données, particulièrement celles relevant de l'énergie, sera protégé par un système global de sécurité performant. L'enjeu est moins la préservation de la confidentialité que l'assurance d'une continuité de service sans faille et la prévention de toute intervention malveillante de hackers pouvant la compromettre.
- Les droits d'accès seront gérés au niveau de la Smart City et les processus d'authentification seront simplifiés ; une seule authentification via un serveur d'authentification sera nécessaire pour l'ensemble des systèmes.
- En matière de réseau de communication, les protocoles du monde internet développé autour de l'IP pourront être utilisés aux niveaux supérieurs et descendront progressivement dans les architectures jusqu'aux capteurs.

• Afin de faciliter l'échange des données, il sera utile de converger vers des langages communs entre systèmes : modèles standardisés de données, référentiel commun pour les objets (en commençant par les plus fréquemment utilisés).

- Les échanges entre systèmes hétérogènes seront facilités par la définition de WEB services qui permettent d'uniformiser la description et la sémantique des services entre différents systèmes et prestataires de services associés.
- Des services de médiation particuliers seront déployés pour assurer une collecte effective des données et leur transformation efficace pour qu'elles soient correctement prises en compte par les différents systèmes.

L'état de maturité des solutions industrielles ne permet pas un déploiement idéal de telles architectures mais un certain nombre de principes faciliteront l'intervention future de prestataires de services au niveau de la gestion énergétique.

Une architecture horizontale



Eléments à intégrer dans les cahiers des charges

Toute « maille de gestion » sera connectée à un réseau IP.

Le cahier des charges du quartier prévoira un lot relatif à l'architecture des systèmes du quartier (il serait pertinent que ce lot soit géré en forte interaction avec la métropole ou la ville de manière à ce que le livrable soit commun à l'ensemble des quartiers et des services de la Smart City). Il devra être attribué en avant-première pour que le cahier des charges relatif à chaque autre lot puisse bénéficier de ses livrables.

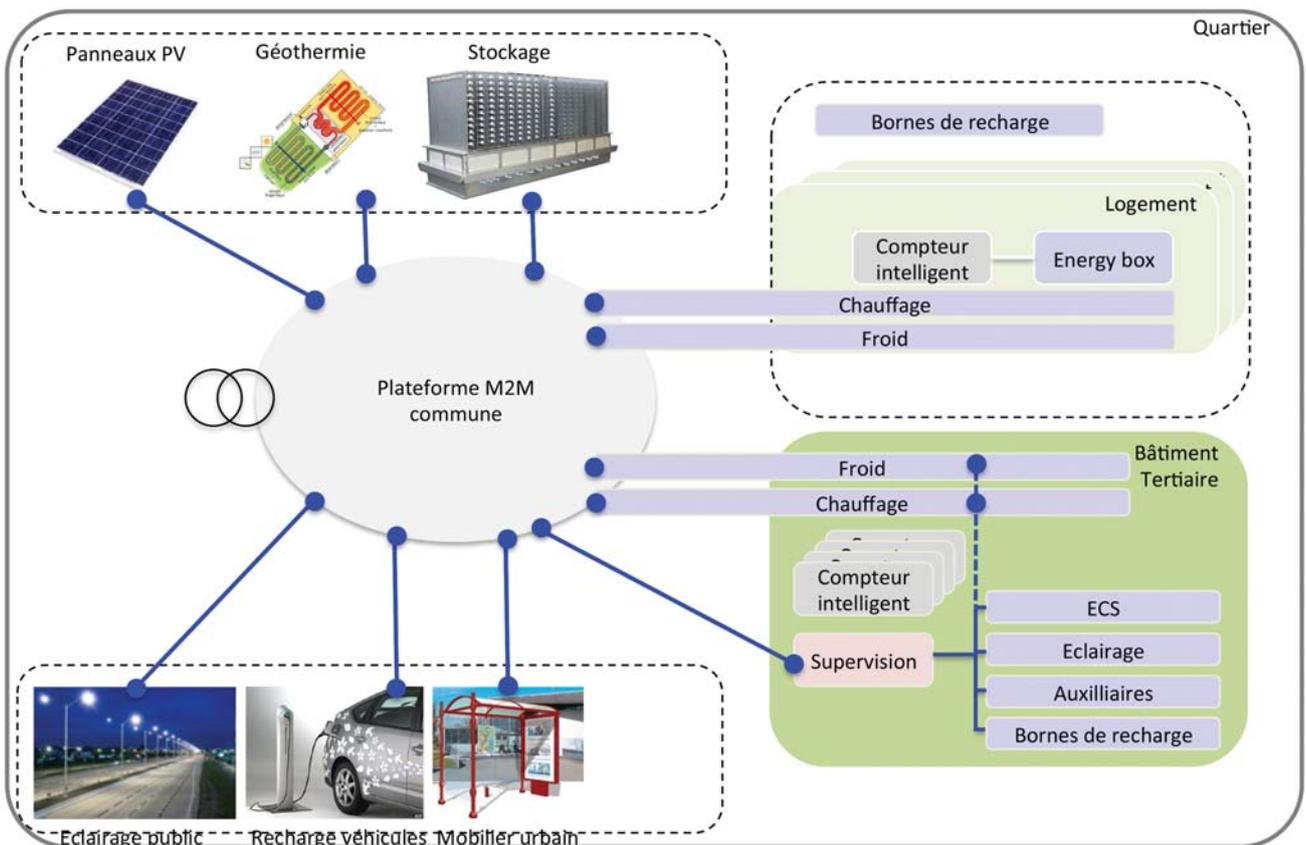
Ce lot aura pour but la définition et la coordination de la mise en place de tous les standards nécessaires pour

assurer la liaison entre les systèmes, leur ouverture et leur sécurité (mode d'authentification, sécurité des données, modèles de données, services de médiation, WEB services, bibliothèque objets etc...

Les objectifs prioritaires sont :

- De faciliter l'interface entre les différents systèmes impliqués dans le pilotage énergétique du quartier (supervision de bâtiment, supervision des réseaux urbains, supervision des équipements communs, supervision de la production décentralisée et du stockage)
- De faciliter l'interface entre les systèmes des agrégateurs et ceux des différents acteurs.

Selon les enjeux, différentes mailles de gestion apparaissent :





Attention : le schéma ci-contre ne représente que la partie du système de pilotage relative à l'énergie électrique. Le schéma complet devrait potentiellement représenter les autres fluides (gaz et eau) et les services divers de la ville (Transport, Sécurité, Santé, Services aux habitants etc...). Ces différentes mailles doivent communiquer entre elles afin de permettre une coordination efficiente.

b. La maille d'un logement

Le logement est, dans les bâtiments résidentiels, l'unité au niveau de laquelle se gèrent les actions d'efficacité énergétique sur les fonctionnalités transverses et non transverses. Dans le cas d'un éco-quartier de la plaine du Var, le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire et la ventilation seront pilotés à un autre niveau, puisque partagés ; le consommateur aura néanmoins une capacité de réglage locale et c'est celle-ci qui pourra être pilotée par le Smart Grids.

En revanche, l'éclairage et les usages privatifs restent les cibles principales de la gestion énergétique au niveau du logement. Ils représentent un enjeu considérable car, dans les bâtiments RT 2012, les usages privatifs non couverts par la réglementation consomment désormais plus de la moitié de l'énergie totale nécessaire pour couvrir l'ensemble des besoins.

Ce sont les habitants qui, par leurs comportements, influencent directement ces consommations. C'est donc à leur niveau que doit se développer, d'une part, une éducation, d'autre part, une assistance au pilotage énergétique.

Les solutions automatiques, disponibles dans un horizon de 3 ans, présentent souvent un intérêt économique fragile. Des solutions performantes sur tablettes verront rapidement le jour et pourront être intégrées à cette charte dans les prochaines années.

Certains moyens accessibles aux habitants pour piloter leur consommation ont un intérêt presque certain ; on les retrouve à plusieurs niveaux :

- Au niveau de l'infrastructure, un **circuit de « prises vertes »** commandées par un interrupteur horaire permettra aux occupants d'un logement de brancher tous les appareils restant en veille une fois éteints : télévision, ordinateur. L'alimentation de ces appareils en veille sera automatiquement interrompue pendant la période programmée par l'occupant.
- Au niveau de la prise de conscience par les occupants du logement, de leur consommation effective, de nombreux **systèmes de visualisation de la consommation électrique** existent, plus ou moins pratiques et accessibles à tous.

Plus ils s'adressent aux consommateurs de manière pratique, plus ils ont d'impact sur les comportements, même si cet impact reste limité.

A titre d'exemple, un écran affichant une consommation sur les dernières 24 heures de 100KWh générera moins d'actions d'un écran affichant un message informant le consommateur qu'au cours du dernier mois, il a consommé pour 5€ d'électricité entre 11h du soir et 6h du matin (période pendant laquelle usages privatifs et éclairage doivent être, la plupart du temps, nuls).

- Au niveau de la capacité à répondre à des périodes de pointe, le logement doit être équipé soit d'une alarme pour informer le consommateur de l'entrée dans une période de pointe, a priori, à prix plus élevé, de préférence véhiculée par le système de visualisation précédent, soit d'une « box énergie » qui gèrera par elle-même un certain nombre de délestages préprogrammés. Cette « box énergie », indispensable en réhabilitation, présente un intérêt plus réduit dans des logements neufs, conformes à la RT 2012 et avec des applications thermiques non autonomes.

Le choix d'avoir recours à un tel dispositif appartient à l'occupant : libre à lui de choisir, parmi les offres existantes chez les fournisseurs d'énergie ou les agrégateurs, celle qui lui convient le mieux.

- Il existe encore sur le marché de multiples dispositifs pouvant contribuer à réduire les consommations moyennes et en périodes de pointe dans les logements (Minuterie, prises programmables ou pilotables à distance, sous-comptage, mini-automates) mais l'ensemble de ces solutions reste encore cher et les résultats obtenus dépendent encore trop du temps passé par le consommateur.

La rentabilité de ces dispositifs pour un promoteur et leur attractivité pour les futurs acquéreurs ou occupants du logement ne nous semblent pas encore toujours acquises. Néanmoins, une revue des principaux dispositifs sera nécessaire en phase 2 d'élaboration de cette charte pour en confirmer ou infirmer l'intérêt économique, écologique et énergétique.

Nous préférons compter pour l'instant sur la promotion et l'éducation des occupants pour développer des démarches individuelles permises par une « box énergie » et, pourquoi pas, des systèmes plus sophistiqués.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Dans le lot électricité de chaque bâtiment résidentiel, un circuit de prises vertes disposées aux localisations les plus probables des appareils informatiques et audio/vidéo. Ce circuit devra être programmable.

Dans chaque logement, il est préconisé un système (écran, ou visualisation sur ordinateur, sur smartphone...) permettant de visualiser la consommation et ses principales caractéristiques. L'accent sera mis sur le caractère accessible et pragmatique des informations fournies. Ce système permettra également de visualiser les alarmes relatives aux pics de consommation. On pourra, par souci d'économie, étudier la possibilité d'une convergence avec les portiers électroniques.

En revanche, nous recommandons qu'aucune « box énergie » ne soit incluse dans le cahier des charges des bâtiments d'un éco-quartier de la plaine du Var.

C. La maille d'une zone à l'intérieur d'un bâtiment

Dans les immeubles résidentiels, cette maille n'existe pas. Il sera néanmoins utile de « piloter » les parties communes et d'y installer des systèmes d'économie d'énergie automatiques. Dans les bâtiments tertiaires à usage commercial ou de bureaux, cette maille correspond à un espace occupé par un même propriétaire ou correspondant à un même usage.

Elle est l'équivalent dans les immeubles tertiaires à usage commercial ou de bureaux du logement dans les immeubles résidentiels. La flexibilité d'action y est néanmoins plus faible par la présence au niveau supérieur d'une Gestion Technique du Bâtiment (GTB) qui prend en compte certains automatismes.

C'est en revanche la maille à laquelle se gère l'impact des comportements sur la consommation d'énergie.

Point clé

La réglementation RT2012 impose dans les bâtiments tertiaires des installations de sous-comptage selon des critères généraux minimum du type par tranche de surface, par étage ou par tableau.

Il sera utile de mener une réflexion préalable pour que l'architecture de la distribution électrique et du sous-comptage corresponde le plus précisément possible aux usages ou aux différents occupants afin que les informations fournies soient facilement interprétables.

d. La maille d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments

Dans les immeubles tertiaires ou à vocation d'enseignement, ce niveau est le niveau de gestion énergétique auquel intervient traditionnellement un manager énergétique.

L'optimisation de la consommation énergétique est supervisée à ce niveau qui est également le niveau d'interface des immeubles tertiaires avec les agrégateurs.

Dans le cas d'un éco-quartier de la plaine du Var, compte tenu des orientations proposées, le manager énergétique pilote la consommation électrique propre du bâtiment et la sous-station d'échange thermique avec le réseau urbain, quel que soit le type de cette sous-station ou la PAC eau/eau, selon le système retenu pour les fonctionnalités thermiques.

Dans le cas d'un réseau urbain de chaleur ou de froid, la consommation électrique gérée au niveau du bâtiment comprend seulement la consommation de la ventilation, de l'éclairage et des usages privatifs ; elle est donc très liée au comportement des occupants et aux usages associés. Cette caractéristique est de nature à renforcer le rôle des managers énergétiques de ces bâtiments au détriment d'une instrumentation très sophistiquée.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Dans le cas des bâtiments tertiaires dont la gestion énergétique sera possiblement confiée à un prestataire, la plate-forme de gestion énergétique du bâtiment aura un périmètre de gestion de la consommation d'électricité qui comprendra l'éclairage, la ventilation et les usages privatifs et, selon les choix faits pour les fonctionnalités thermiques, le chauffage et le refroidissement ou elle sera interfacée avec la gestion du réseau urbain.

Elle devra permettre de gérer différentes zones du bâtiment, les zones étant configurables pour permettre l'adaptation du système à l'évolution de l'utilisation du bâtiment.

Elle s'interfacera via des Services WEB avec les autres systèmes de pilotage énergétique ou avec les systèmes des prestataires de services divers (manager énergétique, agrégateur...).

Elle permettra la configuration des droits d'accès aux différentes informations énergétiques concernant les fonctions du bâtiment gérées au niveau de cette maille.

e. La maille de l'îlot ou du quartier

Le quartier apparaît désormais comme une maille essentielle. La gestion énergétique du quartier concentre, dans la configuration et la structuration proposée pour un éco-quartier de la plaine du Var, des fonctions importantes d'équilibrage et de gestion énergétique.

Préalablement à l'écriture des cahiers des charges concernant ce quartier, il sera nécessaire de définir la gouvernance souhaitée pour le quartier par la métropole niçoise. La définition de cette gouvernance d'un genre nouveau donnera lieu au choix du gestionnaire énergétique de la maille « quartier » et à la spécification précise du système de pilotage.

Cette gouvernance énergétique sera obligatoirement conçue en relation avec la gouvernance globale de la Smart City et avec la gouvernance éventuelle des autres grands systèmes de la métropole.

Le gestionnaire énergétique devra jouer un rôle de coordination des actions d'efficacité énergétique et de gestion de la pointe, d'agrégateur de production, de consommation et de stockage, de gestionnaire des flux énergétiques du quartier afin d'atteindre des performances énergétiques optimales et un premier niveau d'équilibre demande-production au niveau de quartier avant de solliciter des ressources extérieures au quartier.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Il apparaît fortement nécessaire de définir un lot pour le système de pilotage énergétique du quartier. Ce système de pilotage assure les fonctions suivantes :

- Supervision et contrôle énergétique de l'éclairage public
- Supervision et contrôle énergétique de tous les équipements publics raccordés au réseau (véhicules électriques, panneaux d'affichages...)
- Supervision et contrôle énergétique des réseaux urbains si ces derniers sont déployés à l'échelle du quartier. S'ils sont prévus sur un périmètre plus étendu, une interface avec ces systèmes sera nécessaire pour gérer l'effacement des pointes

- Allocation des flux d'énergie électrique produits par les systèmes décentralisés
- Gestion du stockage d'énergie électrique et/ou thermique
- Gestion dynamique de l'équilibre du réseau au niveau du quartier en jouant sur tous les paramètres disponibles au niveau du quartier (production locale, stockage, délestage de charges, planification d'usages gérés au niveau du quartier)
- Coordination des autres systèmes de pilotage présents dans le quartier afin d'optimiser les performances énergétiques.

Cette plateforme sera interfacée avec tous les systèmes de gestion des agrégateurs, pilotes énergétiques et prestataires de services externes via l'architecture d'échange préalablement définie dans la section précédente (partage des infrastructures). De même, elle sera interfacée avec les autres plateformes de pilotage présentes dans la Smart City, en particulier celles de pilotage des éventuels autres réseaux (urbains, gaz,) et avec la supervision des postes de transformation.

Cette structuration du pilotage fait apparaître un certain nombre d'acteurs complémentaires de ce pilotage, qui vont devoir se coordonner. Il est dès lors important de schématiser les modes de fonctionnement du quartier « Smart Grid ready ».

6. Comment un quartier « Smart Grid Ready » va-t-il fonctionner ?

Les différents acteurs du pilotage du quartier que nous avons identifiés, ou dont nous préconisons la présence, sont donc :

L'occupant du logement

- Pilote ses consommations électriques d'éclairage et pour les usages spécifiques
- Est en charge de la maîtrise de ses consommations.

Pour remplir pleinement son rôle, il devra être éduqué, formé et, très probablement, dans de nombreux cas, épaulé par des prestataires de services énergétiques spécialisés.

Le manager énergétique des bâtiments tertiaires

- Pilote les consommations électriques du bâtiment correspondant à l'éclairage, à la ventilation et aux usages spécifiques et aux besoins du bâtiment en matière thermique
- Pilote les actions « humaines » ou « manuelles » menées sur son périmètre de gestion dans le cadre de l'ajustement des consommations lors du pic de consommation.
- Pilote la sous-station d'échange thermique avec le réseau urbain afin de garantir le confort voulu aux occupants du bâtiment
- Paramètre les automatismes du bâtiment.

L'opérateur de production locale

- Pilote les unités de production décentralisées et les unités de stockage.

Une variante avec un opérateur spécifique du stockage pourra éventuellement être considérée.

Les gestionnaires de réseau : ERDF et RTE

- Pilotent le scénario d'urgence face à un pic de consommation.

Le pilote des réseaux urbains

- Pilote la production de froid, de chaleur et d'électricité par la ou les centrales de tri-génération.

Le gestionnaire électrique du quartier

- Pilote les équipements publics tant au niveau de leur consommation qu'au niveau de leur adaptation face au pic de consommation
- Pilote l'équilibre des flux énergétiques dans le quartier
- Coordonne les précédents acteurs dans les bâtiments tertiaires pour organiser un premier niveau de réaction face à la pointe de consommation
- Décide de l'orientation des flux de production
- Coordonne pour obtenir une optimisation énergétique globale à l'échelle de l'éco-quartier
- Dès que les tarifs d'achat d'électricité seront libérés, assurera un premier niveau d'optimisation économique aux usagers du quartier.

Une nouvelle fois, il est important de positionner ce gestionnaire énergétique de quartier par rapport à la structure de gestion globale de la Smart City, en charge des différentes infrastructures et des multiples services délivrés aux usagers, habitants ou à la communauté.

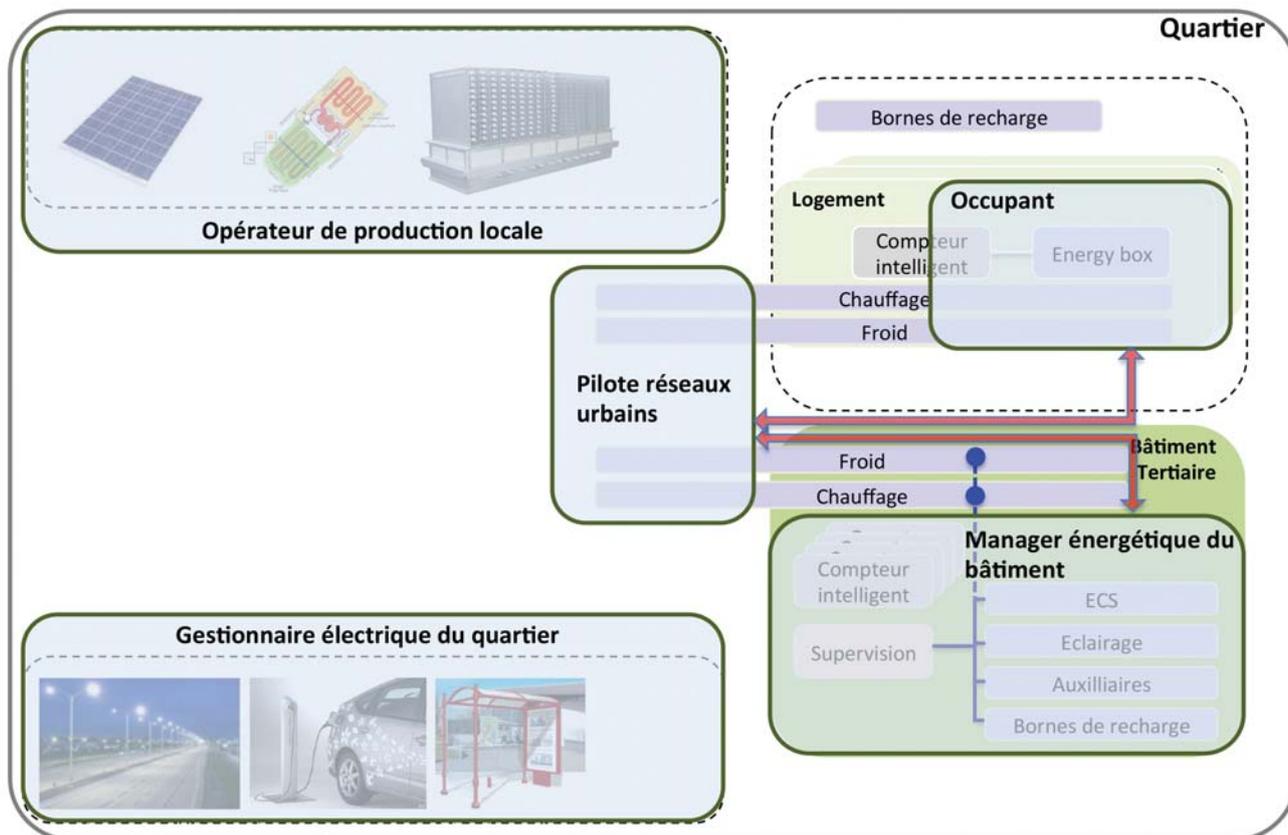
L'agrégateur

- Pilote les actions d'ajustement de la consommation dans les logements
- Sert d'intermédiaire entre le pilote du quartier et RTE
- Pilote les ajustements de production locale et de stockage.

Dans ce paysage, l'optimisation de la consommation dans chaque maille est placée sous la responsabilité d'un pilote dont le périmètre de responsabilité est la maille en question. Comme il n'y a pas de synergie majeure entre les actions menées entre mailles, chacun de ces pilotes travaille de façon indépendante.

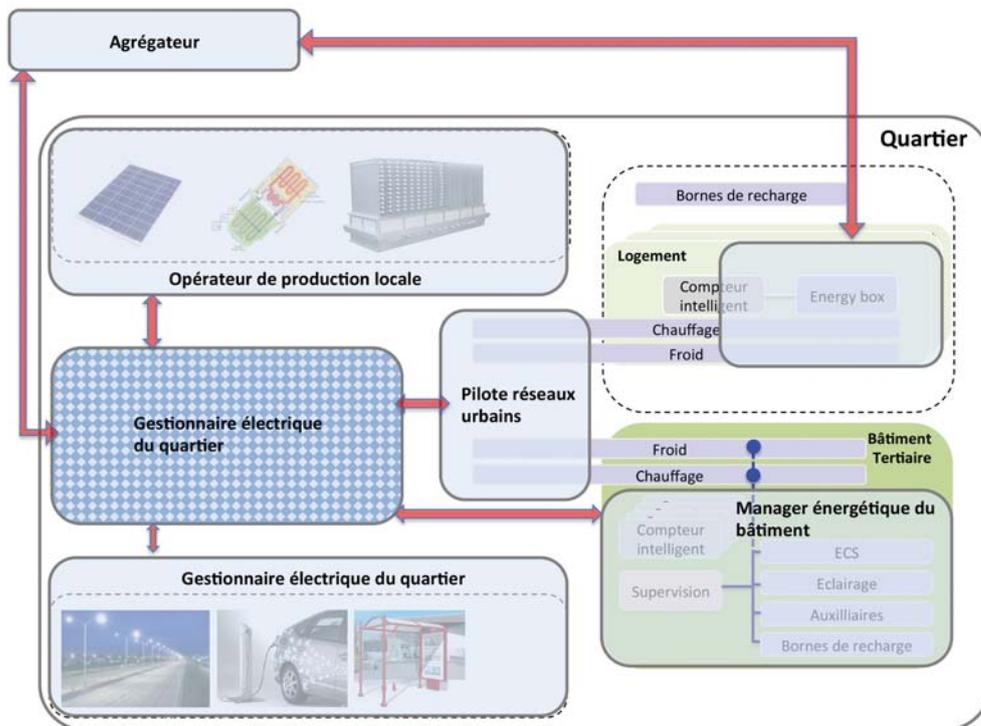


En matière de maîtrise de la consommation électrique, l'éco-quartier « Smart Grid Ready » fonctionne selon le schéma suivant :



La gestion du pic de consommation, quant à elle, repose sur des acteurs responsables d'actions sur leur périmètre mais ces actions nécessitent coordination. En effet, lors d'un pic de consommation, il faut à la fois réduire la consommation des différentes entités et applications du quartier, maximiser l'afflux d'énergie produite localement et libérer l'énergie stockée.

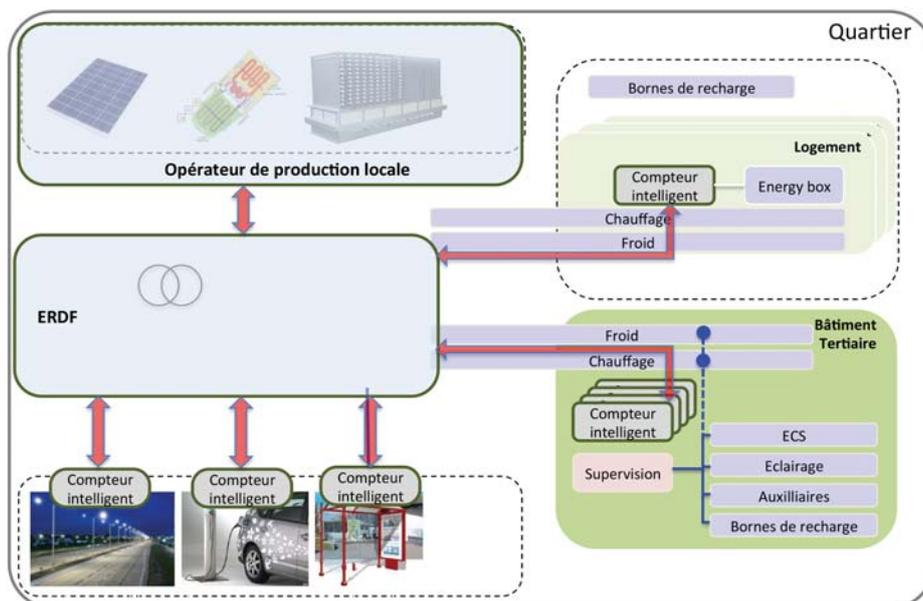
Les actions ne sont plus, dans ce cas, indépendantes et leur bonne coordination nécessite un chef d'orchestre, le pilote énergétique du quartier :



L'agrégateur intervient, quant à lui, à un niveau supérieur.

La troisième situation dans laquelle il est nécessaire de décrire le fonctionnement du quartier est la **situation d'urgence** face à un pic de consommation non géré par le dispositif précédemment décrit ; dans ce cas, l'acteur clé est le gestionnaire de réseau, ERDF ou RTE, garant ultime de la stabilité du réseau de distribution ou de transport.

Une fois, la structure des acteurs de pilotage en place, il est nécessaire de définir :



7. Que piloter pour l'ajustement ? Et pour la maîtrise des consommations électriques ?

Avant d'entrer dans le détail de chaque fonctionnalité, il est important de partager une vision globale de ce que les solutions de pilotage de ces fonctionnalités - actuelles et à venir dans un futur proche - permettent pour réduire la consommation électrique d'une part et pour réduire la pointe de consommation d'autre part.

Il est essentiel de mettre en perspective ces solutions ou ces fonctions avec les besoins « incompressibles » des consommateurs ou utilisateurs de l'électricité, c'est-à-dire les besoins qui, s'ils ne sont pas servis, conduiront au rejet des solutions. Tel est l'enjeu du tableau suivant :

Fonctionnalité	Besoin « incompressible »	Pour consommer moins	Pour réduire la pointe de consommation
Froid (Refroidissement)	Confort perçu suivant normes NF EN 13779, 15251 et 7730	Asservissement à certains paramètres « Planification »	Stockage Thermique Augmentation temporaire de la température
Chaud (Chauffage)	Confort perçu suivant normes NF EN 13779, 15251 et 7730	Asservissement à certains paramètres « Planification »	Diminution temporaire de la température
Eau chaude sanitaire	Température de confort	Solaire thermique combiné à un complément électrique	Stockage
Eclairage	Confort perçu Quelquefois l'éclairage fait partie de la décoration	Minuterie Asservissement à certains paramètres Planification	Diminution de l'intensité
Auxiliaires dont principalement ventilation	Respect de la réglementation Confort perçu	Asservissement à certains paramètres Planification	Modulation de durée limitée
Usages privés	Disponibilité des usages	Gestion des veilles	Usage batteries si possible Planification
Borne privée de recharge d'un véhicule électrique	Disponibilité de la borne pour une recharge avant l'heure à laquelle on va reprendre le véhicule	Charge lente	Planification Tarification dynamique
Borne publique de recharge d'un véhicule électrique	Disponibilité de la borne pour une recharge immédiate ou avant l'heure à laquelle on va reprendre le véhicule	Charge lente	Planification si possible
Eclairage public	Réglementation Confort Sécurité	Asservissement à certains paramètres Planification	Diminution de l'intensité

Nous venons de définir, d'une part, les préalables nécessaires à un déploiement efficace des Smart Grids dans un éco-quartier de la plaine du Var et, d'autre part, les macro-spécifications des couches de pilotage énergétique du quartier.

Nous allons nous attacher désormais à décrire les caractéristiques nécessaires à chacune des fonctionnalités du bâtiment pour atteindre les meilleures performances Smart Grid possibles c'est-à-dire pour permettre le meilleur contrôle de la consommation énergétique et la meilleure gestion possible du pic de consommation. Nous suivrons de près la trame générale donnée par le tableau précédent.

Pour ce faire, nous allons, pour chaque fonctionnalité, dresser un état de l'art des solutions existantes et conformes aux orientations déjà préconisées et proposer les spécifications relatives au pilotage de chacune d'elles permettant de réduire la consommation d'énergie ou de réduire la pointe de consommation électrique.

a. Le refroidissement

Périmètre de cette fonctionnalité

Dans la région niçoise, cette fonctionnalité est incontournable pour les bâtiments à usage tertiaire.

En ce qui concerne les bâtiments à usage résidentiel, elle est un plus pour les usagers. Il est fort probable que, si elle n'est pas offerte dans les logements, un nombre significatif de résidents d'un éco-quartier de la plaine du Var s'équipent avec des installations privées.

Si ce pronostic est partagé, il est utile d'étudier l'équipement en refroidissement ou en rafraîchissement des logements d'un éco-quartier de la plaine du Var. En effet, cet équipement permet d'envisager des installations beaucoup moins consommatrices sur le plan énergétique que les installations autonomes privées et une capacité d'effacement aisément accessible et mobilisable. En échange, l'installation de climatisations autonomes doit être **interdite dans le quartier**.

Il y a en effet toute raison de penser que des installations privées ne seront pilotables qu'à travers une « box énergie » dont la présence ou l'utilisation ne sont pas garanties.

Les contraintes pesant sur cette fonctionnalité et sur son pilotage

Le refroidissement est un élément de confort thermique. A ce titre, les consommateurs attendent continuité de service et de confort. Dans le cadre d'une contribution aux objectifs « Smart Grids », le pilotage du refroidissement doit obligatoirement préserver le confort attendu par les utilisateurs des bâtiments.

Toute intervention d'un opérateur ou d'un prestataire de services énergétiques sur le réglage du refroidissement sera donc acceptable dans les cas suivants :

- L'intervention n'a pas d'effet perceptible par la majorité des occupants du bâtiment. Les diverses études et retours d'expérience montrent que les occupants ne sont pas sensibles à l'écart de température s'il n'excède pas 1,5°C à 2°C selon la durée, ni au gradient s'il n'excède pas 2°C par heure environ
- L'intervention est perceptible par les occupants mais revêt un caractère exceptionnel et de courte durée
- Les occupants sont avertis et il leur est expressément demandé un effort exceptionnel et modéré (l'écart de température reste modéré bien que perceptible ; revêtir un vêtement léger suffit à retrouver un niveau de confort acceptable).

Les enjeux du pilotage du refroidissement pour l'efficacité énergétique

Quelle que soit la technologie de refroidissement choisie, le pilotage de l'installation permet d'une part de réduire la consommation énergétique, d'autre part d'effacer la pointe de consommation.

Néanmoins, l'effacement de la pointe de consommation n'a pas la même criticité dans le cas d'un réseau urbain alimenté par une usine de froid alimenté par des énergies indépendantes du réseau.

Afin de réduire la consommation énergétique liée au refroidissement, il peut être utile de l'asservir à des paramètres tels que la température extérieure, la température intérieure des locaux, l'intensité du rayonnement solaire sur les façades sud et ouest, les plages horaires d'utilisation des locaux pour les bâtiments tertiaires.

Les enjeux du pilotage du refroidissement pour la réduction du pic de consommation

Afin d'effacer la pointe de consommation, il est possible, suivant les technologies choisies, de stopper ou ralentir le refroidissement tant que l'effet réel sur la température des locaux reste limité.

Point clé

Il est important de noter que, plus l'inertie thermique du bâti est importante, plus le gradient de température en phase d'effacement est faible et plus la capacité d'effacement est importante et peut être soutenue dans la durée.

L'état de l'art des systèmes de production de froid

Au-delà des technologies disponibles, trois grandes familles de solutions se dégagent : les systèmes décentralisés, les systèmes centralisés au niveau d'un bâtiment et les réseaux de froid. Toutes ces familles de solutions ont un niveau de maturité reconnu ; les offres sont disponibles.

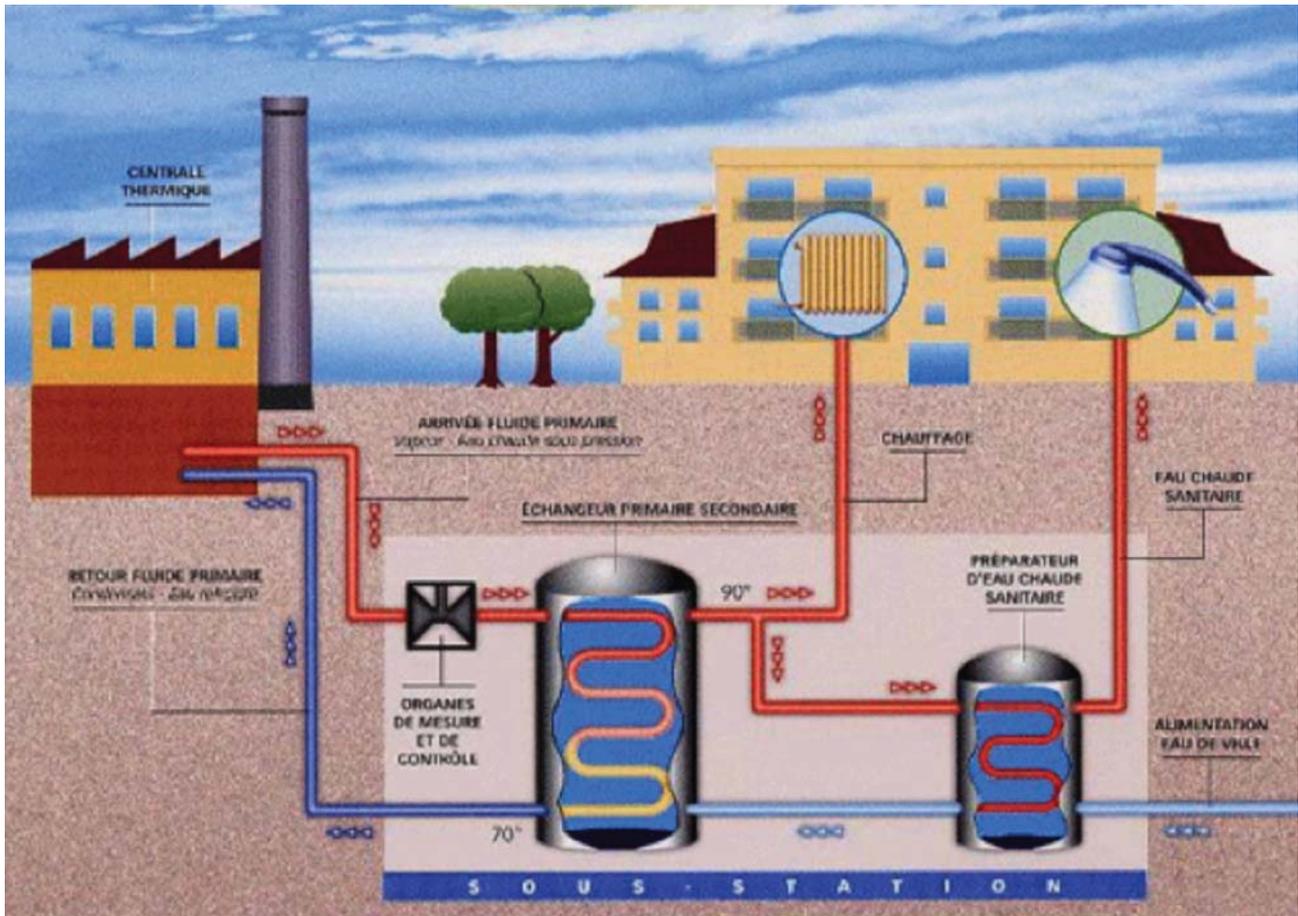


Nous avons déjà vu que les systèmes partagés méritent une prise en compte comme solutions viables pour les éco-quartiers au vu de leur **performance énergétique**.

Plus généralement, la comparaison des différents systèmes existants nous amène à mettre en exergue diverses solutions

pour un éco-quartier de la plaine du Var ; toutes présentent potentiellement des avantages importants :

- Les systèmes partagés, type réseaux urbains, alimentés pour une usine de production de froid couplés à des sous-stations d'échange thermique situées en pied de bâtiments



Source : Vélizy – Villacoublay (exemple de réseau de chaleur seulement)

- Les systèmes partagés, type réseau d'eau de mer, couplés à des PAC eau-eau situées en pied de bâtiments. Ils nécessitent une relative proximité avec le littoral. A titre d'exemple dans la plaine du Var, ils sont une alternative à prendre en compte dans l'étude de Grand Arenas alors qu'ils présentent peu d'intérêt dans celle de Nice Meridia
- Les systèmes semi-autonomes alimentant un bâtiment ou un groupe de bâtiment à partir d'un réseau de fluide existant (géothermie sur nappe et surtout eau usées) couplé à des PAC eau-eau, 100% électricité ou hybrides électricité/gaz, situées en pied de bâtiments.

Une étude approfondie s'impose pour finaliser le choix de la technologie de refroidissement. Cette étude devra inclure le chauffage et l'eau chaude sanitaire (voir plus loin) afin de couvrir tous les aspects thermiques. Elle comparera notamment les solutions envisagées sur le plan économique, énergétique, bilan carbone et émission de CO2.

Malgré leur intérêt global, chacune de ces solutions présentent ses propres avantages et inconvénients :

Système	Avantages	Inconvénients
Systemes partagés type réseaux urbains	<ul style="list-style-type: none"> Peut être alimenté par une usine de trigénération offrant une nouvelle source d'énergie continue au quartier Peut être produite par diverses sources d'énergie : biomasse, biofuels, biogaz, déchets etc Ne consomme aucune énergie livrée par le réseau électrique Forte continuité de service 	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place relevant d'une décision à long terme Travaux importants de mise en place Intérêt moindre dans une zone insuffisamment dense de bâtiments RT2012 N'est rentable qu'au delà d'un périmètre important (au moins 15MW)
Systemes partagés type réseau d'eau de mer	<ul style="list-style-type: none"> Source de chaleur utilisée sans impact majeur sur l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessité de proximité avec la mer Travaux importants de mise en place
Systemes semi-autonomes	<ul style="list-style-type: none"> Peut être associé à du stockage thermique pour participer à l'effacement de la pointe et bénéficier des meilleurs tarifs L'utilisation des réseaux d'eaux usées comme source de chaleur est déjà répandue, en Suisse notamment 	<ul style="list-style-type: none"> La géothermie sur nappe présente des risques environnementaux et son développement doit respecter de fortes contraintes

Eléments à intégrer dans les cahiers des charges

Si le choix d'un réseau urbain est confirmé, il est demandé à tout bâtiment d'être raccordé à ces réseaux via une sous-station. Cette sous-station est un lieu d'échange thermique entre le circuit primaire venant de la centrale de production et le circuit secondaire alimentant le bâtiment avec ou sans pompe à chaleur suivant les types de réseau.

Quelle que soit la technologie choisie, le pilotage et la régulation du système permettront :

- Un réglage par appartement dans les bâtiments résidentiels (possiblement dédoublé en partie jour et partie nuit)
- Un réglage par zone dans les bâtiments tertiaires quelle que soit la vocation du bâtiment

- Un ajustement par l'occupant limité à une fourchette maximale du type [-2°C : +2°C] par rapport à une température nominale décidée au niveau du pilotage générale de l'installation. Il est tout à fait pensable de réduire cette fourchette
- Un asservissement de la température à la température extérieure et éventuellement à l'intensité des rayonnements solaires sur les façades sud avec couplage avec le système d'occultation
- Un couplage avec le système de pilotage du quartier dans le cas des réseaux urbains.

Dans les logements, il faut un système de mesure de consommation par logement pour pouvoir déclencher une facturation personnalisée incitant les occupants à porter attention à leur consommation.

b. Le chauffage

Les contraintes pesant sur cette fonctionnalité et sur son pilotage

Le chauffage est, comme le refroidissement, un élément de confort thermique. A ce titre, les consommateurs attendent continuité de service et de confort. Dans le cadre d'une contribution aux objectifs « Smart Grids », le pilotage du chauffage doit obligatoirement préserver le confort attendu par les utilisateurs des bâtiments.

Les mêmes contraintes pèsent sur le chauffage et sur le refroidissement.

Les enjeux du pilotage du chauffage pour l'efficacité énergétique

Une fois la technologie de chauffage choisie, le pilotage de l'installation permet d'une part de réduire la consommation énergétique, d'autre part d'effacer la pointe de consommation.

Afin de réduire la consommation énergétique liée au chauffage, il peut être utile de l'asservir à des paramètres telles que la température extérieure, la température intérieure des locaux, l'intensité du rayonnement solaire sur les façades sud et ouest, les plages horaires d'utilisation des locaux pour les bâtiments tertiaires. Afin de réduire l'amplitude du pic de consommation hivernal, il pourra être envisagé d'interdire l'utilisation de chauffage individuel par effet joule (convecteurs électriques), tout comme nous proposons d'interdire le recours aux climatiseurs individuels.

Les enjeux du pilotage du chauffage pour la réduction du pic de consommation

Afin d'effacer la pointe de consommation, il est possible, comme pour le refroidissement, suivant les technologies choisies, de stopper ou ralentir le chauffage tant que l'effet réel sur la température des locaux reste limité.

Point clé

Il est important de noter que, plus l'inertie thermique du bâti est importante, plus le gradient de température en phase d'effacement est faible et plus la capacité d'effacement est importante et peut être soutenue dans la durée.

L'état de l'art des systèmes de production de chaleur

Au-delà des technologies disponibles, comme pour le froid, trois grandes familles de solutions se dégagent : les systèmes décentralisés, les systèmes centralisés au niveau d'un bâtiment et les réseaux de chaleur. Toutes ces familles de solutions ont un niveau de maturité reconnu ; les offres sont disponibles.

Les solutions préconisées pour le chauffage sont les mêmes que celles recommandées pour le refroidissement.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Si le choix d'un réseau urbain est confirmé, il est demandé à tout bâtiment d'être raccordé à ces réseaux.

Quelle que soit la technologie choisie, le pilotage et la régulation du système permettront :

- **Un réglage par appartement dans les bâtiments résidentiels (possiblement dédoublé en partie jour et partie nuit)**
- **Un réglage par zone dans les bâtiments tertiaires quelle que soit la vocation du bâtiment**
- **Un ajustement par l'occupant limité à une fourchette du type [-2°C : +2°C] par rapport à une température nominale décidée au niveau du pilotage générale de l'installation (mais attention dans un bâtiment RT 2012, +1°C signifie +25% de consommation énergétique pour le chauffage, principalement dû aux comportements en mi-saison)**
- **Un asservissement de la température de distribution du fluide caloporteur à la température extérieure et éventuellement à l'intensité des rayonnements solaires sur les façades sud**
- **Un couplage avec le système de pilotage du quartier, dans le cas des réseaux urbains.**

Dans les logements, il faut un système de mesure de consommation par logement pour pouvoir déclencher une facturation personnalisée incitant les occupants à porter attention à leur consommation.

c. L'Eau Chaude Sanitaire (ECS)

Les enjeux de cette fonctionnalité et de son pilotage

Cette fonctionnalité mérite une attention toute particulière car, dans certains bâtiments RT 2012, elle peut représenter jusqu'à 40% de l'énergie primaire consommée par les cinq usages RT 2012.

Les enjeux du pilotage de la production d'ECS pour l'efficacité énergétique

Il n'y a pas de dispositif permettant au pilotage de la production d'eau chaude de contribuer à la maîtrise de la consommation électrique. Les seules dispositions évidentes relèvent de l'efficacité énergétique passive.

Les enjeux du pilotage de la production d'ECS pour la réduction du pic de consommation

Le principal enjeu du pilotage de cette fonctionnalité est la planification de l'appoint électrique éventuel dans une perspective de gestion de la pointe de consommation ; c'est une fonctionnalité communément répandue, sous une forme simple, grâce à un couplage à un commutateur jour-nuit.

L'état de l'art des systèmes de production d'eau chaude

Le système de production se doit d'être le plus efficace possible et associé à des dispositifs annexes permettant une installation « Smart Grid Ready ».

Nous avons, dans le cas d'un éco-quartier de la plaine du Var, deux options :

Option 1 :

Aujourd'hui et dans un proche avenir, les systèmes individuels de production d'ECS les plus intéressants sur le plan de la consommation énergétique sont à base de solaire thermique avec un appoint électrique ou par PAC. La production solaire peut couvrir, dans la région niçoise, jusqu'à 70% à 75% des besoins annuels avec de fortes variations de cette proportion suivant les saisons. Ces systèmes sont malheureusement encore coûteux, bien qu'on puisse aisément les considérer comme techniquement mature.

Les panneaux solaires (thermique uniquement ou hybrides photovoltaïque + thermique) seront installés en toiture, prioritairement aux panneaux photovoltaïques. Ils alimenteront les besoins du bâtiment.

La planification de l'appoint électrique sera d'autant plus facile et efficace que le système possède un stockage d'eau chaude. Celui-ci permettra de couvrir les besoins journaliers en mettant à disposition, en été, la nuit de l'ECS chauffée le jour par le soleil et en mettant à disposition, en hiver, dans la journée de l'ECS chauffée principalement la nuit par l'appoint électrique.

Le pilotage de l'installation n'a aucune influence sur la consommation. Pour mémoire, un contrôle efficace de la consommation d'ECS peut être assuré par des robinets temporisés ou autres limiteurs de pression et peut limiter le recours à l'appoint électrique.

Option 2 :

L'eau chaude sanitaire peut être fournie à partir d'un réservoir de stockage commun à chaque bâtiment, chauffé par le réseau de chaleur secondaire du bâtiment, lui-même couplé au niveau de la sous-station au réseau urbain ou alimenté par les PAC eau/eau.

Cette solution a l'avantage d'être moins coûteuse que la précédente tant en coût opérationnel qu'en coût global. En cas d'indisponibilité prolongée du réseau urbain, elle présente un risque modéré de continuité de service de l'eau chaude auquel l'occupant d'un logement est particulièrement sensible. Cette solution est toutefois dépendante de la décision concernant la solution thermique. Dans le cas d'un réseau urbain avec usine de production de chaleur, il sera nécessaire de vérifier la capacité de produire l'ECS à partir de l'usine de trigénération.

Cette option 2 présente l'avantage supplémentaire de libérer de la surface sur les toits pour augmenter la capacité de production photovoltaïque.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Les éléments à intégrer dans les cahiers des charges dépendent du choix qui sera fait entre l'option 1 et l'option 2. Ce choix examinera l'opportunité de produire de l'eau chaude via le réseau urbain, notamment en intersaison avec des besoins de chaud et de froid minimum, et les investissements supplémentaires nécessaires pour cela.

Ces investissements seront comparés à ceux nécessaires pour des panneaux solaires thermiques sur les toits en prenant en compte les panneaux solaires photovoltaïques non installés dans la surface ainsi utilisée.

Dans les logements, il faut un système de mesure de consommation par logement pour pouvoir déclencher une facturation personnalisée incitant les occupants à porter attention à leur consommation.

d. L'éclairage

Avec l'ECS, l'éclairage est une source de consommation importante dans certains types de bâtiments, particulièrement, ceux dédiés au commerce.

Les contraintes pesant sur cette fonctionnalité et sur son pilotage

Dans les lieux de travail, donc dans les bâtiments tertiaires à vocation de bureaux, l'éclairage est considéré comme un vecteur de confort et de sécurité dans l'ensemble des parties du bâtiment.

Il existe de ce fait une réglementation depuis 1983 complétant le code du travail et notamment le décret n°2008-244 du 7 mars 2008 décrivant notamment les diverses obligations pour la conception et l'utilisation des lieux de travail.

Cette réglementation est complétée par une norme européenne (NF EN 12464-1) relative aux éclairages des lieux de travail, définissant des préconisations de luminosité en fonction de la vocation des locaux.



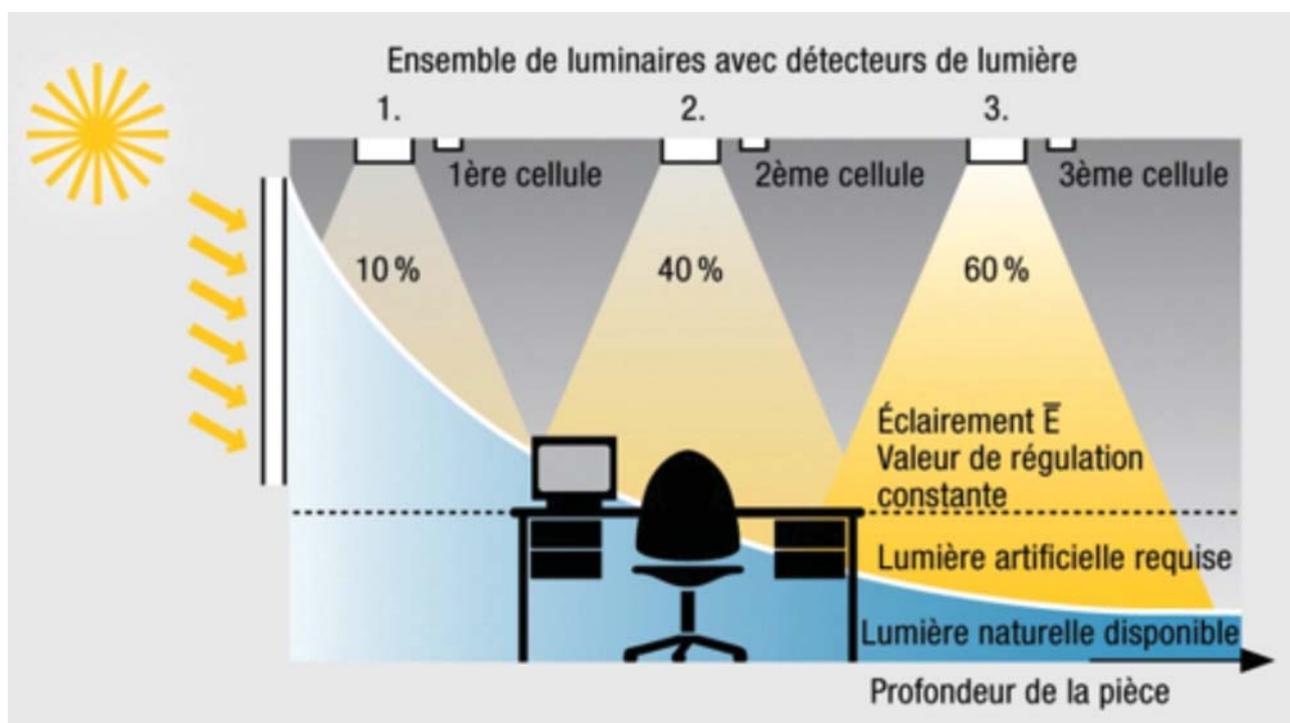
Les enjeux du pilotage de l'éclairage pour l'efficacité énergétique

L'essentiel des enjeux du pilotage de l'éclairage appartient à l'efficacité énergétique.

Dans les bâtiments tertiaires, il peut permettre de réduire la consommation électrique :

- En asservissant l'éclairage à la présence de personnes dans les salles (salles d'enseignement, salles de réunion) via des détecteurs de présence

- En éteignant tout l'éclairage sauf l'éclairage de sécurité pendant certaines plages horaires
- En installant des minuteries dans les lieux de passage (certains couloirs, escaliers et sanitaires) mais le coût de ces solutions ne permet leur rentabilité que dans certaines conditions
- En asservissant l'intensité de l'éclairage aux conditions de luminosité ; l'éclairage est ainsi conçu comme un appoint nécessaire à la lumière extérieure pour bénéficier de la luminosité nécessaire.



Source : OSRAM

Mais l'impact de ces dispositifs est d'autant plus faible que la technologie d'éclairage est performante ; la rentabilité économique des solutions sera donc quelquefois difficile à atteindre : il sera important de valider leur préconisation en phase 2 de la charte.

Les enjeux du pilotage de l'éclairage pour la réduction du pic de consommation

En matière d'ajustement, la seule action significative qui puisse être menée est de diminuer l'intensité de l'éclairage. De telles actions nécessitent d'une part, certaines technologies d'éclairage et, d'autre part, des conditions d'utilisation du bâtiment où une variation de l'intensité lumineuse pendant des périodes d'au moins 30 minutes peut être supportée sans être ressentie comme une perte de confort. Dans un logement ou dans une zone de bureaux, le rétablissement du

confort visuel par l'utilisateur lui-même par le recours à des lampes d'appoint rend l'effet de la baisse d'intensité lumineuse complètement caduque.

L'état de l'art des systèmes d'éclairage

En matière de réduction de la consommation électrique par l'éclairage, la technologie d'éclairage a un impact très significatif. C'est donc la première disposition à prendre. L'équipement des bâtiments de lampes à très basse consommation est indispensable. Mais attention, toutes les technologies de lampes ne sont pas compatibles avec les gradateurs ou variateurs d'intensité lumineuse et ne présentent pas toutes le même intérêt économique global. Les fluocompactes, désormais assimilées à des lampes basse consommation, ne supportent généralement pas les variations d'intensité. Compte tenu de l'évolution très rapide de

leur coût, nous suggérons de spécifier la quasi-généralisation des LEDs dans le quartier. A noter que pour ce type d'éclairage, les préconisations de l'ANSES devront être respectées. La comparaison des principales technologies de lampes met

en évidence l'intérêt des LEDs à la fois pour la maîtrise passive et pour la maîtrise active de la consommation d'électricité pour l'éclairage. Voici les comparaisons pour une ampoule classique de 60W :

Technologie	Consommation (W)	Luminosité (Lm)	Compatibilité avec gradateur
Incandescente	60	720	Faible
Halogène	48	630	Oui
LFC basse conso	13	720	Non
LED (130 lm/W)	6	780	Oui

Le coût des sources LEDs est encore supérieur à celui des autres ampoules et décroît très rapidement mais la durée de vie et la faible consommation de cette technologie aboutissent au coût global le plus faible.

Il sera important de spécifier dans les cahiers des charges l'usage de LEDs « protégées » c'est-à-dire dont la lumière n'est pas brute car, dans le cas contraire, elles peuvent présenter des risques aussi bien pour les jeunes enfants que pour les adultes en aggravant les DMLA (Dégénérescence maculaire liée à l'âge).

Il sera aussi indispensable, lors de la deuxième partie de l'élaboration de cette charte, d'évaluer la rentabilité de chaque composante du pilotage de l'éclairage car les gains techniques, associés aux solutions existantes, sont très importants.

A ce stade, il nous paraît essentiel de devoir tous les considérer.

D'après le Bureau d'Etudes Cardonnel, l'ensemble de ces dispositifs peut permettre d'économiser jusqu'à 20% des coûts d'énergie pour l'éclairage dans les hôtels, jusqu'à 25% à 30% dans les locaux d'enseignement et jusqu'à 40% dans des bureaux.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Pour les bâtiments résidentiels :

- Prévoir des éclairages à LEDs protégés
- Prévoir un interrupteur « coupure générale » d'éclairage proche de la porte d'entrée des logements. Les éclairages d'appoint pourront être branchés sur les circuits de prises vertes
- Prévoir des minuteries ou des détecteurs de présence dans les locaux communs (couloirs, paliers, escaliers) et dans les locaux d'occupation temporaire (toilettes).

Pour les bâtiments tertiaires :

- Prévoir des éclairages à LEDs protégés

- Selon la typologie d'occupation des locaux (plage horaire, occupation intermittente), prévoir un éclairage relié à un programmateur horaire, à une minuterie ou à un détecteur de présence ou, dans certains cas, à plusieurs de ces dispositifs
- Prévoir une minuterie dans les locaux d'occupation temporaire (couloirs, toilettes, escaliers)
- Prévoir un asservissement de l'intensité d'éclairage à la luminosité naturelle afin de le concevoir comme un complément de luminosité pour atteindre les seuils minimum règlementaires (NF-EN12464-1)
- Prévoir un ajustement possible de la luminosité dans certains locaux tertiaires en période de pointe de consommation.

e. Les auxiliaires

Le vocable « auxiliaires » utilisé dans la RT 2012 recouvre plusieurs fonctionnalités dont la principale est la ventilation. Nous allons nous concentrer sur cette dernière qui représente l'essentiel de la consommation électrique liée à ces auxiliaires.

Les contraintes pesant sur cette fonctionnalité et sur son pilotage

La réglementation pesant sur cette fonctionnalité date de 1982 et 1983 et n'est pas très contraignante : elle définit des débits d'air entrants et sortants à mettre en œuvre pour « suffisamment » ventiler les locaux.

La ventilation a des impacts de confort, d'hygiène et de salubrité auxquels il est nécessaire de porter attention.

Les enjeux du pilotage de la ventilation pour l'efficacité énergétique

Dans ce cadre, la ventilation des bâtiments et son pilotage présente des opportunités à la fois de réduction de la consommation énergétique par son pilotage et de réduction de la pointe de consommation électrique.



Sans hypothéquer le confort des occupants d'un bâtiment, il est possible d'atteindre des économies électriques substantielles en régulant et en indexant la ventilation à certains paramètres :

- Présence dans les locaux, par mesure du taux de CO₂ ou grâce à des détecteurs de présence, par exemple
- Tranche horaire d'occupation programmable dans les locaux tertiaires
- Taux d'humidité du local.

Les enjeux du pilotage de la ventilation pour la réduction du pic de consommation

En matière d'ajustement, il est possible de ralentir la ventilation pendant une période de 30 minutes sans affecter ni le confort des occupants ni l'hygiène des locaux ; ce ralentissement n'est pas perceptible si sa durée n'est pas trop longue. Nous ne préconisons pas l'arrêt proprement dit de la ventilation pendant les pics de consommation car l'absence du bruit de ventilation peut provoquer des réactions d'inquiétude et de rejet de la part des occupants.

L'état de l'art des systèmes de ventilation

Les systèmes de ventilation ont beaucoup évolué ces dernières années pour répondre aux exigences de la RT 2012 en consommant moins d'énergie et en régulant l'écart de température généré par l'introduction d'air dans les bâtiments. Tous les systèmes pertinents au regard de la RT 2012 peuvent être pilotés par une régulation offrant les fonctionnalités évoquées ci-dessus.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Suivant la typologie d'occupation de chaque local principal (occupation intermittente, occupation occasionnelle, nombre d'occupants variable), la ventilation pourra être régulée, c'est-à-dire ralentie ou maintenue à vitesse et débit normaux, en fonction des données fournies par :

- Des capteurs mesurant le taux de CO₂
- Des détecteurs de présence
- Des capteurs d'humidité.

Point clé

Au même titre que nous avons proposé de partager certaines infrastructures, nous attirons l'attention sur la possibilité de partager certains éléments d'infrastructure tels qu'un capteur de présence. En effet, les informations fournies par un même capteur peuvent servir au contrôle de la ventilation, de l'éclairage et de la thermique du local.

f. Les usages privés

Dans un bâtiment RT 2012, les usages spécifiques correspondent aux usages non pris en compte dans la réglementation. La performance demandée sur les cinq usages principaux augmente le poids relatif : en effet, les usages spécifiques peuvent désormais représenter plus de 50% de la consommation électrique finale.

Selon plusieurs sources concordantes, ADEME et EnerTech par exemple, les usages spécifiques dans le logement peuvent représenter une consommation pouvant aller communément jusqu'à 70KWh/an/m² soit plus de cinq fois la consommation du chauffage dans un bâtiment RT 2012 ! Ces usages comprennent principalement l'audio-visuel, l'informatique, le froid, le lavage du linge, le lavage de la vaisselle et la cuisson.

Dans les immeubles de bureaux, la bureautique au sens large peut représenter une consommation se situant entre 30 et 45KWh/an/m².

Les contraintes pesant sur cette fonctionnalité et sur son pilotage

La seule « contrainte » pesant sur les usages privés est que toute action de pilotage dépend de l'utilisateur. Nous sommes, avec les usages privés, directement confrontés aux enjeux comportementaux des consommateurs d'énergie et à la nécessité de sensibiliser, éduquer, inciter ou convertir afin que les consommateurs réduisent leur consommation moyenne et en période de pointe.

Un programme comme Ecowatt, lancé par RTE dans la région PACA, est une initiative incitatrice importante.

Les enjeux du pilotage des usages privés pour l'efficacité énergétique

Des actions très lourdes, et dans la durée, de sensibilisation, d'éducation ou d'incitation, devront être envisagées auprès des usagers d'un éco-quartier de la plaine du Var qui a vocation à être pionnier dans ce domaine.

Néanmoins, il est possible de prévoir quelques assistances sur certains usages afin d'atteindre un premier niveau de résultat.

Dans le logement :

L'audiovisuel et l'informatique concentrent l'essentiel des appareils restant en veille une fois éteints. Il est envisageable de les déconnecter pour consommer moins.

Un circuit de prises vertes offre, à moindre frais, une solution efficace pour cela.

Plus précisément, la prise électrique se trouvant à côté de la prise antenne concentre souvent un grand nombre d'équipements électroniques. Elle sera commandée par un interrupteur général aisément identifiable (par la couleur, par exemple).

Nous préconisons également un écran de visualisation très simple permettant aux consommateurs de visualiser leur consommation et les éventuelles alarmes en période de pointe de consommation.

Dans le tertiaire :

Une grande partie de l'informatique peut être déconnectée pendant les périodes d'inutilisation plutôt que de rester en veille. Là encore, des circuits de prises vertes offrent une solution simple et efficace.

Les enjeux du pilotage des usages privatifs pour la réduction du pic de consommation

Dans le logement :

Le lavage du linge et de la vaisselle sont aisément planifiables à certaines heures de la journée ou de la nuit : il est à prescrire de ne pas les activer en période de pointe.

L'état de l'art des systèmes de pilotage des usages privatifs

Les systèmes existants sont principalement des systèmes autonomes mis en œuvre par les usagers eux-mêmes. Il existe de très nombreuses solutions sur le marché. Nous n'avons pas choisi de les lister car la plupart, bien que techniquement fiables, restent chères. Néanmoins, en phase 2 de la charte, nous n'échapperons pas à évaluer la pertinence économique, écologique et énergétique de certaines d'entre elles : prises programmées, prises commandées, sous-comptage etc...

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Dans les logements d'un éco-quartier de la plaine du Var

Il sera opportun de chiffrer la mise à disposition de prises vertes reliées à un interrupteur horaire sur lesquelles seraient branchés les appareils audio-vidéo et informatique susceptibles de rester en veille. Prévoir un écran de visualisation des consommations, simple et pédagogique, permettant également de recevoir d'éventuelles alarmes en période de pic de consommation. En parallèle des dispositifs de pilotage, on prévoira une arrivée d'eau chaude aux emplacements réservés aux machines à laver pour permettre l'installation de machines spécifiques dont la performance énergétique globale est très supérieure à la normale.

Dans les immeubles tertiaires

Il sera indispensable de chiffrer la mise à disposition à chaque poste de travail de tels circuits de prises vertes.

g. Les bornes de recharges de véhicules électriques

Les contraintes pesant sur cette fonctionnalité et sur son pilotage

Une réglementation en date de 2011, le décret n°2011-873, définit l'obligation de concevoir l'alimentation électrique des parkings des bâtiments à usage résidentiel et tertiaire pour pouvoir éventuellement y installer plus tard des stations de recharge de véhicules électriques.

Aucune contrainte ne semble peser à ce jour sur le pilotage de cette fonctionnalité si ce n'est l'immaturité du marché et des usagers et donc, l'incertitude sur les besoins à terme. Ceci plaide pour des solutions de pilotage ouvertes et évolutives.

En revanche, il nous semble essentiel que les bornes de recharge installées sur le domaine public soient localisées en accord avec le gestionnaire du réseau électrique.

Les enjeux du pilotage des bornes de recharge pour l'efficacité énergétique

La consommation d'une borne de recharge d'un véhicule électrique est liée au besoin de recharge du véhicule. Il n'y a donc pas d'enjeu de réduction de la consommation électrique.

Les enjeux du pilotage des bornes de recharge pour la réduction du pic de consommation

En revanche, l'appel d'énergie liée à la recharge d'un véhicule peut être important (selon le type de charge) ; sa planification ou son pilotage a une incidence importante sur le pic de consommation.

Il existe trois types de recharge de véhicules électriques :

- La charge normale ou lente : puissance 3kVA, durée 8 heures pour une recharge complète de la batterie. Elle s'effectue de nuit au domicile, de jour au bureau pour les employés sédentaires. Elle peut aisément être associée à une programmation.

Ces bornes devront être celles déployées dans les bâtiments résidentiels et, conformément aux choix déjà réalisés par Nice Côte d'Azur, seront les bornes principalement déployées dans le domaine public (cible : 80% du total).

- La charge accélérée ou semi-rapide: puissance 22kVA, durée 1 heure environ pour une recharge complète de la batterie. Elle s'effectue principalement en journée et offre des possibilités de planification limitées.

Nice Côte d'Azur souhaite limiter la proportion de ces bornes dans le domaine public à 20% afin de réduire l'impact de la recharge des véhicules électriques sur les réseaux.

- La charge rapide : puissance 43kVA, durée inférieure à une demi-heure pour une recharge complète de la batterie. Réservée aux véhicules de flotte ou à usage professionnel intensif, elle est, par définition, non planifiable.

Nice Côte d'Azur préfère ne pas déployer ce type de borne. Ce choix peut représenter une contrainte pour le développement de flottes d'entreprise comme la Poste ou d'autres sociétés de livraison.

L'état de l'art des bornes de recharge électrique et de leur pilotage

La maturité des bornes de recharge des véhicules électriques est, bien sûr, faible. Les priorités de développement ont surtout concerné les standards de prises et les aspects de paiement. Le pilotage des bornes et leur interface avec le réseau électrique n'ont pas été traités en profondeur.

Seules les bornes à charge lente (3kVA) et les bornes de recharge accélérée (22kVA) sont susceptibles d'être pilotées. Les bornes de charge rapide (48kVA) correspondent à des besoins professionnels de véhicules de flotte ; par nature, la recharge doit être la plus instantanée possible.

Les bornes de recharge accélérées (22kVA) correspondent à un besoin non urgent mais sur une période suffisamment courte pour que la flexibilité offerte pour planifier la charge soit très réduite.

Les bornes de recharge privées seront donc majoritairement des bornes de charge normale dans le logement, des bornes de charge normale, accélérée ou rapide dans le tertiaire suivant l'usage fait des véhicules alors que les bornes de recharge publiques seront des bornes de charge normale ou accélérée avec éventuellement quelques bornes rapides réservées aux taxis par exemple.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Les bornes de recharge normale et accélérée seront des bornes pilotées capables de fournir a minima les informations suivantes :

- 1- Charge de la batterie**
- 2- Niveau de charge minimum que l'utilisateur veut garder à tout moment pour couvrir les besoins d'urgence**
- 3- Heure à laquelle l'utilisateur souhaite reprendre son véhicule chargé.**

h. L'éclairage public

L'éclairage public est une fonctionnalité très énergivore qui représente aujourd'hui en moyenne 40% de la facture d'électricité des villes pour une consommation moyenne comprise entre 80 et 100 kW/hab/an.

L'enjeu autour de l'éclairage est donc très important. Il n'y a, sur le plan réglementaire, aucune disposition prescriptive imposant un éclairage public ; mais, s'il est décidé d'en déployer un, la norme européenne EN13201 détaille le niveau d'éclairage recommandé pour chaque type de voirie et devient le document référence pour l'élaboration d'une solution d'éclairage public.

Les enjeux du pilotage de l'éclairage public pour l'efficacité énergétique

Comme pour l'éclairage à l'intérieur des bâtiments évoqué précédemment, l'essentiel des enjeux appartient à l'efficacité énergétique.

En matière de réduction de la consommation électrique par l'éclairage, les technologies de sources lumineuses ont un impact significatif.

Le pilotage de l'éclairage public peut également permettre de réduire encore la consommation électrique, mais cette réduction supplémentaire est d'autant plus faible que la technologie d'éclairage est performante :

- En asservissant l'éclairage à la présence de personnes ou de véhicules dans la rue ou la zone éclairée
- En faisant varier l'intensité de l'éclairage suivant l'heure de la nuit
- En éteignant certains luminaires en milieu de nuit
- En asservissant l'allumage et l'extinction de l'éclairage public à une horloge astronomique donnant automatiquement l'heure du lever du soleil et celle de son coucher.

Par ailleurs, un éclairage public mal dimensionné est aussi source de pollution lumineuse, qui affecte de nombreuses villes actuelles. Ainsi, pour allier le confort, sécurité et performance énergétique, un paragraphe pourra être consacré à la pollution lumineuse lors des études de dimensionnement, sûreté et sécurité de l'éclairage public.

Les enjeux du pilotage de l'éclairage public pour la réduction du pic de consommation

En matière d'ajustement, la seule action significative qui puisse être menée est de diminuer l'intensité de l'éclairage. De telles actions nécessitent certaines technologies de luminaires et doivent être modulées suivant la typologie des lieux (zone résidentielle et commerçante ou zone industrielle, niveau d'insécurité, densité du trafic piétons ou véhicules).

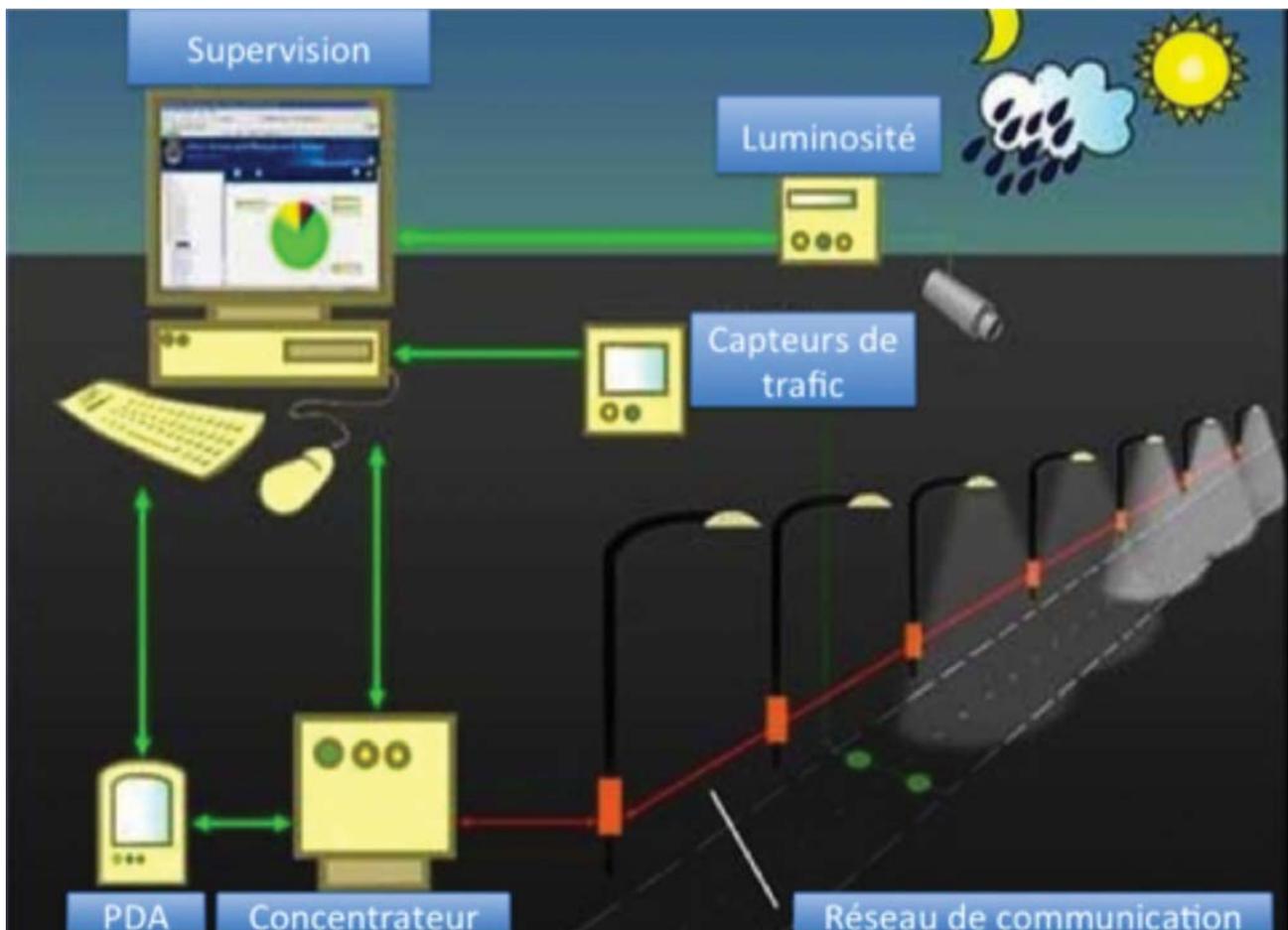
L'état de l'art de l'éclairage public et de son pilotage

Tous les grands fabricants de systèmes d'éclairage public disposent désormais d'une offre pour piloter finement leur système.

Recommandation

Dans la mesure où chaque luminaire est désormais « contrôlable » à distance, le système d'éclairage public maille l'espace public urbain d'un réseau de communication naturel et complet.

Il est pertinent d'utiliser ce réseau comme support d'autres services urbains aux habitants. Nous recommandons que les passerelles soient ouvertes et permettent de supporter d'autres applications.



Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

La technologie d'éclairage choisie devra permettre un réglage et une variation de l'intensité lumineuse. Ceci supposera le choix d'une technologie de lampes adaptée et l'usage de ballasts électroniques.

Le système de pilotage de l'éclairage public prévoira une commande individuelle des luminaires, le réglage à distance de l'intensité lumineuse, une planification horaire de l'éclairage selon un plan défini en fonction des caractéristiques propres à chaque lieu.

Si ces fonctionnalités ne peuvent être assurées par le système de pilotage actuel de l'éclairage public de Nice, le système envisagé devra s'interfacer aisément avec le système actuel.

Le réseau de communication et de contrôle-commande

de l'éclairage public d'un éco-quartier de la plaine du Var reposera sur des passerelles de communication ouvertes et capables de supporter d'autres services aux habitants.

Il sera probablement utile de conduire une étude de sûreté et de sécurité dans le quartier pour définir les conditions d'éclairage minimum et conformes à la réglementation en vigueur envisageables dans le quartier.

i. L'intégration d'une production décentralisée

Les enjeux de cette fonctionnalité et de son pilotage

Nous avons déjà mis en évidence, dans cette charte, divers intérêts d'une production d'énergie décentralisée au niveau d'un quartier :



- Développement de production d'électricité par des énergies vertes et donc, dans de nombreux cas, réduction des émissions de CO2
- Possibilité de réduire localement l'écart entre consommation électrique et besoin de livraison par le réseau afin de réduire la vulnérabilité du quartier et dimensionner moins largement le réseau l'alimentant.

Nous nous sommes placés dans l'optique, plus tellement futuriste, d'un quartier à énergie positive.

Les enjeux du pilotage de cette production décentralisée sont de deux ordres :

- Permettre à l'opérateur de production locale de suivre la performance de sa production pour en améliorer constamment le rendement
- Permettre au gestionnaire électrique de quartier d'affiner ses prévisions de production par les systèmes décentralisés, gérer en temps réel les écarts entre la production effective et la production prévue et de régler l'injection sur le réseau de la production des unités décentralisées.

L'état de l'art de la production décentralisée

Les offres permettant un pilotage et une supervision des systèmes de production décentralisés existent même si elles restent peu répandues aujourd'hui.

Il sera nécessaire que la plate-forme de supervision et de contrôle électrique du quartier puisse être interfacée en temps réel avec les systèmes de production décentralisée.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Chaque unité de production décentralisée devra pouvoir être contrôlée et supervisée à distance. Il sera primordial qu'elle réponde aux spécifications de l'architecture de solutions décrites dans le chapitre consacré au pilotage en matière de standards de données, sécurité, services etc...

Chaque unité devra fournir des informations relatives à sa production ainsi que des informations relatives à des paramètres pouvant influencer sur sa production à venir (par exemple, pour des panneaux photovoltaïques, luminosité, température du panneau etc...).

Chaque unité devra également fournir des informations quant à son état de fonctionnement afin de faciliter une maintenance préventive des systèmes pour assurer la meilleure continuité de service possible.

j. La gestion de l'énergie réactive

Les enjeux de cette fonctionnalité et de son pilotage

L'énergie électrique livrée aux bâtiments est composée d'une partie active et d'une partie réactive.

La partie active fournit la puissance nécessaire aux principaux usages ou se transforme en chaleur (pertes), alors que la partie réactive sert essentiellement à l'alimentation des circuits magnétiques des machines électriques.

Seul l'apport énergétique de la partie active est utile. Le but de la compensation de l'énergie réactive est de réduire le courant soutiré sur le réseau. En effet, l'appel d'énergie réactive sur les réseaux de distribution est d'autant plus important que la consommation, donc l'appel global, d'électricité, par certains capteurs est importante.

L'appel d'énergie réactive génère des surcharges au niveau des transformateurs et l'échauffement des câbles d'alimentation, ainsi que des pertes supplémentaires et des chutes de tension importantes.

Les batteries de condensateurs en charge de la compensation de l'énergie réactive permettent donc des économies substantielles dans les bâtiments tertiaires dont l'appel d'énergie réactive est en général facturé.

En mesurant la valeur du facteur de puissance au point de raccordement de chaque bâtiment, on peut décider « d'enclencher » plus ou moins de batteries de condensateurs.

Adapter en temps réel la compensation d'énergie réactive aux variations de charge évite le renvoi d'énergie réactive sur le réseau du fournisseur et les surtensions dangereuses pour certains circuits comme l'éclairage.

L'intérêt de cette solution pour la qualité de la fourniture dans un éco-quartier de la plaine du Var est d'autant plus important que les périodes de pic de consommation vont être l'occasion de variations de charge très importantes et donc très perturbatrices pour le réseau.

L'état de l'art de la gestion de l'énergie réactive

Les offres de gestion de l'énergie réactive nécessaires, développées depuis longtemps pour le marché industriel, sont disponibles et matures.

Éléments à intégrer dans les cahiers des charges

Sous réserve de validation économique lors de l'étape 2 de l'élaboration de cette charte, il sera fortement préconisé de compenser, au niveau des bâtiments qui le justifient, l'énergie réactive par des systèmes automatiques et supervisés.



Conclusion

Cette charte offre une première approche des solutions que nous recommandons de déployer pour faire d'un éco-quartier de la plaine du Var un quartier « Smart Grid Ready ».

Des industriels ont apporté leur concours actif à sa rédaction.

Cette démarche ouverte d'élaboration de la charte a permis d'exclure des solutions, pourtant existantes et disponibles sur le marché, dont la rentabilité ne pouvait pas, au vu de notre expérience, être assurée dans un éco-quartier de la plaine du Var.

L'esquisse que nous donnons dans ce document d'un quartier « Smart Grid Ready » est techniquement crédible et cohérente. Il est désormais nécessaire pour pouvoir décider de déployer ces premières recommandations de :

- Valider l'organisation du pilotage électrique du quartier en définissant plus précisément les rôles et les modèles d'affaires du pilote électrique du quartier et de l'opérateur de production décentralisée en les situant dans un contexte plus globale de pilotage de la ville
- Valider la viabilité économique, écologique (bilan carbone, émissions CO2) et énergétique de chaque élément de fonctionnalité prescrit
- Valider la rentabilité globale des solutions notamment avec la perspective des différents investisseurs.

C'est alors que la charte aura des fondements suffisamment solides pour devenir un document de référence pour bon nombre d'aménageurs et de collectivités, à commencer par ceux et celles de la plaine du Var.

Annexe 1 :

Contexte réglementaire général européen sur les Smart Grids

a. Concernant les Smart Grids

La décision 1982/2006/CE du 18 décembre 2006 (7^e programme cadre de R&D)

L'annexe 1 de la décision du 18 décembre 2006, relative au septième programme-cadre de la Communauté européenne pour des actions de recherche, de développement technologique et de démonstration, présente neuf activités dans le domaine de l'énergie, dont : « Réseaux énergétiques intelligents – Recherche, développement et démonstration de la manière d'accroître l'efficacité, la sécurité, la fiabilité et la qualité des systèmes et des réseaux européens d'électricité et de gaz, notamment dans le contexte d'un marché européen de l'énergie plus intégré, par exemple en transformant les réseaux électriques actuels en un réseau de service interactif (clients/opérateurs), en développant les options de stockage énergétique et en supprimant les obstacles au déploiement à grande échelle et à l'intégration effective de sources d'énergie réparties et renouvelables ».

La communication du 29 octobre 2009 (« Électra »)

La communication du 29 octobre 2009 « Électra », pour une industrie de la construction électrique compétitive et durable, indique que les « sources renouvelables d'énergie sont de plus en plus considérées comme des solutions de substitution aux combustibles fossiles. Leur essor pourrait être bénéfique à la construction électrique et avoir une incidence sur la stabilité des réseaux, mais nécessiterait le développement de systèmes de stockage dynamique d'énergie à grande échelle. La directive relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables devrait faciliter l'absorption plus rapide, par le marché, des technologies en question ».

Elle indique, également, que les « réseaux électriques dans l'UE doivent être modernisés pour les adapter à l'utilisation

de sources renouvelables décentralisées et, plus généralement, pour améliorer l'efficacité énergétique. L'entretien et l'amélioration de réseaux efficaces et fiables, de première importance dans toute société moderne ainsi que pour la sécurité de l'approvisionnement en énergie dans l'UE, nécessiteront **des investissements substantiels dans des compteurs et des réseaux intelligents** permettant de gérer des sources d'énergie variant dans l'espace et le temps ».

La directive 2009/28/CE du 23 avril 2009 (énergies renouvelables)

L'article 16 de la directive du 23 avril 2009, relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, dispose que les « États membres prennent les mesures appropriées pour développer l'infrastructure du réseau de transport et de distribution, **des réseaux intelligents**, des installations de stockage et le réseau électrique de manière à permettre la gestion du réseau électrique en toute sécurité et à tenir compte des progrès dans le domaine de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables, notamment l'interconnexion entre États membres, et entre États membres et pays tiers [...] ».

La directive 2009/72/CE du 13 juillet 2009 (électricité)

L'article 3 de la directive du 13 juillet 2009, concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité, dispose qu'« afin de promouvoir l'efficacité énergétique, les États membres ou, si un État membre le prévoit, l'autorité de régulation, recommandent vivement aux entreprises d'électricité d'optimiser l'utilisation de l'électricité, par exemple en proposant des services de gestion de l'énergie, en élaborant des formules tarifaires novatrices ou, le cas échéant, en introduisant des systèmes de mesure ou **des réseaux intelligents** ».

La communication du 12 avril 2011 (réseaux intelligents)

Cette communication du 12 avril 2011, sur les réseaux intelligents : de l'innovation au déploiement, présente des mesures à mettre en place pour le développement des réseaux intelligents en échelle européenne. Avec l'objectif d'accélérer et d'harmoniser le déploiement des réseaux intelligents en Europe, la Commission européenne propose de se concentrer sur les actions suivantes :

- élaborer des normes techniques via les organismes européens de normalisation : CEN, CENELEC et ETSI
- garantir aux consommateurs la protection des données grâce à l'harmonisation la législation nationale et européenne, notamment en appliquant des normes
- **instaurer un cadre réglementaire favorisant le déploiement de réseaux intelligents** au niveau européen, national et régional
- garantir l'ouverture et la compétitivité du marché de détail dans l'intérêt des consommateurs via l'adaptation de la demande et la tarification d'électricité en fonction de l'heure
- apporter un soutien constant à l'innovation en matière de technologies et de systèmes, y compris dans le cadre de l'initiative « *Villes et Communautés intelligentes* ».

La directive 2012/27/UE du 25 octobre 2012 (efficacité énergétique)

Le considérant 45 de la directive du 25 octobre 2012, relative à l'efficacité énergétique, dispose que l'« *effacement de consommations peut s'appuyer sur la réaction des consommateurs finals aux signaux de prix ou sur l'automatisation des bâtiments. Les conditions régissant l'effacement de consommations et l'accès à celle-ci devraient être améliorées, y compris pour les petits consommateurs finals. Compte tenu du **déploiement continu des réseaux intelligents**, les États membres devraient veiller à ce que les autorités nationales de régulation dans le domaine de l'énergie soient en mesure de faire en sorte que les tarifs d'accès au réseau et la réglementation soient de nature à encourager l'amélioration de l'efficacité énergétique et propices à une tarification dynamique des mesures d'effacement de consommations prises par les clients finals [...]* ».

L'article 15 de la même directive dispose que les « *États membres veillent notamment à ce que les autorités nationales de régulation de l'énergie, par la mise en place d'une tarification et d'une régulation du réseau, dans le cadre de la directive 2009/72/CE et en tenant compte des coûts et des avantages de chaque mesure, incitent les gestionnaires de réseau à mettre à la disposition des utilisateurs du réseau des dispositifs leur permettant de mettre en œuvre des mesures visant à améliorer l'efficacité énergétique **dans le cadre du déploiement continu de réseaux intelligents [...]*** ».

b. Concernant le comptage évolué

La directive 2004/22/CE du 31 mars 2004 (MID)

La directive du 31 mars 2004, sur les instruments de mesure, fixe les exigences essentielles auxquelles doivent répondre les compteurs pour pouvoir être utilisés en Europe. Il convient de noter que cette directive porte tant sur les compteurs d'énergie électrique active que sur les compteurs de gaz, d'eau ou d'énergie thermique.

Cette directive harmonise au niveau européen la partie métrologique des compteurs, mais permet aussi d'« *autres fonctions que celle de mesure, [si] le logiciel qui est essentiel pour les caractéristiques métrologiques [est] identifiable et [n'est pas] influencé de façon inadmissible par le logiciel associé* » à ces autres fonctions (cf. annexe I chapitre 7.6 deuxième alinéa).

La directive 2006/32/CE du 5 avril 2006 (efficacité énergétique)

L'article 13 de la directive du 5 avril 2006, relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales et aux services énergétiques, dispose que : « *1. Les États membres veillent à ce que dans la mesure où cela est techniquement possible, financièrement raisonnable et proportionné compte tenu des économies d'énergie potentielles, les clients finals dans [le domaine] de l'électricité [...] reçoivent à un prix concurrentiel des compteurs individuels qui mesurent avec précision leur consommation effective et qui fournissent des informations sur le moment où l'énergie a été utilisée.*

[...] Dans le cas d'un nouveau raccordement dans un nouveau bâtiment ou lorsqu'un bâtiment fait l'objet de travaux de rénovation importants [...], de tels compteurs individuels à prix concurrentiel doivent toujours être fournis.

2. Les États membres veillent à ce que, le cas échéant, les factures établies par les distributeurs d'énergie, les gestionnaires de réseaux de distribution et les entreprises de vente d'énergie au détail soient fondées sur la consommation réelle d'énergie et présentées de façon claire et compréhensible. Des informations appropriées accompagnent les factures pour que les clients finals reçoivent un relevé complet des coûts actuels de l'énergie. Des factures sur la base de la consommation réelle sont établies à des intervalles suffisamment courts pour permettre aux clients de réguler leur consommation d'énergie ».

3. Les États membres veillent à ce que, le cas échéant, les distributeurs d'énergie, les gestionnaires de réseau ou les entreprises de vente d'énergie au détail fassent figurer à l'intention des clients finals, de manière claire et compréhensible, [...] dans leurs factures, contrats, transactions et/ou reçus émis dans les stations de distribution, ou dans les documents qui les accompagnent [...] une comparaison, de préférence sous la forme d'un graphique, entre la consommation actuelle d'énergie du client final et celle de l'année précédente à la même période [...] ».

La directive 2009/72/CE du 13 juillet 2009 (électricité)

Le paragraphe 11 de l'article 3 de la directive du 13 juillet 2009, concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité, dispose que les « États membres ou, si un État membre le prévoit, l'autorité de régulation, recommandent vivement aux entreprises d'électricité d'optimiser l'utilisation de l'électricité, par exemple en proposant des services de gestion de l'énergie, en élaborant des formules tarifaires novatrices ou, le cas échéant, en introduisant des systèmes de mesure ou des réseaux intelligents ».

Par ailleurs le paragraphe 2 de l'annexe I de la directive prévoit que les « États membres veillent à la mise en place de systèmes intelligents de mesure qui favorisent la participation active des consommateurs au marché de la fourniture d'électricité. La mise en place de tels systèmes peut être subordonnée à une évaluation économique à long terme de l'ensemble des coûts et des bénéfices pour le marché et pour le consommateur, pris individuellement, ou à une étude

déterminant quel modèle de compteurs intelligents est le plus rationnel économiquement et le moins coûteux et quel calendrier peut être envisagé pour leur distribution.

Cette évaluation a lieu au plus tard le 3 septembre 2012.

Sous réserve de cette évaluation, les États membres, ou toute autorité compétente qu'ils désignent, fixent un calendrier, avec des objectifs sur une période de dix ans maximum, pour la mise en place de systèmes intelligents de mesure. Si la mise en place de compteurs intelligents donne lieu à une évaluation favorable, au moins 80 % des clients seront équipés de systèmes intelligents de mesure d'ici à 2020.

Les États membres, ou toute autorité compétente qu'ils désignent, veillent à l'interopérabilité des systèmes de mesure à mettre en place sur leur territoire et tiennent dûment compte du respect des normes appropriées et des meilleures pratiques, ainsi que de l'importance du développement du marché intérieur de l'électricité ».

Annexe 2 :

Contexte réglementaire général français sur les Smart Grids

a. Concernant les Smart Grids

La loi n° 2009-967 du 3 août 2009 (« loi Grenelle I »)

L'article 19 de la loi du 3 août 2009 de programmation, relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, dispose que l'« **adaptation des réseaux de transport et de distribution d'électricité sera envisagée afin d'accueillir les nouvelles capacités de production d'électricité à partir de sources renouvelables [...]** ».

L'article 56 de la loi dispose, également, que l'« *ambition [de la politique de l'État] pour l'outre-mer poursuit, en outre, les orientations suivantes : [...]* **développer les technologies de stockage de l'énergie et de gestion du réseau pour augmenter la part de la production d'énergie renouvelable intermittente afin de conforter l'autonomie énergétique des collectivités territoriales d'outre-mer [...]** ».

La loi n° 2010-1488 du 7 décembre 2010 (« loi NOME »)

Si la loi du 7 décembre 2010, portant nouvelle organisation du marché de l'électricité, ne mentionne pas explicitement les *Smart grids*, elle introduit plusieurs dispositions dans lesquelles les *Smart grids* pourront se développer :

- l'obligation pour les fournisseurs de disposer de capacités d'effacement en particulier lors des périodes de pointe. Article 6 : « [...] *Chaque fournisseur d'électricité doit disposer de garanties directes ou indirectes de capacités d'effacement de consommation et de production d'électricité pouvant être mises en œuvre pour satisfaire l'équilibre entre la production et la consommation sur le territoire métropolitain continental, notamment lors des périodes où la consommation de l'ensemble des consommateurs est la plus élevée [...]* ». Ce cadre rend possible la rémunération des services offerts par les *Smart grids* (mécanismes d'effacements lors des périodes de pointe par exemple)

- la possibilité de fixer les tarifs réglementés de vente d'électricité de manière à inciter les consommateurs à réduire leur consommation lors des pointes. Article 13 : « [...] *La structure et le niveau [tarifs réglementés de vente d'électricité] hors taxes peuvent être fixés de façon à inciter les consommateurs à réduire leur consommation pendant les périodes où la consommation d'ensemble est la plus élevée [...]* »
- l'accès gratuit des consommateurs aux données et relevés de consommation. Article 18 : « [...] *Le consommateur accède gratuitement à ses données de consommation [...]* ».

Le Décret n° 2012-1405 du 14 décembre 2012 (mécanisme de capacité)

Le Décret n° 2012-1405 du 14 décembre 2012 relatif à la contribution des fournisseurs à la sécurité d'approvisionnement en électricité fixe les conditions d'application des L. 335-1 à L. 335-8 de la loi NOME, relatifs au dispositif du mécanisme de capacité.

Ce décret pose la définition des périodes de pointe de consommation d'électricité et du cadre dans lequel évolue le mécanisme de capacité : définition d'une capacité, des obligations qui en découlent, de la certification de son exploitant, de sa garantie, des règles d'échange-cession ainsi que de gestion des registres de capacité.

L'article 7 bis de la proposition de loi de François Brottes visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre enregistrée à la Présidence du Sénat le 18.01.13

Cet article précise *La contribution des opérateurs d'effacement aux objectifs de la politique énergétique.*



b. Concernant le comptage évolué

Les décrets n° 2001 387 du 3 mai 2001 et n° 2006 447 du 12 avril 2006

Le décret du 3 mai 2011, relatif au contrôle des instruments de mesures, et le décret du 12 avril 2006, relatif à la mise sur le marché et à la mise en service de certains instruments de mesure, ainsi que leur arrêté d'application du 28 avril 2006 transposent en droit français la directive du 31 mars 2004. L'arrêté reprend au paragraphe 7.6 de son annexe I, la capacité de mettre en œuvre d'« autres fonctions que celle de mesure, [si] le logiciel qui est essentiel pour les caractéristiques métrologiques [est] identifiable et [n'est pas] influencé de façon inadmissible par le logiciel associé » à ces autres fonctions.

Le code de l'énergie

L'article L. 341-4 du code de l'énergie prévoit que les « gestionnaires des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité mettent en œuvre des dispositifs permettant aux fournisseurs de proposer à leurs clients des prix différents suivant les périodes de l'année ou de la journée et incitant les utilisateurs des réseaux à limiter leur consommation pendant les périodes où la consommation de l'ensemble des consommateurs est la plus élevée ».

L'article L. 322-8 dispose qu'« un gestionnaire de réseau de distribution d'électricité [...] est notamment chargé [...] d'exercer les activités de comptage pour les utilisateurs raccordés à son réseau, en particulier la fourniture, la pose, le contrôle métrologique, l'entretien et le renouvellement des dispositifs de comptage et d'assurer la gestion des données et toutes missions afférentes à l'ensemble de ces activités ».

La loi n° 2009 967 du 3 août 2009 (« loi Grenelle I »)

L'article 18 de la loi du 3 août 2009 de programmation, relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, dispose que les « objectifs d'efficacité et de sobriété énergétiques exigent la mise en place de mécanismes d'ajustement et d'effacement de consommation d'énergie de pointe. La mise en place de ces mécanismes passera notamment par la pose de compteurs intelligents pour les particuliers [...]. Cela implique également la généralisation des compteurs intelligents afin de permettre aux occupants de logements de mieux connaître leur consommation d'énergie en temps réel et ainsi de la maîtriser ».

La loi n° 2010 788 du 12 juillet 2010 (« loi Grenelle II »)

L'article 79 de la loi du 12 juillet 2010, portant engagement national pour l'environnement, dispose qu'en vue de réduire la consommation d'énergie et de limiter les sources d'émission de substances polluantes nocives pour la santé humaine et l'environnement, des décrets en Conseil d'État peuvent aussi « Prescrire aux fournisseurs d'électricité, de gaz naturel ou de chaleur l'obligation de communiquer périodiquement

aux consommateurs finals domestiques un bilan de leur consommation énergétique accompagné d'éléments de comparaison et de conseils pour réduire cette consommation et une évaluation financière des économies éventuelles ».

Le décret n° 2006 1731 du 23 décembre 2006

Les paragraphes IV et V de l'article 20 du cahier des charges type annexé au décret du 23 décembre 2006 pris en application de l'article 13 de la loi du 10 février 2000 disposent que RTE « fournit et est propriétaire des installations de comptage à l'exception des cas où l'utilisateur demande à en être, à ses frais, le propriétaire ». Il « est responsable de l'installation, de la maintenance et du renouvellement des installations de comptage dont il est propriétaire. Dans tous les cas, le concessionnaire est responsable de l'étalonnage, de la programmation, de la relève et du contrôle de l'ensemble des installations de comptage ainsi que de la facturation de l'accès au réseau ».

Le décret n° 2010 1022 du 31 août 2010

Ce décret du 31 août 2010, relatif aux dispositifs de comptage sur les réseaux publics d'électricité, pris en application paragraphe IV de l'article 4 de la loi du 10 février 2000 est, comme l'a rappelé le cabinet du ministre (note d'information du 15 septembre 2010), « organisationnel » et ne décide pas à ce stade de la généralisation du remplacement des compteurs existants, mais se contente de définir les différentes étapes de ce projet, en précisant le rôle des différentes parties prenantes. Il prévoit ainsi les séquences suivantes :

- une expérimentation technique qui sera prolongée, au moins jusqu'au 31 mars 2011
- une évaluation par la CRE de l'expérimentation
- en cas de résultat concluant (et uniquement dans ce cas), une décision du Gouvernement quant à la généralisation.

L'arrêté du 4 janvier 2012

Cet arrêté du 4 janvier 2012, relatif aux dispositifs de comptage sur les réseaux publics d'électricité, pris en application du décret n° 2010 1022, décrit les fonctionnalités attendues des compteurs suivant la puissance et la tension de raccordement de l'installation. Il est conforme à la proposition de la CRE du 10 novembre 2012.

Annexe 3 :

Présentation détaillée de la réglementation RT2012

(Source : www.legrenelle-environnement.gouv.fr)

La Réglementation Thermique 2012 (RT2012) a pour objectif, tout comme les précédentes réglementations thermiques, de limiter les consommations énergétiques des bâtiments neufs qu'ils soient pour de l'habitation (résidentiel) ou pour tout autre usage (tertiaire).

L'objectif de cette Réglementation Thermique est défini par la loi sur la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement. Cet objectif reprend le niveau de performance énergétique défini par le label BBC-Effinergie.

La réglementation thermique en vigueur sera, par conséquent, renforcée afin que toutes les constructions neuves présentent, en moyenne, une consommation d'énergie primaire (avant transformation et transport) inférieure à 50 kWh/m²/an contre 150 kWh/m²/an environ avec la RT2005.

a. Comprendre la réglementation thermique 2012

Dates d'application de la RT 2012

La Réglementation Thermique 2012 (anciennement RT2010*) s'applique :

- Pour les logements (maisons individuelles, immeubles collectifs, foyers de jeunes travailleurs et cités universitaires) situés en **zone ANRU : 28 octobre 2011**
- Pour les **bureaux**, les bâtiments d'**enseignement** et les établissements d'**accueil de la petite enfance : 28 octobre 2011**
- Pour les **autres bâtiments d'habitation situés dans un périmètre de 500 m d'une zone ANRU : 1^{er} mars 2012.**

Pour les **bâtiments à usage d'habitation** situés en dehors des périmètres de rénovation urbaine : **1^{er} janvier 2013.**

b. Les grands principes

Ce qui ne change pas :

- Les exigences à respecter seront de deux types : des exigences de performances globales (consommation d'énergie et confort d'été) et des exigences minimales de moyens
- La RT 2012 s'articule toujours autour de cinq usages énergétiques : chauffage, climatisation, production d'eau chaude sanitaire, éclairage et auxiliaires (ventilation, pompes...).

Ce qui change :

- Les **exigences de performance énergétique globales** seront uniquement exprimées en valeur absolue de consommation pour plus de clarté : niveau moyen très performant exigé, à 50 kWh/m²/an (et non plus en valeur relative par rapport à une consommation de référence recalculée en fonction du projet)
- L'introduction d'une exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel. Cette exigence prendra en compte l'isolation thermique et permettra de promouvoir la **conception bioclimatique** d'un bâtiment
- La **suppression des exigences minimales n'ayant plus lieu d'être** dans le nouveau cadre technique fixé
- L'introduction de **nouvelles exigences minimales** traduisant des volontés publiques fortes : obligation de recours aux énergies renouvelables, obligation de traitement des ponts thermiques (fuites de chaleur), obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements neufs, etc.

Ces changements et les exigences plus élevées qu'imposera la réglementation thermique 2012 de manière générale contribueront à l'atteinte des objectifs du Grenelle de l'environnement.

C. Pour approfondir

L'élaboration de la Réglementation thermique

Depuis septembre 2008, le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) a engagé les travaux d'élaboration de la RT 2012 qui sont organisés comme suit :

- **12 groupes de travail thématiques** avec pour objectif de proposer, chacun dans leur domaine de compétence, de nouvelles exigences réglementaires (20 à 25 représentants des professionnels par GT)
- **Un comité scientifique** qui coordonne les travaux des différents groupes de travail et analyse les synthèses des contributions (environ 25 experts techniques et scientifiques intuitu personae)
- Des orientations et une avancée des travaux des groupes de travail présentées par le MEDDTL au cours de **conférences consultatives** (120 représentants des professionnels du bâtiment et des cinq collèges de la gouvernance du Grenelle). Quatre conférences ont déjà été tenues : en septembre 2008, mars 2009, septembre 2009 et décembre 2009
- Des groupes de travail ad hoc et des rencontres bilatérales avec des professionnels de différents secteurs pour traiter

de difficultés spécifiques comme dans certains bâtiments tertiaires (aéroports,...).

Les aspects techniques : exigences de la RT 2012

La réglementation Thermique 2012 repose sur trois coefficients :

- le **Besoin Bioclimatique (BBio)**
- la **Consommation (C)**
- et la **Température intérieure de consigne (Tic)**.

De manière simplifiée, le coefficient BBio correspond aux déperditions (pertes naturelles et besoin des usagers) moins l'apport gratuit (chaleur humaine, du soleil, etc.), le coefficient C correspond au besoin sur le rendement des équipements et Tic à la température maximale atteinte au cours d'une période de forte chaleur.

Les coefficients BBio, C et Tic seront calculés grâce aux outils de calculs informatiques qui seront fournis par le CSTB et qui sont en cours d'élaboration.

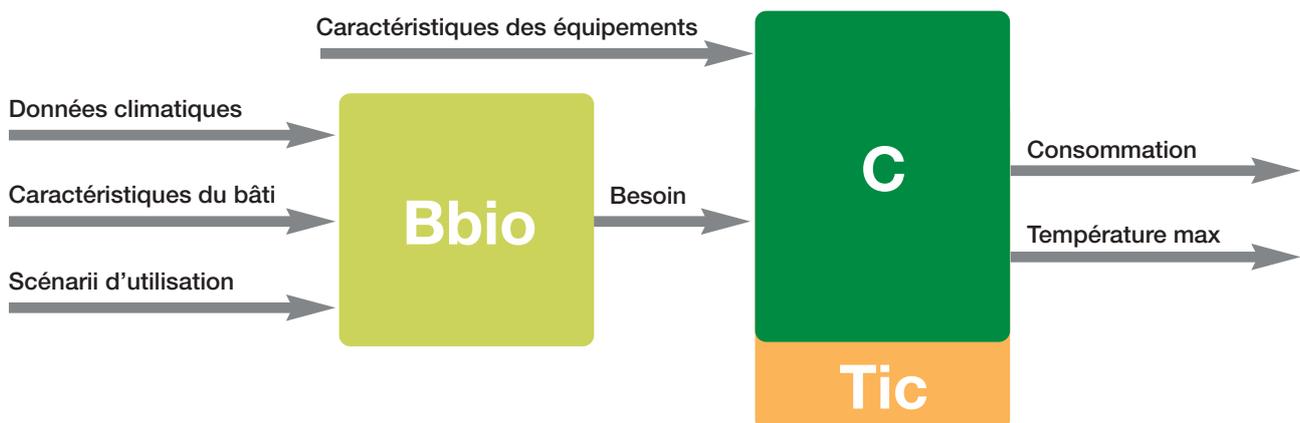
Afin d'être conforme à la future RT 2012, un bâtiment neuf devra respecter 3 exigences globales :

Exigence d'efficacité énergétique du bâti Bbiomax :

> Limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées au bâti (chauffage, refroidissement et éclairage)

Exigence de consommation Cepmax :

> Consommation maximale à 50 kWhEP/m².an en moyenne pour 5 usages pris en compte : chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, auxiliaires



Exigence de confort d'été Tic :

> Température intérieure atteinte au cours d'une séquence de 5 jours chauds inférieure à 26°C

1. EXIGENCE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE MINIMALE DU BÂTI BBIOMAX : Exigence de limitation du besoin en énergie pour les composantes liées au bâti (chauffage, refroidissement et éclairage).

2. EXIGENCE DE CONSOMMATION MAXIMALE CEP-MAX : Exigence maximale de consommation d'énergie primaire à 50 kWhEP/m²/an en moyenne ; 5 usages pris en compte : chauffage, production d'eau chaude sanitaire, refroidissement, éclairage, auxiliaires (ventilateurs, pompes).

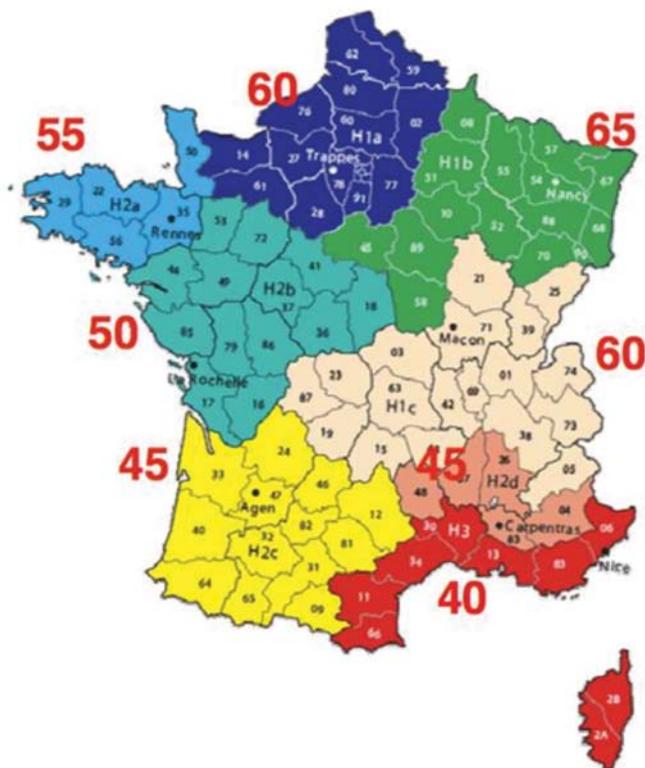
3. EXIGENCE DE CONFORT D'ÉTÉ TIC : Exigence sur la température intérieure atteinte au cours d'une séquence de 5 jours chauds inférieure à une température de référence (Tic).

Quelques exigences de moyens :

- Recours aux énergies renouvelables en maison individuelle
- Traitement des ponts thermiques
- Traitement de l'étanchéité à l'air (test de la porte soufflante)
- Surface minimale de baies vitrées (1/6 de la surface des murs)
- Mesure ou estimation des consommations d'énergie par usage
- Prise en compte de la production locale d'électricité en habitation (Cepmax + 12 kWhEP/m²/an).

LE TABLEAU CI-DESSOUS REPRÉSENTE LES EXIGENCES (CONSOMMATION D'ÉNERGIE) PRÉVUES POUR LA RT2012, COMPARATIVEMENT AUX EXIGENCES DE LA RT2005 EN LOGEMENT :

Zones climatiques	RT 2005 (Cmax en logement)		RT 2012
	Chauffage par combustibles fossiles	Chauffage électrique (dont pompes à chaleur)	Valeur moyenne
H1	130	250	50
H2	110	190	
H3	80	130	





Cette valeur moyenne, exprimée en kWhEP/m²/an, étant à moduler en fonction de la localisation géographique, des caractéristiques, de l'usage et des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments.

Les modulations du Cepmax

L'usage (catégorie de bâtiment)

- La zone climatique (exemple ci-contre pour le logement individuel, en kWh/m²/an)
- L'altitude
- La surface moyenne des logements
- Le bois et les réseaux de chaleur.

Dans la pratique, conception, attestations et innovations

En toute logique, la RT 2012 imposera une montée en puissance des produits et équipements énergétiquement très performants ainsi que des équipements permettant de valoriser des énergies renouvelables.

Pour concevoir un bâtiment énergétiquement très performant, **des échanges entre architecte et bureau d'études thermiques sont nécessaires dès les premiers stades de la conception.** En effet, il est très difficile voire régulièrement impossible d'atteindre les 50 kWhEP/m²/an lorsque la conception du bâti a été réalisée au mépris de la composante de performance énergétique. La RT 2012 conduira donc à généraliser cette nouvelle orientation de l'organisation pour une construction. **La future exigence d'efficacité énergétique minimale de la conception du bâti, que la RT 2012 imposera, donne corps à cet impératif de dialogue amont entre architecte et bureau d'études thermiques.** La mission de ces bureaux d'études devra donc débuter bien plus tôt dans la conception d'un ouvrage que la pratique moyenne actuelle.

Attestations pour le respect de la RT 2012

- Attestation par le maître d'ouvrage au dépôt de la demande de permis de construire de la réalisation de l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergies et de la prise en compte de la réglementation thermique (décret du 18/05/11).
- Attestation par le maître d'ouvrage à l'achèvement des travaux que le maître d'œuvre a pris en compte la réglementation thermique. L'attestation est réalisée par un contrôleur technique, un diagnostiqueur, un organisme certificateur ou un architecte (décret du 18/05/11).

La vérification du résultat se fait avec la méthode de calcul Th-BCE 2012 :

- Elle permet de rentrer l'ensemble des données bio-climatiques du projet
- Elle prend en compte les systèmes les plus courants du marché.

La méthode de calcul est ensuite traduite dans des **logiciels réglementaires** (validés par l'administration). Ces logiciels permettent de renseigner les données du projet et de savoir s'il respecte la Réglementation Thermique. Ces logiciels ne sont pas des logiciels d'aide à la conception, mais simplement de vérification.

Le dispositif de Titre V pour les innovations

Le dispositif de Titre V reste en place et fonctionnera de manière similaire par rapport à la RT2005. Elle concerne :

- Les spécificités architecturales et techniques dans les projets de construction lorsque la méthode de calcul Th-BCE 2012 n'est pas adaptée
- Les systèmes innovants et performants (qui sont alors intégrés à la méthode de calcul).

Il est prévu d'accélérer la procédure de Titre V (expertise, intégration à la méthode de calcul, etc.) afin de répondre aux nombreuses innovations que va susciter la RT 2012. Un arrêté à paraître en fin d'année doit préciser les modalités de dépôt d'un Titre V pour la nouvelle Réglementation Thermique.

Notes





Document édité par la Chambre de Commerce et d'Industrie Métropolitaine et Territoriale Nice Côte d'Azur,
20 boulevard Carabacel CS11259 06005 NICE CEDEX 1

Tirage achevé en avril 2013

Dépôt légal avril 2013

Document téléchargeable à cette adresse : www.cote-azur.cci.fr/energie

0 800 422 222

[Gratuit depuis un téléphone fixe]

www.cote-azur.cci.fr