



Vers une planification énergétique « Facteur 4 » de l'agglomération bordelaise : les grands principes

a'urba.
agence d'urbanisme
Bordeaux métropole Aquitaine

Alec
Agence locale de l'énergie et du climat
Métropole bordelaise et Gironde

Hangar G2 Bassin à flot n°1
Quai Armand Lalande
BP 71 F-33041 Bordeaux Cedex
www.aurba.org

30 cours Pasteur
33000 Bordeaux
www.alec-cub33.fr

Tél. : 33 (0)5 56 99 86 33
Fax : 33 (0)5 56 99 89 22
e-mail b-clement@aurba.org

Tel. : 33 (0)5 56 00 60 27
Fax : 33 (0)5 56 24 75 54
e-mail romain.harrois@alec-cub33.fr

Introduction

En 2011, l'Agence Locale de l'Energie et du Climat Bordeaux-Gironde et l'agence d'urbanisme de Bordeaux Métropole Aquitaine ont initié une collaboration pour une « Planification énergétique Facteur 4 de l'agglomération bordelaise ». Ce travail a depuis fait l'objet de plusieurs rapports annuels.

Ce document vise à présenter les grands principes de la planification énergétique, pour un public désireux de rentrer dans un premier niveau de compréhension technique de l'étude.

De façon générale, la planification énergétique est un travail technique exploratoire, visant à traduire de façon opérationnelle les objectifs fixés dans le Plan Climat de la CUB. Il ne traite à ce stade que les besoins en chaleur (chauffage et ECS) du parc bâti résidentiel (existant et futur).

Un travail du même type reste notamment à réaliser pour le parc bâti tertiaire, ainsi que pour les autres besoins énergétiques : électricité spécifique, rafraîchissement, mobilité.

Sommaire

1 La planification énergétique ou comment atteindre le « Facteur 4 » en 2050	6
1.1 Le contexte énergétique actuel et la nécessité du changement	6
1.2 Le secteur du bâtiment sur le territoire de la CUB	6
1.3 Enjeux et objectifs de la planification énergétique de la CUB	7
1.3.1 Une planification à inventer	8
1.3.2 L'adéquation entre demande et offre énergétiques : première étape de la planification	8
1.3.3 L'approche par tissu urbain	9
1.3.4 Suite de la mission de planification énergétique	12
1.3.5 Intérêt et reproductibilité de la planification énergétique au-delà du territoire de la CUB	13
2 Les principes de la planification énergétique	16
2.1 Les pré-requis au travail de planification énergétique	16
2.1.1 Pré-requis A : « S'inscrire dans le long terme »	16
2.1.2 Pré-requis B : « Réduire nos besoins énergétiques ET développer les EnRR »	16
2.1.3 Pré-requis C : « Agir local : la territorialité de l'action »	18
2.1.4 Pré-requis D : « Malgré les travaux d'isolation, les besoins thermiques du parc bâti existant resteront importants »	18
2.1.5 Pré-requis E : « Persistance des besoins thermiques malgré le "réchauffement climatique" »	19
2.1.6 Pré-requis F : « La transition énergétique n'est pas un fardeau mais une véritable opportunité »	19
2.1.7 Pré-requis G : « Maîtriser les coûts énergétiques et supprimer la précarité énergétique »	19
2.1.8 Pré-requis H : « Faire appel aux Meilleures Technologies Disponibles »	20
2.2 Principes d'adéquation entre besoins et ressources	20
2.2.1 Principe n°1 : « Chaque forme d'énergie répond à des propriétés et des usages différents »	20
2.2.2 Principe n°2 : « A chaque tissu urbain sa réponse énergétique »	21
2.3 Principes relatifs aux tissus urbains denses	22
2.3.1 Principe n°3 : « La pertinence des réseaux de chaleur en milieu urbain dense »	22
2.3.2 Principe n°4 : « S'appuyer sur les consommateurs structurants pour construire le schéma de développement des réseaux de chaleur »	23
2.3.3 Principe n°5 : « Solidarité thermique entre le neuf et l'existant »	25
2.4 Principes relatifs au tissu pavillonnaire	27
2.4.1 Principe n°6 : « L'intérêt du solaire thermique sur le tissu pavillonnaire »	27
2.4.2 Principe n°7 : « La nécessaire rénovation du tissu pavillonnaire »	27
2.5 Principe de prise en compte des enjeux énergétiques et climatiques dans l'urbanisme	28
2.5.1 Principe n° 8 : « Concilier stratégie urbaine et stratégie énergétique »	28
Annexes : Utilisation rationnelle des technologies de production de chaleur pour 3 besoins thermiques dans l'habitat – tertiaire (Source : ALEC)	31



1 | La planification énergétique ou comment atteindre le « Facteur 4 » en 2050

1 | La planification énergétique ou comment atteindre le « Facteur 4 » en 2050

1.1 | Le contexte énergétique actuel et la nécessité du changement

Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, la consommation énergétique n'a cessé de croître à un rythme extrêmement fort malgré les différentes crises énergétiques et chocs pétroliers. Cette croissance, principalement portée par les énergies fossiles, non renouvelables et fortement émettrices de CO₂, ne pourra évidemment pas durer dans un monde aux dimensions et aux ressources finies.

En effet, les conséquences qu'elle induit sur le changement climatique et la raréfaction des ressources, ainsi que sur les tensions géopolitiques et sociales qui en découlent, ne rendent pas ce modèle soutenable.

Face à ce constat, il convient de réduire fortement nos consommations énergétiques et notre dépendance vis-à-vis des énergies fossiles et fissiles, ainsi que nos émissions de GES¹, afin d'atteindre le « Facteur 4 », c'est-à-dire la division par quatre de nos émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050 par rapport au niveau de 1990.

Plusieurs scénarii posent aujourd'hui les bases de ce changement, comme le scénario « négaWatt », dont la démarche consiste à réduire les consommations énergétiques – à travers la sobriété et l'efficacité énergétique – et à recourir aux énergies renouvelables.

1.2 | Le secteur du bâtiment sur le territoire de la CUB

Le secteur du bâtiment (habitat et tertiaire), constituant du patrimoine, et en perpétuelle évolution, représente un secteur de poids et à forts enjeux dans le contexte énergétique évoqué précédemment. Il requiert en effet de l'énergie pour chauffer les bâtiments, les rafraîchir le cas échéant, produire de l'eau chaude sanitaire, ventiler et assurer le renouvellement d'air intérieur, éclairer ou encore assurer les besoins des différents appareils électriques internes.

Ce secteur constitue ainsi aujourd'hui le premier poste de consommation d'énergie de la CUB, contribuant à **43 % de la consommation énergétique finale** de son territoire (soit 620 ktep), avec une part prédominante pour les besoins de chaleur, ainsi qu'à **31 % de ses émissions de GES** (soit 1 200 kt eq

¹ Gaz à effet de serre

CO₂). De plus, la part en EnRR² dans le bouquet énergétique est actuellement très faible, aux alentours de 3 % de la consommation totale.

Le bâtiment est donc un des secteurs clef pour la réalisation du « Facteur 4 », et faire baisser de façon conséquente les consommations d'énergie dans ce secteur.

1.3 | Enjeux et objectifs de la planification énergétique de la CUB

Dans ce contexte, il apparaît donc nécessaire que les territoires de la CUB s'engagent vers le « Facteur 4 », notamment dans le secteur du bâtiment. C'est ce qu'a voté la CUB dans son Plan Climat-Énergie Territorial, en visant **un objectif de réduction des consommations énergétiques du parc bâti à hauteur de 66 %, pour le chauffage et l'ECS, et en portant la part d'EnRR à 83 % en 2050.**

Il s'agit alors, simultanément et progressivement :

- de **réduire la demande globale d'énergie** (en particulier non renouvelable ou fortement émettrice de GES) en réalisant des programmes de réhabilitation énergétique lourde de l'existant (isolation, etc.) et en construisant des bâtiments neufs exclusivement sobres en énergie ;
- de **remplacer les énergies non renouvelables par les renouvelables et/ou fatales** (énergies de récupération), adaptées aux besoins, et principalement « locales » (mutation énergétique).

Bien que les possibilités offertes par les « meilleures technologies disponibles » et le potentiel local en énergies renouvelables indiquent que ces objectifs sont techniquement accessibles, il s'agit là d'un effort très important pour la CUB, à la mesure de la taille et de la diversité de son parc de bâtiments existants (qui comprend **près de 380 000 logements**) et futurs.

Un tel programme, qui ne peut s'inscrire que dans une stratégie de moyen et long terme, doit mobiliser des moyens conséquents puisqu'il faudra identifier, définir, quantifier, planifier, financer et réaliser un grand nombre d'opérations massives se succédant pendant près de quatre décennies.

L'importance et la durée d'une telle mutation auront nécessairement des impacts macroéconomiques significatifs. Rapporté au territoire de la CUB, l'ordre de grandeur des investissements se situe à hauteur de plusieurs centaines de millions d'euros par an, et cela jusqu'en 2040 - 2050. On conçoit l'intérêt pour l'économie locale d'en capter une part significative (y compris la fabrication des matériels et matériaux concernés), mais cette perspective n'a

² Énergies renouvelables et de récupération

aucun caractère « automatique » et sa réalisation doit être préparée et organisée.

Enfin, bien que les objectifs de ce programme soient fixés à un horizon qui peut paraître lointain (2050), les lourdes transformations de nos systèmes de production et de consommation d'énergie seront longues, leurs composantes (bâtiments, machines, infrastructures...) étant souvent conçues pour durer plusieurs décennies, et devront de plus vaincre l'inertie de nos mentalités. **Il est donc ainsi nécessaire d'engager un travail de planification énergétique dès aujourd'hui afin de préparer le long terme.**

1.3.1 | Une planification à inventer

Afin d'atteindre efficacement les objectifs visés, la mise en œuvre d'une telle stratégie d'économie d'énergie et de développement des EnRR doit être assurée à travers un outil de planification, hiérarchisant dans le temps les priorités d'actions et les coûts des investissements, pour les collectivités entre autres.

La mise en place de cette planification énergétique territoriale nécessite notamment la construction d'un cadre de référence, définissant acteurs et objectifs, et intégrant l'ensemble des points suivants :

- les aspects physiques (quels besoins et quelles ressources énergétiques),
- les technologies disponibles et les contraintes d'utilisation,
- les aspects économiques (macro et micro),
- les aspects financiers,
- les aspects organisationnels,
- les aspects juridiques,
- les aspects sociétaux,
- la gouvernance et le management de l'opération,
- les aspects politiques.

1.3.2 | L'adéquation entre demande et offre énergétiques : première étape de la planification

Le premier objectif de la planification est de constituer des éléments de connaissance du territoire sur les besoins thermiques du parc de bâtiments (la demande) et les ressources énergétiques disponibles ou mobilisables (l'offre), ainsi sur les possibles adéquations entre l'offre et la demande, c'est-à-dire la satisfaction simultanée de plusieurs contraintes :

- sur le plan **quantitatif** habituel (les quantités d'énergie) ;
- sur le plan **qualitatif**, le régime de température d'eau de chauffage devant être adapté aux installations en place (avec remplacement des installations le cas échéant) ;

- sur le plan **temporel**, la disponibilité de la ressource devant coïncider à chaque instant avec le besoin (en termes de puissance).

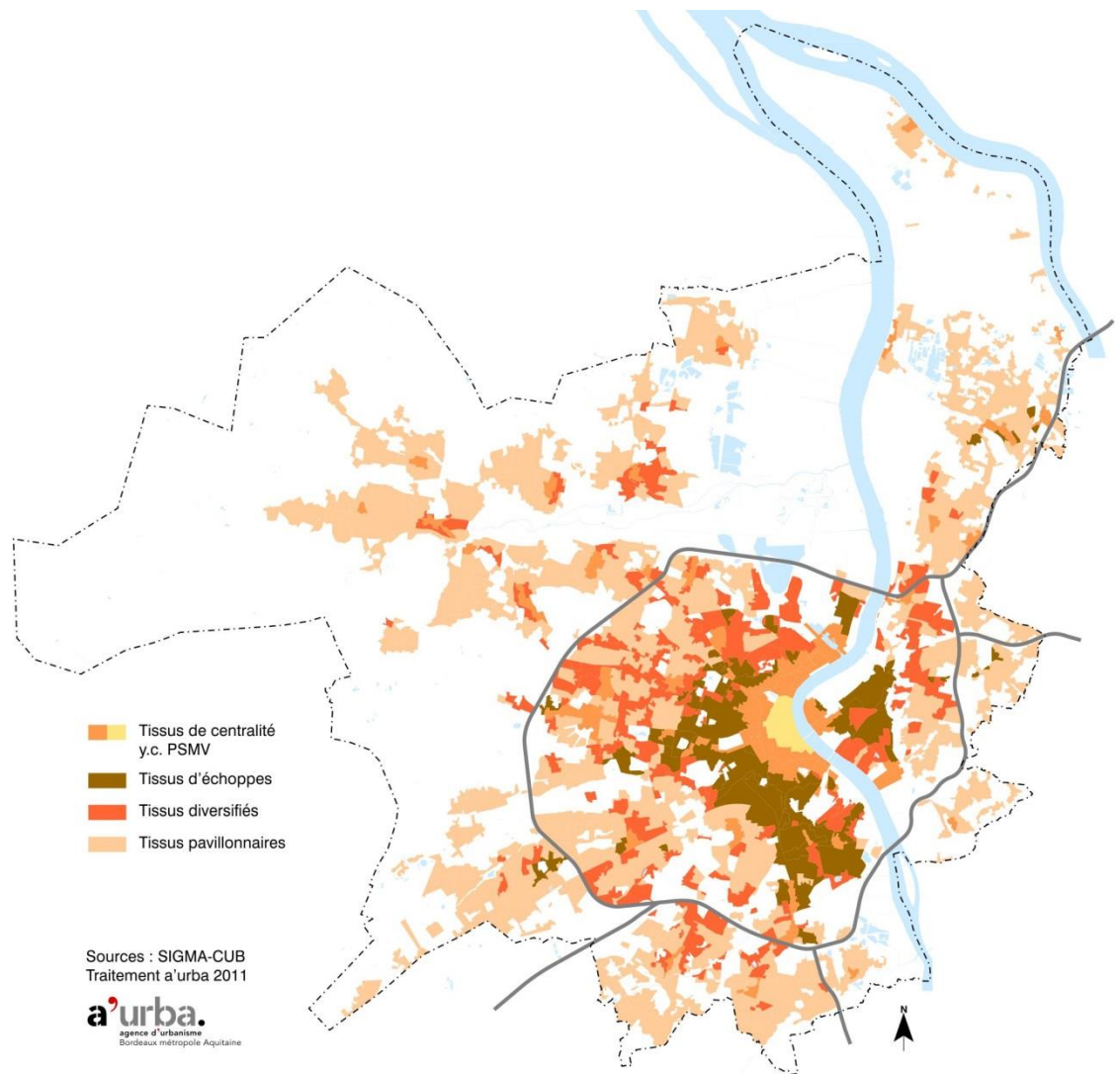
Dans sa version définitive, cette base de connaissances devra être capable de vérifier l'équilibre emplois – ressources des énergies thermiques adaptées aux différents constituants du parc bâti de la CUB, permettant ainsi de faciliter les engagements politiques de long terme, à savoir la réalisation d'actions d'économie d'énergie et l'élaboration d'une stratégie de mutation énergétique sur l'ensemble du territoire de la CUB.

Afin d'obtenir une connaissance du territoire la plus large possible, tant d'un point de vue de la demande énergétique que du potentiel des différentes EnRR, cette première étape de la planification énergétique devra réunir un ensemble d'informations le plus exhaustif possible, en ayant recours si nécessaire à des études complémentaires (détermination du potentiel d'une EnRR par exemple).

1.3.3 | L'approche par tissu urbain

Le partenariat engagé entre l'ALEC et l'a-urba fin 2010 vise donc à constituer cette base de connaissances et étudier les adéquations possibles entre besoins et ressources énergétiques. Fort du travail réalisé de part et d'autre sur la quantification de la demande et de l'offre en EnRR, et des compétences spécifiques et complémentaires des deux structures pour cette mission partenariale, la première année de travail en commun avait pour objectif d'étudier cette allocation des ressources renouvelables aux besoins selon une approche par tissu urbain.

La mise en relation des cartes de répartition des différentes typologies de bâtiments sur la CUB a en effet permis de reconstituer les quatre tissus résidentiels principaux de l'agglomération bordelaise identifiés dans le PLU 2006 de la CUB, à savoir le tissu de centralités, le tissu d'échoppes, le tissu diversifié et le tissu pavillonnaire.



Principaux tissus résidentiels de la CUB

Chacun de ces 4 tissus a ainsi fait l'objet d'une analyse, à travers des études de préféabilité énergétique réalisées sur plusieurs quartiers tests représentatifs de chacun des tissus (zooms), avec la volonté de donner à ces analyses une visée **opérationnelle et reproductible** à l'ensemble du territoire de la CUB. Ces études se sont structurées selon les étapes suivantes :

- caractérisation des consommateurs,
- identification et quantification des ressources énergétiques mobilisables,
- scénarisation de rénovation thermique et/ou de desserte en énergies renouvelables (adéquation besoins / ressources),
- étude en coût global et bilan environnemental de chaque scénario.

Les premiers résultats de ces analyses ont ainsi permis de dégager un certain nombre de principes, présentés sommairement ci-dessous, et détaillés dans la deuxième partie de ce rapport. Y figurent également les principaux pré-requis guidant le travail de planification énergétique.

N°	Intitulé
PRE-REQUIS FONDAMENTAUX	
A	S'inscrire dans le long terme
B	Réduire nos besoins énergétiques <u>ET</u> développer les EnRR
C	Agir local : la "territorialité de l'action"
D	Malgré les travaux d'isolation, les besoins thermiques du parc bâti existant resteront importants
E	Persistance des besoins thermiques malgré le "réchauffement climatique"
F	La transition énergétique n'est pas un fardeau mais une véritable opportunité
G	Maîtriser les charges énergétiques et supprimer la précarité énergétique
H	Faire appel aux Meilleures Technologies Disponibles
PRINCIPES RESULTANTS DU TRAVAIL DE PLANIFICATION ENERGETIQUE	
<i>Principes d'adéquation besoins/ressources</i>	
1	Chaque forme d'énergie répond à des propriétés et des usages différents
2	A chaque tissu urbain sa réponse énergétique
<i>Principes relatifs aux tissus urbains denses</i>	
3	La pertinence des réseaux de chaleur en milieu urbain dense
4	S'appuyer sur les consommateurs structurants pour construire le schéma de développement des réseaux de chaleur
5	Solidarité thermique entre le neuf et l'existant
<i>Principes relatifs au tissu pavillonnaire</i>	
6	L'intérêt du solaire thermique sur le tissu pavillonnaire
7	La nécessaire rénovation du tissu pavillonnaire
<i>Principe de prise en compte des enjeux énergétiques et climatiques dans l'urbanisme</i>	
8	Concilier stratégie urbaine et stratégie énergétique

Liste synthétique des principes

Ces premiers principes permettent ainsi de poser les premiers fondements de la stratégie à engager sur le parc bâti de la CUB dans l'objectif d'atteindre le Facteur 4 en 2050.

1.3.4 | Suite de la mission de planification énergétique

Après avoir étudié les adéquations possibles par type de tissu urbain et dégagé un certain nombre de principes, l'objectif est maintenant de compléter et d'approfondir le travail réalisé en 2011. Cela signifie acquérir davantage de connaissances :

- sur la demande en énergie : quantification et localisation des zones de densité thermique, récupération des consommations réelles des équipements, recensement des projets urbains, etc. ;
- sur l'offre en énergie : identification des systèmes de production et de distribution d'énergie, quantification des potentiels de certaines EnRR aujourd'hui mal connus, mise à jour des premiers scénarii de desserte en EnRR, etc. ;
- sur leurs adéquations : multiplication des études de quartiers et intégration de leurs conclusions, identification des priorités d'actions, etc.

L'objectif est d'obtenir à terme un outil permettant de quantifier et spatialiser l'offre et la demande en énergie sur le territoire communautaire, ainsi que leur adéquation, et de préciser les opérations à engager.

Dans cette logique, la poursuite du travail pour l'année 2012 s'articulera en deux grandes parties :

- l'une consacrée à l'approche globale de la planification énergétique sur le territoire communautaire,
- l'autre à des travaux à portée opérationnelle (quartiers, projets) venant alimenter la réflexion globale.

Concernant l'approche globale sur le territoire communautaire, un des objectifs est de constituer un tableau de bord des sites favorables aux réseaux de chaleur, avec des cartes associées, en réalisant une visualisation et une première quantification de ce potentiel à différentes échelles de temps.

D'autre part, afin de faire connaître la démarche de planification énergétique et d'en diffuser les premiers principes, des entretiens avec les acteurs locaux, et notamment les élus et techniciens de collectivités, seront nécessaires au cours de cette année 2012.

Enfin, une intégration du travail de planification énergétique et de ses premiers résultats au PLU sera étudiée dans le cadre de la révision de ce dernier.

Concernant les travaux à portée opérationnelle, plusieurs sites seront étudiés afin de tester la mise en application des premiers principes de la planification énergétique et d'alimenter la réflexion globale.

1.3.5 | Intérêt et reproductibilité de la planification énergétique au-delà du territoire de la CUB

Bien que ce travail soit mené à l'échelle de la CUB, qui constitue un territoire suffisamment pertinent pour y mener une telle réflexion (taille, entité politique, périmètre d'action de plusieurs acteurs...), le principe même de la planification énergétique sera à opérer sur d'autres territoires, toujours dans le souci d'atteindre les objectifs du « Facteur 4 », que ce soit au niveau du département de la Gironde ou de la région Aquitaine.

La plupart des principes résultants du travail mené sur la CUB pourraient ainsi être reproduits sur des territoires similaires, tant d'un point de vue de la rénovation thermique que de la mutation énergétique.

La « reproductibilité » de la méthodologie développée sur la CUB reste néanmoins tributaire des données, notamment géolocalisées, disponibles sur d'autres territoires d'étude potentiels. D'autre part, bien que la méthodologie utilisée pour les études de quartiers intra-CUB soit transposable, d'autres types de tissus urbains non présents au sein de la CUB devront sans doute faire l'objet d'études spécifiques (pavillonnaire lâche, centres-bourgs ruraux...).

Enfin, notons que, même pour le travail conduit sur la CUB, l'approche de l'adéquation entre besoins et ressources énergétiques ne pourra bien entendu pas se limiter aux frontières de la CUB, l'ensemble des ressources EnRR intra-CUB n'étant pas suffisant à couvrir l'ensemble des besoins. Cet approvisionnement énergétique demandera donc un travail de partenariat avec le(s) Département(s) et la Région.



2 | Les principes de la planification énergétique

2 | Les principes de la planification énergétique

2.1 | Les pré-requis au travail de planification énergétique

Ces premiers principes ne découlent pas directement de la première année de travail sur la planification énergétique. Ils constituent la base nécessaire du cheminement à suivre pour atteindre le Facteur 4 dans le secteur du bâtiment en 2050 : économie d'énergie et développement des EnRR. Il apparaît donc important de les rappeler et de les expliciter davantage.

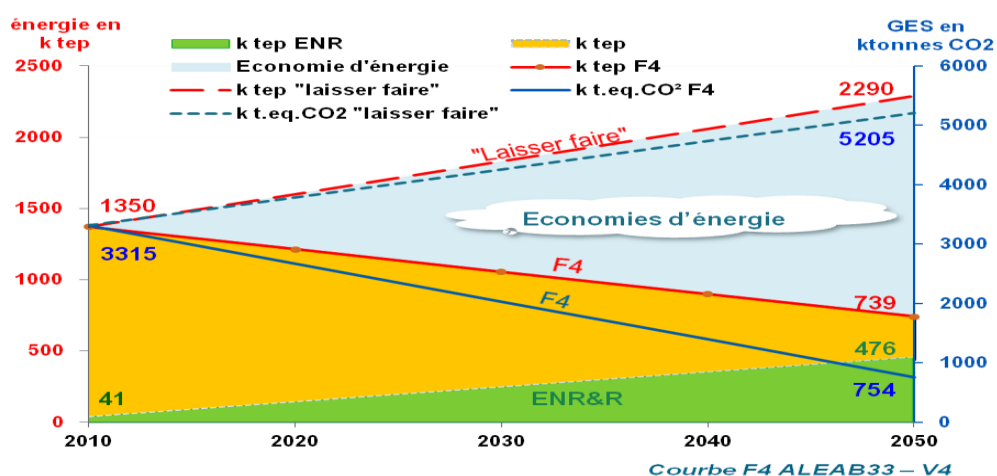
2.1.1 | Pré-requis A : « S'inscrire dans le long terme »

Le caractère massif des actions à entreprendre, leurs coûts, l'inertie systémique à traiter le volume du parc bâti existant (près de 380 000 logements), la pesanteur des solutions "habituelles"... imposent une mutation énergétique progressive, se développant sur plusieurs dizaines d'années : « Facteur 4 » en 2050.

Il s'agit donc ici de long terme, qui implique une planification ayant des incidences macroéconomiques et sociétales.

2.1.2 | Pré-requis B : « Réduire nos besoins énergétiques ET développer les EnRR »

Afin d'atteindre le Facteur 4 en 2050, il est nécessaire de combiner simultanément la réduction des besoins en énergie et le développement des énergies renouvelables. La courbe ci-dessous présente les objectifs à atteindre en termes de consommations énergétiques et d'émissions de GES à l'horizon 2050, tous postes confondus (bâtiment, transports, industrie, agriculture).



Scénario Facteur 4 pour le territoire de la CUB (Source : ALEC)

« Réduire les besoins énergétiques »

L'atteinte du Facteur 4 passe donc nécessairement d'une part par la réduction progressive de la demande globale d'énergie. En effet, les énergies fossiles et fissiles majoritairement utilisées aujourd'hui sont limitées, de plus en plus chères, et les énergies renouvelables ne permettront pas de couvrir l'ensemble de nos besoins actuels. La quantité de bois mobilisable « localement » est par exemple loin d'être infinie, de même que les doublets géothermiques ne peuvent pas se multiplier indéfiniment. **Cette réalité montre très clairement l'effort de réduction des besoins énergétiques à entreprendre afin de disposer de suffisamment de ressources pour couvrir les besoins utiles restants.**

De plus, l'objectif d'une agglomération millionnaire à l'horizon 2030-2040, avec l'accueil de 300 000 habitants supplémentaires sur la CUB renforce cette nécessité.

Concrètement, la réduction des besoins énergétiques doit passer par la réalisation massive de programmes de réhabilitation énergétique lourde de l'existant (isolation, etc.) et la construction de bâtiments neufs exclusivement sobres en énergie - bâtiments à basse consommation (BBC) et bâtiments passifs.

⇒ L'objectif fixé dans le Plan Climat de la CUB est d'atteindre une réduction des consommations énergétiques du parc bâti à hauteur de 66 % en 2050.

Développer massivement toutes les EnRR »

D'autre part, l'ensemble des EnRR sera nécessaire pour atteindre cet objectif du « Facteur 4 ». Il n'existe pas en effet de ressource capable à elle seule de remplacer l'ensemble des énergies utilisées aujourd'hui. Il conviendra donc de développer l'ensemble des énergies renouvelables thermiques et de récupérer la chaleur partout où cela est possible, à savoir notamment :

- le bois, la biomasse,
- la géothermie profonde,
- le solaire thermique,
- l'incinération de déchets,
- la récupération de chaleur (air, eaux usées, eaux fluviales, chaleur fatale, écologie industrielle...).

Ces ressources seront à exploiter en fonction de leur gisement, de leur localisation, de leurs contraintes d'exploitation ou encore de leurs propriétés thermiques, adaptées au besoin (cf. principe n°1).

D'autre part, il conviendra de mettre en œuvre les vecteurs nécessaires pour les distribuer (réseaux de chaleur par exemple), ainsi que de développer des stockages d'énergie afin de répondre à tout besoin à chaque instant.

⇒ L'objectif fixé dans le Plan Climat de la CUB est de porter la part des EnRR dans le bâtiment à hauteur de 83 % en 2050.

2.1.3 | Pré-requis C : « Agir local : la territorialité de l'action »

Bien que l'objectif du « Facteur 4 » et des principes qui en découlent soient d'ordre général, et bien que certaines tendances soient similaires d'un territoire à l'autre, les actions à engager pour atteindre cet objectif ont à prendre en compte des spécificités locales : typologies de bâtiments et procédés de construction, disponibilité de la ressource énergétique, climat, contexte politique, etc. Les solutions applicables à un contexte donné ne le seront donc pas forcément à un autre et il convient ainsi de déterminer les caractéristiques de chaque territoire afin de trouver les solutions et les actions à entreprendre les plus adaptées possibles, d'où la pertinence d'une « **planification territorialisée** ».

D'autre part, chaque territoire ne peut souvent pas se suffire à lui seul d'un point de vue énergétique (par exemple la CUB). Il y a donc lieu de créer des liens et des connexions avec les territoires voisins ou des territoires plus importants, renforçant là-aussi la spécificité du territoire d'étude.

2.1.4 | Pré-requis D : « Malgré les travaux d'isolation, les besoins thermiques du parc bâti existant resteront importants »

Bien que les besoins énergétiques soient fortement réduits au travers des différentes actions d'économie d'énergie, dans le neuf comme dans l'existant, les besoins thermiques seront toujours bien présents pour les prochaines décennies.

Concernant l'existant, les besoins de chauffage sont tels aujourd'hui, que les diviser par 3 ou 4, conduit encore à des consommations "résiduelles" importantes. Dans les tissus denses, ces consommations justifient dans de nombreux cas une desserte en énergie via des réseaux de chaleur.

Concernant le neuf, les besoins de chauffage sont bien plus faibles, et vont continuer à l'être davantage au gré des différentes réglementations thermiques. Ils ne seront cependant pas nuls, justifiant d'une part la nécessité de maintenir une production de chaleur, et d'autre part, il conviendra toujours de satisfaire les

besoins en ECS, qui deviendront alors prépondérants sur les besoins de chauffage.

2.1.5 | Pré-requis E : « Persistance des besoins thermiques malgré le "réchauffement climatique" »

Bien que les récentes observations et prévisions tendent à montrer une hausse moyenne des températures et un réchauffement du climat, le chauffage des bâtiments restera nécessaire pour les décennies à venir.

En effet, l'ALEC a fait réaliser par Météo – France une étude prospective sur l'évolution du climat de la CUB (et de la Gironde) ; cette étude montre que même dans le scénario le plus pessimiste (basé sur une croissance économique et des échanges plutôt mondiaux que locaux), la baisse du nombre de DJU³ - et donc des besoins énergétiques – d'ici 2050 sera inférieure à de 10 %.

D'autre part, les incertitudes quant à l'évolution du climat, tant dans l'amplitude que dans la fréquence des événements, et ce à un niveau local qui peut être très différent de la tendance globale, amènent à rester prudent sur ce sujet.

2.1.6 | Pré-requis F : « La transition énergétique n'est pas un fardeau mais une véritable opportunité »

Le changement qui nous attend à travers les efforts à réaliser sur la réduction de nos besoins et le développement des EnRR ne signifie pas pour autant un retour en arrière ou une régression de notre façon de vivre. Au contraire, il s'agit d'utiliser l'énergie de façon beaucoup plus rationnelle, en évitant les surplus et les gaspillages, en consommant de manière plus sobre et plus juste, permettant ainsi de réduire notre dépendance aux énergies non renouvelables et de développer une économie locale basée sur des échanges durables et équitables.

2.1.7 | Pré-requis G : « Maîtriser les coûts énergétiques et supprimer la précarité énergétique »

Dans le contexte de la raréfaction des énergies fossiles et fissiles « de stock », l'augmentation des coûts de ces énergies est inéluctable. Cette situation contribue à alourdir de plus en plus les charges de chauffage des logements, mais aussi du tertiaire. Un des objectifs de la planification énergétique est donc bien de maîtriser ces coûts :

- en réduisant les besoins quantitatifs par une action sur le bâti (isolation) et sur les équipements,

3 Les « degrés jour unifiés » (DJU) servent à calculer les besoins d'énergie thermique en fonction des conditions climatiques locales, en mesurant les écarts avec un seuil de température prédéfini

- en répondant à ces besoins, une fois réduits, par la fourniture de chaleur renouvelable et locale, à des coûts compétitifs, dont l'évolution est par nature mieux maîtrisée.

2.1.8 | Pré-requis H : « Faire appel aux Meilleures Technologies Disponibles »

Les « meilleures techniques disponibles » se définissent comme le stade de développement le plus efficace et le plus avancé des activités et de leurs modes d'exploitation. Elles doivent démontrer leur aptitude pratique à éviter ou à réduire de manière générale les émissions de GES et l'impact sur l'environnement dans son ensemble.

Afin d'obtenir les résultats les plus performants possibles et de réussir la transition énergétique visée, les différentes opérations à réaliser doivent faire appel à ces meilleures technologies disponibles, et aller au-delà des solutions habituellement utilisées. Il ne s'agit pas ici de proposer des solutions "futuristes" ou à l'état de recherches mais des techniques performantes approuvées et d'ores et déjà utilisées.

2.2 | Principes d'adéquation entre besoins et ressources

2.2.1 | Principe n°1 : « Chaque forme d'énergie répond à des propriétés et des usages différents »

Ce principe est en partie une application directe d'une loi de la physique, le deuxième principe de la thermodynamique (réversibilité et irréversibilité des échanges thermiques), qui conduit l'ALEC à classer la chaleur en plusieurs catégories, en fonction du contenu enthalpique (niveau de température) : chaleur TBT⁴ (< 50 °C), chaleur BT (50 à 109 °C), chaleur MT (110 à 600 °C) et chaleur HT (> 600 °C).

Cela aboutit à plusieurs conclusions :

- une source de chaleur TBT (par exemple une PAC⁵) est incapable de satisfaire à des besoins BT (par exemple des radiateurs conçus pour un régime d'eau 60/80 °C) ;
- il n'est pas rationnel d'utiliser une source de chaleur MT pour chauffer des immeubles neufs conçus pour un régime d'eau 30/35 °C ;

4 TBT : très basse température, BT : basse température, MT : température moyenne, HT : haute température
5 Pompe à chaleur

- le « thermique à flamme » (bois, biogaz...) est à privilégier pour produire de la chaleur BT, voire MT (vapeur), donc pour alimenter en priorité l'existant, laissant le neuf (adapté à la chaleur TBT) aux PAC, à la géothermie, à la récupération de chaleur sur eaux usées, etc.

Le tableau situé en annexe détaille les usages des différentes énergies selon ces quatre niveaux de températures.

D'autre part, au-delà de leur niveau de température qui conditionne en partie leur utilisation, **chaque forme d'énergie possède ses contraintes de production et de distribution** (nature de l'équipement, prise en compte des pointes électriques...), **et de disponibilité**, démontrant ainsi que l'attribution d'une ressource à un besoin énergétique doit se faire de manière judicieuse.

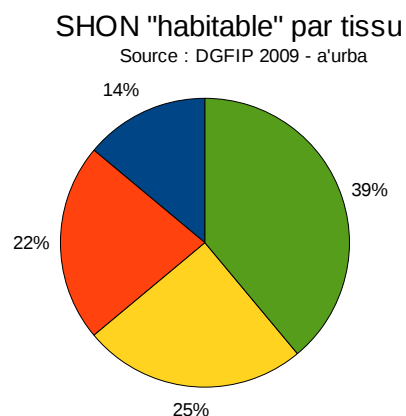
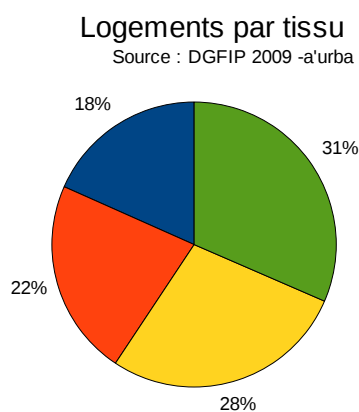
2.2.2 | Principe n°2 : « A chaque tissu urbain sa réponse énergétique »

Chacune des ressources énergétiques possède donc ses propres contraintes, que ce soit au niveau de ses caractéristiques intrinsèques (niveau de température, moyens de production, vecteur de distribution) ou de son gisement territorial (quantité de bois disponible, nombre de forages géothermiques envisageables, etc.).

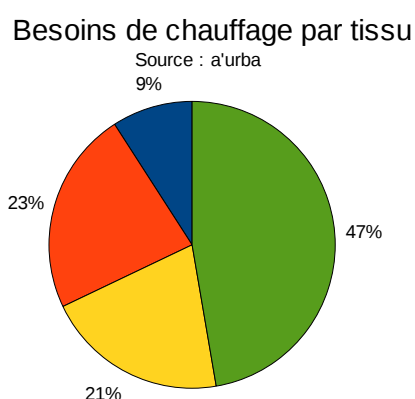
De ce fait, elles sont plus ou moins bien adaptées à chacune des typologies de bâtiment ou des types de tissu urbain rencontrés, qui vont eux-aussi posséder leurs propres spécificités : propriétés constructives, maîtres d'ouvrage, densité des formes urbaines...

La réflexion sur la mobilisation et la répartition des ressources doit donc tenir compte de tous ces paramètres pour apporter des solutions de rénovation et de mutation énergétiques appropriées.

Mais elle doit aussi être menée d'autre part à l'ensemble du territoire de la CUB, en considérant simultanément l'ensemble des choix d'approvisionnement et des configurations de desserte énergétique possibles sur les différents tissus et quartiers (distance minimale à respecter entre deux doublets géothermiques par exemple), pour lesquels les enjeux (du point de vue de leur "poids") sont différents :



■ Centre ancien
■ Échoppes
■ Tissu diversifié
■ Pavillonnaire



Enjeux des différents tissus urbains

D'un point de vue plus concret, ce principe de répartition judicieuse des ressources renouvelables débouche sur plusieurs autres principes, différenciés selon une approche par tissu urbain :

- les principes relatifs aux tissus urbains denses,
- les principes relatifs au tissu pavillonnaire.

2.3 | Principes relatifs aux tissus urbains denses

2.3.1 | Principe n°3 : « La pertinence des réseaux de chaleur en milieu urbain dense »

D'un point de vue technico-économique, la mise en place d'un réseau de chaleur et de son unité de production en milieu urbain dense existant

représente une réponse de mutation énergétique pertinente pour desservir ces tissus. Il s'agit en effet aujourd'hui du meilleur moyen d'apporter massivement de la chaleur renouvelable en ville car cette mutualisation permet de desservir un nombre important de bâtiments à partir d'un seul et même lieu de production, évitant ainsi la multiplication de systèmes individuels et décentralisés, souvent moins intéressante économiquement et moins pertinente voire inadaptée techniquement :

- place non disponible pour installer ces systèmes ou insuffisante pour produire la quantité de chaleur requise,
- éventuelles EnRR locales intermittentes, avec un "périmètre d'action" limité et/ou avec un niveau de température non adapté aux bâtiments non rénovés, etc.

Cette mutualisation de la production de chaleur permet également de réduire et de mieux maîtriser les émissions de polluants.

D'autre part, face aux incertitudes du « mix énergétique » de demain, le recours aux réseaux de chaleur offre l'avantage d'une interchangeabilité de la ressource pour la production de chaleur dans la mesure où le vecteur de distribution reste le même (eau chaude).

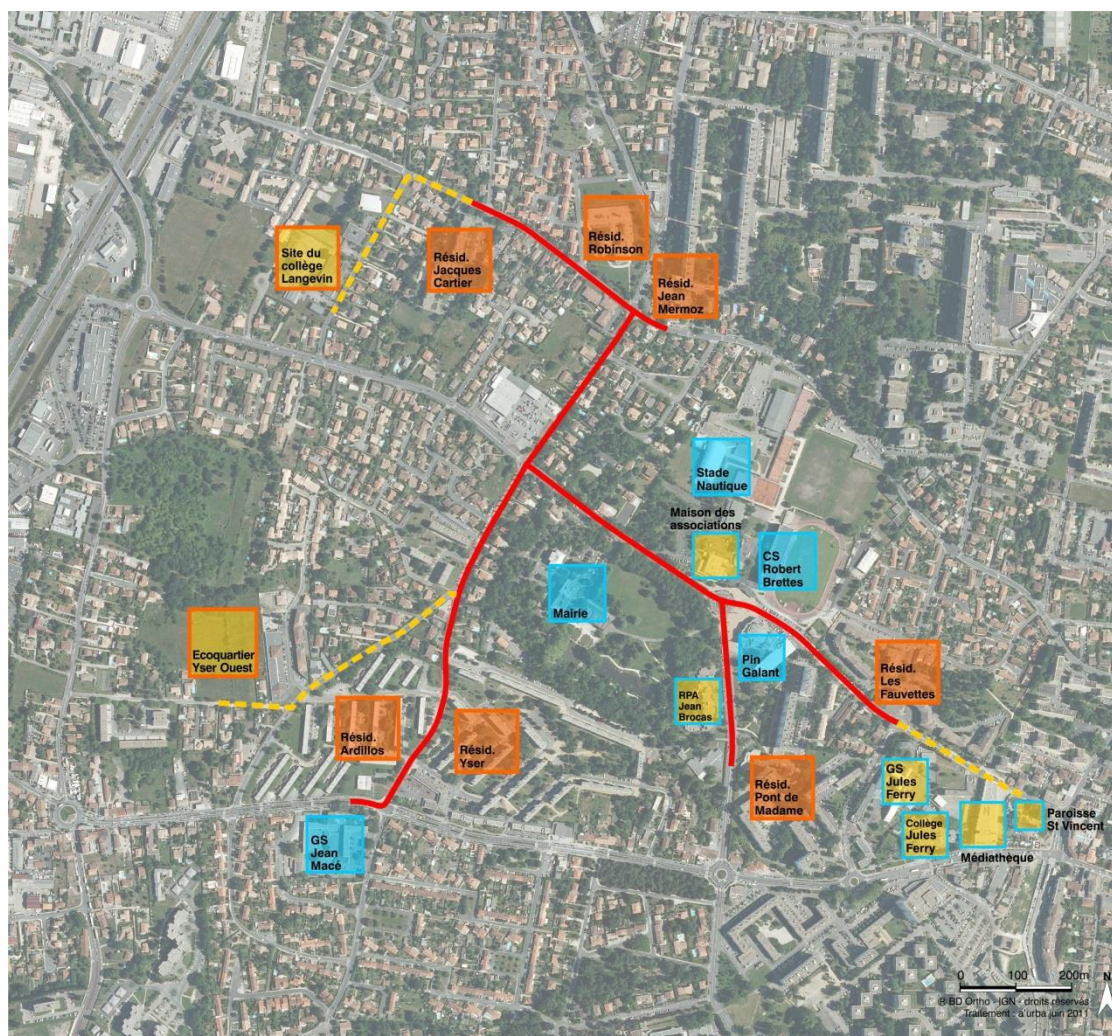
Il convient cependant de préciser que certains ensembles de bâtiments seront plus faciles à raccorder que d'autres, par exemple en fonction du type d'énergie ou du mode de chauffage déjà en place (individuel/collectif), et que les risques de non raccordement d'une ou plusieurs parties prenantes doivent être pris en compte lors des études opérationnelles.

2.3.2 | Principe n°4 : « S'appuyer sur les consommateurs structurants pour construire le schéma de développement des réseaux de chaleur »

Les analyses menées sur Mérignac « Pichey-Yser » (tissu diversifié) et Bordeaux nord (tissus de centralité et d'échoppes) ont montré l'intérêt que représentaient les « gros consommateurs » pour structurer et rentabiliser un réseau de chaleur. Parmi ces « gros consommateurs », **les équipements publics et les grands ensembles de logements sociaux peuvent constituer des « facilitateurs »** de par leur maîtrise d'ouvrage unique d'une part et leur capacité à porter l'intérêt public d'autre part.

Il s'agit donc globalement de **s'appuyer sur un certain nombre de consommateurs énergétiques « clés »** afin d'équiper le territoire communautaire en **réseaux énergétiques structurants**.

L'on peut augurer que les consommateurs moins faciles à capter dans un premier temps (copropriétés privées, logements individuels) tendront à se raccorder à ces réseaux structurants au fur à mesure que le « signal prix » sur l'énergie se renforcera, via la rénovation thermique progressive des premiers bâtiments raccordés, qui libérera de la puissance disponible pour desservir ces consommateurs.



Proposition de réseau de chaleur à Mérignac-Pichey-Yser sur la base des « gros consommateurs » publics et parapublics

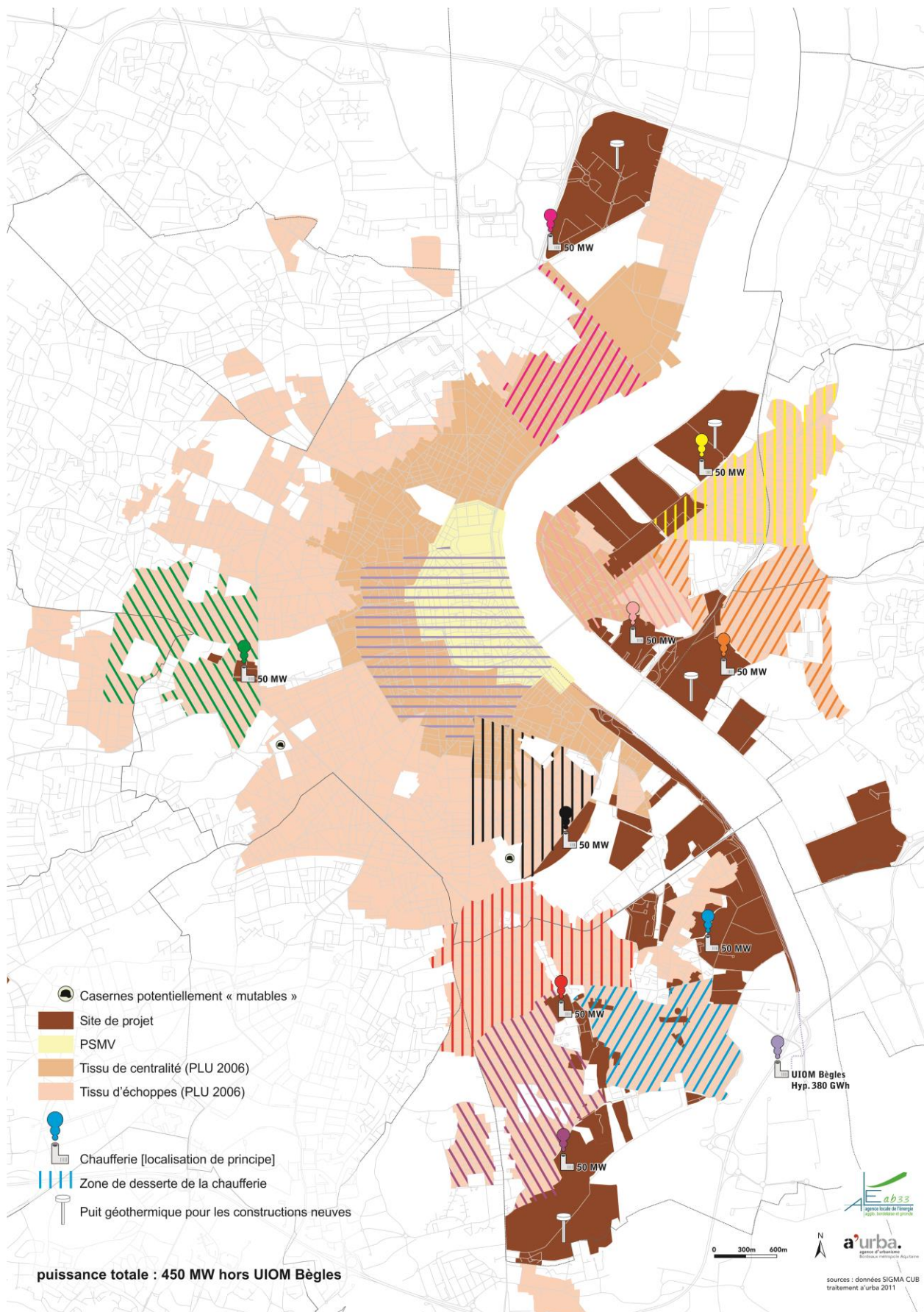
2.3.3 | Principe n°5 : « Solidarité thermique entre le neuf et l'existant »

Vis-à-vis de la pertinence du réseau de chaleur en milieu dense urbain décrite précédemment, les tissus de centralité et d'échoppes répondent parfaitement à cette condition de densité, mais ne disposent pas ou peu de foncier "diffus" pour l'implantation d'unités de production de chaleur. Cette configuration urbaine amène donc à faire la proposition de mobiliser les sites de projet du centre de l'agglomération pour y installer des chaufferies relativement importantes, visant à desservir les consommateurs existant à proximité de ces sites de projet. La dynamique alors engagée permettrait ainsi d'**opérer la mutation énergétique du parc ancien dans une logique d'effet levier**.

Compte tenu du nombre élevé de sites de projet sur l'ensemble du territoire communautaire, cette proposition pourrait être généralisée à l'échelle de la CUB. Les démarches engagées sur les sites de projet tendant à être de plus en plus exemplaires en matière de développement durable, notamment sur la question énergétique, il serait opportun de faire diffuser cette exemplarité au-delà du seul périmètre de projet dès lors qu'une réflexion sur la mise en place d'un réseau de chaleur est engagée.

Il s'agirait donc de promouvoir **le développement de réseaux de chaleur que l'on pourrait qualifier « d'intégrateurs »**, c'est-à-dire intégrant construction neuve « concentrée » et parc existant.

Un certain nombre de questions relatives au montage opérationnel de tels réseaux « intégrateurs » restent cependant à approfondir, notamment sur la possibilité de réserver des emplacements fonciers pour l'implantation des unités de production.



Desserte énergétique théorique du bâti existant non rénové par des chaufferies de 50 MW installées sur les sites de projet

2.4 | Principes relatifs au tissu pavillonnaire

2.4.1 | Principe n°6 : « L'intérêt du solaire thermique sur le tissu pavillonnaire »

Le tissu pavillonnaire représente un terrain propice pour utiliser cette énergie pour le chauffage de l'ECS de par la présence de surfaces de toitures importantes (avec des coefficients d'inclinaison et d'orientation plus favorables qu'en milieu dense urbain) et moins contraintes par des dispositions architecturales comme peut l'être le centre ancien.

Bien que la valorisation de cette énergie représente aujourd'hui un surcoût à l'investissement et un léger surcoût en coût global, son développement permettrait à la fois de réduire ces coûts et de réaliser une économie d'énergie primaire non négligeable dans le bilan énergétique final du territoire, évitant ainsi le recours à d'autres ressources renouvelables qui pourraient être plus difficilement mobilisables (tensions sur la filière bois, puissances électriques appelées, etc.).

2.4.2 | Principe n°7 : « La nécessaire rénovation du tissu pavillonnaire »

Bien que les travaux de rénovation soient à engager sur l'ensemble du parc bâti (principe n°2), on voit bien que ceux-ci seront plus ou moins faciles à réaliser techniquement en fonction des typologies de bâtiment, avec des résultats de performance variés. De ce fait, il apparaît logique et nécessaire de rénover principalement les bâtiments les plus déperditifs et pour lesquels on pourra obtenir une amélioration notable de la performance énergétique et à des coûts et une technicité acceptables. L'analyse sur le tissu pavillonnaire, essentiellement composé de maisons individuelles construites entre les années 1970 et 2000, a montré l'importance à accorder à ces travaux de rénovation sur ce type de tissu :

- gisement d'économies d'énergie important,
- plus grande facilité technique de travaux (moins de contraintes architecturales),
- coût global et bilan environnemental performants et intéressants vis-à-vis du simple changement d'énergie.

Les gains énergétiques sont donc potentiellement importants à l'échelle de ce type de logement, mais surtout à celle du tissu pavillonnaire dans son ensemble, puisque celui-ci représente près de 50 % des besoins énergétiques du parc bâti résidentiel de la CUB en chauffage (cf. principe n°11).

2.5 | Principe de prise en compte des enjeux énergétiques et climatiques dans l'urbanisme

2.5.1 | Principe n° 8 : « Concilier stratégie urbaine et stratégie énergétique »

Comme décrit dans les principes précédents, chaque tissu urbain possède ses propres caractéristiques énergétiques, qui vont donc entraîner des réponses de mutation et de rénovation énergétiques spécifiques. A l'inverse, l'urbanisme doit prendre en considération les enjeux énergétiques et climatiques **en amont de la conception**, afin de faciliter l'atteinte du « Facteur 4 » sur le territoire.

Il convient alors de concilier systématiquement les dimensions urbaines et énergétiques, non seulement dans les projets de quartiers et d'urbanisme à venir, mais plus généralement dans les documents d'urbanisme eux-mêmes, qui formaliseront ces démarches par la suite. A ce titre, plusieurs aspects doivent y figurer :

- la définition de niveaux de densité minimum afin de garantir la pertinence du recours aux réseaux de chaleur,
- la réservation d'espaces pour implanter des équipements centralisés de production d'énergie,
- la facilitation d'installation de dispositifs individuels de production d'énergies renouvelables,
- la facilitation de mise en œuvre de techniques de réduction des consommations énergétiques,
- la favorisation du bioclimatisme, comme l'optimisation des orientations des immeubles seuls et entre eux,
- l'intégration de la notion d'îlot de chaleur et de mesures visant à les éviter.

Même si les règles d'urbanisme n'ont pas systématiquement un caractère prescriptif, elles doivent en tout cas faciliter au maximum ces dispositions et ne pas les empêcher.

De plus, il devient nécessaire d'inscrire dès à présent la dimension « Energie-Facteur 4 » dans tous les projets de quartiers en rénovation et sur les ZAC, ces derniers constituant un rôle fondamental dans la mutation énergétique des quartiers existants et donc dans l'atteinte des objectifs de long terme fixés.



Annexe : Utilisation rationnelle des technologies de production de chaleur pour 3 besoins thermiques dans l'habitat – tertiaire (Source : ALEC)

Annexes : Utilisation rationnelle des technologies de production de chaleur pour 3 besoins thermiques dans l'habitat – tertiaire
(Source : ALEC)

	Technologie production	Besoins par type de chaleur			
		TBT	BT	MT	HT
Températures (°C)		<50	50-109	110-600	>600
Emetteurs		plr, pc, cta	rad, cta, rad+rdc	rad+rdc	
Chauffage locaux	PAC	oui	non	non	
	Récup EU	oui	non	non	
	Géothermie	oui	si	non	
	Solaire thermique	oui	si	si rdc	
	Chaud condensation	oui	non	non	
	Chaudière bois	si	oui	si rdc	
	Micro cogénération	si	oui	non	
	Cogénération	non	oui	si rdc	
	UIOM	non	oui	si rdc	
Eau chaude sanitaire	PAC	pré	si	non	
	Récup EU	pré	non	non	
	Géothermie	pré	si	non	
	Solaire thermique	pré	oui	si rdc	
	Chaud condensation	oui	si	non	
	Chaudière bois	pré	oui	si rdc	
	Micro cogénération	pré	oui	non	
	UIOM	non	oui	rdc	
Climatisation par cycle à absorption	Solaire thermique	non	si	oui	
	Chaudière bois		si	oui	
	cogénération		si	oui	
	UIOM		si	oui	

Légende :

Emetteurs :

plr = plancher ou plafond rayonnant

pc = poutres climatiques

rad = radiateurs ou convecteurs

cta : centrale traitement d'air

rad+rdc = radiateurs sur réseau de chaleur

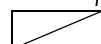
Oui : parfaitement adapté

Non : inadapté

Si : adapté sous certaines conditions

Si rdc : adapté avec réseau de chaleur

Pré : en préchauffage seulement

 : sans objet

TBT : très basse température, BT : basse température, MT : moyenne température, HT : haute température

NB : la limite BT à 109 °C reprend la limite réglementaire des réseaux de chaleur BT



30 cours Pasteur

33000 Bordeaux

Tél. : 33 (0)5 56 00 60 27 | Fax : 33 (0)5 56 24 75 54

romain.harrois@alec-cub33.fr | www.alec-cub33.fr



Hangar G2 – Bassin à flot n°1 – BP71

33041 Bordeaux cedex

Tél. : 33 (0)5 56 99 86 33 | Fax : 33 (0)5 56 99 89 22

b-clement@aurba.org | www.aurba.com