



Planification énergétique « Facteur 4 » de l'agglomération bordelaise

Troisième phase (année 2013)

Rapport d'étude 30/04/2014

a'urba.
agence d'urbanisme
Bordeaux métropole Aquitaine

Hangar G2 Bassin à flot n°1
quai Armand Lalande
BP 71 F-33041 Bordeaux Cedex

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

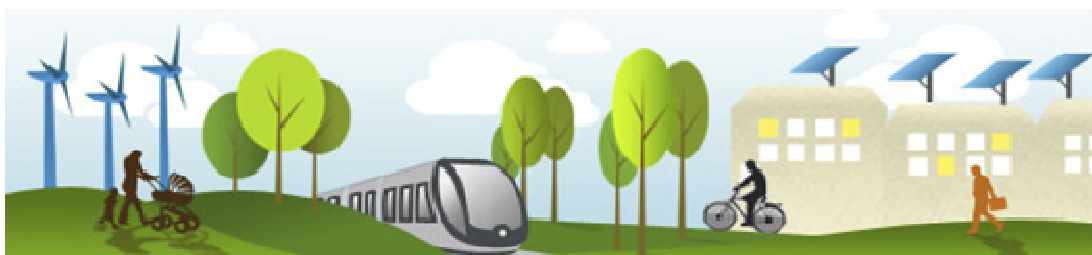
Alec
Agence locale de l'énergie et du climat
Métropole bordelaise et Gironde

30 cours Pasteur
33000 Bordeaux
www.aleab33.fr

Tel. : 33 (0)5 56 00 60 27
Fax : 33 (0)5 56 24 75 54
e-mail contact@aleab33.fr

Objet de l'étude

La planification énergétique « Facteur 4 » de l'agglomération bordelaise est une démarche de long terme proposée conjointement par l'a-urba et l'Alec (Agence Locale de l'Energie et du Climat), visant à traduire de façon opérationnelle les objectifs fixés dans le Plan Climat de la Cub (Communauté Urbaine de Bordeaux). Ce travail s'intéresse dans un premier temps au parc bâti résidentiel de la Cub et à ses besoins en chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire), avec l'objectif de préparer sa transition énergétique (réalisation d'économies d'énergie et développement des énergies renouvelables).



Équipe projet

Sous la direction de
Antonio Gonzalez-Alvarez (a'urba)
François Menet-Haure (Alec)

Chef de projet
Bob Clément (a'urba)
Romain Harrois (Alec)

Équipe projet

Pour l'a-urba :
Anne Delage
Christine Primet
Sylvain Tastet

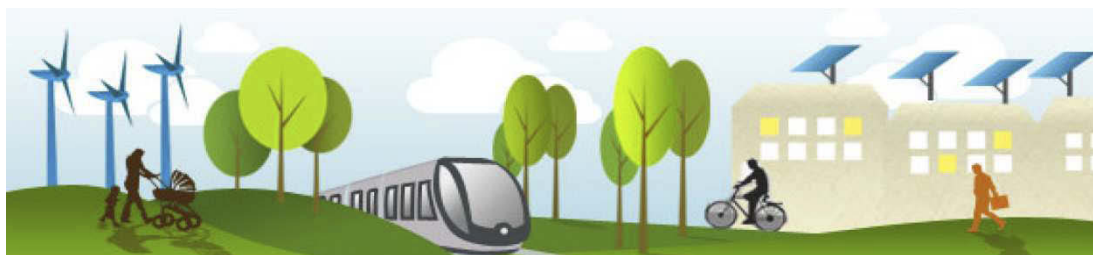
Pour l'Alec :
Aude Rosener
Valérie Degrange



Sommaire

1 Actions de communication	8
1.1 Rappel du travail réalisé en phases 1 et 2.....	8
1.2 Actions de communication conduites en 2013	9
2 Approche opérationnelle de la planification énergétique	12
2.1 Rappel de l'objet des études d'opportunité.....	12
2.2 Etude d'opportunité « Secteur des Hôpitaux Ouest à Pessac »	13
2.2.1 Contexte de l'étude.....	13
2.2.2 Caractérisation thermique des deux sites du CHU.....	16
2.2.3 Caractérisation des autres gros consommateurs d'énergie et scénarii de desserte énergétique sur l'ensemble du périmètre étudié.....	23
2.2.4 Projets de construction et d'aménagement urbain sur le périmètre étudié .	31
2.2.5 Elargissement du périmètre d'étude	33
2.3 Plaine Rive Droite	37
2.3.1 Contexte de l'étude.....	37
2.3.2 Caractéristiques du secteur étudié.....	39
2.3.3 Analyses de sensibilité.....	45
3 Approche macroscopique de la planification énergétique : potentiel de rénovation des tissus existants.....	52
3.1 Scénarios « Facteur 4 » pour la rénovation du parc résidentiel de la Cub.....	52
3.1.1 Estimation des niveaux de performance du parc résidentiel actuel.....	53
3.1.2 Analyse prospective 2050	58
3.2 Approche par profils.....	64
3.2.1 Recensement des données disponibles pour une stratégie de rénovation thermique	64
3.2.2 Approche par profil sur deux sites test	66

Note de Synthèse



Pour sa troisième année de réalisation, la collaboration entre l'a-urba et l'Alec a tout d'abord été marquée par la mise en forme et la diffusion de trois documents de synthèse : un 4 pages général sur « planification énergétique facteur 4 de l'agglomération bordelaise », un 30 pages détaillant les grands principes de cette planification et un 2 pages plus orienté sur la mise en œuvre des réseaux de chaleur sur le territoire communautaire.

Deux secteurs de projet ont par ailleurs fait l'objet d'analyses visant à articuler planification énergétique à l'échelle communautaire et choix énergétiques plus locaux. Tout d'abord, a été réalisée une analyse des besoins en électricité de la Plaine Rive Droite à l'horizon 2030 afin d'alimenter les discussions en cours quant à la création d'un poste source sur le secteur. Ensuite, a été initiée une réflexion sur la création d'un réseau de chaleur à partir des sites des CHR Haut-Lévêque et Xavier-Arnosan à Pessac dans la perspective de desservir potentiellement les consommateurs actuels et futurs (sites 50 000 logements) autour de Pessac-Alouette, et, à l'est, les secteurs du Pontet et d'Arago-Châtaigneraie.

Enfin, l'année 2013 a été marquée par le début des réflexions sur un sujet d'actualité, celui de la rénovation thermique du parc bâti résidentiel. Enjeu majeur de la planification énergétique, la réduction des consommations nécessite de définir des orientations stratégiques dans les politiques publiques locales d'aide à la rénovation. Un certain nombre d'analyses ont donc été conduites visant à fournir aux acteurs locaux des premières données de cadrage sur la cible à atteindre et les enjeux socio-économiques de la rénovation thermique.



1 | Actions de communication

1 | Actions de communication

1.1 | Rappel du travail réalisé en phases 1 et 2

Plusieurs actions de communication autour de la mission de planification énergétique ont été menées depuis son démarrage en 2011. L'Alec et l'a-urba ayant dorénavant fait le choix de présenter ces actions dans leurs rapports annuels, cette partie reprend l'ensemble des présentations publiques réalisées en 2011 et en 2012 (phases 1 et 2), avant de spécifier celles relatives à l'année 2013 (phase 3) dans la partie suivante :

- Dans le cadre des **manifestations liées aux 40 ans de l'a-urba**, une soirée a été consacrée à la prise en compte des questions énergétiques dans l'urbanisme, le 10 février 2011. Les éléments de la planification énergétique ont permis de préciser le cadre prospectif dans lequel s'inscrire ;
- A l'occasion du **3^{ème} forum des quartiers durables** à Bayonne le 28 septembre 2011, une présentation générale de la mission a été réalisée ;
- Lors du **débat institutionnel autour de la politique énergie-climat de la Région Aquitaine** (SRCAE - Défi Aquitaine Climat) le 18 octobre 2011, l'Alec et l'a-urba ont également pu y évoquer leur mission partenariale ;
- La collaboration a'urba/Alec a été présentée lors de l'Atelier Métier consacré au Facteur 4 dans le cadre de la **32^{ème} rencontre de la FNAU** à Paris le 20 octobre 2011 ;
- Dans le cadre du **réseau des Plans Climat Energie Territoriaux (PCET)** d'Aquitaine, une journée spécifique sur « les outils pour réussir son plan climat » a été organisée par la Région le 13 décembre 2011, au cours de laquelle l'Alec a pu présenter la mission de planification, en faisant le lien entre celle-ci et l'animation d'une politique énergie-climat de territoire ;
- Lors des **Assises de l'Energie** à Dunkerque (24-26 janvier 2012), un forum sur l'organisation de la planification énergétique à l'échelle de l'agglomération bordelaise a permis de partager les premiers résultats de la mission et d'échanger plus largement sur le concept de planification énergétique ;
- L'Alec et l'a-urba ont également accompagné en 2012 la Cub et la Ville de Bordeaux dans leur **démarche de labellisation Cit'ergie**, en présentant à plusieurs reprises la mission de planification énergétique lors des groupes de travail organisés.

1.2 | Actions de communication conduites en 2013

En termes de communication, une **charte graphique commune à l'Alec et l'a-urba** a été imaginée en mariant les éléments des identités graphiques des deux structures.

Cette charte a permis de mettre en forme **les documents de synthèse produits en 2012** :

- **Un « 4 pages »** présentant les grands objectifs et les premières orientations de la planification énergétique de l'agglomération bordelaise,
- **Un « 2 pages »** sur les réseaux de chaleur et leur pertinence sur le territoire de la Cub. Ce « 2 pages » a été conçu comme une fiche technique destinée à être insérée dans le « 4 pages ». D'autres fiches pourront à terme être imaginées sur de nouveaux sujets de réflexion,
- **Un « 30 pages »**, document plus complet que les précédents mais moins technique que les rapports d'étude produits annuellement. Il présente les grands principes de la planification énergétique et s'adresse à un public désireux d'approfondir le sujet, sans pour autant rentrer dans des développements techniques importants.

L'ensemble de ces documents a fait l'objet d'une diffusion papier et d'une mise en ligne sur les sites Internet des deux agences.

Autre volet de la communication, **plusieurs présentations publiques** de la planification énergétique ont été réalisées au cours de l'année :

- A l'occasion de la **conférence organisée par l'ATEE sur les réseaux de chaleur** le 17 janvier 2013, en partenariat avec l'Alec, une intervention sur la place des réseaux de chaleur dans la transition énergétique en milieu urbain a été réalisée, mettant notamment en avant le travail mené en 2012 sur l'identification des 26 zones favorables aux réseaux de chaleur sur la Cub ;
- Lors des **Assises de l'Energie** à Grenoble (29-31 janvier 2013), un atelier sur les actions partenariales entre agences locales de l'énergie et agences d'urbanisme a été présenté conjointement par des représentants des deux fédérations FLAME et FNAU. A cette occasion, l'Alec a pu ainsi y exposer la démarche de la mission et ses principaux résultats, en insistant sur le fonctionnement du partenariat entre les deux agences ;
- Le 29 mars 2013, la planification énergétique a été présentée lors de la réunion du **Club des observatoires d'Aquitaine** animée par le Conseil régional. Cette demi-journée était consacrée à l'identification de la déperdition du bâti. Elle a été l'occasion de porter à connaissance les travaux de la planification énergétique au directeur du Plan Bâtiment Durable du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'énergie, M. Jérôme GATIER, invité par le Conseil Régional pour cette demi-journée de travail ;

- En avril 2013, l'a-urba et l'Alec ont co-animé l'atelier « Prospective et planification énergétique » de la journée consacrée au **débat sur la transition énergétique** organisée par la Cub. A cette occasion, ont été présents la planification énergétique et les enjeux énergétiques de la révision du PLU communautaire. Ces éléments et les échanges qui ont suivi ont alimenté la contribution locale au débat national sur la transition énergétique.
- Au cours de la phase de réunion des groupes de travail du **Plan Rénovation Energétique de l'Habitat (PREH) Aquitaine**, une présentation plus spécifique sur la desserte en énergie via les réseaux de chaleur, et plus largement sur la nécessité de recourir à la « bonne énergie au bon endroit », a été réalisée lors de la première réunion du groupe « Energies renouvelables et utilisation du bâtiment » le 26 septembre 2013 ;
- Dans le cadre du **Conseil départemental des Agendas 21**, animé par le Conseil Général de Gironde, et qui accompagne plusieurs collectivités dans cette démarche, un atelier spécifique à la thématique de l'énergie a eu lieu le 10 octobre 2013. L'Alec a notamment pu y présenter la nature de deux de ses missions – les bilans énergétiques et la planification énergétique – en insistant sur le lien étroit qui existait entre elles, l'état des lieux énergétique d'un territoire (en l'occurrence ici la Cub) permettant par la suite d'engager des réflexions stratégiques prospectives ;
- Un **groupe de travail sur les compétences énergie-climat des grandes agglomérations** et la planification énergétique territoriale a été créé en 2013 et est animé par AMORCE, en partenariat avec l'ADEME. L'objectif est d'y faire échanger les collectivités et leurs partenaires sur leurs problématiques et/ou retours d'expérience dans ces domaines. Dans ce cadre, l'Alec a pu présenter la mission de planification lors de la 2^{ème} réunion du groupe le 12 novembre 2013, en présence de villes comme Lyon, Lille, Nantes, Rennes ou encore Rouen ;
- Dans le cadre du **programme européen SERPENTE** (amélioration de l'efficacité énergétique dans différents types de bâtiments publics), auquel l'Alec participe, la métropole de la Silésie (Pologne) a organisé le 22 novembre 2013 une conférence « Ville moderne, ville économe en énergie » à Katowice, l'occasion de présenter pour la première fois au niveau international la nature et les résultats de la mission dans son ensemble.

Enfin, de façon générale, l'a-urba et l'Alec ont réalisé, en parallèle de ces actions et en continu, plusieurs présentations auprès de leurs partenaires (non publiques), afin de les mobiliser autour de cette mission ou de leur faire part de l'état d'avancement de leur travaux : Etat (DDTM), Région Aquitaine, Conseil Général de la Gironde (service des collèges), Cub (services urbanisme, habitat...), Euratlantique...



2 | Approche opérationnelle de la planification énergétique

2 | Approche opérationnelle de la planification énergétique

2.1 | Rappel de l'objet des études d'opportunité

Le travail de la planification énergétique s'articule autour de deux approches :

- l'une à l'échelle macro-territoriale, qui vise à étudier l'adéquation besoins/ressources sur l'ensemble du territoire communautaire (cf. partie 3) ;
- l'autre à l'échelle de sites ou quartiers, avec une analyse plus fine et détaillée, afin de mettre en application les grands principes et de les confronter à la réalité opérationnelle.

Ces deux approches sont réellement complémentaires et s'alimentent l'une l'autre de façon continue, les réflexions locales s'inscrivant d'une part dans la stratégie globale « Facteur 4 » du territoire communautaire, et l'approche macro-territoriale se nourrissant d'autre part des questions posées à l'échelle locale.

La réalisation d'études d'opportunité sur les quartiers et sites à enjeux permet ainsi de regarder l'opportunité de desserte et/ou de réhabilitation énergétique, en cohérence avec les premiers principes de la planification énergétique, ainsi qu'avec les composantes existantes du territoire, et de donner une application concrète au travail de planification énergétique.

Dans ce cadre, l'Alec et l'a-urba ont proposé de formaliser leur contribution aux projets locaux sous la forme d'un « **Porter à connaissance Energie / Urbanisme** » auprès du ou des maîtres d'ouvrage du projet.

Le principe de celui-ci est de mettre à disposition du maître d'ouvrage à la fois des éléments d'informations et des éléments de stratégie issus de la Planification énergétique, dans une logique de développement durable et de gestion des ressources énergétiques sur le long terme. Il restera ensuite à la charge du maître d'ouvrage de s'en saisir pour enrichir la conduite de son projet.

De façon plus précise, le « Porter à connaissance Energie/Urbanisme » comporte les éléments suivants :

- **un bref rappel des grands principes** de la Planification énergétique,
- **la définition d'un périmètre d'analyse pertinent**, intégrant le ou les projets et les bâtiments et tissus existants situés à proximité,
- **une identification des gros consommateurs** situés à proximité du projet (grands équipements, ensembles de logements sociaux, copropriétés...) et une estimation de leur besoin de chaleur (ou la consommation réelle si elle connue),

- **une caractérisation des tissus résidentiels** bordant le projet : typologie, nombre de logements et SHON, datation et domanialité, estimation des besoins de chauffage, mode et énergie de chauffage, et à terme : puissance utile en chaleur des bâtiments, densité énergétique d'une ou plusieurs parties du périmètre...
- **une identification (qualitative et quantitative) des ressources renouvelables** mobilisables au droit du projet et au regard de « l'économie générale » des ressources renouvelables locales (impact des choix faits sur l'ensemble des sites de projets à proximité et plus globalement sur tout le territoire communautaire)

Ces analyses s'appuient notamment sur des cartographies associées. Elles permettent de conclure en ouvrant sommairement sur des options de rénovation thermique et/ou de desserte en énergies renouvelables satisfaisant tout ou partie des besoins de chaleur en jeu.

Au cours de l'année 2013, cette approche locale sur des sites à enjeux a pu être réalisée sur 2 secteurs :

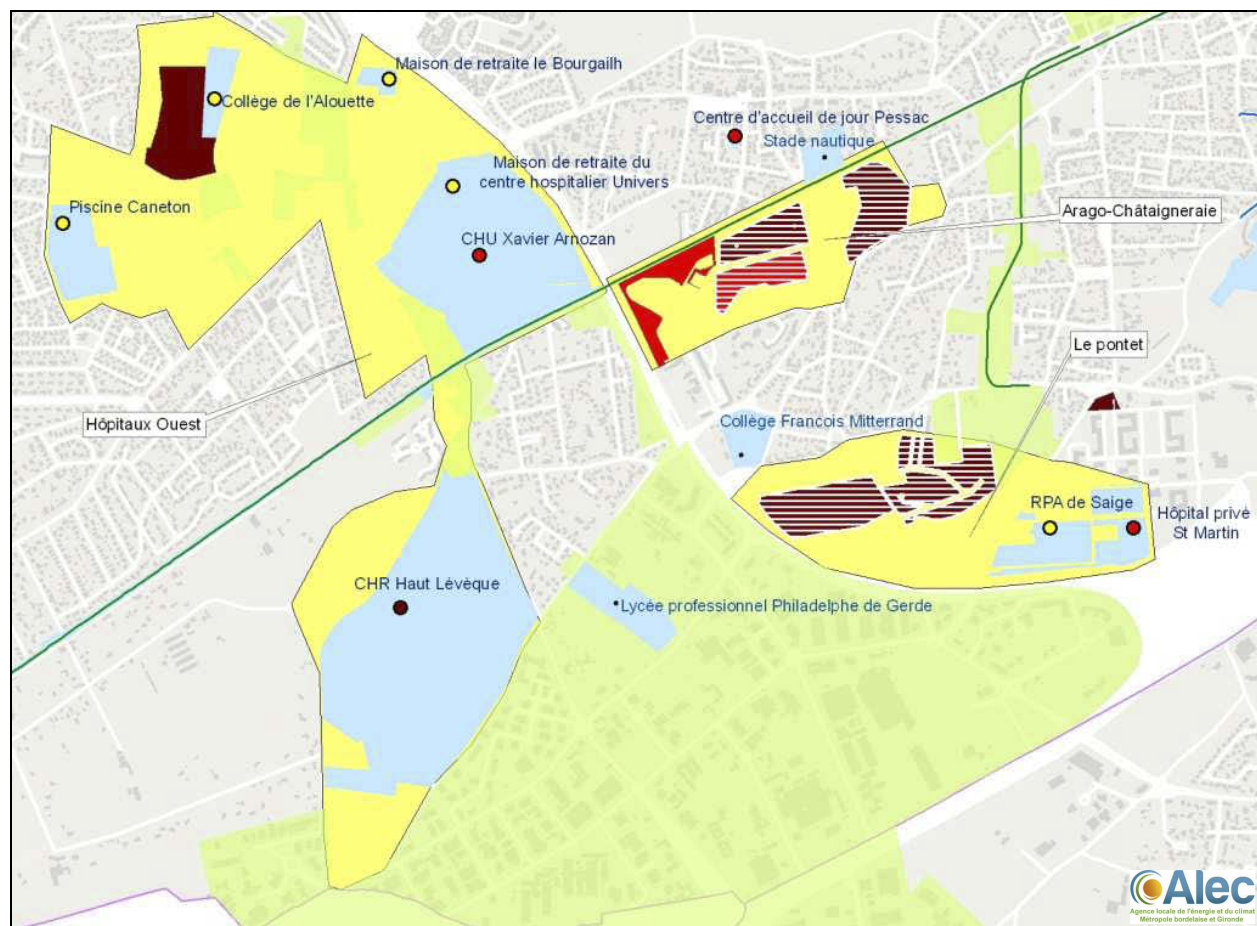
- le secteur des Hôpitaux Ouest à Pessac,
- la Plaine Rive Droite (une analyse avait déjà été menée sur ce secteur en 2012 et s'était notamment attachée aux besoins thermiques ; le travail sur l'année 2013 porte plus spécifiquement sur les besoins en électricité).

2.2 | Etude d'opportunité « Secteur des Hôpitaux Ouest à Pessac »

2.2.1 | Contexte de l'étude

Le secteur des « Hôpitaux Ouest » désigne une vaste zone située sur la commune de Pessac, à l'ouest de la rocade bordelaise, comprenant notamment les hôpitaux Haut-Lévêque et Xavier Arnoz, ainsi que quelques bâtiments publics et résidences de logements. Ce secteur avait été identifié lors du travail de planification énergétique mené en 2012 comme l'une des 26 zones favorables de la Cub au développement des réseaux de chaleur sur les tissus urbains constitués. Il se situe également à proximité de deux autres zones favorables identifiées, de l'autre côté de la rocade : « Arago-Châtaigneraie » et « Le Pontet-Saige ».

Secteurs favorables aux réseaux de chaleur « Hôpitaux Ouest », « Arago-Châtaigneraie » et « Le Pontet » sur la commune de Pessac



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

Les deux sites du CHU de Bordeaux représentent ainsi deux très gros consommateurs d'énergie sur le secteur des « Hôpitaux Ouest ».

Actuellement, deux importantes chaufferies gaz permettent de couvrir les besoins internes du CHU (une sur le site de Haut-Lévêque, une sur celui de Xavier Arnoz), et en outre, celui-ci dispose de foncier libre sur son site de Haut-Lévêque.

Il pourrait ainsi être un élément moteur dans la création d'un réseau de chaleur sur la commune de Pessac, de par ses forts besoins énergétiques d'une part, et en mettant à disposition ce foncier pour l'implantation de la chaufferie du réseau d'autre part.

Ce réseau, potentiellement porté par la ville de Pessac ou la Cub, en fonction de sa configuration, permettrait alors de desservir d'autres consommateurs situés à proximité.

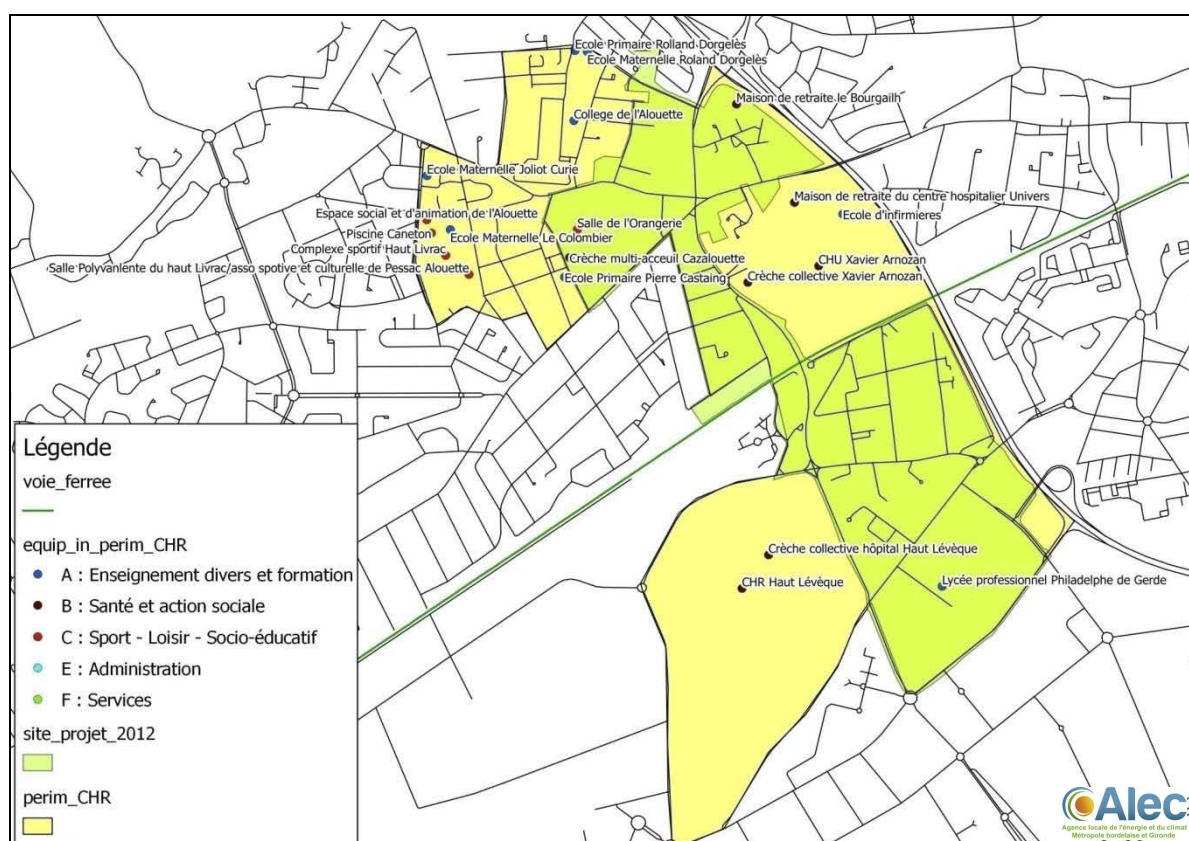
Définition du périmètre d'étude

Au vu de ces principes de planification énergétique, il apparaissait opportun de réfléchir à la définition d'un périmètre d'étude le plus pertinent possible aux alentours du CHU pour l'implantation de ce réseau, en apportant des éléments de connaissance en matière d'offre et de demande en énergie sur ce territoire.

La première étape du travail a donc consisté à regarder plus précisément différents scénarii de desserte énergétique sur le secteur, tel qu'il avait été défini lors de l'approche menée en 2012 (en intégrant le site « 50 000 logements » Pessac Alouette).

Les stratégies de développement de réseaux de chaleur ont été étudiées en s'appuyant d'une part sur les autres gros consommateurs déjà identifiés lors du travail conduit en 2012 (résidence HLM, collège et piscine), et en intégrant d'autre part des consommateurs plus modestes mais relativement importants (ensembles de plus de 50 logements sociaux et équipements publics), pouvant éventuellement jouer un rôle dans la configuration du réseau. Les résultats sont présentés dans les sous-parties suivantes.

Premier périmètre d'étude



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

Il est à noter qu'en parallèle, **une étude d'opportunité de création d'un service public de chauffage urbain est actuellement menée par la Cub sur les secteurs de Pessac Arago, Châtaigneraie, le Pontet et Saige**, correspondant plus ou moins aux secteurs identifiés lors du travail d'identification des zones favorables aux réseaux de chaleur de 2012 (cf. carte p. 14).

Une fois cette étude terminée (ce qui n'était pas le cas lors de la rédaction du présent rapport), la suite du travail Alec/a'urba consistera à élargir le périmètre initial des « Hôpitaux Ouest » à ces secteurs pour étudier différents scénarii de desserte énergétique à cette échelle plus large.

2.2.2 | Caractérisation thermique des deux sites du CHU

NB : seuls les besoins de chaleur ont été analysés dans ce travail ; il s'agit donc exclusivement des usages de chauffage, d'ECS et de vapeur (blanchisserie, cuisines, stérilisation), les autres usages n'étant pas ici explicités (électricité spécifique, climatisation, ventilation...).

Description des installations thermiques des deux sites hospitaliers

Haut-Lévêque :

La chaufferie gaz du site de Haut-Lévêque produit à la fois de l'eau surchauffée et de la vapeur :

- l'eau surchauffée est produite par deux chaudières de 10 MW, pour les usages de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments hospitaliers et administratifs ;
- la vapeur est produite par 3 chaudières (10 t/h = 7,8 MW, 3,5 t/h = 2,7 MW, 5 t/h = 3,9 MW), essentiellement pour les usages thermiques de la blanchisserie (≈ 90 %), mais aussi pour les cuisines et l'unité de stérilisation.

Cette chaufferie fonctionne toute l'année et utilise du gaz quasi intégralement (environ 1 % des consommations de combustible est du fioul lourd TBTS utilisé lors des coupures de gaz).

Xavier Arnozan :

La production de chaleur est assurée par une chaufferie composée de deux chaudières gaz de 2,6 MW chacune pour les besoins de chauffage et d'ECS.

La chaufferie ne fonctionne pas l'été (entre juin et septembre). L'eau chaude sanitaire est alors produite par des chauffe-eau électriques.

Bilan des consommations de chaleur sur Haut-Lévêque

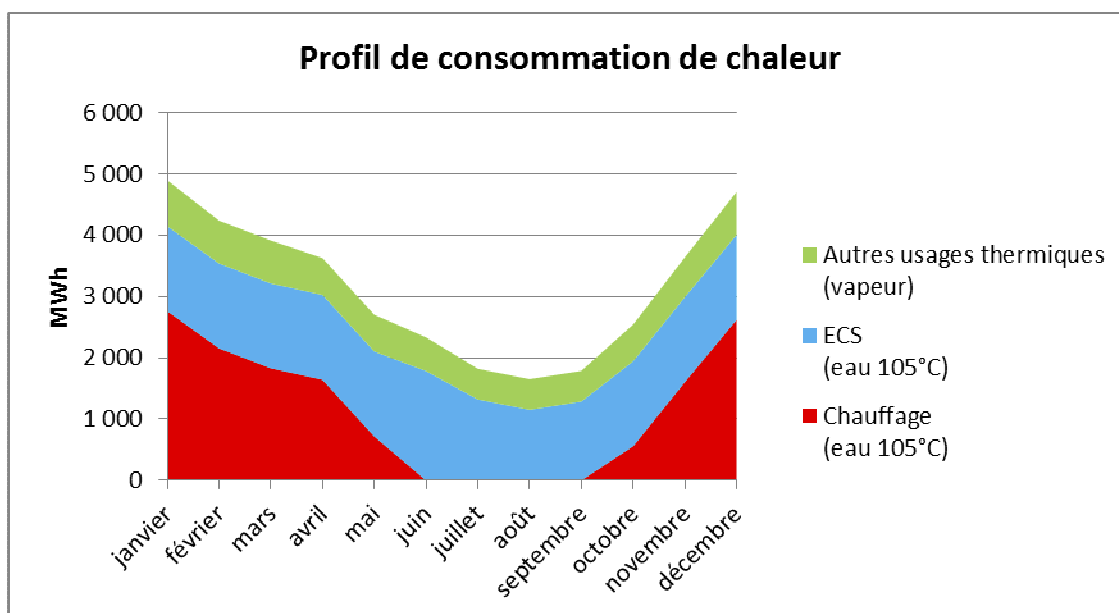
La consommation de chaleur annuelle, corrigée du climat, a pu être établie à partir des données mensuelles réelles fournies par le CHU sur la période 2008-2011 et de certaines hypothèses faites sur la répartition par usage. Elle représente environ **37800 MWh** (en sortie de chaudière) et sa répartition par usage sur les 12 mois de l'année est la suivante :

Répartition des consommations par usage et par mois sur le site de Haut-Lévêque (en MWh)

Mois	Chauffage (eau 105°C)	ECS (eau 105°C)	Autres usages thermiques (vapeur)	TOTAL
Janvier	2 762	1 384	750	4 895
Février	2 153	1 384	700	4 237
Mars	1 828	1 384	700	3 912
Avril	1 641	1 384	600	3 625
Mai	717	1 384	600	2 701
Juin	0	1 782	550	2 332
Juillet	0	1 320	500	1 820
Août	0	1 150	500	1 650
Septembre	0	1 284	500	1 784
Octobre	556	1 384	600	2 540
Novembre	1 603	1 384	650	3 637
Décembre	2 620	1 384	700	4 704
TOTAL	13 880	16 607	7 350	37 837

Source : CHU de Bordeaux

Le graphique suivant reprend cette évolution annuelle des consommations par usage :



Au final, la répartition par usage est la suivante :

- Chauffage : 37 %
- ECS : 44 %
- Autres usages thermiques (blanchisserie, cuisines, stérilisation) : 19 %

La consommation unitaire de chaleur du site de Haut-Lévêque est d'environ 314 kWh/m².

Bilan des consommations de chaleur sur Xavier Arnozan :

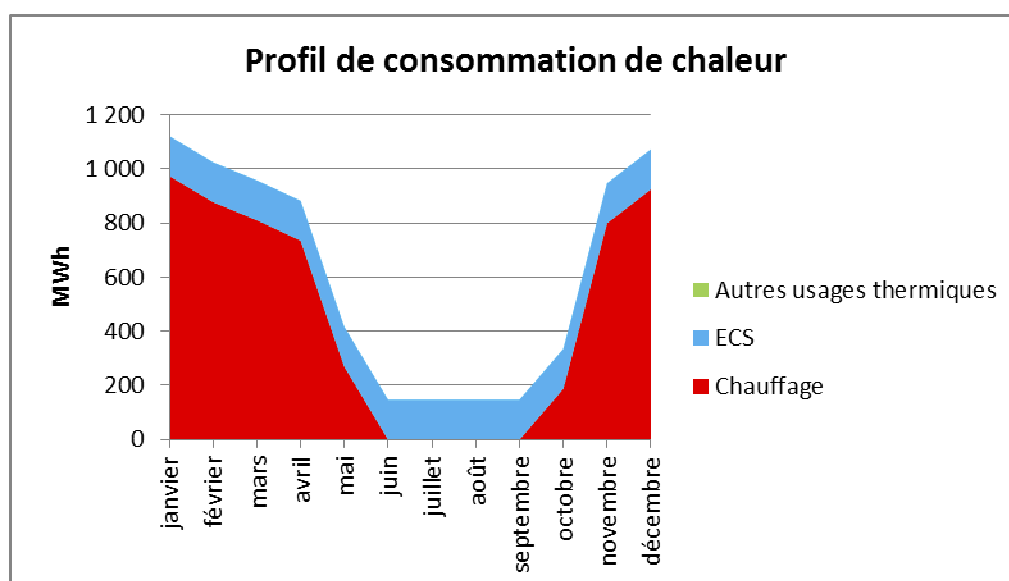
La consommation de chaleur annuelle, corrigée du climat, a également été établie à partir des données réelles fournies par le CHU, moyennant une clé de répartition pour la répartition par usage, toujours sur la période 2008-2011. Elle représente environ **7 300 MWh** (en sortie de chaudière) et sa répartition par usage sur les 12 mois de l'année est la suivante :

**Répartition des consommations par usage et par mois sur le site de Xavier Arnozan
(en MWh)**

Mois	Chauffage	ECS	Autres usages thermiques	TOTAL
Janvier	974	147	0	1 122
Février	877	147	0	1 025
Mars	810	147	0	958
Avril	735	147	0	882
Mai	269	147	0	416
Juin	0	147	0	147
Juillet	0	147	0	147
Août	0	147	0	147
Septembre	0	147	0	147
Octobre	188	147	0	335
Novembre	800	147	0	947
Décembre	925	147	0	1 072
TOTAL	5 579	1 768	0	7 346

Source : CHU de Bordeaux

Le graphique suivant reprend cette évolution annuelle des consommations par usage :



Les consommations se répartissent de la façon suivante : 76 % pour le chauffage et 24 % pour l'eau chaude sanitaire.

La consommation unitaire de chaleur sur le site de Xavier Arnozan est, elle, d'environ 163 kWh/m².

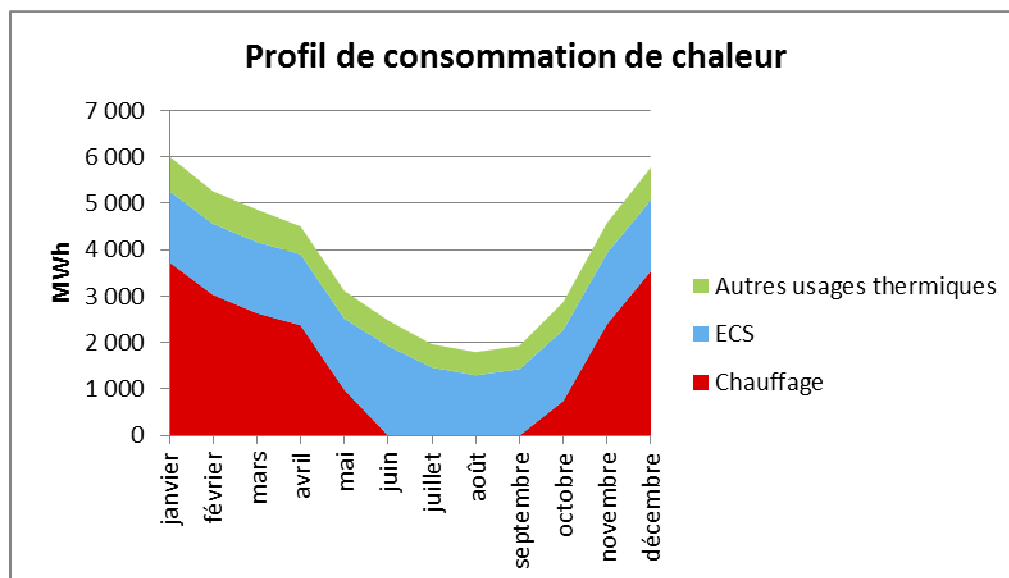
Synthèse des consommations de chaleur sur les 2 sites hospitaliers :

Le tableau et le graphique suivants reprennent les consommations de l'ensemble des deux sites et sont en fait la somme des deux tableaux et graphiques présentés précédemment.

Répartition des consommations par usage et par mois sur l'ensemble des deux sites hospitaliers (en MWh)

Mois	Chauffage	ECS	Autres usages thermiques	TOTAL
Janvier	3 736	1 531	750	6 017
Février	3 030	1 531	700	5 262
Mars	2 639	1 531	700	4 870
Avril	2 376	1 531	600	4 507
Mai	987	1 531	600	3 118
Juin	0	1 929	550	2 479
Juillet	0	1 467	500	1 967
Août	0	1 298	500	1 798
Septembre	0	1 431	500	1 931
Octobre	744	1 531	600	2 875
Novembre	2 402	1 531	650	4 584
Décembre	3 545	1 531	700	5 776
TOTAL	19 459	18 374	7 350	45 183

Source : CHU de Bordeaux



La consommation totale de chaleur, corrigée du climat, représente ainsi **45 200 MWh**, soit une consommation unitaire de 273 kWh/m².

La répartition par usage est la suivante :

- Chauffage : 43 %
- ECS : 41 %
- Autres usages thermiques (blanchisserie, cuisines, stérilisation) : 16 %

Scénario 0 (scénario de base) : Création d'un réseau de chaleur reliant les deux sites hospitaliers

Ce premier scénario correspond à un réseau de chaleur reliant les deux sites hospitaliers. Ce projet est d'ailleurs envisagé par le CHU à court ou moyen terme. Le tracé supposé de ce réseau, dans le cadre de la présente étude Alec/a'urba, est représenté sur la carte suivante ; il comprend à la fois le tronçon entre les deux sites (qui serait donc à créer) et les deux réseaux internes existants (dont le tracé a été estimé, les données précises ne nous ayant pas été transmises).

Tracé du réseau de chaleur selon le scénario 0



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

La longueur totale de ce réseau est d'environ 4 200 mètres linéaires.

En ne gardant que les consommations liées aux usages de chauffage et d'ECS¹, et en supposant un rendement de distribution de 92 % entre le départ de la chaleur en sortie de chaufferie et la livraison en sous-station, le besoin total en sous-station est de **34 800 MWh**. La puissance utile est considérée égale à **12,6 MW**.

On obtient alors une densité énergétique de **8,3 MWh/ml** et de **3 kW/ml**.

¹ les usages de vapeur (essentiellement pour la blanchisserie) sont à considérer indépendamment (réseau de vapeur dédié), pour des raisons de différence de niveau de température (eau surchauffée à 105 °C, vapeur à 200 °C)

2.2.3 | Caractérisation des autres gros consommateurs d'énergie et scénarii de desserte énergétique sur l'ensemble du périmètre étudié

Identification des autres gros consommateurs sur l'ensemble du périmètre étudié :

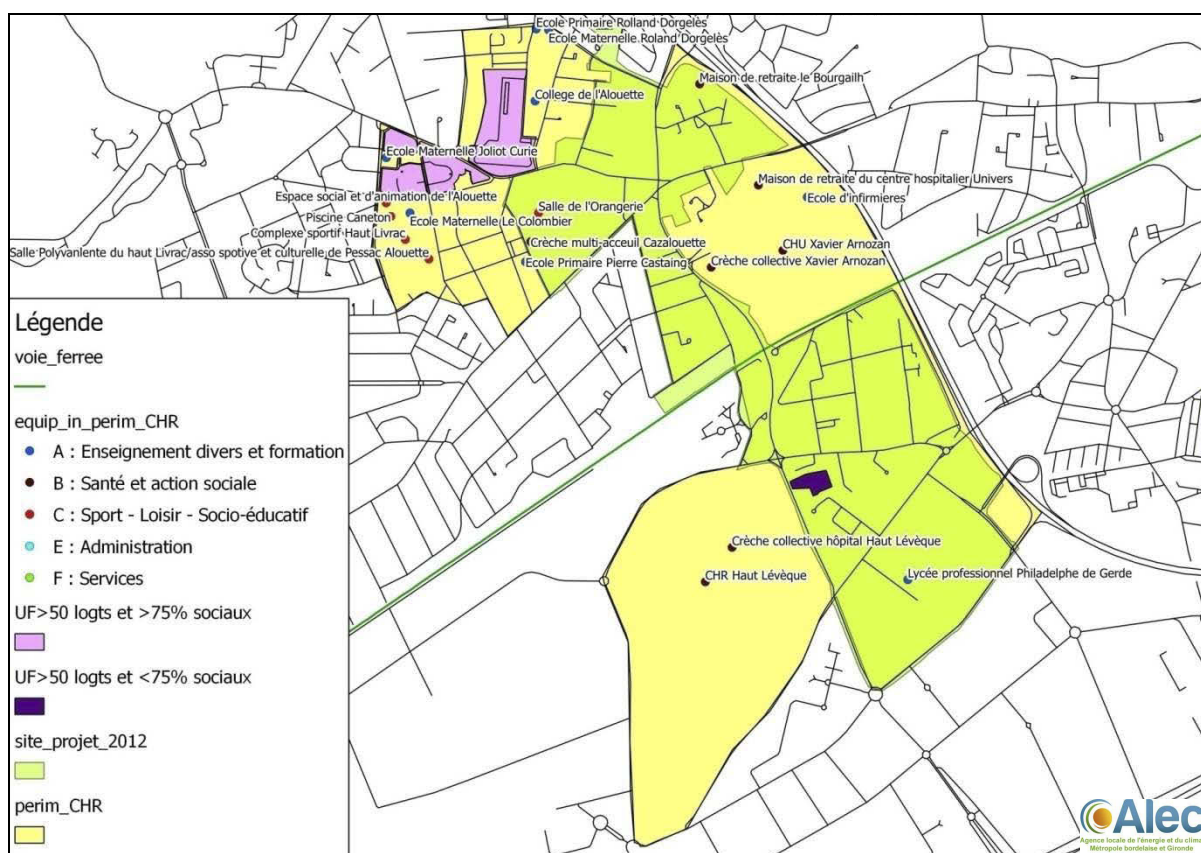
Comme précisé en début de chapitre, une identification des autres gros consommateurs situés sur ce périmètre (résidence HLM, collège, piscine, ensembles de plus de 50 logements sociaux et équipements publics), et pouvant éventuellement jouer un rôle dans la configuration du réseau, a été réalisée. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

Ensembles de plus de 50 logements sociaux et équipements consommateurs sur le périmètre étudié

Nom	Nb logts / élèves / places	Besoins chaleur sous-station (MWh)	Puissance utile (kW)	Source
Résidence Macédo (Domofrance)	348	5 258	2 088	Etude AROSHA
Résidence Les Ailes Françaises (Gironde Habitat)	343	3 095	2 058	Etude AROSHA
Total Résidentiel	691	8 353	4 146	-
Collège de l'Alouette	539	212	485	Estimation Alec
Piscine Caneton	-	513	720	Estimation Alec
Ecole maternelle + primaire Roland Dorgelès	181	150	240	Données réelles, Ville de Pessac
Ecole maternelle + primaire Joliot Curie	305	117	443	Données réelles, Ville de Pessac
Ecole maternelle Le Colombier	74	26	145	Données réelles, Ville de Pessac
Complexe sportif Haut Livrac	-	34	485	Données réelles, Ville de Pessac
Cazalet (salle de l'Orangerie, château...)	-	65	112	Données réelles, Ville de Pessac
Crèche Cazalouette	36	33	84	Données réelles, Ville de Pessac
Ecole primaire Castaing + Ecole de musique	219	159	562	Données réelles, Ville de Pessac
Total Equipements	-	1 310	3 276	-
TOTAL	-	9 663	7 422	-

La localisation de ces différents consommateurs figure sur la carte suivante :

Localisation des gros consommateurs d'énergie à l'intérieur du périmètre étudié



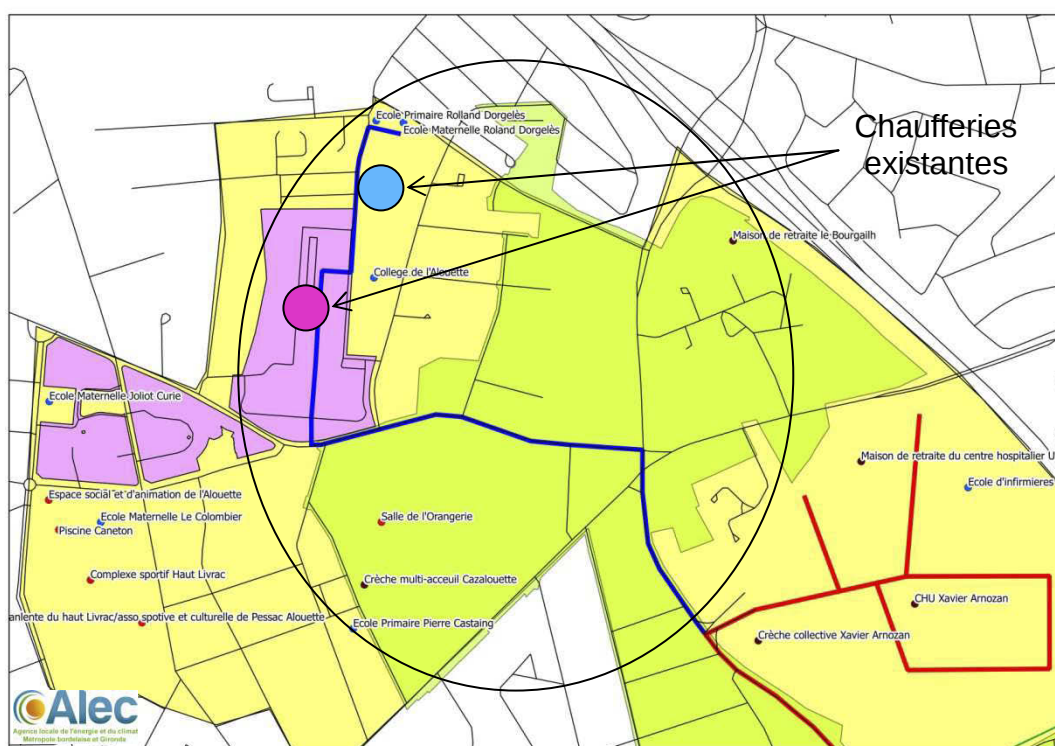
Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

A partir de ce travail d'identification et de quantification, **3 scénarii de desserte énergétique sur l'ensemble du périmètre ont pu être envisagés.**

Scénario 1 = CHR Haut Lévêque + Xavier Arnoz + Résidence Macédo + Collège de l'Alouette (+ EM/EP Roland Dorgelès)

Le scénario 1 consiste à étendre le réseau des deux sites hospitaliers (scénario 0 de base) au collège de l'Alouette et à la résidence Macédo (identifiés comme deux très gros consommateurs d'énergie), avec la possibilité de le prolonger jusqu'à l'école primaire et maternelle Roland Dorgelès, située juste à côté du collège. La résidence est actuellement chauffée par un réseau collectif au gaz, facilitant ainsi sa conversion à un réseau de chaleur urbain. Ce scénario est représenté sur la carte suivante (extension en bleu). Les chaufferies existantes de la résidence (en rose) et du collège (en bleu) y ont été indiquées.

Tracé du réseau de chaleur selon le scénario 1



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

La densité énergétique de l'extension est importante : 3,7 MWh/ml et 1,9 kW/ml, ce qui donne au final une densité énergétique globale de **7,1 MWh/ml et 2,7 kW/ml**.

	Extension seule	Ensemble du réseau (=scénario 1)
Energie livrée en sous-station (MWh)	5 620	40 426
Puissance utile (MW)	2,8	15,4
Longueur du réseau (ml)	1 505	5 688

Caractéristiques énergétiques du réseau de chaleur selon le scénario 1

De manière générale et théorique², il est admis dans l'étude des réseaux de chaleur que le seuil de rentabilité, fonction de la densité thermique, est atteint lorsqu'à 1 mètre linéaire de réseau correspond une puissance appelée de 1 kW minimum et une énergie distribuée supérieure à 1,5 MWh/an.

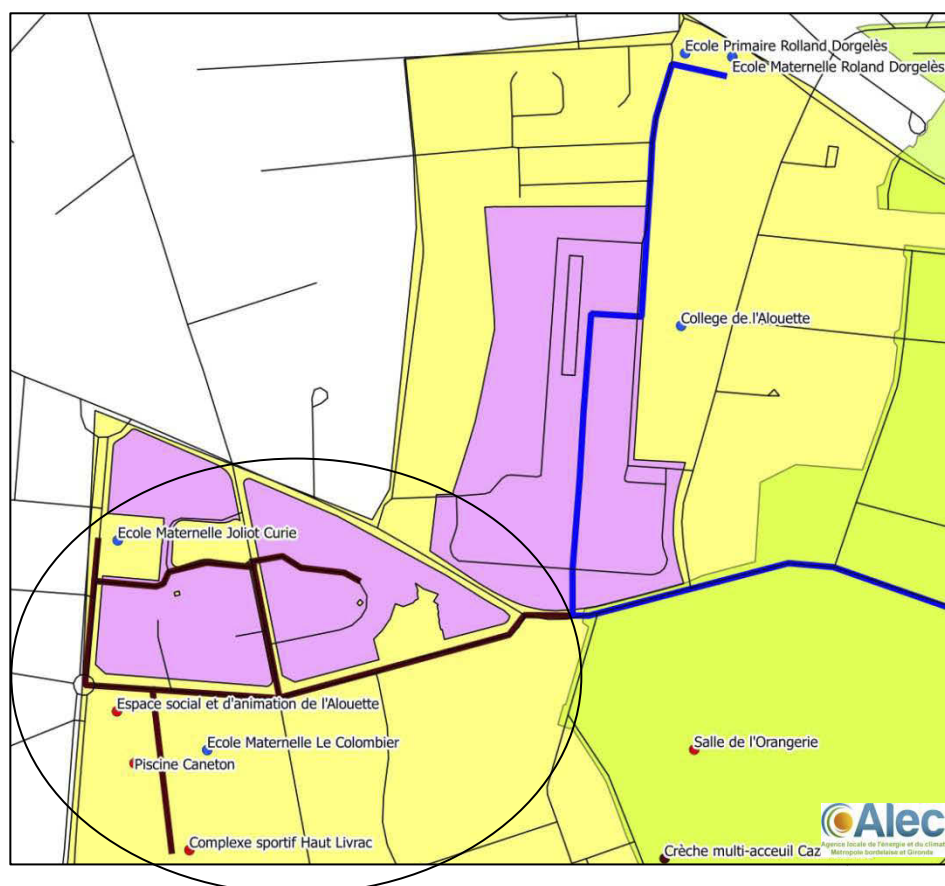
Au vu de la densité énergétique précédemment calculée, l'extension sur le quartier de l'Alouette apparaît pertinente d'un point de vue énergétique, et permettrait notamment de raccorder un collège et 350 logements sociaux, tout en déployant le réseau sur un quartier relativement dense, regroupant, entre autres, plusieurs équipements et bâtiments publics.

² Source : ADEME

Scénario 2 = CHR Haut Lévêque + Xavier Arnozan + Résidence Macédo + Collège de l'Alouette + EM/EP Roland Dorgelès + Résidence Les Ailes Françaises + Piscine Caneton + CS Haut Livrac + EM Le Colombier + EM/EP Joliot Curie

Le scénario 2 reprend le scénario 1, en l'étendant vers l'ouest à l'ensemble du quartier de l'Alouette, en y intégrant ainsi la résidence Les Ailes Françaises (actuellement en chauffage gaz individuel), ainsi que plusieurs bâtiments communaux (piscine Caneton, complexe sportif Haut Livrac, école maternelle Le Colombier et école primaire et maternelle Joliot Curie). Cette extension est représentée en marron sur la carte suivante :

Tracé du réseau de chaleur selon le scénario 2



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

La densité énergétique de l'extension est bonne (3,3 MWh/ml, 3,3 kW/ml), conduisant à une densité énergétique globale de l'ensemble du réseau à **6,5 MWh/ml et 2,8 kW/ml**.

Caractéristiques énergétiques du réseau de chaleur selon le scénario 2

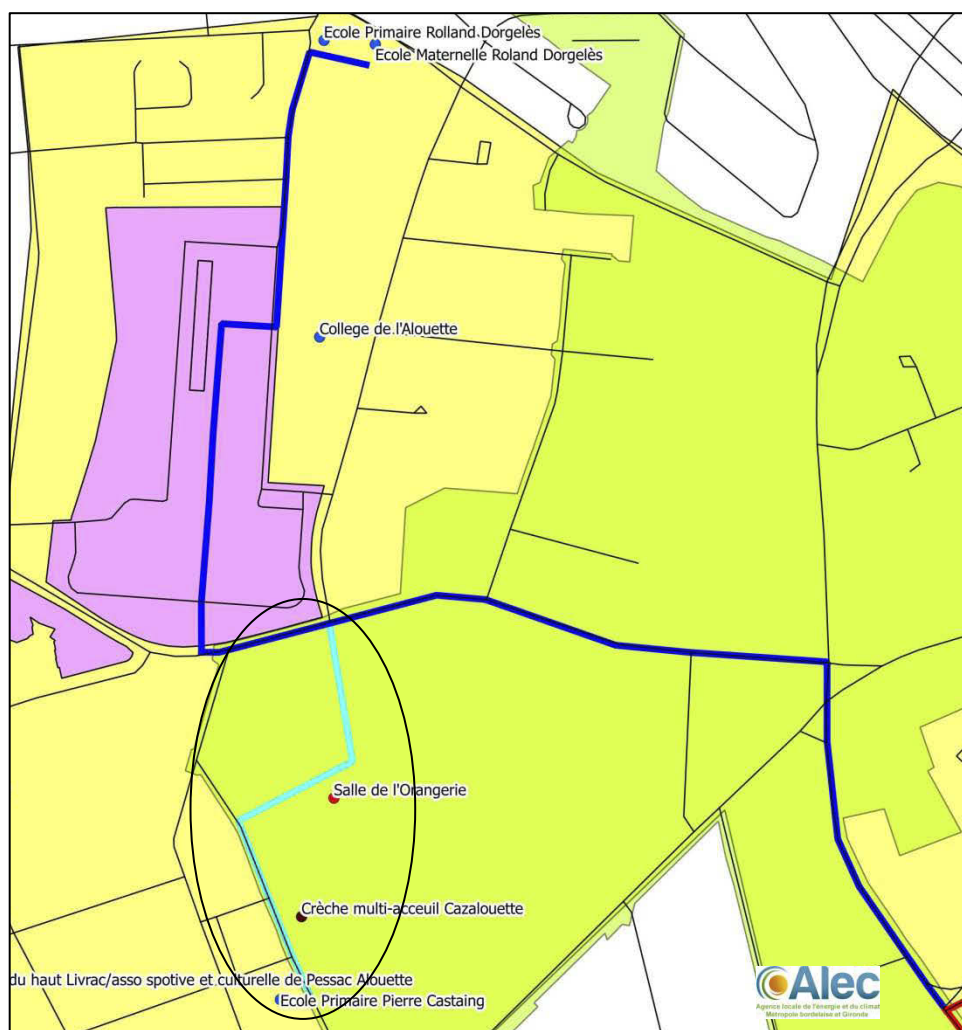
	<i>Extension seule</i>	Ensemble du réseau (=scénario 2)
Energie livrée en sous-station (MWh)	3 786	44 211
Puissance utile (MW)	3,9	19,3
Longueur du réseau (ml)	1 157	6 845

De la même façon que dans le scénario précédent, cette extension est donc également pertinente d'un point de vue énergétique. Elle sera certes conditionnée aux coûts de conversion énergétique de la résidence Les Ailes Françaises (passage du chauffage individuel en chauffage collectif), mais pourrait permettre, outre ce raccordement, de développer le réseau à l'ensemble du quartier de l'Alouette, où figurent plusieurs bâtiments communaux relativement bien regroupés.

Scénario 3 = CHR Haut Lévêque + Xavier Arnozan + Résidence Macédo + Collège de l'Alouette + EM/EP Roland Dorgelès + Cazalet + Crèche Cazalouette + EP Castaing

Le scénario 3 reprend le scénario 1, en le prolongeant un peu au sud de la résidence Macédo vers quelques bâtiments communaux (Cazalet, crèche Cazalouette et école primaire Castaing). Cette extension est représentée en bleu clair sur la carte suivante :

Tracé du réseau de chaleur selon le scénario 3



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

La densité énergétique de l'extension est relativement faible (**0,7 MWh/ml, 1,9 kW/ml**), mais ne dégrade pas significativement la densité énergétique globale de l'ensemble du réseau : **6,7 MWh/ml et 2,7 kW/ml**.

Caractéristiques énergétiques du réseau de chaleur selon le scénario 3

	<i>Extension seule</i>	Ensemble du réseau (=scénario 3)
Energie livrée en sous-station (MWh)	258	40 683
Puissance utile (MW)	0,8	16,2
Longueur du réseau (ml)	394	6 082

Cette extension, au vu des faibles besoins supplémentaires appelés, n'apparaît pas comme prioritaire.

2.2.4 | Projets de construction et d'aménagement urbain sur le périmètre étudié

Plusieurs constructions de bâtiments sont prévues sur l'ensemble du secteur et pourraient avoir un rôle à jouer dans le dimensionnement d'un réseau de chaleur sur cette zone. Ces projets sont ici présentés à titre indicatif, une analyse plus approfondie de leurs caractéristiques thermiques devant être menée au cours de l'année 2014.

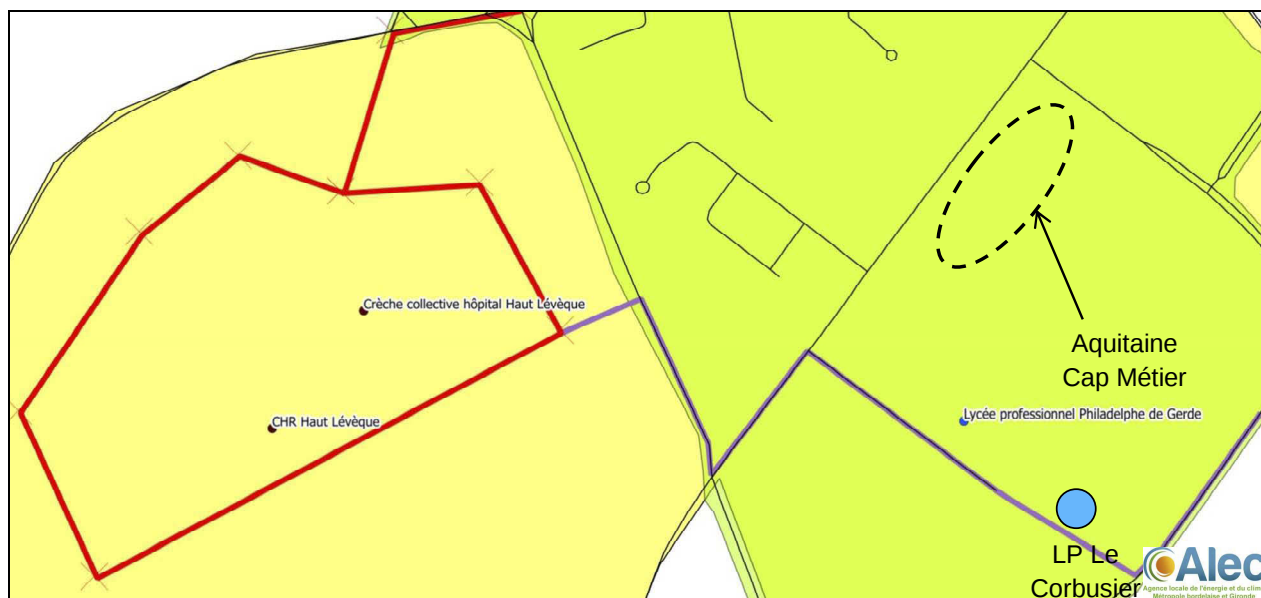
- « Aquitaine Cap Métier »

A l'est du site de Haut-Lévêque est prévue la construction de locaux pour l'Association régionale pour la formation, l'orientation et l'emploi, créée en janvier 2009 sous l'impulsion du Conseil régional d'Aquitaine.

Cette opération prendra place sur un terrain d'une superficie d'environ 7400 m², à proximité immédiate d'autres structures existantes de formation (le Lycée Philadelphie de Gerde, l'EREA-Lycée Professionnel Le Corbusier, ainsi que l'AFPA).

Le projet sera raccordé dans un premier temps sur la chaufferie gaz du lycée professionnel Le Corbusier, avec un projet de convertir à terme cette dernière en chaufferie bois.

Localisation du projet « Aquitaine Cap Métier »

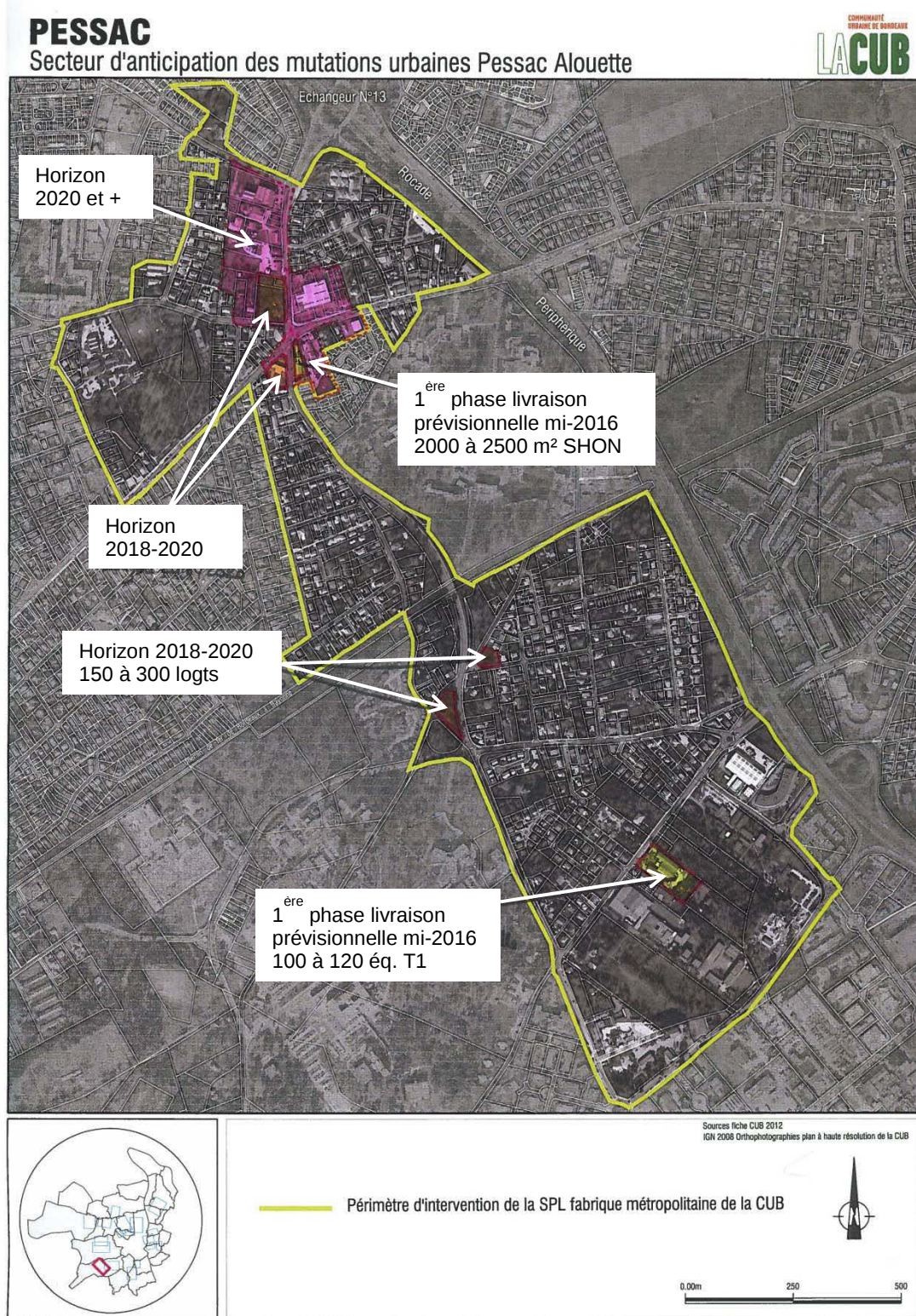


Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

- Site « 50 000 logements » Pessac Alouette

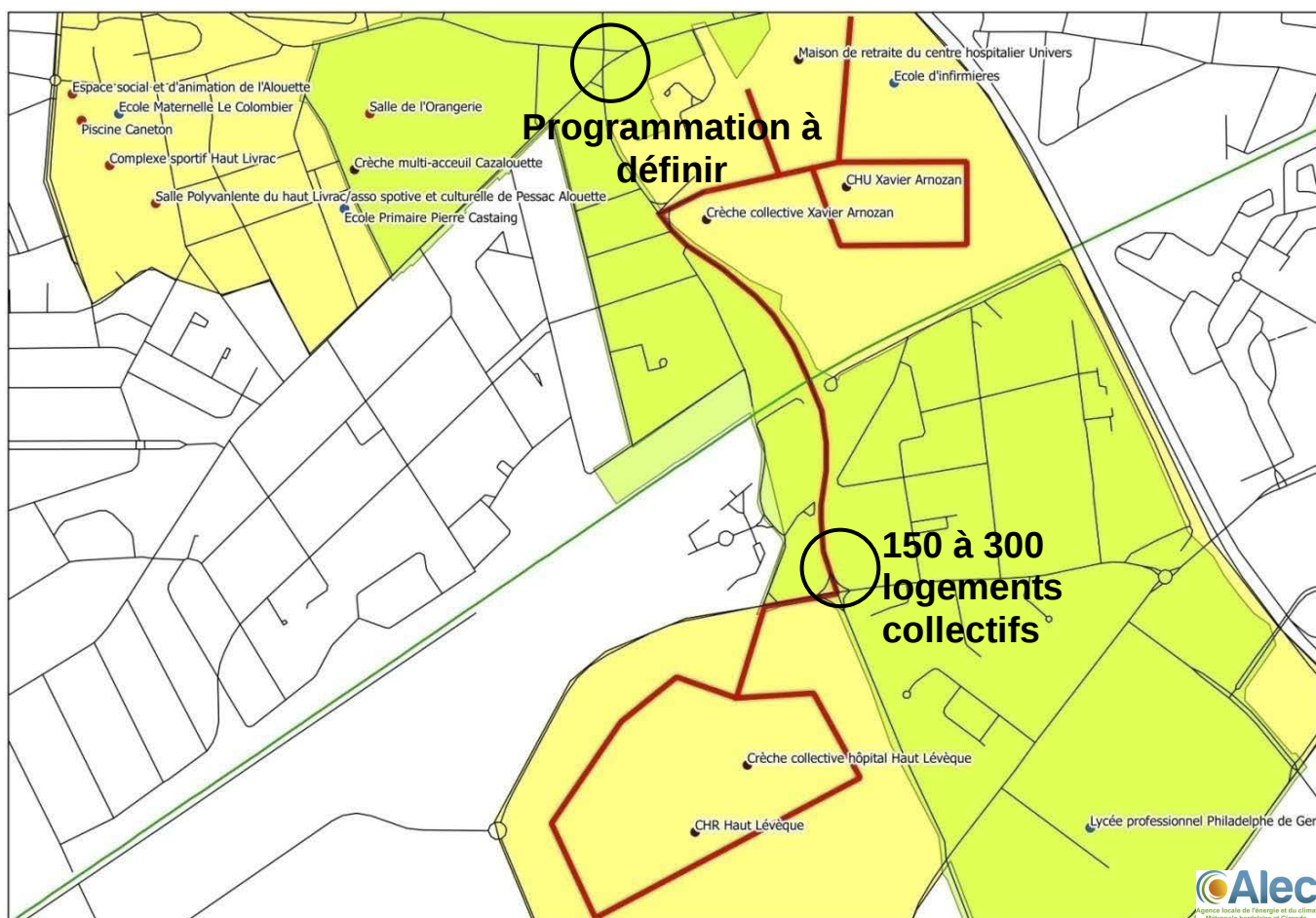
Plusieurs projets sont également prévus dans le cadre de l'opération « 50 000 logements » qui vise la construction de 50 000 logements autour des axes de transports publics de la Cub, afin de renforcer notamment la densification urbaine et limiter l'étalement urbain :

- Court terme (livraison prévisionnelle 2016) : 100 à 120 équivalent T1 près du futur parc relais et 2 000 à 2 500 m² SHON au carrefour de l'Alouette ;
- Moyen terme : 150 à 300 logements au croisement de l'avenue Haut-Lévêque et de l'avenue Magellan (après 2018-2020) ;
- Plus long terme (après 2020) : déploiement au nord du carrefour de l'Alouette.



Au vu du tracé du réseau reliant les deux sites hospitaliers, le raccordement du projet de 150 à 300 logements pourrait notamment être envisagé :

Scénario de base et projets « 50 000 logements »



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

2.2.5 | Elargissement du périmètre d'étude

Un élargissement du premier périmètre d'étude sera mené en 2014, afin de considérer d'éventuels autres raccordements de zones denses thermiques ou de gros consommateurs alentour, d'évaluer leur pertinence technico-économique et de définir ainsi les orientations stratégiques de développement du réseau.

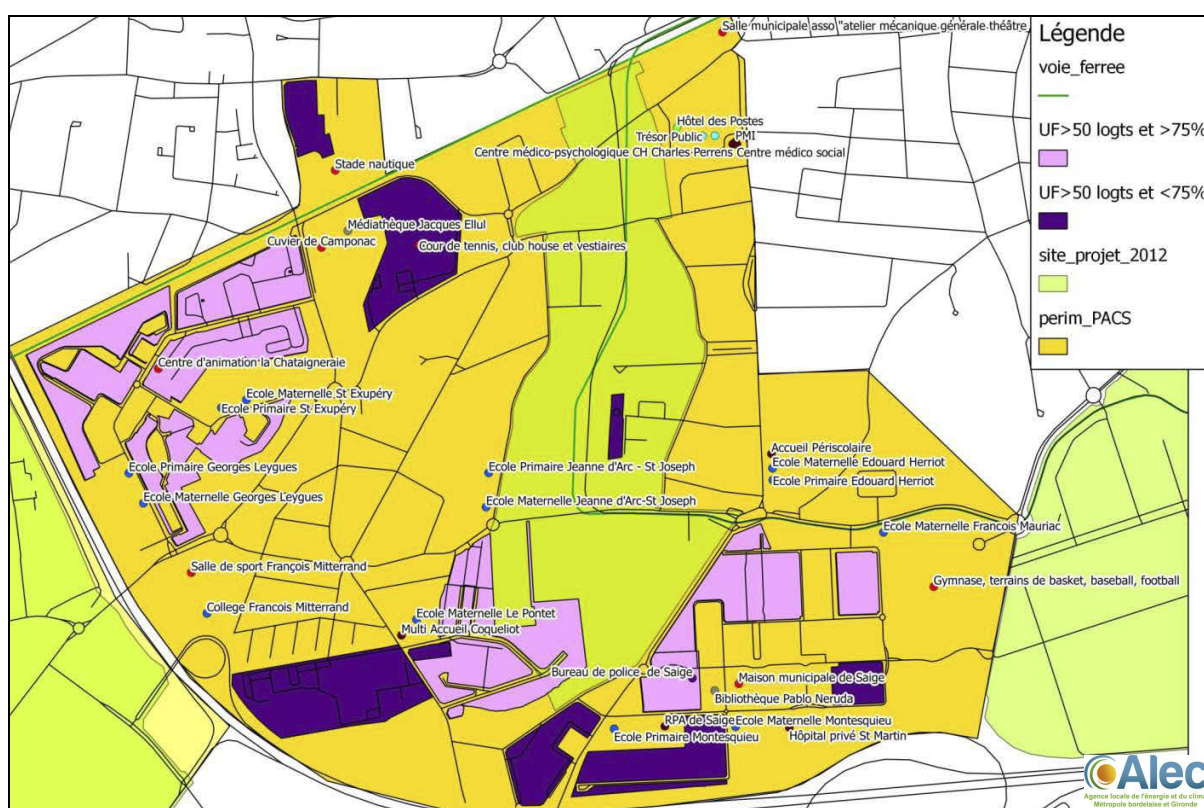
Tout d'abord, au sud/sud-est du site de Haut-Lévêque se situe le parc industriel Bersol, qui regroupe, sur 54 hectares, 180 entreprises de bâtiments et travaux publics, d'électronique, d'arts graphiques et cartonnage... ainsi que des activités tertiaires (GMS, hôtels, restaurants...). Certains bâtiments pourraient ainsi, en fonction de leurs besoins en chaleur, être raccordés au futur réseau de chaleur.

D'autre part, le travail Alec/a'urba sera alimenté de l'étude actuellement menée par la Cub sur l'opportunité de la création d'un service public de chauffage urbain sur les quartiers Arago/Châtaigneraie/Pontet/Saige.

Pour rappel, les enjeux énergétiques des gros consommateurs sur les deux zones favorables aux réseaux de chaleur identifiées dans le travail mené en 2012 sont de **18 363 MWh / 6,5 MW** pour « Arago Châtaigneraie » et **14 669 MWh / 8,2 MW** pour « Le Pontet » (cf. rapport « Planification énergétique « Facteur 4 » de l'agglomération bordelaise – Phase 2 »).

La carte suivante donne à titre informatif les équipements et les grands ensembles de logements consommateurs figurant sur le périmètre actuellement étudié par la Cub (zone orangée).

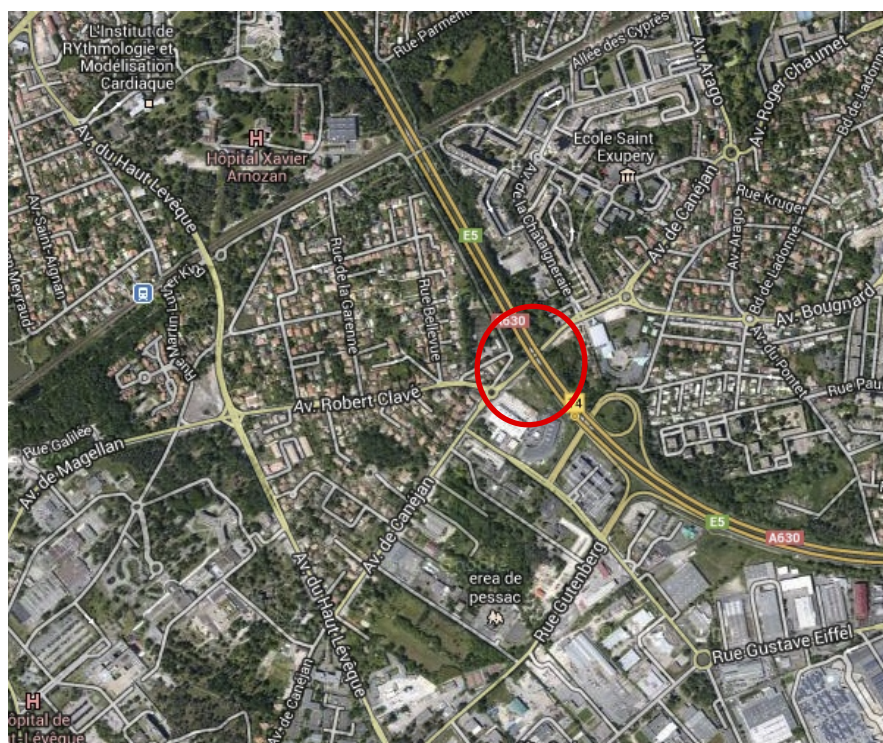
Périmètre d'étude pour la création d'un réseau de chaleur urbain sur la commune de Pessac et identification des consommateurs d'énergie et des zones à projets



Sources : DGFIP 2010, SIGMA Cub

Il est à noter qu'un franchissement existe déjà sous la rocade et pourrait faciliter la création d'un réseau de part et d'autre de la rocade ou permettre de rejoindre à terme deux réseaux créés séparément de chaque côté.

Passage existant sous la rocade



Zoom sur la trigénération

Bien que ce travail soit réalisé dans le cadre de la mission de Planification énergétique, qui ne s'attache pour le moment qu'à étudier les besoins de chaleur, la mise en place d'un réseau de chaleur pourrait également permettre de satisfaire les besoins de froid par la mise en place d'une centrale de trigénération à partir de biomasse (= production de chaleur, d'électricité et de froid). Le réseau pourrait ainsi alimenter les deux sites hospitaliers en froid, ainsi que les bâtiments tertiaires situés à proximité (lycées, « Aquitaine Cap Métier », parc industriel Bersol...), qui ont des besoins en froid plus importants que les logements. La configuration du réseau serait alors réorientée vers les bâtiments de cette zone (sud/sud-est).

La trigénération peut en effet être un système de production d'énergie intéressant pour les hôpitaux, de par cette fourniture simultanée de froid et de chaleur au vu de leurs besoins importants, ce qui permettrait également d'amortir l'investissement global de l'installation. Plusieurs retours d'expérience de mise en place d'une centrale de trigénération sur des hôpitaux ont été observés en France et à l'étranger.

Conclusion :

Ce premier travail permet de dégager plusieurs conclusions :

→ Les deux sites du CHU, Haut-Lévêque et Xavier Arnozan, représentent deux très gros consommateurs d'énergie (besoins en chaleur de 34 800 MWh pour une puissance de 12,6 MW), qui pourraient participer à la création d'un réseau de chaleur communal et mettre à disposition du foncier pour l'implantation de l'unité de production de chaleur. Un raccordement entre les deux sites est d'ailleurs envisagé à moyen terme.

→ Le réseau reliant les deux sites pourrait s'étendre au quartier de l'Alouette, dont la pertinence en termes de densité énergétique est avérée, notamment en allant desservir une résidence de 350 logements sociaux et un collège (5 600 MWh, 2,8 MW), voire plusieurs bâtiments communaux relativement regroupés sur ce secteur.

→ Il conviendra cependant de regarder en parallèle les résultats de l'étude menée par la Cub sur la création d'un réseau de chaleur urbain sur les quartiers Châtaigneraie/Arago/Le Pontet/Saige, de l'autre côté de la rocade, afin de définir les orientations stratégiques pour le développement d'un réseau de chaleur constitué à partir des deux sites du CHU.

Suite du travail à mener :

→ Une confrontation avec les résultats de l'étude sur le secteur Châtaigneraie/Arago/Le Pontet/Saige sera donc effectuée, laissant présager deux scénarii : la possibilité d'intégrer le CHU à ce secteur (renforcement de la densité énergétique, fourniture de foncier pour la production de chaleur) ou le fait de conforter la réalisation de deux réseaux de chaleur séparés, qui pourront être interconnectés ultérieurement.

→ L'opportunité de l'extension au sud-est du réseau constitué à partir des deux sites du CHU, intégrant le futur ensemble « Aquitaine Cap Métier » et les deux lycées professionnels, sera étudiée. Certains bâtiments du parc industriel Bersol pourront être également raccordés, en fonction des données récupérées.

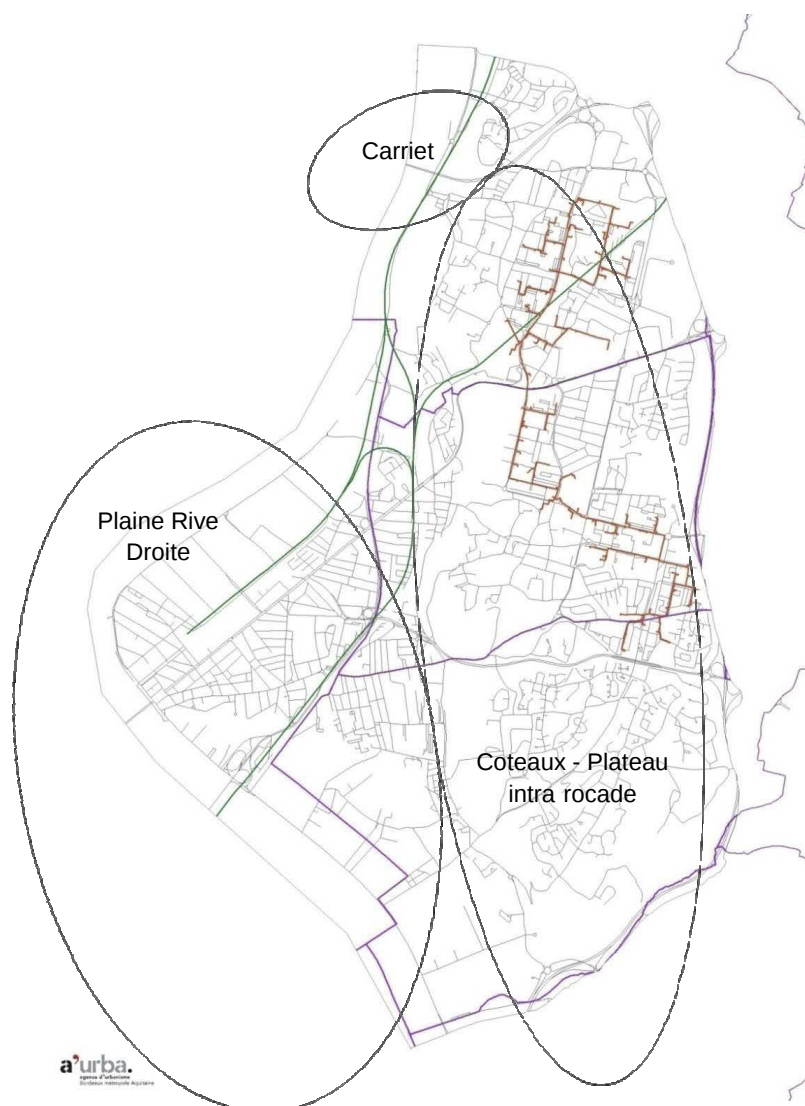
2.3 | Plaine Rive Droite

2.3.1 | Contexte de l'étude

Une première analyse de l'adéquation entre besoins et offre en électricité sur le secteur de la rive droite - pour les besoins de chauffage et d'électricité spécifique - avait été initiée fin 2012 et s'est poursuivie sur le premier semestre de 2013, permettant ainsi d'affiner les premiers éléments de connaissance obtenus.

Le secteur de la rive droite, tel qu'il avait été défini et étudié en 2012, comprend la Plaine Rive Droite ainsi que le plateau des Hauts-de-Garonne intra-rocade et le secteur de Carriet :

Secteur de la rive droite étudié



Sources : SIGMA Cub

Sur ce secteur, la problématique posée est celle du renforcement du réseau électrique, avec notamment la création d'un poste source pour l'arrivée de la future ligne LGV, et, de façon complémentaire, une réflexion sur l'approvisionnement des tissus urbains résidentiels et tertiaires de ce secteur, où plus de 26 000 logements seront construits ces vingt prochaines années, dont il faudra satisfaire les besoins en électricité.

Actuellement, deux postes sources sont présents sur le secteur. Les données fournies par ERDF indiquent que la consommation actuelle se situe autour de 140 MVA³, avec une capacité totale des deux postes de 156 MVA (soit une réserve de 16 MVA). Les besoins futurs des sites de projets s'élèveraient, selon ERDF, à un minimum de 108 MVA, rendant alors nécessaire le fait d'avoir recours à 92 MVA supplémentaires. Le renforcement des deux postes sources ne permettrait de gagner que 60 MVA, justifiant alors la création d'un troisième poste source.

Puissances en jeu sur le secteur de la rive droite

Capacité actuelle des 2 postes sources PRD	156 MVA	124,8 MW
Capacité maxi des 2 postes avec renforcement	216 MVA	172,8 MW
Consommation actuelle	140 MVA	112 MW
Réserve de capacité maxi	76 MVA	60,8 MW
Hypothèse ERDF conso Bastide Niel + Brazza + EPA	108 MVA	86,8 MW

Source : ERDF

Il devient alors indispensable de s'interroger sur l'ampleur des renforcements à opérer et/ou la nécessité de créer un troisième poste source, dans une logique d'adéquation territoriale entre besoins et ressources en électricité, c'est-à-dire en confrontant l'ensemble des données des futurs projets d'aménagement, des consommations et des productions d'électricité existantes, avec les objectifs et les orientations prises par les collectivités en matière de maîtrise de la demande en énergie et de production locale d'électricité.

En effet, au vu de l'investissement important que peuvent représenter le renforcement et la création d'un poste source, la collectivité doit prendre en considération l'ensemble des enjeux que représente la fourniture en électricité sur ce secteur, et identifier ainsi d'éventuels leviers permettant d'éviter la création d'un poste source supplémentaire ou de limiter le renforcement de ceux existants.

Trois leviers d'actions sont ainsi envisageables :

- multiplier les productions d'électricité décentralisées, qui sont réinjectées dans le réseau en aval des postes sources ;
- agir sur le mix énergétique des logements neufs, en limitant fortement le recours au chauffage électrique ;

³ MVA = Mégavolt-ampère. 1 MW = 1.25 MVA (approx.)

- réduire les consommations d'électricité (sobriété, efficacité) et opérer la mutation énergétique des logements existants chauffés à l'électricité vers une autre source d'énergie.

2.3.2 | Caractéristiques du secteur étudié

L'objectif de cet état des lieux est d'apporter des éléments de connaissance et de mettre en évidence les enjeux relatifs à l'électricité sur l'ensemble du territoire.

Consommations d'électricité des logements (existants et futurs) :

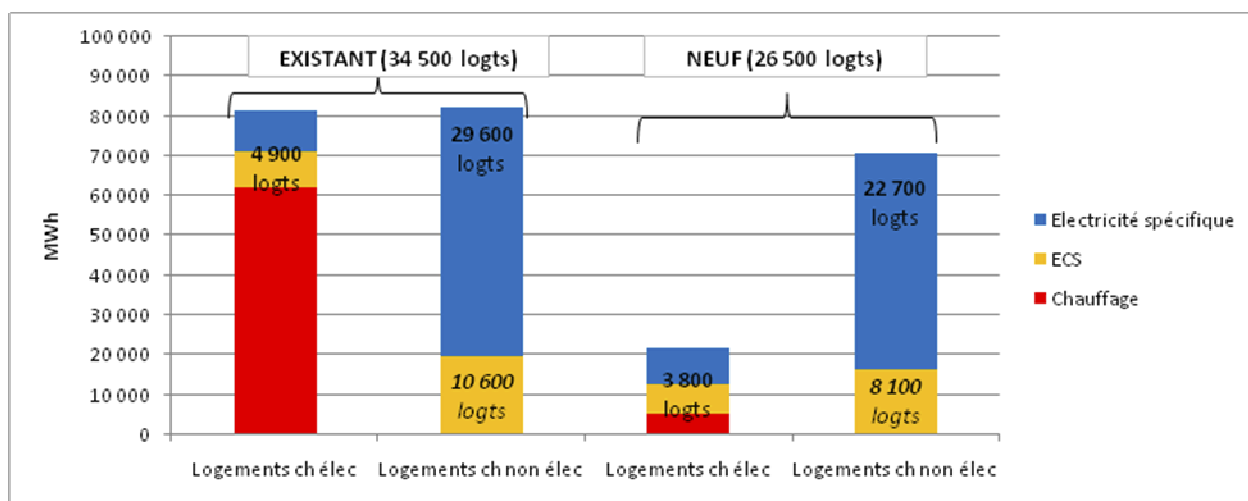
L'ensemble du secteur de la rive droite étudié comprend actuellement près de 34 500 logements, dont 4 900 chauffés à l'électricité, soit 14 % de l'ensemble. Sur les vingt prochaines années, plus de 26 000 logements neufs sont programmés.

Nombre de logements sur le secteur de la rive droite

	Nb logements existants	Nb logements existants avec chauffage électrique	Nb logements futurs
Plaine Rive Droite	14 869	2 751	25 534
Hauts de Garonne + Carriet	19 617	2 158	898
TOTAL	34 486	4 909	26 432

Source : DGFIP 2010

La consommation d'électricité des logements existants a été estimée à 160 GWh et celle des logements futurs (à terme) à 90 GWh, soit au total **250 GWh** :



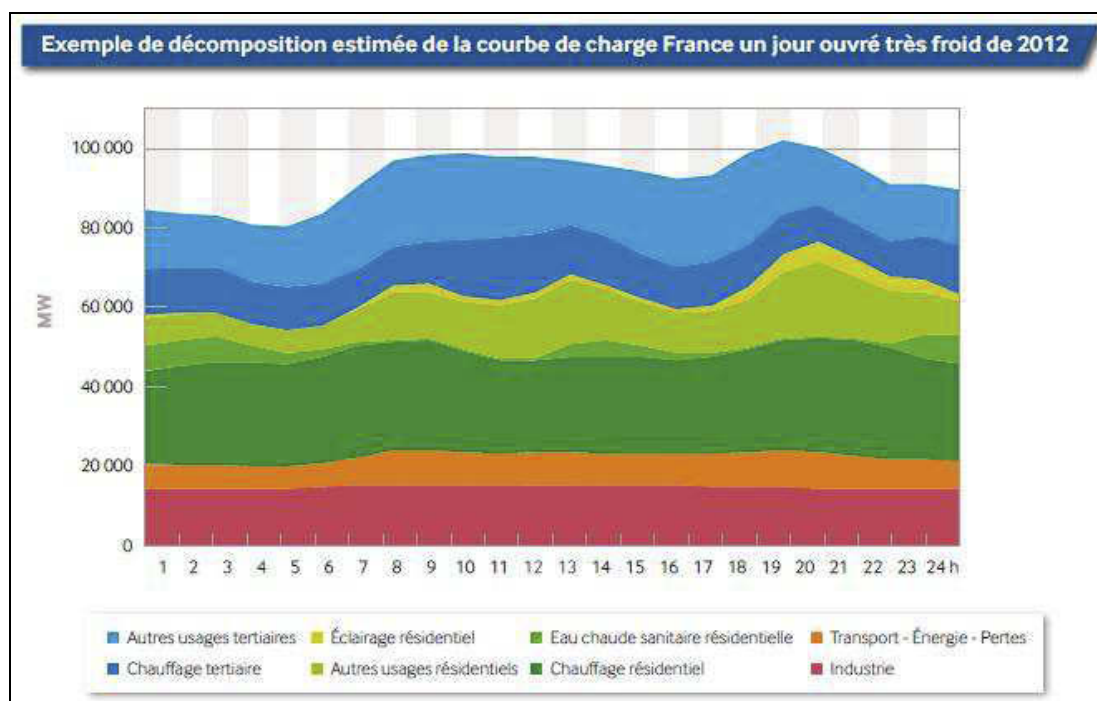
NB : seules les consommations d'électricité sont représentées sur ce graphique (les consommations de chauffage autre qu'électrique ne sont pas comptabilisées).

Hypothèse retenues :

- Surface moyenne des logements = 70 m² ;
- Consommation de chauffage pour les logements chauffés à l'électricité : le travail de caractérisation thermique du parc bâti de la Cub réalisé par l'urba en 2009 donne pour l'ensemble du secteur étudié un besoin brut de 374 GWh pour 34 500 logements, soit 52,7 GWh pour les 4 900 logements chauffés à l'électricité ; rendement global = 85 % ;
- Nb de logements avec ECS électrique = 45 % du nb total de logements, soit pour l'existant, les 4 900 logements chauffés à l'électricité + 10 600 logements non chauffés à l'électricité ; même raisonnement pour le neuf ;
- Besoin en ECS : 21 kWh/m²/an, rendement global = 80 % ;
- Consommation en électricité spécifique (existant et neuf) : 30 kWh/m²/an ;
- Besoin des logements neufs en chauffage : 15 kWh/m²/an
- Besoin des logements neufs en ECS : 15 kWh/m²/an
- Taux de chauffage électrique dans les logements neufs : identique à l'existant, soit 14 %.

Profils annuels de puissance électrique

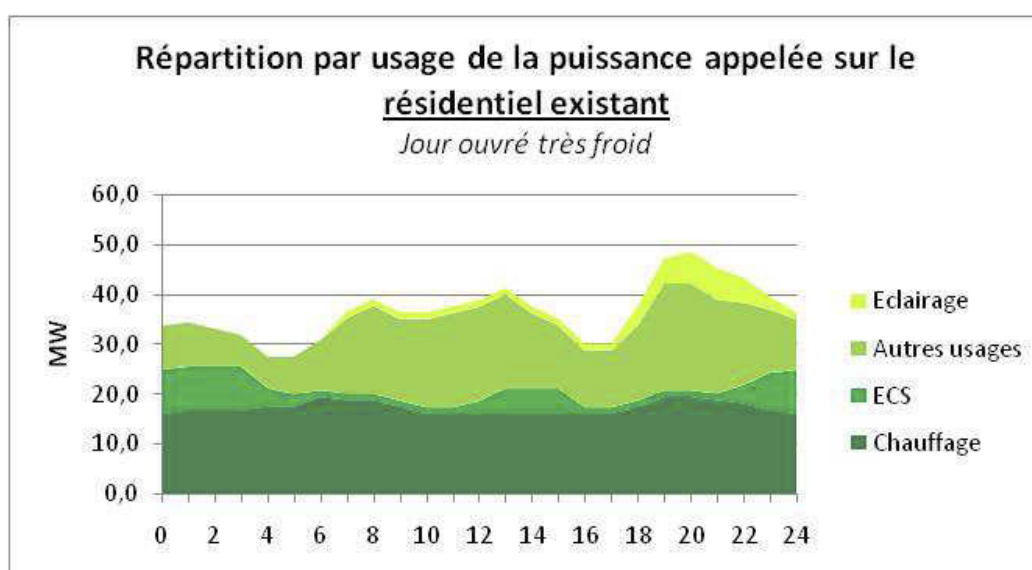
Comme pour tout dimensionnement de réseau, c'est surtout la puissance appelée qui est prise en compte. Afin de déterminer la puissance maximale potentiellement appelée sur l'ensemble de la rive droite, une approche a été menée à partir de la courbe de charge nationale observée sur un jour de très grand froid de 2012, en la ramenant au périmètre étudié (corrélation au nombre de logements chauffés à l'électricité, dont le taux de pénétration est de 27% au niveau national mais de 14% sur la rive droite).



NB : Les résultats présentés dans cette partie sont à considérer avec beaucoup de prudence, la transposition de données nationales à une situation très locale n'étant pas forcément toujours opportune, car dépendante de nombreux paramètres. D'autre part, ces résultats sont difficilement comparables aux données d'ERDF concernant les deux postes sources du secteur car le périmètre "d'action" de ces derniers n'est pas connu avec précision. Cependant, cette première approche, menée sur les secteurs résidentiel et tertiaire, tant pour la construction neuve que pour l'existant, et en y étudiant des scénarii d'effacement de pointe ou de développement des points de charge pour les véhicules électriques, permet d'établir des ordres de grandeur et de saisir les enjeux de ces différentes dimensions de la problématique électrique.

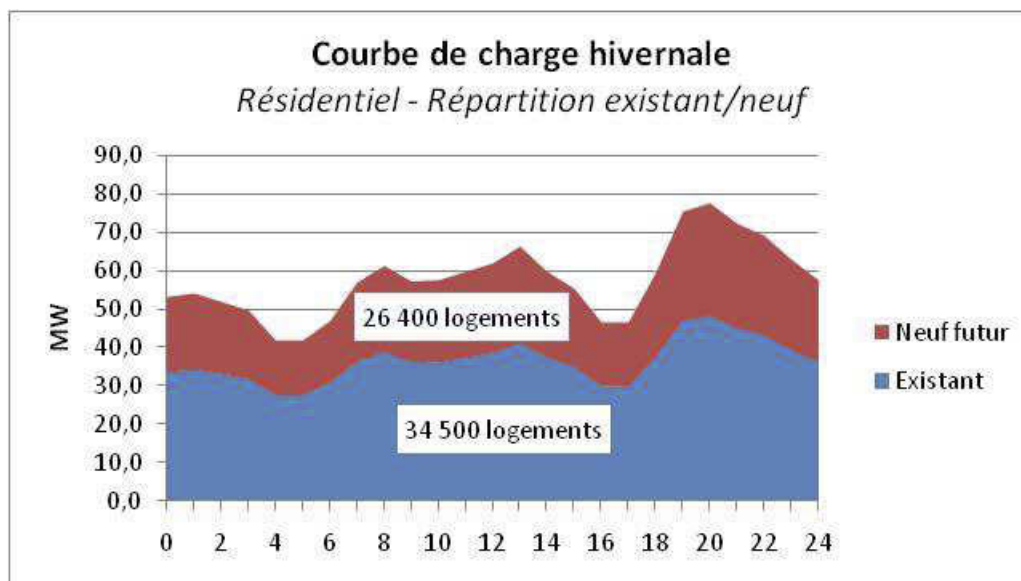
Profils de puissance électrique pour le secteur résidentiel

En ne gardant que les données liées au secteur résidentiel, la courbe de charge sur le secteur de la rive droite, par usage, un jour ouvré très froid, serait la suivante :



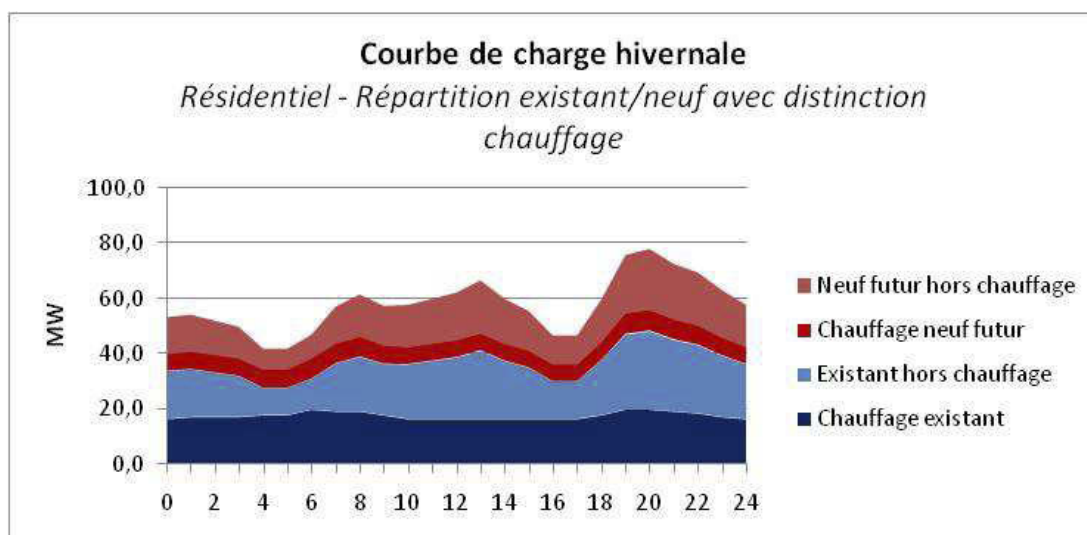
La pointe se situe alors autour de 50 MW, avec une pointe pour le chauffage à environ 20 MW (et qui ne concerne donc que les 4 900 logements chauffés à l'électricité).

En considérant les 26 400 logements neufs, la courbe de charge globale est la suivante :

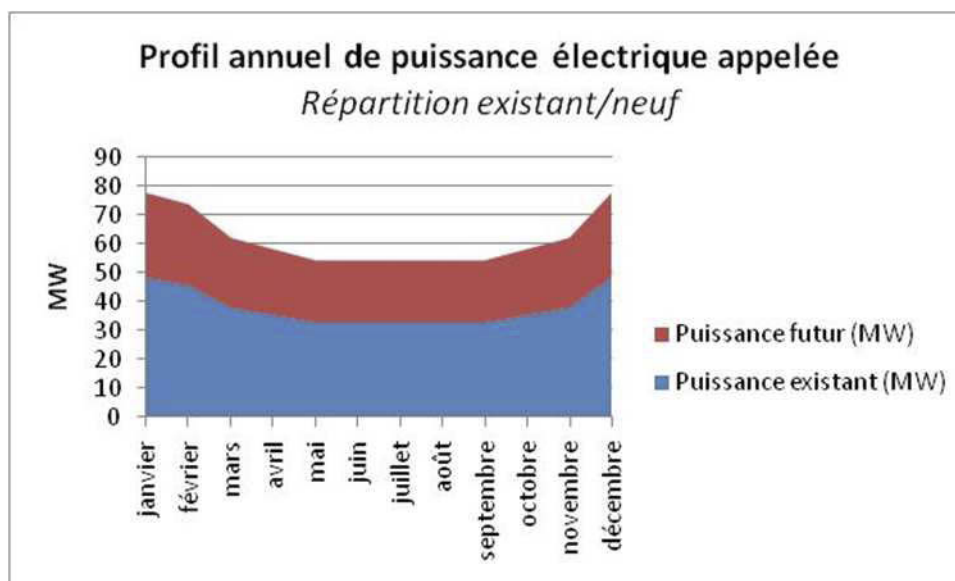


On voit ainsi que la pointe passerait à terme de 50 MW à près de 80 MW l'hiver (+ 60 %), le nombre de logements construits étant très important (+ 75 % par rapport à aujourd'hui).

Le graphique suivant fait ressortir la part due au chauffage, qui serait donc d'environ 20 MW pour l'existant et de 8 MW pour le neuf (taux de pénétration du chauffage électrique égal à 14 % dans les deux cas, puissance de chauffage pour le neuf supposée divisée par 2).



Le graphique de la page suivante représente, quant-à-lui, le **profil annuel** de puissance électrique appelée sur l'ensemble de la rive droite pour le secteur résidentiel. Les usages pris en compte sont le chauffage, l'ECS et l'électricité spécifique.



On remarque que l'appel de puissance diminue certes l'été tout en restant à un niveau relativement haut, ceci s'expliquant par la faible part relative du chauffage électrique sur le secteur (14 %, 20 MW en pointe).

Profils de puissance électrique pour le secteur tertiaire

De la même façon, une analyse des besoins a été menée sur le secteur tertiaire.

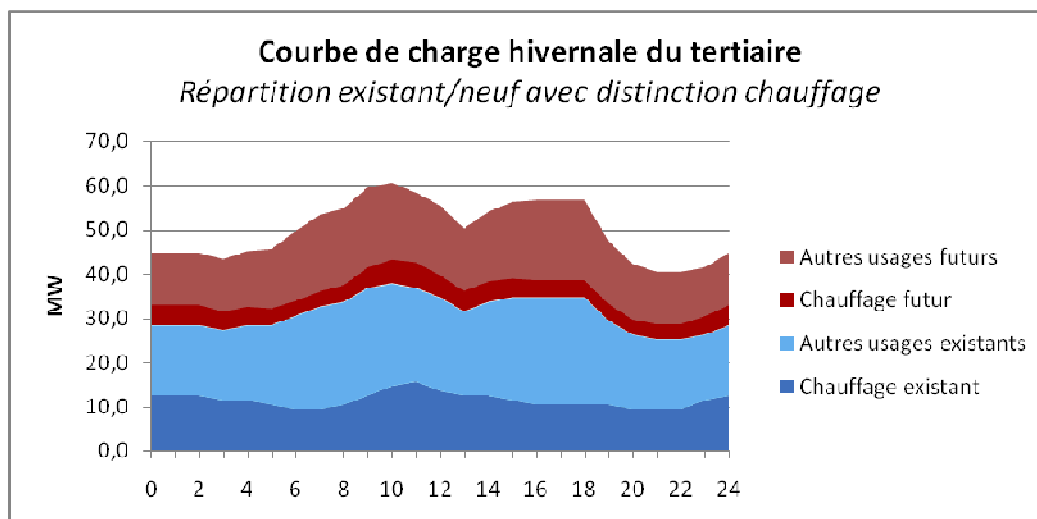
Le tableau suivant présente les surfaces tertiaires actuelles et futures sur l'ensemble du secteur de la rive droite étudié. Le taux de surface tertiaire chauffée à l'électricité est supposé égal à celui observé sur les logements (14 %).

Surfaces tertiaires sur le secteur de la rive droite

	Surface tertiaire existante	Surface tertiaire existante avec chauffage électrique	Surface tertiaire future
Plaine Rive Droite	594 846 m ²	83 761 m ²	665 735 m ²
Hauts de Garonne	300 013 m ²	42 245 m ²	0 m ²
TOTAL	894 859 m²	126 006 m²	665 735 m²

Source : DGFIP, Algoé

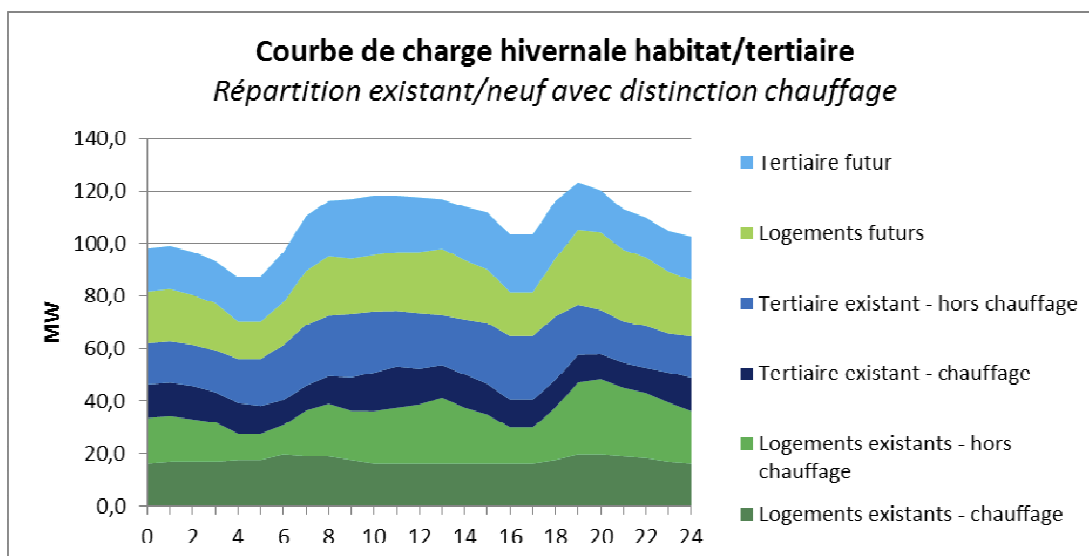
Le graphique suivant donne la répartition de la pointe électrique entre existant et neuf, en faisant ressortir la part due au chauffage :



On voit ainsi que, contrairement au secteur résidentiel, la pointe a plutôt lieu en milieu de matinée, en situant aux alentours de 35-40 MW aujourd'hui, et qu'elle passerait à terme à près de 60 MW l'hiver (+ 60 %).

La part liée au chauffage serait d'environ 15 MW pour l'existant et de 6 MW pour le neuf (taux de pénétration du chauffage électrique égal à 14 % dans les deux cas, puissance de chauffage pour le neuf supposée divisée par 2).

Enfin, le graphique ci-dessous fait la somme des courbes de charge des secteurs tertiaire et résidentiel, mettant en évidence une pointe située actuellement à 75 MW, qui passerait à l'avenir à plus de **120 MW**.



Le surplus de pointe lié au résidentiel et au tertiaire neufs s'élèverait donc au total à 45 MW, sous réserve d'un taux de chauffage électrique égal à 14 % (hypothèse qui devra être confirmée par les choix énergétiques faits sur les différents sites de projet en jeu).

Ce chiffre, qui reste provisoire, est donc inférieur de 40 MW aux hypothèses prises par ERDF (cf tableau p. 38) et permettrait au final de ne pas dépasser la capacité actuelle des deux postes sources (124.8 MW).

Ces analyses font donc ressortir que le mix énergétique des différents sites de projet de la Plaine Rive Droite sera un paramètre déterminant pour qualifier la nécessité d'un renforcement des postes sources existants.

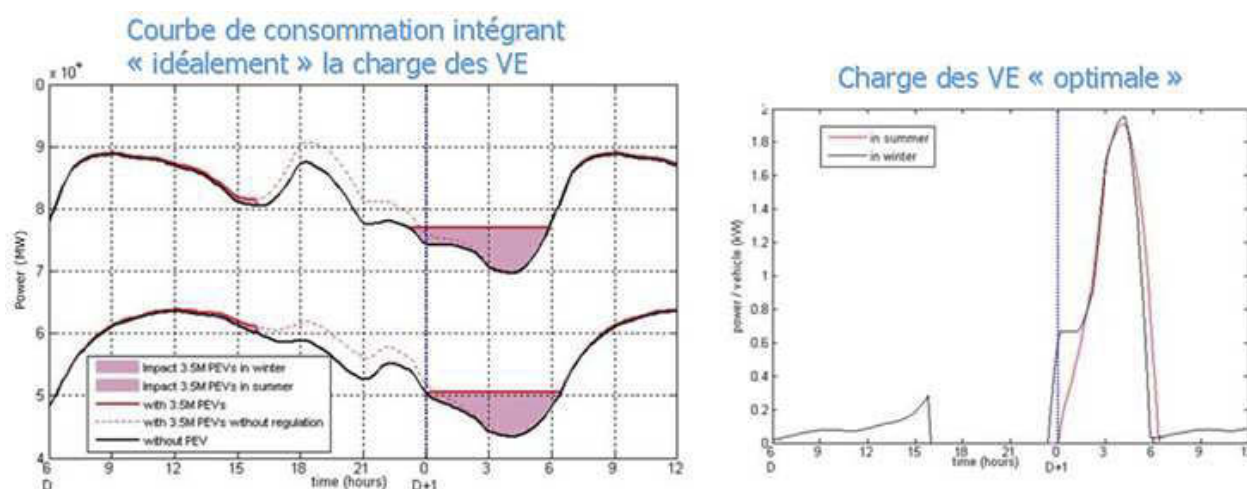
2.3.3 | Analyses de sensibilité

Des analyses de sensibilité sur ce premier état des lieux ont également été réalisées, comme le scénario de développement du véhicule électrique et le scénario de mise en œuvre de systèmes de délestage pour les logements équipés de chauffage électrique direct.

1- Impacts de l'usage de véhicules électriques

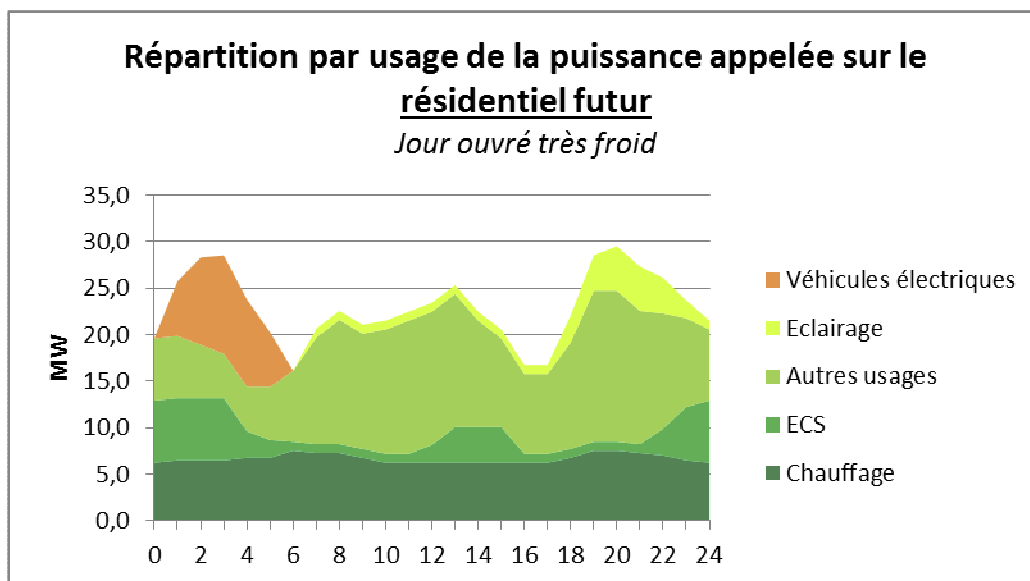
Le décret du 25 juillet 2011 et l'arrêté du 20 février 2012 imposent un point de charge minimum pour 10 logements dans la construction neuve. Ce critère est repris comme hypothèse et on suppose une puissance maximale appelée de 4 kW par point de charge et une charge réalisée entre 0 et 6 h du matin de la façon suivante :

Charge des véhicules électriques

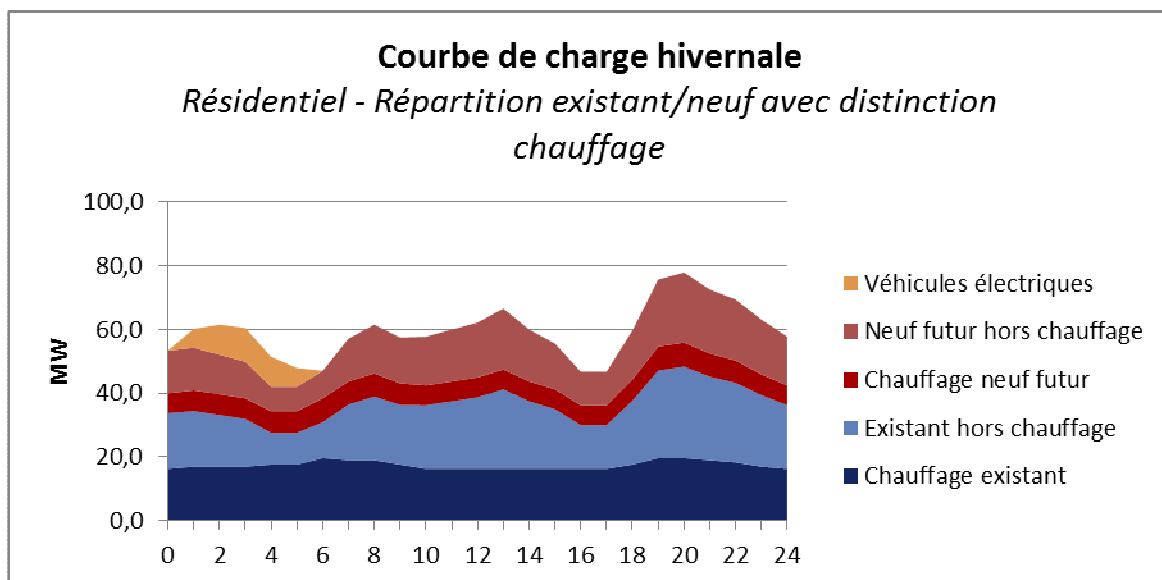


Source : RTE

L'impact sur la courbe de charge dans le résidentiel neuf est alors le suivant :



La puissance maximale supplémentaire appelée est de l'ordre de 10 MW. Elle contribuerait alors à engendrer une autre pointe électrique, le matin, avoisinant les 30 MW, comme le pic de début de soirée. Cependant, en prenant en compte le résidentiel existant, l'effet est beaucoup plus atténué, et une recharge des véhicules électriques sur cette tranche horaire évite d'accentuer la pointe appelée en fin de journée :



Cette courbe de charge, limitant la pointe en début de soirée, reste bien évidemment conditionnée à une recharge des véhicules durant la nuit ; toute recharge au bon vouloir de chaque individu ou en fin de journée ne ferait qu'augmenter les puissances appelées à ces autres moments de la journée, voire accentuer cette pointe.

2- Effacement de pointe des consommations électriques résidentielles

Pour faire face aux situations où la consommation dépasse la production, RTE peut commander à certains producteurs d'augmenter leurs productions ou demander l'activation de centrales de pointe, souvent fortement émettrices de CO₂. Une autre solution consiste à baisser le niveau de la consommation en commandant à un opérateur dit « d'effacement » la coupure immédiate et coordonnée de certains postes de consommation.

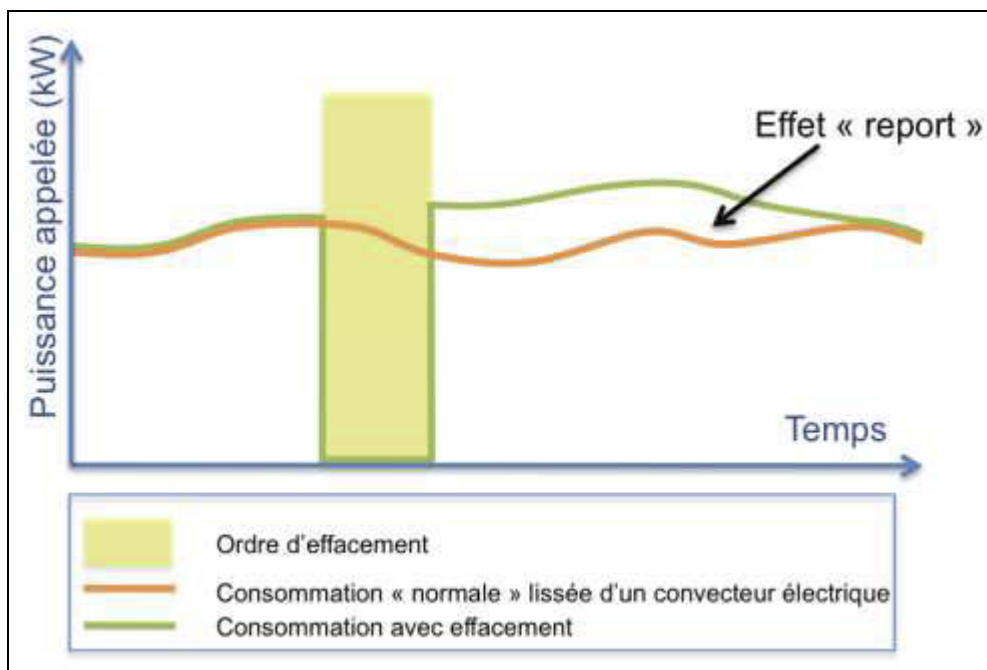
Cette solution est notamment mise en avant pour la gestion de la pointe d'électricité, c'est-à-dire les moments où la demande en électricité est très forte (par exemple, en soirée en hiver, lors des périodes de grand froid, alors que les chauffages électriques s'ajoutent aux consommations liées aux loisirs et à la vie quotidienne).

L'**effacement diffus** consiste à réduire temporairement la consommation d'électricité d'un grand nombre de petits sites, en particulier de logements, de façon à diminuer la demande. Il s'agit par exemple d'interrompre brièvement, mais de façon synchronisée, l'alimentation de radiateurs ou climatiseurs situés dans des logements pour, au total, réduire la consommation d'électricité d'une région ou du pays.

Une note ADEME d'octobre 2012 fait l'état d'un retour d'expérience sur l'effacement de pointe des consommations électriques dans le secteur résidentiel. Deux scénarii ont ainsi été testés :

- Scénario d'effacement n°1 : 33 % du temps, effacement 20 min/h, 24 fois/j
⇒ **13,2 % d'économie d'énergie**
- Scénario d'effacement n°2 : 25 % du temps, effacement 15 min/j, 24 fois/j
⇒ **10,9 % d'économie d'énergie**

Le graphique suivant schématise de façon générale l'effacement diffus. L'aire en jaune sous la courbe orange représente l'énergie non consommée durant l'arrêt des équipements électrique et l'aire entre les deux courbes représente la surconsommation due au redémarrage des équipements (effet report). L'économie d'énergie est alors égale à la différence entre ces deux aires.



Source : ADEME

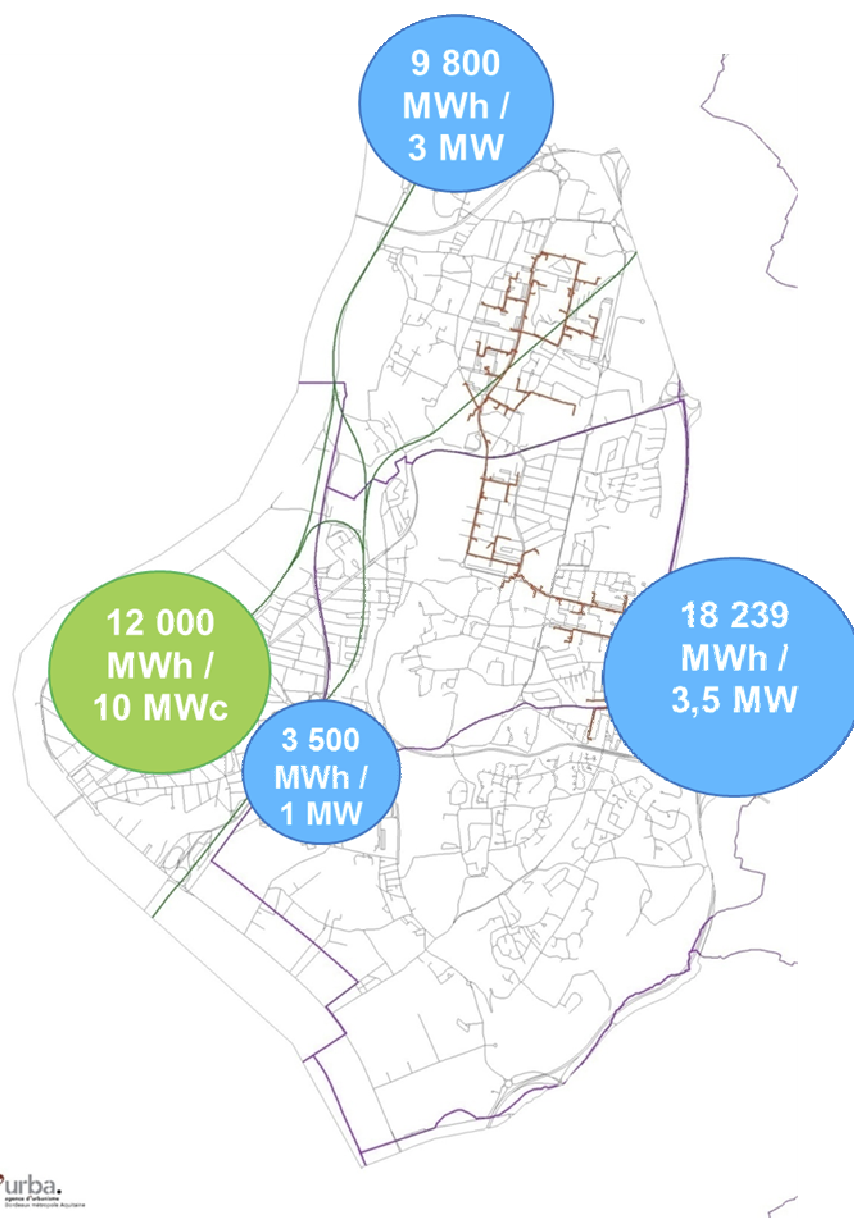
Sur notre secteur d'étude, l'appel de puissance dû au chauffage sur le parc résidentiel existant varie entre 16 et 20 MW sur la journée (puissance de chauffage des 4 900 logements de la rive droite). En supposant que les équipements électriques soient arrêtés pendant 20 min/h (scénario 1), à raison d'un logement sur 3 par tranche de 20 min, la puissance appelée devrait alors être comprise entre 10,7 et 13,3 MW (réduction de 33 %, soit 5 à 7 MW d'économie). Cependant, en raison de l'effet report, **le gain de puissance serait un peu plus faible, de l'ordre de 2 à 3 MW.**

3- Production d'électricité sur le secteur de la rive droite

Un inventaire des productions d'électricité sur le secteur de la rive droite a également été réalisé. En effet, les productions d'électricité délocalisées peuvent permettre de réduire les tensions globales sur le réseau et limiter ainsi le renforcement des postes sources.

La carte suivante reprend l'ensemble des productions décentralisées d'électricité connues à ce jour, en distinguant d'une part les **cogénérations actuelles** (Carriet, Benaugue et Hauts de Garonne) et le **futur projet photovoltaïque** sur Bastide Niel d'autre part.

Productions d'électricité sur le secteur de la rive droite



Sources : SIGMA Cub, ALEC

Ces quatre installations représentent ainsi une production totale de **43 500 MWh** (environ 20 % des consommations actuelles et futures des logements), pour une puissance installée de **17,5 MW**.

Conclusion et suite du travail

Ce travail a permis de dégager de premiers éléments de connaissance concernant la demande en électricité sur un large secteur de la Cub, où se posent des questions concrètes quant à son alimentation, en raison notamment des futurs projets (25 000 nouveaux logements, LGV...) : consommations actuelles et futures, puissance appelée par usage, impact du chauffage électrique, répartition entre résidentiel et tertiaire, productions d'électricité décentralisées, actions d'économie d'énergie et de limitation de puissance appelée...

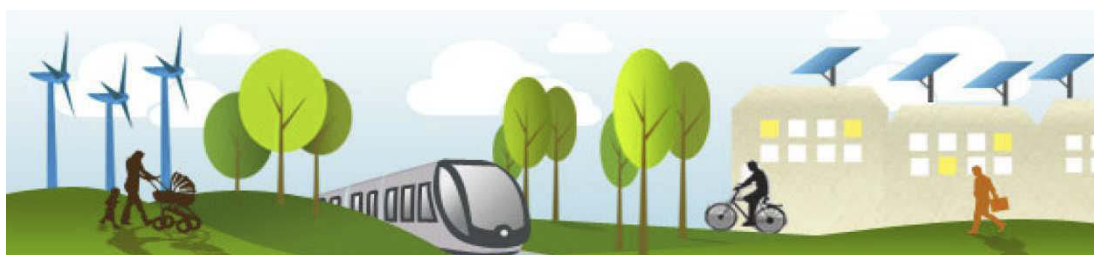
Cependant, afin d'enrichir ce travail, qui est essentiellement basé sur des données théoriques, ces premiers éléments méritent à présent d'être confrontés à certaines données réelles du territoire (que nous n'avons pas pu obtenir lors de la réalisation de ce travail), et notamment celles des deux postes sources sujets à renforcement.

Une rencontre avec ERDF a eu lieu mi-juin 2013 pour une première prise de contact sur ces travaux, sachant qu'ERDF lancera prochainement une étude de préféabilité sur ce secteur. Aucune donnée n'a été communiquée à ce jour. Un travail collaboratif avec ERDF sera donc nécessaire afin de :

- disposer d'éléments de connaissance plus fins : périmètre précis de couverture des deux postes sources et courbes de charges réelles ;
- savoir si certaines portions de réseau, au sein du périmètre étudié, sont saturées et mériteraient donc des actions très localisées de suppression du chauffage électrique ;
- confronter les différentes hypothèses prises sur les besoins en électricité des futurs logements.

Cette analyse permettra par la suite d'envisager plus précisément quelles actions pourraient être menées et avec quels impacts, dans cette problématique de renforcement et/ou de création de poste(s) source(s) :

- développer des productions d'électricité décentralisées ;
- définir un mix énergétique pour le neuf limitant le recours à l'électricité pour les besoins de chaleur ;
- opérer la mutation énergétique des logements existants chauffés à l'électricité vers une autre source d'énergie ;
- réduire les consommations d'électricité (sobriété, efficacité).



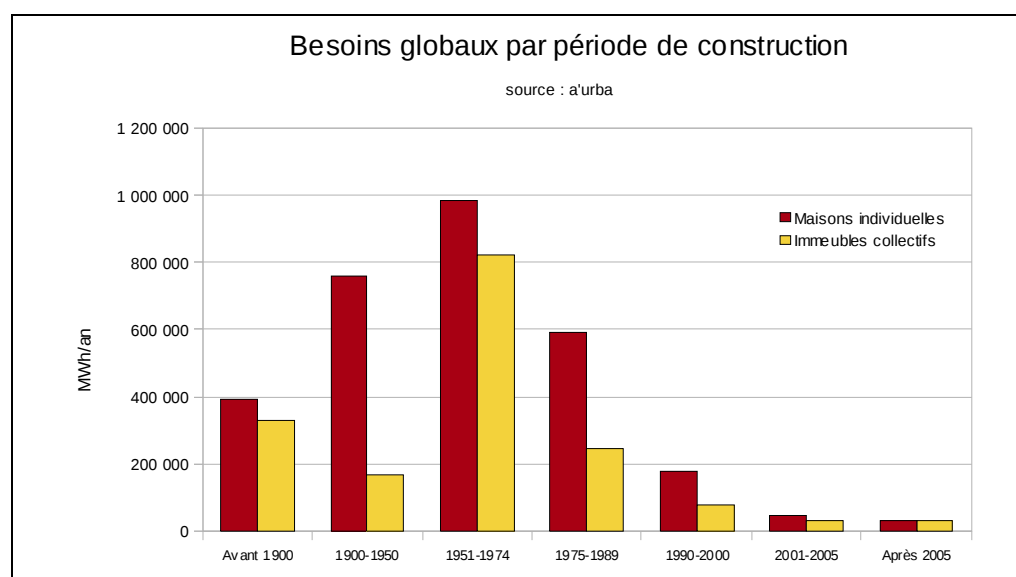
3 | Approche macroscopique de la planification énergétique : potentiel de rénovation des tissus existants

3 | Approche macroscopique de la planification énergétique : potentiel de rénovation des tissus existants

3.1 | Scénarios « Facteur 4 » pour la rénovation du parc résidentiel de la Cub

Le travail de caractérisation thermique du parc bâti résidentiel de la Cub, réalisé par l'a-urba en 2009, avait permis une première identification des enjeux en termes de besoins de chauffage par typologie de bâtiment (cf. histogramme ci-dessous), où les maisons construites entre 1900 et 1989, ainsi que les immeubles collectifs d'après guerre (1951-1974), constituent une part importante de la demande (eu égard à la réhabilitation du parc social de cette période, non prise en compte dans les calculs).

Ces typologies de bâtiments sont non seulement celles qui présentent les besoins de chauffage les plus élevés, en volume sur l'ensemble de la Cub, mais ce sont également celles qui sont les plus déperditives à l'unité (kWh/m²).



Le tableau suivant met en avant la part importante que représentent ces 4 typologies (sur 14 identifiées au départ) en termes de besoins de chauffage.

Typologie	Part Cub en nombre de logements	Part Cub en besoins bruts de chauffage
Maisons individuelles 1900-1950	10 %	16 %
Maisons individuelles 1951-1974	10 %	21 %
Logements collectifs 1951-1974	16 %	18 %
Maisons individuelles 1975-1989	8 %	13 %
TOTAL	44 %	67 %

Ces 4 typologies de bâtiments, qui représentent un peu moins de la moitié du nombre total de logements, comptent pour les deux tiers des besoins de chauffage de l'ensemble du parc bâti résidentiel, montrant ainsi que des actions pourront être engagées prioritairement sur celles-ci.

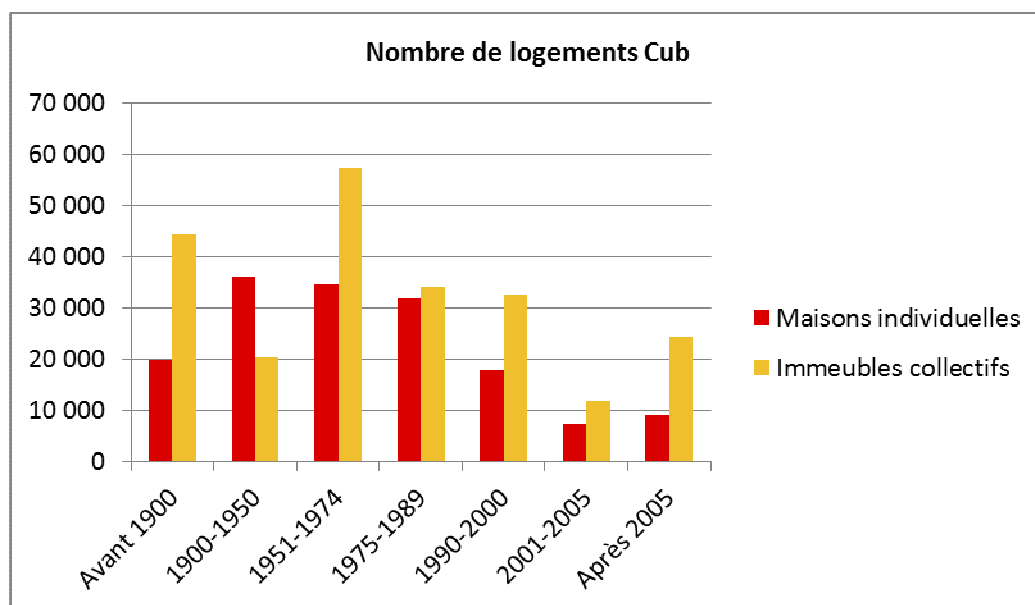
Pour autant, dans la perspective du Facteur 4⁴, affiché comme objectif du PCET de la Cub, il est apparu important de disposer d'une vision de la performance globale à atteindre pour l'ensemble des typologies du parc résidentiel de la Cub à l'horizon 2050, afin de bien fixer les ordres de grandeur des niveaux de performance théoriquement attendus pour la rénovation du parc de logements.

Un travail a donc été conduit visant :

- d'une part, à affiner la connaissance du niveau de performance thermique du parc actuel, par période de construction et par mode de chauffage (et en distinguant maisons individuelles et appartements) ;
- d'autre part, proposer des simulations des niveaux de performance à atteindre pour le parc 2050 afin de respecter l'équation du facteur 4.

3.1.1 | Estimation des niveaux de performance du parc résidentiel actuel

Au 1^{er} janvier 2012, la Cub comptait 382 600 logements, dont 157 200 maisons individuelles (41 %) et 225 400 appartements (59 %), selon la répartition par période construction suivante :



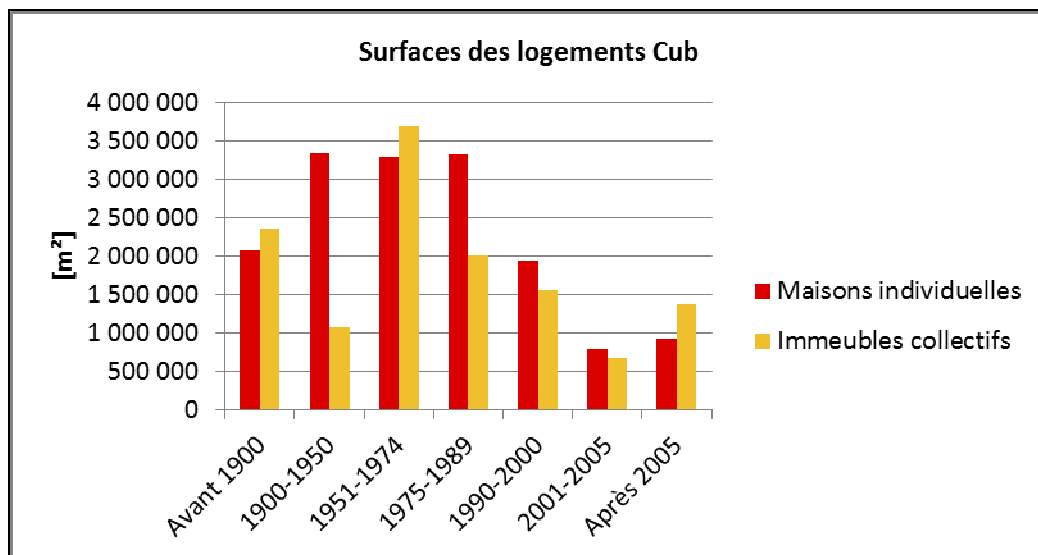
Source : DGFIP 2012

Ce parc représentait une surface de plancher totale de 28 400 000 m², se répartissant à 55 % pour les maisons individuelles et 45 % pour les appartements. La part en surface de plancher des maisons individuelles est supérieure à celle en

⁴ Division par 4 des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050

nombre de logements du fait que la taille moyenne des maisons individuelles (100 m²) est supérieure à celle des appartements (56 m²).

La répartition des surfaces de plancher par période de construction est donnée dans le diagramme ci-après :



Source : DGFIP 2012

Cette analyse typologique peut être complétée par approche selon les modes de chauffage et le type de combustible utilisé. Les données INSEE 2009 fournissent la répartition suivante (en nombre de logements) :

Mode de chauffage des logements de la Cub

MAISONS INDIVIDUELLES						APPARTEMENTS					
Energie de chauffage principale											
Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bois	Ensemble des MI	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI	Ensemble des appartements
41 059	102 580	5 144	1 360	6 008	156 151	15 569	31 339	2 715	92 729	56 731	199 082
26%	66%	3%	1%	4%	100%	8%	16%	1%	47%	28%	100%

CCC = chauffage central collectif, CCI = chauffage central individuel, CU = chauffage urbain (réseaux de chaleur)

Source : INSEE 2009

Ces données mettent en évidence la part importante du gaz dans les maisons individuelles (66 % des maisons) et la part équivalente de l'électricité (47 %) et du gaz (44 %) pour les appartements.

Tous logements confondus, le gaz représente 54 % (45 % pour le gaz en chauffage central collectif, 9 % pour le gaz en chauffage individuel), l'électricité 38 % et le chauffage urbain 4 %.

Croisement de l'approche par période de construction et de l'approche par mode de chauffage

La qualification fine des performances énergétiques du parc actuel nécessite de disposer d'une estimation des consommations énergétiques par période de construction et par type de chauffage. Ces données n'étant pas directement disponibles, elles ont été calculées en s'appuyant sur les travaux conduits par la CEBATRAMA (Cellule économique du bâtiment de la Région Aquitaine) à l'échelle du parc Aquitain⁵.

Une combinaison des données INSEE de répartition des logements par énergie de chauffage principale (tableau précédent) avec les données de répartition par période de construction (1^{er} graphique de la partie 3.1.1) permet tout d'abord d'obtenir la répartition des logements par énergie de chauffage principale et par période de construction :

Estimation de la répartition des logements de la Cub par période de construction et par mode de chauffage

(en nombre de logements)	MAISONS INDIVIDUELLES						APPARTEMENTS					
	Energie de chauffage principale											
	Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bols	Ensemble des MI	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI	Ensemble des appartements
Avant 1949	9 986	38 469	2 943	610	4 040	56 048	2 697	4 356	0	35 271	22 410	64 734
1949-1974	3 143	29 524	1 213	272	496	34 648	10 053	20 044	2 573	2 148	22 490	57 310
1975-1981	4 544	11 782	606	156	580	17 668	2 494	3 906	0	6 543	6 824	19 767
1982-1989	6 901	6 094	205	65	1 008	14 273	0	1 011	0	11 161	2 207	14 379
1990-1998	7 921	9 056	11	248	669	17 904	0	3 731	0	23 591	5 322	32 643
1999-2010	7 281	8 710	371	120	199	16 681	1 275	1 171	318	29 112	4 682	36 559
Toutes périodes confondues	39 776	103 636	5 348	1 470	6 991	157 222	16 520	34 219	2 892	107 825	63 936	225 392

Sources : INSEE 2009, DGFIP 2012

Puis, en utilisant les surfaces moyennes par période de construction sur la Cub et les consommations moyennes (en kWh/m²) par énergie et par période de construction issues de l'étude de la CEBATRAMA, on obtient par multiplication les consommations de chaleur pour chacune des typologies représentées :

⁵ Analyse du bâti aquitain et élaboration de stratégies de réhabilitation énergétique en vue des facteurs 4 et 10, CEBATRAMA, 2013

Répartition des consommations de chaleur des logements de la Cub (en GWh)

(en GWh)	MAISONS INDIVIDUELLES						APPARTEMENTS					
	Energie de chauffage principale											
	Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bois	Total MI	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI	Total appts
Avant 1949	153	607	46	11	79	894	30	57	0	173	193	453
1949-1974	29	517	20	3	11	580	136	227	24	13	190	589
1975-1981	59	165	10	3	11	248	36	38	0	31	51	157
1982-1989	89	75	4	1	20	189	0	10	0	55	9	74
1990-1998	104	110	0	3	15	233	0	22	0	81	42	145
1999-2010	62	123	4	2	3	193	12	10	2	133	31	188
Toutes périodes confondues	495	1 597	85	21	139	2 338	214	364	26	486	515	1 606

Sources : INSEE 2009, DGFIP 2012, CEBATRAMA

De façon globale sur le territoire de la Cub, la consommation annuelle de chauffage du parc de logements s'élève à 3 383 GWh, dont 61 % pour les maisons individuelles et 39 % pour les appartements. La consommation annuelle d'eau chaude sanitaire s'élève pour sa part à 560 GWh. La consommation de chaleur totale du parc de logements est donc de 3 943 GWh, soit une moyenne de 139 kWh/m²/an.

Les catégories représentant les plus forts volumes de consommation sont les suivants :

- Maisons Gaz d'avant 1975 : 28 % des consommations – 68 000 logements,
- Appartements Gaz individuel d'avant 1975 : 10 % des consommations – 45 000 logements ;
- Appartements Gaz collectif 1949-1974 : 6 % des consommations – 20 000 logements ;
- Appartements électricité d'avant 1950 : 4 % des consommations – 35 000 logements.

Pour chaque période de construction et pour chaque type de chauffage, la division de la consommation annuelle par le nombre de logements donne la performance moyenne de la catégorie de logement. Les ratios de performance sont synthétisés dans le tableau suivant :

Consommations moyennes de chaleur des logements de la Cub (en kWh/m²/an)

	MAISONS INDIVIDUELLES						APPARTEMENTS					
	Energie de chauffage principale											
	Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bois	Total MI	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI	Total appts
Avant 1949	158	163	162	178	201	165	210	247	-	93	163	132
1949-1974	97	184	177	103	236	176	210	176	142	97	131	160
1975-1981	125	135	156	157	187	135	248	165	-	81	128	135
1982-1989	123	119	205	134	191	127	-	167	-	84	68	87
1990-1998	121	111	166	115	211	119	-	125	-	72	163	93
1999-2010	83	138	102	137	142	113	173	157	119	82	117	92
Toutes périodes confondues	122	155	162	146	200	149	213	177	140	84	140	126

Ce tableau permet de disposer d'une estimation de la performance énergétique du parc de logement actuel de la Cub. La partie qui suit vise à construire des scénarios Facteur 4 sur la base de l'état « 0 » ainsi constitué.

Comptabilisation énergie primaire / énergie finale

L'ensemble des résultats précédents ont été exprimés en énergie finale, afin d'éviter toute distorsion dans la comptabilisation des consommations effectives. Cependant, afin de tenir compte des spécificités liées à l'électricité et du coefficient de conversion entre énergie finale et énergie primaire de 2.58⁶, une quantification en énergie primaire a été réalisée, **uniquement pour les consommations de chauffage** (la répartition des énergies utilisées pour l'ECS par typologie de bâtiment n'est pas connue avec précision). Les résultats sont présentés dans les deux tableaux suivants :

Consommations actuelles de chauffage sur la Cub en énergie finale

(en % des consommations)	MAISONS INDIVIDUELLES						APPARTEMENTS					
	Energie de chauffage principale											
	Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bois	Ensemble des MI	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI	Ensemble des appartements
Avant 1949	4%	16%	1%	0%	2%	24%	1%	1%	0%	3%	5%	11%
1949-1974	1%	14%	1%	0%	0%	15%	4%	6%	1%	0%	5%	15%
1975-1981	2%	4%	0%	0%	0%	6%	1%	1%	0%	1%	1%	4%
1982-1989	2%	2%	0%	0%	1%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	2%
1990-1998	3%	3%	0%	0%	0%	6%	0%	1%	0%	2%	1%	3%
1999-2010	1%	3%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	3%	1%	4%
Toutes périodes confondues	13%	42%	2%	1%	4%	61%	6%	9%	1%	10%	13%	39%

⁶ L'énergie primaire (EP) est l'énergie contenue dans les ressources naturelles, avant une éventuelle transformation. L'énergie finale (EF) est l'énergie utilisée par le consommateur, c'est-à-dire après transformation des ressources en énergie et après le transport. En France, on retient un ratio de 2.58 entre EP et EF, lié aux rendements des centrales et aux pertes sur le réseau.

Consommations actuelles de chauffage sur la Cub en énergie primaire

(en % des consommations)	MAISONS INDIVIDUELLES						APPARTEMENTS					
	Energie de chauffage principale											
	Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bois	Ensemble des MI	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI	Ensemble des appartements
Avant 1949	8%	12%	1%	0%	2%	23%	1%	1%	0%	6%	4%	12%
1949-1974	1%	10%	0%	0%	0%	12%	3%	4%	0%	1%	4%	12%
1975-1981	3%	3%	0%	0%	0%	7%	1%	1%	0%	1%	1%	4%
1982-1989	4%	1%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	2%	0%	2%
1990-1998	5%	2%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	3%	1%	4%
1999-2010	3%	2%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	5%	1%	6%
Toutes périodes confondues	24%	31%	2%	0%	3%	60%	4%	7%	0%	18%	10%	40%

Le deuxième tableau fait apparaître d'autres typologies de logements fortement consommatrices d'énergie, en plus de celles identifiées précédemment. Il s'agit des maisons « électricité » d'avant 1949, ainsi que des appartements « électricité » d'après 2000.

De manière plus générale, la part représentée par les logements chauffés à l'électricité passe de 22 % à 43 % avec cette comptabilisation, qui a pour objectif de montrer que, dans une réflexion énergétique plus globale (de la production à la consommation), ceux-ci consomment en réalité davantage d'énergie que celle mesurée au compteur, et que subsistent ainsi de nombreuses pertes (de chaleur) liées à la production d'électricité.

3.1.2 | Analyse prospective 2050

Afin d'atteindre le Facteur 4 sur son territoire (tous postes confondus : transports, résidentiel et tertiaire, activités diverses), le PCET de la Cub a fixé comme objectif de réduire de 66 % les consommations de chaleur (chauffage + eau chaude sanitaire) du parc bâti.

Sur la base d'une consommation initiale de 3 943 GWh, il s'agit donc d'atteindre une consommation en 2050 de 1 314 GWh.

Afin d'estimer le niveau de performance énergétique requis pour chaque catégorie de bâtiment pour atteindre cette cible globale, il convient tout d'abord de disposer d'une estimation de la structure du parc de logements en 2050.

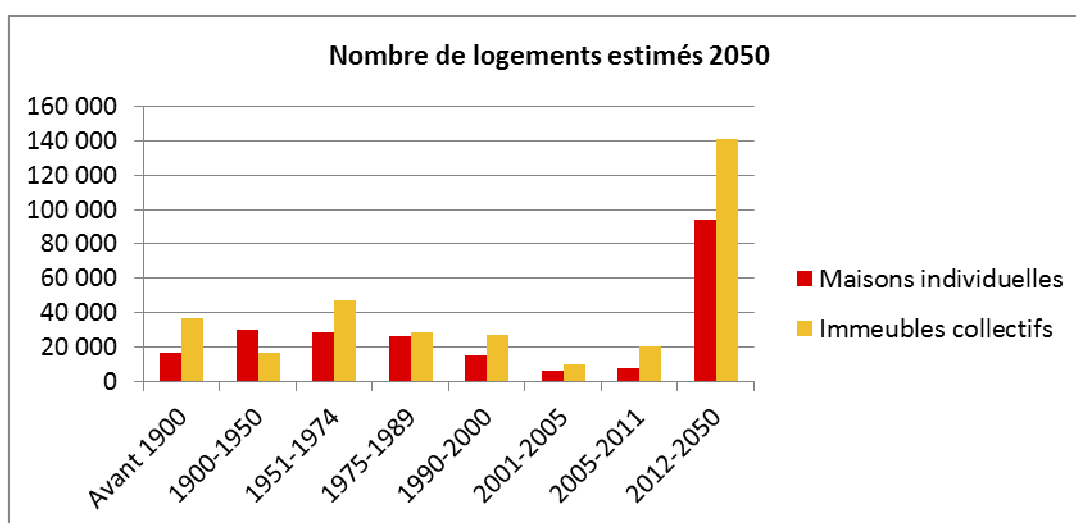
Hypothèses de structuration du parc en 2050

Les hypothèses retenues pour construire une structure du parc de logements en 2050 sont les suivantes :

- **Un taux de démolition des bâtiments existants de 0.5 % par an**, soit une démolition de 17 % des logements actuels d'ici 2050,
- **Une construction de 7 500 logements par an jusqu'en 2030** (conformément aux travaux en cours dans le cadre de l'élaboration de l'OAP Habitat du PLU), puis de **5000 logements par an entre 2031 et 2050**, soit un total de 235 000 logements construits entre 2012 et 2050.

NB : la construction de logements jusqu'en 2030 s'inscrit dans une démarche affichée d'une Cub millionnaire à cet horizon. L'hypothèse sur la construction annuelle de logements pour la période 2030-2050 est en revanche plus sujette à discussion selon la dynamique impulsée pour ces vingt années suivantes (accroissement continu de la population ou au contraire stagnation).

La distribution estimée du parc de logements par période de construction en 2050 est alors donnée par le diagramme suivant, pour un total d'environ 550 000 logements :



Source : a'urba, Alec

La répartition entre maisons individuelles et appartements pour la construction neuve (après 2012) s'appuie sur les données de la base Sitadel observées sur les dernières années :

Répartition logements commencés⁷ individuels / collectifs (hors logements en résidences)

En %	Part logements individuels	Part logements collectifs
2009	22,8	77,2
2010	34,4	65,6
2011	23,3	76,7
2012	34,3	65,7

Source : Sitadel

Dans la mesure où une part importante des logements neufs sera construite dans les sites de projet, donc en immeuble collectif, nous retiendrons la répartition suivante : **maisons individuelles : 27%, appartements : 73%**

Concernant la surface moyenne des logements neufs (après 2012), la base Sitadel donne les résultats suivants pour les dernières années :

En m ² /logt	Surf. moy. logements individuels	Surf. moy. logements collectifs
2010	97	69
2011	103	67
2012	110	67

Pour les logements individuels, la tendance future s'orientant plutôt vers l'accroissement de la densification sur parcelle déjà bâtie et l'accroissement de l'individuel groupé, nous retiendrons l'hypothèse de **100 m²/logement**.

Pour les logements collectifs, les chiffres de la base Sitadel sont à mettre en lien avec les surfaces moyennes projetées sur les grands sites de projet de l'agglomération :

	SHON logement	Nb logements	surface moyenne*
OIN Euratlantique	1280000	17000	60
PAE Bassins à flot	442355	5400	66
ZA Bastide Niel	265010	3400	62
TOTAL	1987365	25800	62

*Après abattement de 20 % pour les parties communes

Source : EPA Euratlantique, Cub - traitement : a'urba

⁷ C'est-à-dire dont la construction a été commencée dans l'année considérée

Au vu de ces chiffres, nous retiendrons l'hypothèse de **65 m²/logement** comme moyenne pour la production de logements collectifs sur le territoire.

Ces hypothèses conduisent à surface de plancher théorique de 42 700 000 m² en 2050 contre 28 400 000 m² au 1^{er} janvier 2012.

Elaboration de scénarios prospectifs

En termes de performances énergétiques, les logements construits après 2012 sont supposés atteindre le niveau BBC (Bâtiment Basse Consommation), soit les ratios suivants (source : CEBATRAMA) :

- Consommation de chauffage : 23.3 kWh/m²/an
- Consommation eau chaude sanitaire : 9.8 kWh/m²/an

La consommation annuelle du parc 2012-2050 s'élève ainsi à **579 GWh**. Si l'on reprend l'objectif de réduction de 66 % des consommations de chaleur du PCET de la Cub, le parc existant (démolitions déduites) devrait ainsi consommer en 2050 : 1314-579 = **735 GWh**.

La consommation du parc de logements actuels étant de 3 943 GWh en 2012, **il s'agirait donc de diviser par 5.4 ses consommations d'ici 2050** (en intégrant ses démolitions).

Cette cible étant définie, il convient maintenant de qualifier la répartition de cet effort entre les différentes catégories de logements identifiées dans la partie précédente (selon les périodes de construction et les types de chauffage). **Pour cela, deux premiers scénarii ont été imaginés.**

Scénario 1 :

On fait l'hypothèse que **le taux d'effort est le même pour l'ensemble des catégories de logements** (qu'il s'agisse de maisons individuelles ou d'appartements), soit une baisse de **81 %** de la consommation moyenne.

En appliquant ce pourcentage aux valeurs du tableau p.57, on obtient le tableau suivant :

Consommations moyennes de chaleur des logements de la Cub en 2050

(en kWh/m²/an)	MAISONS INDIVIDUELLES						APPARTEMENTS					
	Energie de chauffage principale											
	Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bois	Ensemble des MI	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI	Ensemble des appartements
Avant 1949	36	37	36	40	45	37	47	56	0	21	37	30
1949-1974	22	41	40	23	53	40	47	40	32	22	30	36
1975-1981	28	30	35	35	42	30	56	37	0	18	29	30
1982-1989	28	27	46	30	43	29	0	38	0	19	15	20
1990-1998	27	25	37	26	48	27	0	28	0	16	37	21
1999-2010	19	31	23	31	32	26	39	35	27	18	26	21
2010-2050	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	33
Toutes périodes						33						31

Cela conduit donc à une performance moyenne 2050 pour les maisons actuelles de **34 KWh/m²/an** et de **29 kWh/m²/an** pour les appartements **existants**.

Scénario 2 :

On fait ici l'hypothèse d'une performance identique pour l'ensemble des catégories (maisons individuelles et appartements confondus).

La cible globale à atteindre sur l'existant (735 GWh) fixe les valeurs admissibles. Nous obtenons alors la valeur de **31 kWh/m²/an**, performance à atteindre sur l'ensemble du parc bâti résidentiel existant (maisons et appartements).

Il apparaît que ces deux scénarii ne sont bien évidemment pas réalisables en tant que tels :

- tout d'abord, on ne pourra bien évidemment pas atteindre la même performance pour chaque typologie de bâtiment et on ne pourra pas non plus réduire les besoins de chacune de façon identique. Une approche spécifique pour chacune des typologies reste nécessaire à mener pour apprécier les niveaux de performance, techniquement et économiquement atteignables.
- mais surtout, les niveaux de performance ne sont pas concrètement atteignables au vu des valeurs obtenues (environ 30 kWh/m²/an).

Cependant, il est important de noter que le scénario pris en compte dans le PCET de la Cub supposait une Cub millionnaire en 2050, alors que les hypothèses prises ici vont dans le sens d'une Cub millionnaire dès 2030, et dont la population s'accroît encore davantage les 20 années suivantes (+ 5 000 logements/an). Ainsi, plus il sera construit de logements, plus la réduction de 66 % des consommations de chaleur par rapport à son niveau actuel sera difficile à atteindre (antagonisme des deux trajectoires).

En raisonnant de façon inverse, on peut calculer le niveau de consommation du parc actuel en 2050, en supposant un niveau de rénovation plus envisageable, à savoir 50 kWh/m²/an en 2050 pour les usages de chauffage et d'ECS (niveau BBC rénovation). On obtient alors les valeurs suivantes :

	Nombre de logements	Consommation chauffage + ECS
2012	Existant : 382 614	Existant : 3 943 GWh
2050	Existant : 316 255	Existant : 1 175 GWh
	Neuf 2012-2030 : 135 000	Neuf 2012-2030 : 333 GWh
	Neuf 2030-2050 : 100 000	Neuf 2030-2050 : 246 GWh
	TOTAL : 551 255	TOTAL : 1 754 GWh <i>Objectif PCET : 1 314 GWh</i>

La consommation de l'existant en 2050 serait alors de 1 175 GWh (division par 3,4). Mais en ajoutant le neuf, la consommation totale du parc résidentiel serait supérieure de plus de 30 % à l'objectif du Plan Climat (1 314 GWh). **Plusieurs leviers pourraient alors faire baisser cette "surconsommation" : un nombre de logements neufs après 2030 plus faible et/ou un taux de renouvellement de l'ancien plus important.**

Traduction financière des coûts de rénovation

Afin d'évaluer le coût des travaux à engager pour atteindre un niveau « BBC Rénovation » sur l'ensemble des logements en 2050, nous utilisons les coûts par catégorie de logement proposés dans l'étude « Analyse du bâti aquitain et élaboration de stratégies de réhabilitation énergétique en vue des facteurs 4 et 10 », CEBATRAMA, 2012, déjà citée. Ceux-ci sont donnés dans le tableau suivant :

Coûts des travaux de rénovation pour une performance de 50 kWh/m²/an (Source : CEBATRAMA)

(en €/m²)	Performance à atteindre = 50 kWh/m²									
	MAISONS INDIVIDUELLES					APPARTEMENTS				
	Energie de chauffage principale									
	Electricité	Gaz CCI	Fioul CCI	GPL	Bois	CU	Gaz CCC	Fioul CCC	Electricité	Gaz CCI
Avant 1949	718	408	468	408	727	259	269	0	398	319
1949-1974	746	480	598	480	598	271	296	289	398	258
1975-1981	604	523	547	523	498	259	269	0	478	224
1982-1989	604	523	547	523	498	259	269	0	478	224
1990-1998	620	308	308	308	308	259	299	299	560	289
1999-2004	620	308	308	308	308	259	299	299	560	289
2004-2010	620	308	308	308	308	259	299	299	560	289
Toutes périodes confondues	641	432	490	419	599	266	289	290	496	277

Il s'agit d'un coût, permettant d'obtenir, pour chaque typologie de bâtiment, une consommation de 50 kWh/m²/an pour les usages de chauffage et d'ECS.

L'investissement global atteint la somme de **10 400 M€**, soit 275 M€/an.

3.2 | Approche par profils

Les analyses conduites dans la partie précédente donnent une idée de la cible à atteindre en termes de rénovation thermique si l'on souhaite satisfaire l'équation du Facteur 4 sur la Cub pour 2050.

Pour autant, la définition d'une stratégie de rénovation énergétique locale, phasée dans le temps, nécessite de croiser de multiples critères - morphologiques, techniques, sociaux et économiques – et d'en proposer une spatialisation.

Pour l'année 2013, deux actions ont été conduites dans ce domaine :

- d'une part, un recensement des données disponibles dans l'ensemble des champs précités,
- d'autre part, un test de l'exploitation de ces données sur deux secteurs, permettant de faire émerger des « profils » types pour la rénovation thermique.

3.2.1 | Recensement des données disponibles pour une stratégie de rénovation thermique

De façon générale, la rénovation thermique d'un bâtiment met en jeu trois paramètres structurants :

- le bâtiment ;
- l'énergie de chauffage ;
- l'occupant.

C'est selon cette structuration que les données ont été recensées et organisées dans les tableaux qui suivent.

Données disponibles – bâti résidentiel

Concernant le bâti, la principale source de données mobilisable est celle de la DGFiP (Direction Générale des Finances Publiques). Ces données sont complétées par celles issues de l'étude de l'a-urba « Caractérisation thermique du parc bâti résidentiel de la Cub » (2009) ainsi que par les bases de l'ANAH.

A noter la difficulté de disposer de bases locales sur la rénovation thermique, les travaux de rénovation ne faisant pas l'objet d'un suivi particulier.

Recensement des données disponibles concernant le bâti

Données	Source	Précision
Besoin de chauffage (théorique)	A'urba 2009	Parcelle
Datation	DGFIP	Parcelle
Surface logement	DGFIP	Parcelle
Typologie de logement	DGFIP	Parcelle
Matériau de construction	DGFIP	Parcelle
Parc privé potentiellement indigne (PPPI) ⁸	ANAH	Section cadastrale
Domanialité	DGFIP	Parcelle

Données disponibles – énergie de chauffage

Concernant l'énergie de chauffage, les données issues du recensement continu de la population de l'INSEE sont désormais moins précises (IRIS⁹) que celles issues du recensement de 1999 (îlot). De plus, l'approche à l'IRIS peut poser des difficultés pour les communes peu denses, pour lesquelles il n'est pas possible de réaliser une partition en IRIS. Cela est notamment le cas pour les communes d'Ambès, Bouliac, Saint-Aubin-du-Médoc, Saint-Louis-de-Montferrand et Saint-Vincent-de-Paul sur la Cub.

Les données sur le mode de chauffage (INSEE) et les consommations (quand elles sont disponibles) sont à croiser avec la capacité des réseaux (information détenue par les gestionnaires de réseaux).

Recensement des données disponibles concernant l'énergie de chauffage

Données	Source	Précision
Mode et énergie de chauffage	INSEE	Ilôt (1999) – IRIS ((2010)
Abonnement gaz/électricité	DGFIP	Parcelle
Desserte par les réseaux	ERDF / GRDF / Régaz	A préciser
Capacité des réseaux	ERDF / GRDF / Régaz	A préciser
Consommation d'énergie	AROSHA	Parc social

⁸ Le PPPI est établi en croisant les catégories cadastrales (qui hiérarchisent l'état du bâti du « grand standing » à l'insalubre) avec les revenus des ménages

⁹ Les IRIS (« Ilots Regroupés pour l'Information Statistique ») sont un découpage du territoire en mailles de taille homogène (avec une taille visée de 2 000 habitants par maille élémentaire).

Données disponibles – occupant

La principale source de données concernant l'occupant est la base Filocom¹⁰ (reprise dans le Cd-rom de « l'habitat privé et des contextes locaux du logement » de l'ANAH et du MEEDM), qui permet de renseigner sur le revenu moyen, la taille des ménages, l'âge des personnes constituant le ménage... Ces données n'existent cependant que pour les communes de plus de 10 000 habitants (soit 16 communes sur les 28 communes de la Cub).

Pour les communes de moins de 10 000 habitants, certaines données sont néanmoins disponibles à l'IRIS via les bases INSEE, avec cependant la réserve mentionnée plus haut pour les communes peu denses.

Recensement des données disponibles concernant l'occupant

Données	Source	Précision
Propriétaire occupant / locataire / vacance	DGFIP	Parcelle
Logement social	DGFIP / RPLS	Parcelle
Revenu par unité de consommation	Filocom/ANAH	Section cadastrale sur les communes > 10 000 hab
Age moyen de la personne de référence	Filocom/ANAH	Section cadastrale sur les communes > 10 000 hab
Nb de ménages dont la pers. de réf. a plus de 60 ans	Filocom/ANAH	Section cadastrale sur les communes > 10 000 hab
Taille des ménages	Filocom/ANAH	Section cadastrale sur les communes > 10 000 hab
Pop. par tranches d'âges, taille des ménages	INSEE 2010	IRIS

3.2.2 | Approche par profil sur deux sites test

Le croisement des données disponibles met en évidence la section cadastrale comme échelle pertinente pour conduire des analyses à l'échelle d'un secteur particulier sur des communes de plus de 10 000 habitants.

En effet, la section cadastrale permet de disposer de données précises sur l'occupant (Filocom) et le bâti (par des moyennes des données DGFIP à la parcelle sur l'ensemble des parcelles constituant la section cadastrale). Le seul point critique est l'énergie de chauffage, mais il est possible de se satisfaire, dans une première approche, des données INSEE 1999 à l'îlot afin de dégager les modes de chauffage dominants.

¹⁰ Filocom (Fichier des Logements par Communes) est un fichier constitué par la DGFIP (Direction Générale des Finances Publiques) pour les besoins du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement Durable.

L'analyse croisée des données disponibles a ainsi été conduite sur deux sections cadastrales présentant une homogénéité d'occupation du bâti :

- ## Analyse de la section DZ à Pessac Cap de Bos

La section DZ est représentée en vert sur le plan ci-après. Elle regroupe environ 320 logements.



L'analyse de ce secteur selon les données présentées dans les tableaux de la partie précédente fournit les éléments suivants :

Bâti

- Datation majoritaire : 1978-1984
- Surface moyenne : 106 m²

Population

- Taille moyenne ménages : 3,14 (2001) - 3,04 (2003) - 2,79 (2005) - 2,67 (2007)
- Age moyen personne de réf. : 51,7 (2001) - 54,7 (2003) - 55 (2005) - 57 (2007)
- 111 personnes de réf. de plus de 60 ans en 2007 (env. 33 % ménages)
- Part de propriétaires occupants : 94 %
- Revenu moyen unité de consommation : 17 254 (2003) - 17 711 (2005) - 23 539 € (2007)

Energie de chauffage

Chauffage gaz individuel majoritaire, puis électrique

Il s'agit donc de maisons individuelles des années 1978-1984 chauffées principalement au gaz, accueillant des familles, dont la taille décroît progressivement et l'âge moyen de la personne de référence augmente et tend vers l'âge de la retraite. Pour le tiers des ménages, la personne de référence a plus de 60 ans.

En outre, la quasi-totalité des maisons sont occupées par leur propriétaire, le revenu moyen par unité de consommation tend à croître.

En croisant ces données avec les éléments issus du scénario prospectif 2050, il est possible de mettre le revenu moyen en rapport avec le coût de la rénovation « facteur 4 » du logement :

Coût de la rénovation

- Consommation chauffage + ECS moyenne : 135 KWh/m²/an
- Consommation moyenne cible : 50 kWh/m²/an
- Surface moyenne : 106 m²
- Coût moyen théorique de la rénovation par logement : **55 400 €**
- Revenu moyen par unité de consommation : **23 539 € (2007)**

La dynamique sur ce secteur est donc a priori celle de famille pour lesquelles une décohabitation est déjà survenue ou surviendra et pour lesquelles la personne de référence est à la retraite ou se sera dans les années à venir. **On est donc à un moment charnière de la vie où une stratégie patrimoniale personnelle peut être définie, intégrant potentiellement une réflexion en termes de rénovation thermique.**

L'autre secteur analysé se situe dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux, au sein du PNRQAD¹¹. La section cadastrale étudiée est signalée en bleu sur le plan ci-dessous. Elle regroupe 1010 logements.



69| Planification énergétique « Facteur 4 » de l'agglomération bordelaise - phase 3 - mai 2014

La même analyse que celle précédemment conduite fournit les éléments suivants :

Bâti

- Datation majoritaire : avant 1900
- Surface moyenne : 52 m²

Population

- Taille moyenne ménages : 1,71 (2001) - 1,72 (2003) - 1,74 (2005) - 1,7 (2007),
- Age moyen personne de réf. : 41,6 (2001) - 41,7 (2003) - 41,6 (2005) - 42,5 (2007)
 - 101 personnes de réf. de plus de 60 ans en 2007 (env. 10 % ménages)
- Revenu moyen unité de consommation : 8 923 (2003) - 9 094 (2005) - 11 663 € (2007) → environ 250 ménages pauvres
- Part de propriétaires occupants : 15 %
- 64,5 % logts en copropriété, 21,5 % logts particuliers, 13,5 % logts en société, 0,5 % logts HLM

PPPI (2005)

- Nb de résidences principales PPPI : 187 (335 pers.)
- 8,6 % propriétaires occupants, 88,2 % locataires -> part de locataires plus élevée que pour le parc global

Energie de chauffage

Tout électrique majoritaire, puis chauffage gaz individuel

Coût de la rénovation

- Consommation chauffage + ECS moyenne : 93 KWh/m²/an
- Consommation moyenne cible : 50 KWh/m²/an
- Surface moyenne : 52 m²
- Coût moyen théorique de la rénovation par logement : **20 700 €**
- Revenu moyen par unité de consommation : **11 663 €** (2007)

L'analyse de ce secteur met donc en évidence un profil (voire des profils) d'occupants très différents du cas précédent.

D'une part, la location est largement dominante (seulement 15 % de propriétaires occupants), avec des revenus moyens par ménage occupant faibles voire très faibles (un quart de ménages pauvres). Près de 200 logements se retrouvent ainsi classés dans le PPPI, pour lesquels la part de propriétaires occupants est encore moindre que sur l'ensemble des logements constituant la section.

D'autre part, le panel d'âge est probablement assez large dans la mesure où l'âge moyen (stable) se situe autour de 42 ans, et où l'on sait que de nombreux étudiants habitent ce secteur.

Dans ces conditions, **la rénovation énergétique apparaît très certainement comme une préoccupation secondaire des propriétaires (et encore plus des locataires).** L'incitation à la rénovation thermique appelle ici des dispositifs d'aide et d'accompagnement spécifiques, le contexte étant en outre complexifié par la part importante de logements en copropriété, configuration qui pèse fortement sur la décision de faire.

Conclusion et suite du travail

La reconstitution des consommations du parc bâti résidentiel existant de la Cub par période de construction et par énergie de chauffage permet de mettre en évidence les typologies de logement les plus consommatrices (en volume global) :

- Maisons Gaz d'avant 1975 : 28 % des consommations – 68 000 logements ;
- Appartements Gaz individuel d'avant 1975 : 10 % des consommations – 45 000 logements ;
- Appartements Gaz collectif 1949-1974 : 6 % des consommations – 20 000 logements ;
- Appartements électricité d'avant 1950 : 4 % des consommations – 35 000 logements.

Ces typologies de logements constituent donc les cibles privilégiées pour une rénovation thermique massive (niveau BBC rénovation minimum, soit 50 kWh/m²/an).

L'intégration de paramètres socio-économiques aux données de consommations a, quant-à-elle, montré la pertinence de raisonner en profils « morpho-sociologiques » (croisant la morphologie urbaine avec le profil socio-économique des occupants).

Reste cependant à définir si ces profils morpho-sociologiques appellent une action spécifique de la part des collectivités locales en matière de rénovation thermique et quel serait le dispositif d'accompagnement idoine le cas échéant.

Pour autant, cette question n'a de sens que si les collectivités souhaitent orienter leurs aides vers des publics spécifiques (au-delà des seuls publics précaires).

Une autre approche, plus technique et plus systématique, consiste à définir des travaux types à réaliser pour chaque typologie de logement, afin d'une part, d'aider les propriétaires dans leurs choix techniques et d'autre part, d'inciter les entreprises du bâtiment à proposer une offre intégrée de rénovation thermique. Des propositions seront faites en 2014 dans ce sens.



30 cours Pasteur

33000 Bordeaux

tél. : 33 (0)5 56 00 60 27 | fax : 33 (0)5 56 24 75 54

contact@alec-cub33.fr | www.alec-cub33.fr



Agence d'urbanisme Bordeaux Métropole Aquitaine

Hangar G2 – Bassin à flot n°1 BP 71 – F-33041 Bordeaux cedex

tél.: 33 (0)5 56 99 86 33 | fax : 33 (0)5 56 99 89 22

contact@aurba.org | www.aurba.com

© aurba | avril 2014