

# PROJET DE RENOUVELLEMENT URBAIN QUARTIER LES AUBIERS – LE LAC COMMUNE DE BORDEAUX

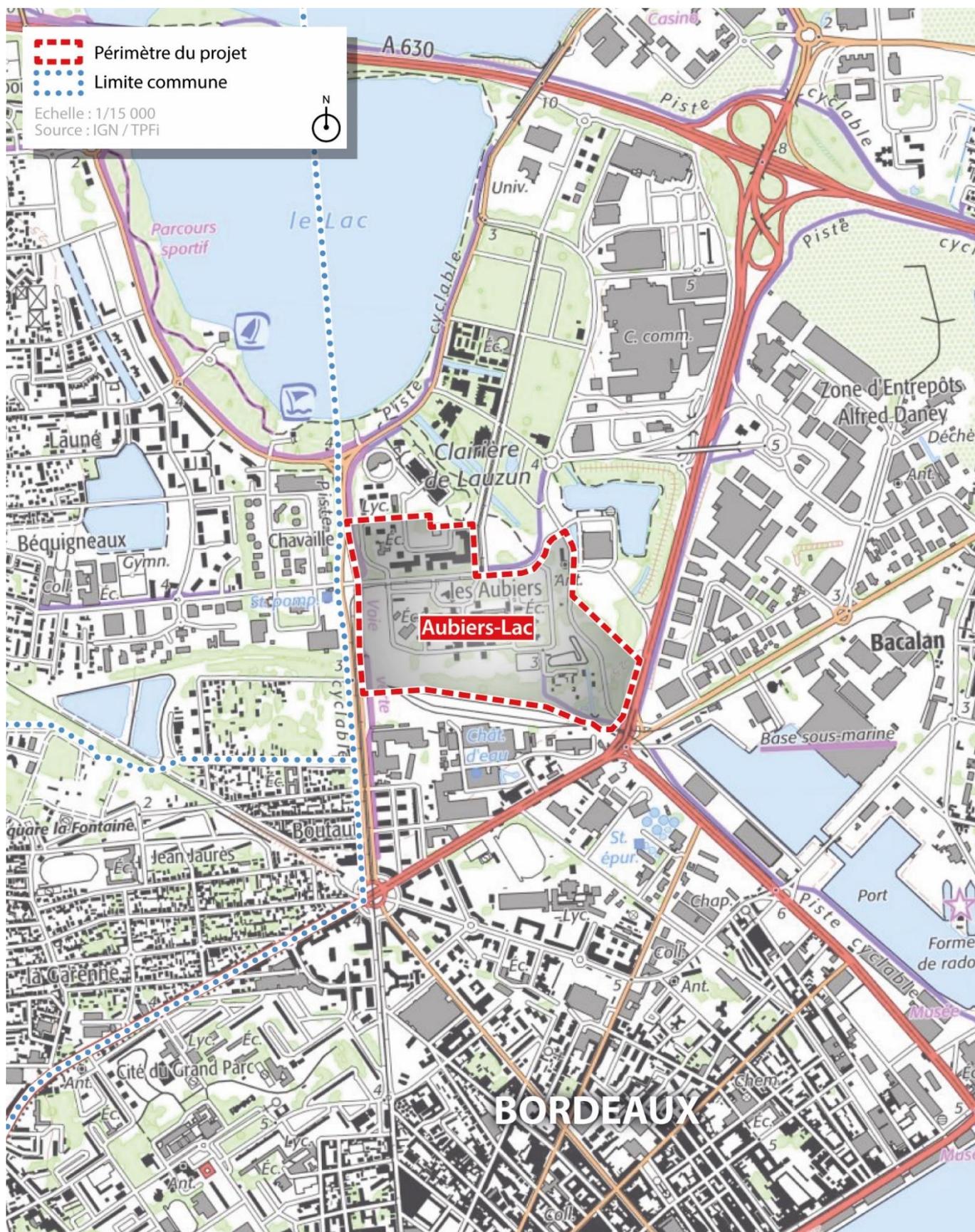
DOSSIER D'ENQUETE PREALABLE A LA DECLARATION DE PROJET  
Pièce 4 - Etude de faisabilité sur le potentiel de développement des  
énergies renouvelables



# SOMMAIRE

<b>I -</b>	<b>PRESENTATION DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1 -</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET DE RENOUVELLEMENT URBAIN AUBIERS – LAC.....</b>	<b>4</b>
I.1.1 -	REHABILITATION DES BATIMENTS EXISTANTS .....	4
I.1.2 -	CONSTRUCTION DE NOUVEAUX BATIMENTS.....	5
I.1.3 -	CREATION ET SUPPRESSION DE VOIRIES .....	5
<b>I.2 -</b>	<b>OBJECTIFS ET BESOINS DE L'OPERATION EN MATIERE ENERGETIQUE .....</b>	<b>8</b>
I.2.1 -	ESTIMATION DES BESOINS DE L'OPERATION .....	8
I.2.2 -	AMBITION DU PROJET .....	10
<b>I.3 -</b>	<b>CADRE LOCAL EN MATIERE D'ENERGIE-CLIMAT.....</b>	<b>11</b>
I.3.1 -	SCHEMA REGIONAL D'AMENAGEMENT, DE DEVELOPPEMENT DURABLE ET D'EGALITE DES TERRITOIRES (SRADDET).....	11
I.3.2 -	PLAN CLIMAT-AIR-ENERGIE TERRITORIAL (PCAET) .....	12
I.3.3 -	SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE (SCOT) DE L'AIRE METROPOLITAINE BORDELAISE.....	13
I.3.4 -	PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) DE BORDEAUX METROPOLE .....	13
<b>II -</b>	<b>IDENTIFICATION DES ENERGIES RENOUVELABLES DISPONIBLES – ANALYSE DES POTENTIALITES DU SITE .....</b>	<b>14</b>
<b>II.1 -</b>	<b>TABLEAU DES SOLUTIONS POTENTIELLEMENT APPLICABLES.....</b>	<b>15</b>
<b>II.2 -</b>	<b>JUSTIFICATION DES SOLUTIONS NON APPLICABLES ET ECARTEES DE L'ANALYSE.....</b>	<b>16</b>
II.2.1 -	EOLIEN (AUTRE QUE LE PETIT EOLIEN) .....	16
II.2.2 -	ENERGIE MARINE.....	17
II.2.3 -	HYDROELECTRIQUE .....	17
II.2.4 -	BIOGAZ .....	17
II.2.5 -	RECUPERATION DE CHALEUR ISSUE D'UN EQUIPEMENT DE COMBUSTION .....	17
II.2.6 -	RECUPERATION DE CHALEUR DE L'INDUSTRIE .....	17
II.2.7 -	RECUPERATION DE CHALEUR DES EAUX USEES .....	17
II.2.8 -	RECUPERATION DE CHALEUR DES BATIMENTS.....	17
<b>III -</b>	<b>RACCORDEMENT A UN RESEAU DE CHALEUR / FROID.....</b>	<b>18</b>
<b>III.1 -</b>	<b>PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT .....</b>	<b>18</b>
<b>III.2 -</b>	<b>MUTUALISATIONS POSSIBLES .....</b>	<b>19</b>
III.2.1 -	AVANTAGES DE LA MUTUALISATION.....	19
III.2.2 -	LES DIFFERENTS NIVEAUX DE MUTUALISATION.....	20
<b>III.3 -</b>	<b>FAISABILITE DE RACCORDEMENT .....</b>	<b>21</b>
<b>IV -</b>	<b>PRECONISATIONS RELATIVES AUX ENERGIES RENOUVELABLES EXPLOITABLES .....</b>	<b>23</b>
<b>IV.1 -</b>	<b>PRINCIPE ET APPLICABILITE AU PROJET DES ENERGIES RENOUVELABLES .....</b>	<b>23</b>
IV.1.1 -	LE PETIT EOLIEN.....	23
IV.1.2 -	ÉNERGIES SOLAIRES .....	25
IV.1.3 -	GEO THERMIE .....	30
IV.1.4 -	AEROTHERMIE .....	35
IV.1.5 -	HYDROTHERMIE .....	36
IV.1.6 -	BOIS ENERGIE (BIOMASSE).....	38
IV.1.7 -	RECUPERATION DE CHALEUR ISSUE D'USINES D'INCINERATION DES ORDURES MENAGERES (UIOM) .....	40
<b>IV.2 -</b>	<b>SYNTHESE ET PRECONISATIONS .....</b>	<b>42</b>
IV.2.1 -	TABLEAU DE SYNTHESE.....	42
IV.2.2 -	PRECONISATIONS POUR LA FILIERE SECONDAIRE .....	42
<b>V -</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>43</b>

## I - PRESENTATION DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS



Plan de situation aérien du projet de renouvellement urbain Aubiers – Lac

## I.1 - DESCRIPTION DU PROJET DE RENOUVELLEMENT URBAIN AUBIERS – LAC

### I.1.1 - REHABILITATION DES BATIMENTS EXISTANTS

La zone d'étude se compose de deux résidences d'habitat social, Les Aubiers et Le Lac, comportant au total 1 347 logements. Construits en 1966, les bâtiments ne correspondaient pas aux normes modernes en matière d'isolation thermique et de consommation énergétique mais présentent des qualités architecturales et d'usages indéniables : qualité constructive, majorité des logements en duplex, superficie, rythme des loggias provoquant une épaisseur subtile des façades, etc. Il n'y a pas de nécessité de démolition de logements pour cause de vétusté.

Le patrimoine du bailleur Aquitanis sur la résidence des Aubiers, soit 718 logements, a d'ores-et-déjà été entièrement réhabilité. Les travaux d'étanchéification de la toiture, de remplacement des menuiseries extérieures, de mise aux normes électriques, d'isolation des pignons, etc. ont permis d'atteindre la norme BBC rénovation.

Domofrance poursuivra la requalification des logements de la résidence du Lac (330 logements). Celle-ci a été amorcée entre 2006 et 2009 avec les travaux suivants : remplacement des menuiseries extérieures par du PVC avec volets roulants intégrés, remplacement de l'ensemble des portes palières, remplacement des installations électriques, remplacement des baignoires, dépose de bidets, création des alimentations et évacuations des machines à laver, pose de faïence, et remplacement de sols souples. Les actions à venir concerneront principalement les parties communes (voir chapitre ci-après concernant la résidentialisation) et quelques travaux complémentaires dans les logements : remplacement des garde-corps, des portes intérieures, et finalisation des salles de bain.

Enfin, Domofrance réhabilitera son patrimoine dans la résidence des Aubiers (299 logements). Le programme de réhabilitation portera sur l'image des bâtiments (ravalement de façade), la requalification des entrées ou rotules (mise en RDC des rotules, retraitement de la visibilité des entrées, accessibilité), le changement des ascenseurs, le confort thermique (isolation des façades, raccordement au futur réseau de chaleur (voir chapitre ci-après concernant le réseau de chaleur), niveau BBC rénovation visé et le confort d'usage des locataires (intervention dans les logements). La réhabilitation souhaitée par le bailleur sera ambitieuse, de l'ordre de 50 000 € d'investissement par logement.

Plusieurs équipements seront créés / réaménagés et les trois niveaux d'alcôves libérés par la démolition de la dalle Aquitanis seront utilisés à des fins de développement : création du pôle d'économie sociale et solidaire, installation d'un pôle entrepreneurial de 1 000 m<sup>2</sup>, relocalisation des associations présentes sur la dalle et création d'activités économiques pour le rez-de-chaussée ; création de nouveaux logements pour les niveaux supérieurs. 2 429 m<sup>2</sup> d'activités seront créés dans les rez-de-chaussée des grands ensembles existants, à la faveur de la réhabilitation des alcôves vides et dégradées et de la démolition des deux dalles de stationnement de la résidence des Aubiers.

Concernant les autres bâtiments, l'école maternelle du groupe scolaire Lac 2 a déjà été réhabilitée. La réhabilitation de l'école primaire, non-éligible à l'ANRU, démarrera à partir de 2022.

Le groupe fera également l'objet d'une extension afin de construire 6 salles de classe supplémentaires, portant leur nombre total à 17. 4 de ces salles remplaceront les salles en préfabriquées actuelles tandis que les deux autres permettront la création de deux classes qui accueilleront les élèves des nouveaux logements livrés sur le quartier, permettant de favoriser la mixité sociale au sein de l'établissement.

### **I.1.2 - CONSTRUCTION DE NOUVEAUX BATIMENTS**

Si la réhabilitation des bâtiments existants représente une composante essentielle du projet de renouvellement urbain, ce dernier prévoit aussi plusieurs constructions neuves à destination de logements, d'activités et d'équipements.

Une opération immobilière de logements conduite par Eiffage et Axanis a déjà été livrée au nord-ouest de la résidence du Lac, comprenant 156 logements. Trois autres programmes suivront :

- Le programme au nord de la résidence du Lac, comprenant 30 logements et le nouvel espace dédié à la petite enfance (crèche, SAF, LAEP) en rez-de-chaussée,
- Le programme « Aq'Prim » au nord-est de la résidence des Aubiers, à l'angle de l'Avenue Laroque et de la Rue du Petit Miot, comprenant 118 logements et 150 m<sup>2</sup> d'activités économiques,
- Le programme « P+R » au nord-ouest de la résidence des Aubiers, à l'angle de l'Avenue Laroque et de l'Allée de Boutaut, au-dessus du parking-relais existant, comprenant 85 logements.

Enfin, Domofrance transformera des anciens locaux de services ou d'activités en logements PLS (6 dans la résidence des Aubiers, 10 dans la résidence du Lac).

Il convient d'ajouter à ces programmes immobiliers les nouveaux équipements construits à l'ouest des Aubiers :

- Le groupe scolaire Jean Monnet le long de l'Allée de Boutaut, en remplacement des locaux actuels vétustes,
- L'école de cirque réalisée sur deux sites : à l'angle de l'Allée Boutaut et de la friche Cracovie et sur le site de l'actuelle école Jean Monnet.

Au total, ce sont environ 8 500 m<sup>2</sup> de surfaces au sol qui seront nouvellement bâties et plus de 400 logements qui seront construits.

### **I.1.3 - CREATION ET SUPPRESSION DE VOIRIES**

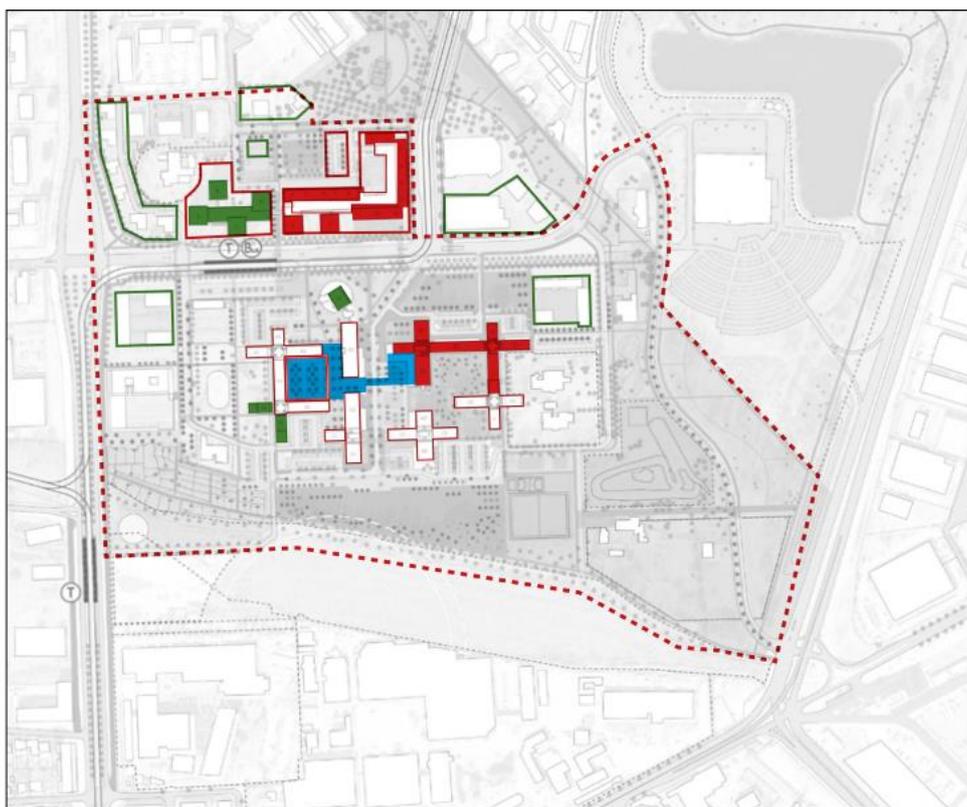
Dans un objectif de désenclavement du quartier, le projet de renouvellement urbain créera trois voiries au sud de la résidence des Aubiers :

- Une voirie à double sens de circulation prolongeant la Rue du Petit Miot vers le sud puis longeant la friche ferroviaire vers l'est pour se raccorder au niveau de l'avenue des Français Libres,
- Une voirie à double-sens de circulation prolongeant la Rue du Jonc vers le sud puis longeant la friche ferroviaire vers l'ouest pour se raccorder au niveau de l'Allée de Boutaut,
- Un barreau de liaison est-ouest entre le Cours des Aubiers et la Rue Gabriel Frizeau.

Concomitamment au prolongement de la Rue du Petit Miot, l'Avenue des Français Libres située à l'est des Aubiers sera réaménagée pour apaiser la circulation routière et accueillir les mobilités douces. Elle prolongera ainsi la coulée verte de l'Avenue Laroque jusqu'à la Place Latule.

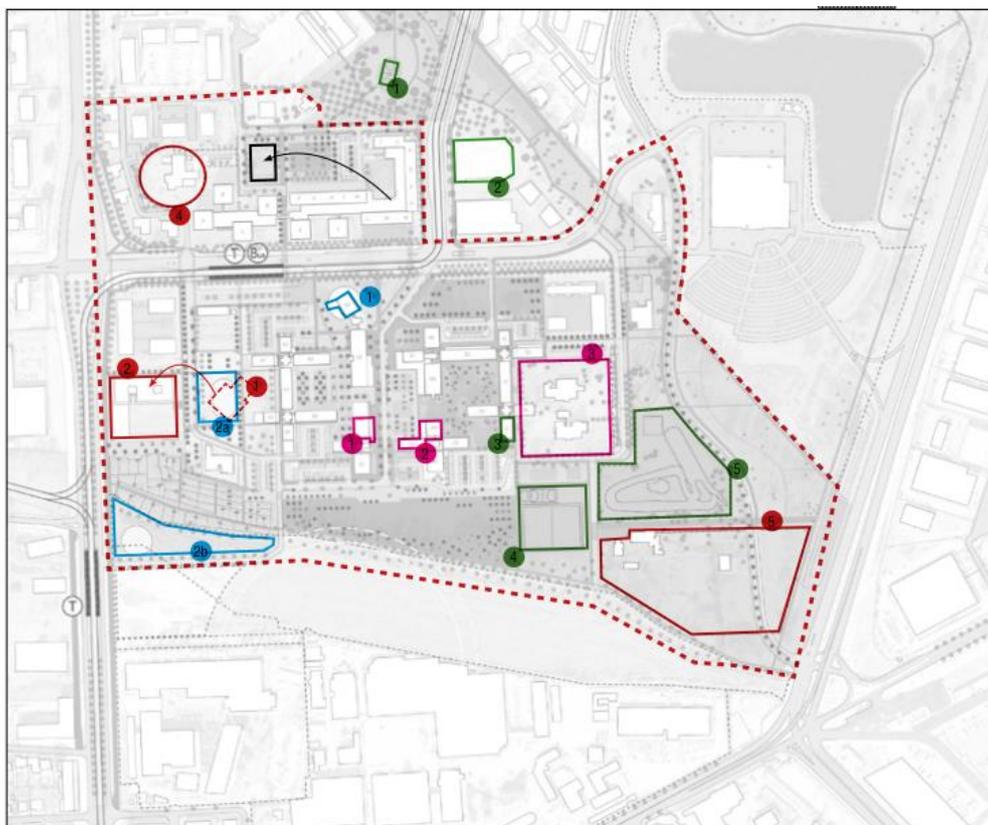


**Plan-guide du projet de renouvellement urbain Aubiers – Lac**



- Réhabilitation
- Résidentialisation
- Démolition
  
- Diversification**
- Évolutions patrimoines existants
- Constructions neuves

Plan de synthèse des interventions en matière d'habitat



- 1 Bibliothèque
- 2a Nouvelle École de Cirque (Phase 1)
- 2b Nouvelle École de Cirque (Phase 2)
- 1 École Jean Monnet (démolie)
- 2 Nouveau groupe scolaire
- 3 École Lac II
- 4 École Lac III
  
- 1 Salle Municipale
- 2 Nouveau Centre d'animation
- 3 Ferme pédagogique
  
- 1 City stade
- 2 Nouveau gymnase Ginko Aubiers
- 3 Salle de sport
- 4 Terrains de sport
- 5 BMX

Plan de synthèse des interventions en matière d'équipements

**I.2 - OBJECTIFS ET BESOINS DE L'OPERATION EN MATIERE ENERGETIQUE**

**I.2.1 - ESTIMATION DES BESOINS DE L'OPERATION**

En termes de besoins en matière énergétique, il convient de distinguer deux caractéristiques inhérentes au projet :

- La création d'environ 410 logements supplémentaires par rapport à l'état actuel et de surface de plancher de commerces et d'activités qui généreront des besoins énergétiques et thermiques. Ces besoins ne sont pas estimables au moment de la rédaction de la présente étude, du fait du peu de données disponibles concernant les surfaces et typologies de bâtis prévues dans le cadre du projet ;
- La réhabilitation du patrimoine social du quartier, notamment l'amélioration de l'isolation thermique et des postes de consommation énergétique des 1 347 logements (rénovation achevée pour 1 048 logements, 299 logements doivent encore être rénovés), entrainera une baisse de la consommation énergétique et thermique par rapport à l'état actuel. Le besoin estimé pour le parc existant une fois sa réhabilitation entièrement achevée est de 14 483 MWh en moyenne et d'une puissance de 8 145 KW en pointe.

Il convient de faire un état des lieux des postes de consommations qui devront être pris en compte lors d'un futur diagnostic évaluant les consommations envisagées des nouveaux bâtiments prévus.

Tout d'abord, il est à noter que la consommation énergétique d'un bâtiment concerne de nombreuses sources thermiques et électriques. En effet, aux postes réglementaires conventionnels s'ajoutent les postes non conventionnels : électroménager, cuisine et audiovisuel principalement, ainsi que les services généraux (ascenseurs, éclairage des parties communes, etc.). Ces postes, qui représentent la majeure partie des consommations en énergie primaire dans les bâtiments à haute performance énergétiques, complètent les postes électriques sous l'intitulé « Usages spécifiques de l'électricité ».

De ce fait, l'estimation des besoins énergétiques porte sur :

- les besoins dits conventionnels, utiles pour le fonctionnement des bâtiments, en l'occurrence :
  - le chauffage ;
  - le rafraichissement ;
  - l'Eau Chaude Sanitaire (ESC) ;
  - l'éclairage ;
  - les auxiliaires (ventilation principalement) ;
- les usages spécifiques de l'électricité.

**• Chauffage**

La réduction de la consommation en chauffage passe principalement par la performance de l'enveloppe des bâtiments diminuant les déperditions et favorisant l'inertie thermique.

Préconisations	
<b>Bâti</b>	Isoler le plus efficacement possible les constructions. Orienter les façades de manière à chauffer passivement les bâtiments.
<b>Energie et production</b>	Privilégier une production de chaleur centralisée et distribuée par un réseau de chaleur via le développement des énergies renouvelables les plus pertinentes.

**• Rafraichissement**

Le climat méditerranéen nécessite la mise en place de système de rafraichissement et de climatisation en ce qui concerne les bâtiments à destination tertiaire (équipements, commerces, activités).

Cependant l'achat de climatiseurs individuels par les futurs propriétaires est un risque probable.

Préconisations	
<b>Bâti</b>	Isoler le plus efficacement possible les constructions. Mettre en place des dispositifs de protection solaire. Mettre en place un système de ventilation nocturne utilisant la fraîcheur extérieure.
<b>Energie et production</b>	Privilégier une production de froid centralisé et distribué par un réseau d'eau froide.

• **Eau Chaude Sanitaire**

La production d'ECS doit être assurée au maximum par des sources d'énergie solaire pouvant être mutualisées. Cependant un système d'appoint de chauffage pourra être assuré par une autre énergie.

Préconisations	
Bâti	Limitier au maximum les pertes de chaleurs des canalisations.

• **Éclairage**

La technologie utilisée pour produire de la lumière doit être la moins consommatrice possible en électricité. De plus, il est conseillé de mettre en place des dispositifs d'extinction automatique et des variateurs d'intensité.

Préconisations	
Bâti	Utiliser des sources éclairantes à haut rendement énergétique. Optimiser l'éclairage naturel grâce à un positionnement des façades adapté. Utiliser des capteurs de présence adaptés aux usages des locaux.

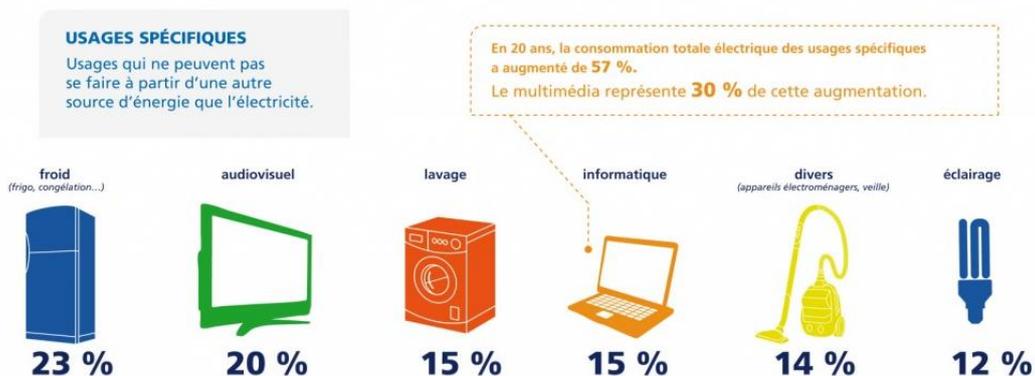
• **Auxiliaires (ventilation)**

La ventilation doit être adaptée en fonction de l'utilisation des bâtiments par les différentes activités et donc en fonction du taux de présence, de CO2 et d'humidité. De plus, la mise en place d'un dispositif à double flux limitera les déperditions de chaleurs.

Préconisations	
Bâti	Mettre en place une ventilation double flux. Réguler la ventilation en fonction de l'utilisation et des usages des locaux.

• **Usages spécifiques de l'électricité**

Le poids de la consommation énergétique concernant ce point, compte tenu du niveau de performance attendu dans les cinq usages principaux précédents, représente plus de la moitié de la demande en électricité.



**Répartition de la consommation d'électricité par usages spécifiques** (Source EDF, Les énergies en questions)

Les usagers doivent être sensibilisés afin diminuer le plus possible la part de la consommation des usages spécifiques dans les bâtiments.

**Conclusion**

Les besoins en énergies sont caractérisés par leur non constance. Les bâtiments à usage d'habitation nécessiteront un apport en énergie pendant la journée et la nuit. Pour les commerces, activités et équipements, les structures nécessiteront un apport en énergie principalement pendant la journée.

### I.2.2 - AMBITION DU PROJET

En application de la RE 2020, les logements neufs devront obligatoirement se conformer à la norme Bâtiments Basse Consommation (BBC), qui impose une consommation maximale de 45 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>SHON/an dans le sud-ouest de la France<sup>1</sup> pour les besoins conventionnels (ventilation, chauffage, rafraîchissement, éclairage et eau chaude) et une limitation des fuites d'air à 0,6 m<sup>3</sup> pour les maisons et à 1 m<sup>3</sup> pour les immeubles.

Cette réglementation thermique s'appuie sur trois exigences de résultat :

- une exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti, définie par le coefficient « Bbiomax » (besoins bioclimatiques du bâti). Cette exigence impose une limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées à la conception du bâti (chauffage, refroidissement et éclairage), imposant ainsi son optimisation indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre,
- une exigence de consommation maximale d'énergie primaire traduite par le coefficient « Cepmax », portant sur les consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs). Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle 1, la valeur du Cepmax s'élève à 50 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>SHON/an d'énergie primaire en moyenne, modulée selon la localisation géographique (45 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>SHON/an dans le sud-ouest de la France), l'altitude, le type d'usage du bâtiment, la surface moyenne des logements et les émissions de gaz à effet de serre pour le bois énergie et les réseaux de chaleur les moins émetteurs de CO<sub>2</sub>. Cette exigence impose, en plus de l'optimisation du bâti exprimée par le Bbio, le recours à des équipements énergétiques performants, à haut rendement,
- une exigence de confort en été limitant la température intérieure atteinte au terme d'une période de cinq jours chauds consécutifs.

La norme BBC s'applique également aux locaux à usages commerciaux, d'activités économiques et d'équipements. La consommation maximale est alors calculée au cas par cas.

La norme BBC peut également concerner la rénovation. Le maître d'ouvrage a annoncé viser le label BBC Rénovation dans le cadre de la réhabilitation du patrimoine Domofrance sur la résidence des Aubiers (299 logements).

---

<sup>1</sup> Norme fixe d'exigence énergétique \* coefficient de rigueur climatique région sud-ouest = 50 \* 0,9 = 45 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>SHON/an (ep = énergie primaire, SHON = surface de plancher).

### I.3 - CADRE LOCAL EN MATIERE D'ENERGIE-CLIMAT

#### I.3.1 - SCHEMA REGIONAL D'AMENAGEMENT, DE DEVELOPPEMENT DURABLE ET D'EGALITE DES TERRITOIRES (SRADDET)

Le SRADDET de la Région Aquitaine a été approuvé le 27 mars 2020.

Ses grands objectifs sont de :

- créer des emplois durables ;
- offrir des formations de qualité ;
- faciliter l'accès à la santé ;
- répondre aux besoins de mobilité ;
- préserver un maillage du territoire équilibré ;
- faire de la transition écologique et énergétique un levier de développement économique

Au travers du SRADDET, 41 règles générales encadrent l'aménagement du territoire.

L'objectif stratégique 2.3. "*Accélérer la transition énergétique et écologique pour un environnement sain*" intéresse plus particulièrement le présent dossier et vise à :

- réduire les consommations d'énergie et les émissions de GES aux horizons 2021, 2026, 2030 et 2050. Améliorer la qualité de l'air aux horizons 2020 et 2030 ;
- développer les modes de déplacement alternatifs à la voiture solo. Développer les infrastructures de diffusion et de production d'énergie pour les nouvelles motorisations ;
- structurer la chaîne logistique des marchandises, en favorisant le report modal vers le ferré et le maritime et le développement des plateformes multimodales ;
- réduire les trafics poids lourds en transit international par des itinéraires privilégiés ou obligatoires, péages, autoroutes ferroviaires, autoroutes de la mer, etc. ;
- réduire les consommations d'énergie des et dans les bâtiments ;
- faire de la Nouvelle-Aquitaine la première « région étoilée » de France, en stoppant la pollution lumineuse du ciel nocturne ;
- valoriser toutes les ressources locales pour multiplier et diversifier les unités de production d'énergie renouvelable ;
- développer la ressource et l'usage du bois énergie issu de forêts gérées durablement dans le respect de la hiérarchie des usages (bois d'œuvre et d'industrie),
- développer les réseaux de chaleur, à toutes les échelles territoriales, en accompagnement de la densification urbaine ;
- développer les pratiques agro-écologiques et l'agriculture biologique ;
- développer l'écoconstruction en visant l'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Les règles générales sont organisées en 6 chapitres thématiques dont le 6<sup>ème</sup> concerne plus particulièrement le projet de renouvellement urbain du quartier Aubiers-Lac via les thématiques Climat, Ait, Energie :

- Le principe de l'orientation bioclimatique est intégré dans tout projet d'urbanisme et facilité pour toute nouvelle construction, réhabilitation ou extension d'une construction existante.
- Le rafraîchissement passif est mis en œuvre dans les espaces urbains denses.
- Les documents de planification et d'urbanisme intègrent la ressource en eau en qualité et en quantité en favorisant les économies d'eau, la réduction des ruissellements, la récupération des eaux pluviales, la réutilisation des eaux grises et la préservation des zones tampons.
- Les Schémas de cohérence territoriale (SCoT) des territoires littoraux intègrent les scénarios GIEC 2050 et 2100 pour anticiper l'élévation du niveau de la mer.
- Les documents de planification et d'urbanisme anticipent les évolutions de la bande côtière et réduisent les risques côtiers.
- L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) des bâtiments est facilitée.
- L'intégration des équipements d'énergie renouvelable solaires dans la construction est facilitée et encouragée.
- L'optimisation des installations solaires thermiques et photovoltaïques sur les bâtiments est améliorée par une inclinaison adaptée de la toiture.

- Le développement des unités de production d'électricité photovoltaïque doit être privilégié sur les surfaces artificialisées bâties et non bâties, offrant une multifonctionnalité à ces espaces.
- L'installation des réseaux de chaleur et de froid couplés à des unités de production d'énergie renouvelable est facilitée.
- L'implantation des infrastructures de production, distribution et fourniture en énergie renouvelable (biogaz, hydrogène, électricité) pour les véhicules de transport de marchandises et de passagers est planifiée et organisée à l'échelle des intercommunalités, en collaboration avec la Région et l'État.

### **I.3.2 - PLAN CLIMAT-AIR-ENERGIE TERRITORIAL (PCAET)**

Le PCAET est un document de planification qui doit permettre de limiter la vulnérabilité du territoire face au changement climatique en proposant une adaptation de ses politiques. Il est préparé en cohérence avec les objectifs nationaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'efficacité énergétique et de production d'énergie renouvelable. Ainsi, face à l'urgence climatique qui nous concerne tous, il contribue localement à cet enjeu mondial.

Le PCAET comporte un diagnostic, une stratégie territoriale, un programme d'actions et un tableau de bord de suivi et d'évaluation présentant l'avancement des actions à l'appui d'indicateurs. Le PCAET est également soumis à la réalisation d'une évaluation environnementale stratégique. Cette étude a pour objet de déterminer les impacts des actions du PCAET sur la santé et l'environnement.

Conformément à la loi de Transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015, Bordeaux Métropole est actuellement en train d'élaborer son Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET). Le diagnostic qualité de l'air a été publié en août 2018.

A l'heure actuelle, le document référence concernant la planification climatique et énergétique à l'échelle locale reste donc le Plan Climat Energie Territorial (PCET) élaboré par la Communauté Urbaine de Bordeaux (prédécesseur de Bordeaux Métropole). Les principaux objectifs de ce PCET sont d'inscrire la métropole dans une dynamique de développement durable et de réduction des émissions de GES permettant d'atteindre le facteur 4 d'ici 2050.

Les quatre grands domaines d'action retenus sont :

- La promotion d'une nouvelle logique d'aménagement du territoire et d'urbanisme ;
- L'évolution des modes de déplacement ;
- La mise en œuvre d'efforts significatifs de réduction des consommations énergétiques ;
- L'exploitation de tous les potentiels offerts par les énergies renouvelables.

Les efforts à réaliser portent notamment, pour ce qui concerne le projet de renouvellement urbain, sur :

- Une réduction de 66% de la consommation à usages de chauffage et ECS ;
- Une réduction de 50% de la consommation à usage d'électricité spécifique.

Bordeaux Métropole a mis à jour pour la période 2017-2022 son « Plan d'action pour un territoire durable à haute qualité de vie » qui intègre entre autres les enjeux du PCET. Les trois orientations de ce Plan d'action sont :

- Accélérer la transition énergétique ;
- Préserver et valoriser 50% d'espaces naturels et agricoles ;
- Conjuguer solidarités territoriales et bien-être métropolitain.

Les différentes actions de ce Plan d'action qui concernent directement le projet de renouvellement urbain sont :

- Accompagner la rénovation énergétique de l'habitat ;
- Réduire les consommations d'énergie du patrimoine public bâti métropolitain et en service commun ;
- Accompagner la rénovation et réduire la consommation d'énergie de l'éclairage public ;
- Soutenir la rénovation du patrimoine tertiaire ;
- Développer les réseaux de chaleur ;
- Favoriser l'usage du vélo et de la marche ;
- Contribuer à l'adaptation au changement climatique ;
- Accompagner les publics vulnérables.

### **I.3.3 - SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE (SCOT) DE L'AIRE METROPOLITAINE BORDELAISE**

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) de l'aire métropolitaine bordelaise, élaboré par le Sysdau, a été approuvé par arrêté préfectoral en date du 13 février 2014 et modifié le 2 décembre 2016.

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) du SCoT définit les trois axes de développement du territoire :

- Faire métropole : un changement d'échelle ;
- Faire métropole autrement : un modèle de développement innovant et créatif ;
- Faire des lieux de projets métropolitains : une métropole au service des territoires.

Les enjeux identifiés qui concernent plus spécifiquement les questions climatiques et énergétiques sont :

- Un parti d'aménagement qui intègre et anticipe les défis environnementaux ;
- Assurer une sobriété énergétique ;
- Préserver durablement les autres ressources dans l'anticipation du changement climatique.

Le Document d'Orientations et d'Objectifs (D2O) du SCoT aborde la question climatique et énergétique au travers de son axe F – Economiser l'énergie et amorcer la transition énergétique. Cet axe est décliné en quatre objectifs qui ont tout particulièrement à voir avec le projet de renouvellement urbain du quartier Aubiers – Lac :

- Favoriser la sobriété énergétique en maîtrisant les consommations énergétiques du parc bâti et en encourageant le recours aux énergies renouvelables et de récupération ;
- Favoriser la production décentralisée d'énergies renouvelables et de récupération ;
- Développer les réseaux de chaleur en zones denses ;
- Anticiper les impacts « énergie-GES » des opérations d'aménagement et de renouvellement urbain.

### **I.3.4 - PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) DE BORDEAUX METROPOLE**

Le PLU de Bordeaux Métropole est un PLU intercommunal dont la première révision (3.1) a été approuvée le 16 décembre 2016 en conseil métropolitain. Il s'applique sur l'ensemble des 28 communes de Bordeaux Métropole, dont Bordeaux.

Les orientations du PADD du PLU qui ont à voir avec les questions climatiques et énergétiques ainsi qu'avec le projet de renouvellement urbain sont :

- Agir sur la qualité urbaine, en s'appuyant sur le patrimoine et les identités locales :
  - S'appuyer prioritairement sur les sites de projets et les secteurs déjà bâtis mais présentant encore des capacités de développement ;
  - S'adapter au changement climatique ;
- Concevoir un habitat de qualité dans une agglomération en croissance :
  - Assurer les besoins en logement d'une agglomération en croissance ;
  - Développer des actions d'amélioration du parc existant ;
  - Inciter à une moindre consommation d'énergie dans le parc bâti et au recours aux énergies renouvelables pour participer à la limitation des émissions de gaz à effet de serre.

Le Plan d'Orientations et d'Actions (POA) Habitat intégré au PLU et ayant valeur de Plan Local de l'Habitat (PLH) fixe comme objectifs d'encourager la qualité environnementale et énergétique pour les logements neufs, et de poursuivre la réhabilitation du parc locatif public existant, notamment dans les quartiers prioritaires de la ville.

Enfin le règlement de la zone UP13 du PLU, dans laquelle se trouve le projet, oblige les constructions neuves et celles faisant l'objet d'une réhabilitation importante à se raccorder à un réseau de chaleur classé lorsqu'il en existe un. Le réseau de chaleur des Aubiers ne fait pas l'objet d'un classement par Bordeaux Métropole.

## **II - IDENTIFICATION DES ENERGIES RENOUVELABLES DISPONIBLES – ANALYSE DES POTENTIALITES DU SITE**

L'identification des différentes énergies renouvelables disponibles sur le site du projet passe par une approche élargie prenant en compte de nombreux types d'énergies renouvelables actuellement disponibles sur le marché, à savoir :

- éolien (petit, grand, moyen, éolien marin),
- énergie solaire :
  - photovoltaïque,
  - thermique,
  - thermodynamique,
- géothermie :
  - de surface : puits provençaux, sur capteurs horizontaux,
  - sur capteurs verticaux,
  - pieux énergétiques,
- aérothermie,
- hydrothermie,
- énergie marine,
- énergie hydraulique,
- bois énergie (biomasse),
- biogaz (résidus agricoles, station d'épuration urbaine, décharge d'ordures ménagères, gaz de récupération de l'industrie),
- récupération de chaleur issue d'un équipement de combustion (incinérateur d'ordures ménagères, de crématorium...),
- récupération de chaleur de l'industrie,
- récupération de chaleur des eaux usées,
- récupération de chaleur des bâtiments (ex : datacenters, centres commerciaux...).

Au vu des caractéristiques naturelles, physiques et géographiques du site, l'approfondissement de l'étude pour plusieurs énergies renouvelables a d'ores et déjà été écarté.

Les énergies renouvelables potentiellement développables, dans un premier temps, sur le site sont regroupées dans le tableau suivant.

II.1 - TABLEAU DES SOLUTIONS POTENTIELLEMENT APPLICABLES

Type d'énergies renouvelables	Conditions générales requises pour son développement	Applicabilité au projet
<b>Petit éolien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vent : en règle générale, avec les conditions de rachat actuelles sont économiquement viables à partir d'une vitesse de vent annuelle du site de 6 m/s en moyenne</li> <li>- Relief : les sites à proximité d'obstacles sont à proscrire car les vents y sont trop turbulents</li> </ul>	<b>Applicable</b>
<b>Eolien moyen, grand éolien, éolien marin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contraintes et servitudes</li> <li>- Avis favorable de la DGAC (grand éolien)</li> <li>- Impact visuel</li> </ul>	<b>Ecartée</b>
<b>Energies solaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irradiation solaire annuelle et températures extérieures</li> <li>- Inclinaison et orientation du matériel</li> <li>- Zones d'ombrage : arbres, bâtiments, relief...</li> <li>- Aspects réglementaires : direction générale de l'aviation, PLU, ZNIEFF...</li> <li>- Impact visuel</li> <li>- Contraintes administratives et réglementaires</li> </ul>	<b>Applicable</b>
<b>Géothermie</b>	<p>Selon les technologies :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractéristiques propices du terrain et du sous-sol</li> <li>- Nature du sol</li> <li>- Place disponible</li> <li>- Conductivité thermique</li> <li>- Présence d'eau souterraine</li> <li>- Etc...</li> </ul>	<b>Applicable</b>
<b>Aérothermie</b>	Aucune condition particulière requise	<b>Applicable</b>
<b>Hydrothermie</b>	Présence d'une nappe phréatique, d'un cours d'eau, etc.	<b>Applicable</b>
<b>Energie marine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distance à la mer</li> <li>- Contraintes administratives et réglementaires</li> </ul>	<b>Ecartée</b>
<b>Hydraulique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Débit</li> <li>- Hauteur de chute</li> <li>- Contraintes administratives et réglementaires</li> </ul>	<b>Ecartée</b>
<b>Bois énergie (biomasse)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoin énergétique constant</li> <li>- Disponibilité et approvisionnement local</li> <li>- Montage juridique et financier</li> <li>- Etablissement de compte d'exploitation prévisionnel</li> </ul>	<b>Applicable</b>
<b>Biogaz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressource disponible à proximité</li> <li>- Besoin énergétique constant</li> </ul>	<b>Ecartée</b>
<b>Récupération de chaleur issue d'un équipement de combustion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressource disponible à proximité</li> <li>- Besoin énergétique constant</li> </ul>	<b>Ecartée</b>

<b>Récupération de chaleur de l'industrie</b>	- Ressource disponible à proximité - Besoin énergétique constant	<b>Ecartée</b>
<b>Récupération de chaleur des eaux usées</b>	- Présence de la source à proximité - Contraintes administratives	<b>Ecartée</b>
<b>Récupération de chaleur des bâtiments</b>	- Ressource disponible à proximité - Besoin énergétique constant	<b>Ecartée</b>
<b>Récupération de chaleur issue d'Usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM)</b>	- Ressource disponible à proximité - Besoin énergétique constant	<b>Applicable</b>

## II.2 - JUSTIFICATION DES SOLUTIONS NON APPLICABLES ET ECARTEES DE L'ANALYSE

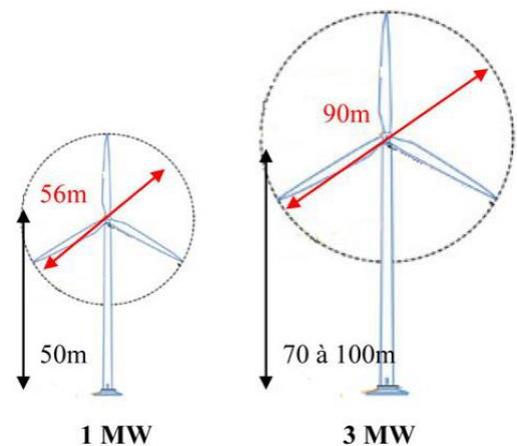
Les énergies suivantes ne peuvent être mobilisées à l'échelle de la zone de projet car elles ne sont pas en phase avec les objectifs environnementaux inhérents à celle-ci.

### II.2.1 - EOLIEN (AUTRE QUE LE PETIT EOLIEN)

La commune de Bordeaux est peu exposée aux vents violents et continus qui permettraient une production lisse.

Le grand éolien présente des éoliennes dont la puissance varie entre 1 MW et 3 MW. Cette puissance est proportionnelle à la surface balayée par les pâles. Les hauteurs de mâts sont supérieures à 50 m, et peuvent aller jusqu'à 100 m pour l'éolien terrestre. Cette typologie d'éolienne présente de nombreuses contraintes d'implantation (techniques, paysagères, environnementaux, distance aux habitations, sociétaux).

L'éolien dit « moyen » présente des mâts entre 20 et 50 m. L'insertion dans le paysage est plus facile, et les contraintes d'implantation moins nombreuses.



Une réglementation très stricte existe sur l'implantation d'aérogénérateurs à proximité des habitations et zones habitées (comme c'est le cas pour le site objet de la présente étude).

L'arrêté du 26 août 2011 concernant les installations ICPE distingue 2 catégories d'éloignements suivant la nature de l'installation :

- Pour les hauteurs de mâts supérieures à 50 m, l'article 3 précise que « l'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une **distance minimale de 500 mètres** de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation ».
- Pour les hauteurs de mâts inférieures à 50 m, l'article 2 de l'annexe I, détermine une distance L minimale de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010. Cette distance est déterminée en fonction de la hauteur du mât et est détaillée dans l'article référencé. Elle est comprise entre 40 et 500 mètres.

Le seul critère de distance aux habitations et zones habitées permet d'exclure de facto le grand éolien et l'éolien moyen comme énergie renouvelable sur le site du PRU.

**II.2.2 - ENERGIE MARINE**

La commune de Bordeaux ne dispose pas d'accès à la mer.

**II.2.3 - HYDROELECTRIQUE**

Le fleuve de La Garonne coule au sud et à l'est de la zone d'étude. Le fleuve est soumis à un outil de protection réglementaire : Natura 2000. Il s'agit également d'une masse d'eau concernée par le programme de mesure du SDAGE.

Le cours d'eau ne dispose pas d'une topographie et altimétrie favorables à la création de chutes d'eau de hauteur suffisante, nécessaires pour la mise en place d'un système hydroélectrique. Ainsi, cette solution a été écartée.

**II.2.4 - BIOGAZ**

Source indisponible à proximité.

**II.2.5 - RECUPERATION DE CHALEUR ISSUE D'UN EQUIPEMENT DE COMBUSTION**

Source indisponible à proximité.

**II.2.6 - RECUPERATION DE CHALEUR DE L'INDUSTRIE**

Source indisponible à proximité.

**II.2.7 - RECUPERATION DE CHALEUR DES EAUX USEES**

Cette typologie d'énergie renouvelable n'est pas mobilisable et applicable au site du projet de renouvellement urbain. En effet, la création des aménagements nécessaires serait trop conséquente.

Elle a donc été écartée.

**II.2.8 - RECUPERATION DE CHALEUR DES BATIMENTS**

Source indisponible à proximité.

### III - RACCORDEMENT A UN RESEAU DE CHALEUR / FROID

L'application de l'article L128-4 du Code de l'Urbanisme inclut l'étude des opportunités de création ou de raccordement à un réseau de chaleur et de froid, soit le plus haut niveau de mutualisation possible.

Un réseau de chaleur et de froid est un système de distribution de chaleur et de froid produit de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs usagers. Il comprend une ou plusieurs unités de production, un réseau de distribution primaire par un fluide caloporteur, et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

#### III.1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un réseau de chaleur et de froid est constitué de quatre éléments distincts :

- **Une chaufferie principale** qui assure la production de chaleur.
- **Un réseau de canalisations** qui relie la chaufferie principale aux bâtiments à chauffer. De l'eau à température élevée (entre 70° et 180° en fonction des techniques mises en œuvre) circule en boucle afin de « livrer » sa chaleur aux différents bâtiments. C'est un circuit fermé, communément appelé réseau primaire. Le plus souvent, il s'agit de réseaux enterrés.
- **Des sous-stations** sont installées dans les bâtiments desservis, où arrive l'eau chaude en provenance de la chaufferie. Dans les faits, une sous-station remplace une chaufferie de bâtiment : ainsi, plus de problème de combustion ni d'entretien de chaudière. Une sous-station comprend un échangeur qui permet le transfert de la chaleur transportée par le réseau primaire à l'eau qui circule dans le circuit de chauffage du bâtiment (appelé réseau secondaire). Après son passage en sous-station, l'eau repart un peu moins chaude puisqu'elle a « livré » une partie de sa chaleur. C'est pourquoi, une fois après avoir desservi l'ensemble des sous-stations du réseau, l'eau revient refroidie à la chaufferie où elle est à nouveau réchauffée. Ces sous-stations peuvent alimenter aussi bien un immeuble d'habitation qu'une école, un équipement public, une usine, des bureaux ou un hôpital.
- **Le réseau interne du bâtiment, ou réseau secondaire** : Une fois réchauffée dans le local technique où se situe la sous-station, l'eau emprunte ensuite les canalisations du bâtiment pour accéder aux radiateurs, aux planchers chauffants et aux circuits d'eau chaude sanitaire.

Un réseau de froid peut être vu comme un réseau de chaleur qui fonctionne en sens inverse : alors que le réseau de chaleur transporte de la chaleur d'une chaufferie aux bâtiments, **le réseau de froid évacue la chaleur des bâtiments** et la transporte jusqu'à un point de rejet dans l'air ou dans l'eau (mer, rivière).

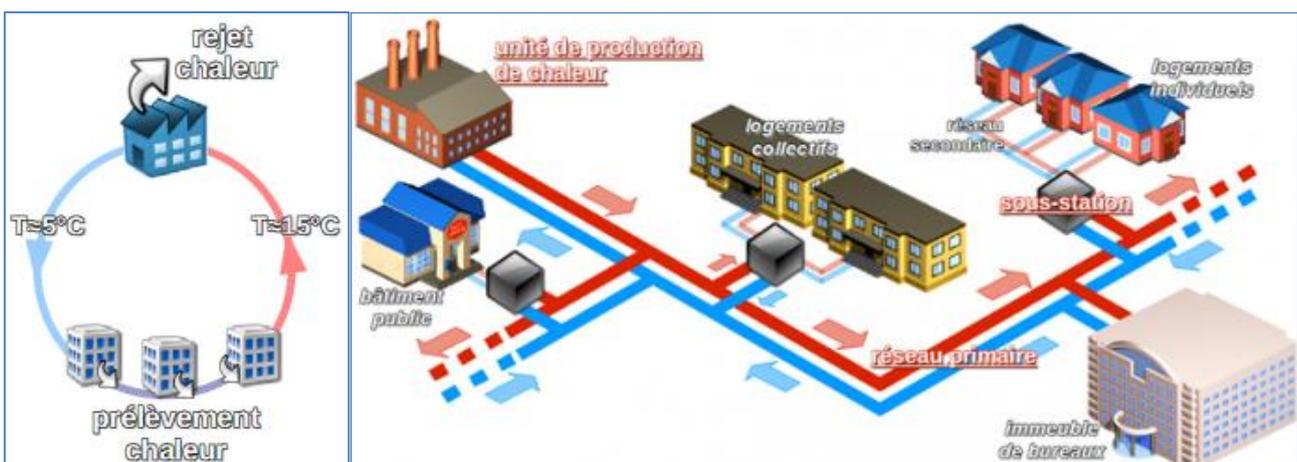


Schéma d'un réseau de chaleur (à droite) et de froid (à gauche)

Les réseaux de chaleur se sont essentiellement développés en France après 1950. Aujourd'hui, ils apparaissent comme un moyen d'utiliser massivement certaines énergies renouvelables comme la biomasse et la géothermie.

Encore peu utilisés, les réseaux de froid disposent d'atouts par rapport aux systèmes de climatisation individuels : impact environnemental moindre, réduction des émissions de gaz à effet de serre, capacité à exploiter des énergies diversifiées (dont des sources renouvelables et de récupération), suppression des contraintes sur les bâtiments...

Le Syndicat National du Chauffage Urbain (SNCU) recense 761 réseaux de chaleur et 23 réseaux de froid (enquête 2018), dont l'ensemble des installations s'étend sur 5 397 km. Ils desservent environ 2,4 millions d'équivalents-logements, dont 56% dans le secteur résidentiel.

Présents dans les zones urbaines denses, les réseaux sont alimentés aujourd'hui à 56% par des énergies renouvelables et de récupération.

La présence des réseaux de chaleur est plus marquée dans le nord et l'est que dans le sud et l'ouest de la France. Ces disparités régionales peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment la rigueur climatique, la densité de population et la présence d'agglomérations importantes.

Les réseaux de froid restent assez peu répandus. Avec 620 MW recensés en 2008, la France est le premier pays d'Europe en puissance installée, devant la Suède. On compte 23 réseaux de froid en France, desservant 80 000 équivalents-logements (894 GWh d'énergie finale) à travers 130 km de canalisations, dans certains quartiers des grandes villes comme Paris, La Défense, Bordeaux, Grenoble, Lyon, Montpellier...

Afin de contribuer aux objectifs de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte promulguée en août 2015, les réseaux de chaleur devront mobiliser à l'horizon 2030, 3,4 Mtep d'énergie renouvelable et de récupération, soit 2,48 Mtep de plus qu'en 2013.

Pour converger vers cet objectif ambitieux, plusieurs actions doivent être menées :

- réalisation de nouveaux réseaux lorsque c'est techniquement et économiquement possible ;
- extension ou densification des réseaux existants, par exemple à l'occasion de projet d'aménagement urbain ;
- le développement des énergies renouvelables et de récupération afin de substituer les énergies fossiles au sein des réseaux existants.

La centralisation des équipements consommateurs d'énergie et sources de nuisances potentielles présente plusieurs avantages par rapport à des systèmes autonomes décentralisés :

- un impact environnemental réduit,
- moins de contraintes sur le bâti,
- du froid et/ou du chaud renouvelable et un système évolutif,
- un système adapté aux zones urbaines denses.

## III.2 - MUTUALISATIONS POSSIBLES

### III.2.1 - AVANTAGES DE LA MUTUALISATION

La qualité et la pérennité de l'approvisionnement en énergie thermique et électrique à l'échelle d'un site n'implique pas seulement le choix du bouquet énergétique, mais aussi le choix du degré de mutualisation des moyens de production.

Une mutualisation maximale doit être recherchée. La mutualisation des moyens de production revêt de nombreux avantages :

- environnemental : c'est le meilleur moyen de mobiliser massivement les énergies renouvelables, car à l'échelle d'un logement ou d'un bâtiment, les coûts et les contraintes d'intégration générés sont souvent rédhibitoires à la mise en place d'une chaufferie bois, à la valorisation de la géothermie profonde ou sur aquifère,
- social : c'est la garantie d'une meilleure stabilité des prix pour l'utilisateur qui n'est pas laissé à la merci d'une hausse importante probable des prix des énergies fossiles dans les prochaines années,
- économique pour l'utilisateur : il n'a que la distribution secondaire à gérer (pas de chaudières individuelles à entretenir),
- technique : la réduction du nombre de générateurs implique une réduction des contraintes d'entretien et de maintenance et favorise la pérennité des performances dans le temps et la continuité de fonctionnement,
- stratégique pour la collectivité : couverture des besoins des bâtiments par des énergies renouvelables

locales. En retenant le gaz, le quartier serait en effet « condamné » à consommer de l'énergie fossile sur les 50 prochaines années. A noter de plus que, malgré le « bonus » de consommation octroyé, les réseaux qui bénéficient de ce bonus représentent pour les bâtiments raccordés la solution de chauffage la plus vertueuse en termes d'émissions.

Dans la pratique, lors du choix des scénarios à étudier, nous retiendrons les considérations suivantes :

- les pratiques consistant à individualiser les moyens de production thermiques ne sont pas en phase avec les exigences environnementales : la mise en place d'une chaudière individuelle par bâtiment n'est pas la meilleure option ni optimisation,
- le niveau minimum de mutualisation considéré serait donc une chaufferie pour plusieurs bâtiments à la fois,
- en premier lieu, les degrés maximums de mutualisation sont favorisés. Selon les contraintes techniques et économiques de faisabilité, les degrés inférieurs sont étudiés par itération jusqu'à trouver l'optimum,
- le degré optimum de mutualisation est susceptible de varier selon la nature des sources d'énergies disponibles sur le site.

### **III.2.2 - LES DIFFERENTS NIVEAUX DE MUTUALISATION**

Au sens réglementaire, la définition du réseau de chaleur est restrictive ; elle se limite aux installations de production mutualisées dont le producteur de chaleur exploitant la chaufferie est juridiquement distinct des usagers consommateurs de l'énergie thermique.

Il serait dommage de se priver des nombreux avantages liés à la mutualisation des moyens de production dans le cas où la création d'un réseau de chaleur à l'échelle des quartiers ne serait pas techniquement et économiquement faisable.

Ainsi, dans le cadre d'une opération d'aménagement, il convient d'étudier l'ensemble des échelles de mutualisation des moyens de production et de valoriser les niveaux les plus élevés.

#### A l'échelle du site :

C'est le niveau maximal de mutualisation. Un réseau de chaleur et/ou de froid vient alimenter la quasi-totalité des bâtiments. A cette échelle, un très large panel d'énergies est valorisable et il est possible de combiner la production de chaleur à une production d'électricité (cogénération) et à une production de froid (tri-génération).

Le degré d'évolutivité est grand : une transition énergétique s'effectue uniquement par modification de la chaufferie centrale. Les besoins en maintenance sont réduits et assurés de façon centralisée par un même exploitant.

#### A l'échelle d'un lot :

Les bâtiments d'un même lot seraient alimentés depuis une même chaufferie. On ne parle plus ici de réseau de chaleur au sens juridique mais de chaufferie mutualisée. A cette échelle également, le panel d'énergies valorisables est plus restreint. Il est éventuellement possible de combiner la production de chaleur à une production d'électricité (cogénération). Le degré d'évolutivité est limité : le nombre de chaufferies pénalise les possibilités de transition énergétique et des travaux lourds peuvent être nécessaires. A partir de cette échelle, la chaufferie peut être intégrée à l'un des bâtiments. Les besoins en maintenance sont plus importants puisque le nombre de générateurs est supérieur. La maintenance est assurée par autant d'entreprises qu'il y a de contrats de maintenance.

#### A l'échelle d'un bâtiment :

C'est le niveau minimum de mutualisation que l'on retiendra dans le cas où les degrés précédents se heurteraient à des obstacles économiques ou techniques. On retrouve alors une chaufferie par bâtiment. A cette échelle également, le panel d'énergies valorisables est très restreint. Il est éventuellement difficile de combiner la production de chaleur à une production d'électricité (cogénération) de façon rentable. Le degré d'évolutivité est faible car les possibilités d'évolution des chaufferies individuelles sont quasi-nulles. Les besoins en maintenance sont très importants car il y a un grand nombre de générateurs sur le site. Les installations étant beaucoup moins techniques, la qualité de la maintenance est plus aléatoire.

### III.3 - FAISABILITE DE RACCORDEMENT

Une chaufferie et un réseau de chaleur ont été créés dans le périmètre du projet en parallèle au projet de renouvellement urbain. Le maître d'ouvrage de ce projet est Aquitanis, l'un des deux bailleurs sociaux sur le site, en partenariat avec Bordeaux Métropole. Engie Solution a été désigné comme concessionnaire du réseau. Ce dernier est déjà raccordé aux bâtiments de la résidence des Aubiers et sera raccordé à la résidence du Lac sous peu.

La chaufferie des Aubiers, qui alimente le réseau, a été construite à l'est de la résidence éponyme, le long de l'Avenue des Français Libres. Elle a été mise en service pour la période de chauffe début 2020. Cette chaufferie, d'une puissance de 2,9 MW, utilise exclusivement de la biomasse. L'approvisionnement consiste exclusivement en des plaquettes forestières pures avec une proportion de 35% d'AMI (Appels à Manifestation d'Intérêt) Foradavenir, respectant les exigences des organismes apportant des subventions au projet. La quantité annuelle de biomasse nécessaire est estimée à 4 039 tonnes. Contractuellement, le rayon maximum de la zone de chalandise est fixé à 80 km autour de Bordeaux.

Pour rappel, le besoin estimé pour le parc de logements existant une fois les réhabilitations prises en compte est de 14 483 MWh en moyenne et une puissance de pointe de 8 145 KW. La chaufferie des Aubiers n'est donc pas en mesure de subvenir à la totalité du besoin lors des pics de consommation. Toutefois, Aquitanis estime qu'elle permettra de satisfaire 85% des besoins de chaleur du parc de logements existant.

Les sept chaufferies gaz existantes dans les deux résidences serviront désormais de sous-stations pour la desserte des bâtiments par le réseau de chaleur et de productions d'appoint lors des périodes de consommation dépassant la capacité de la chaufferie biomasse seule.

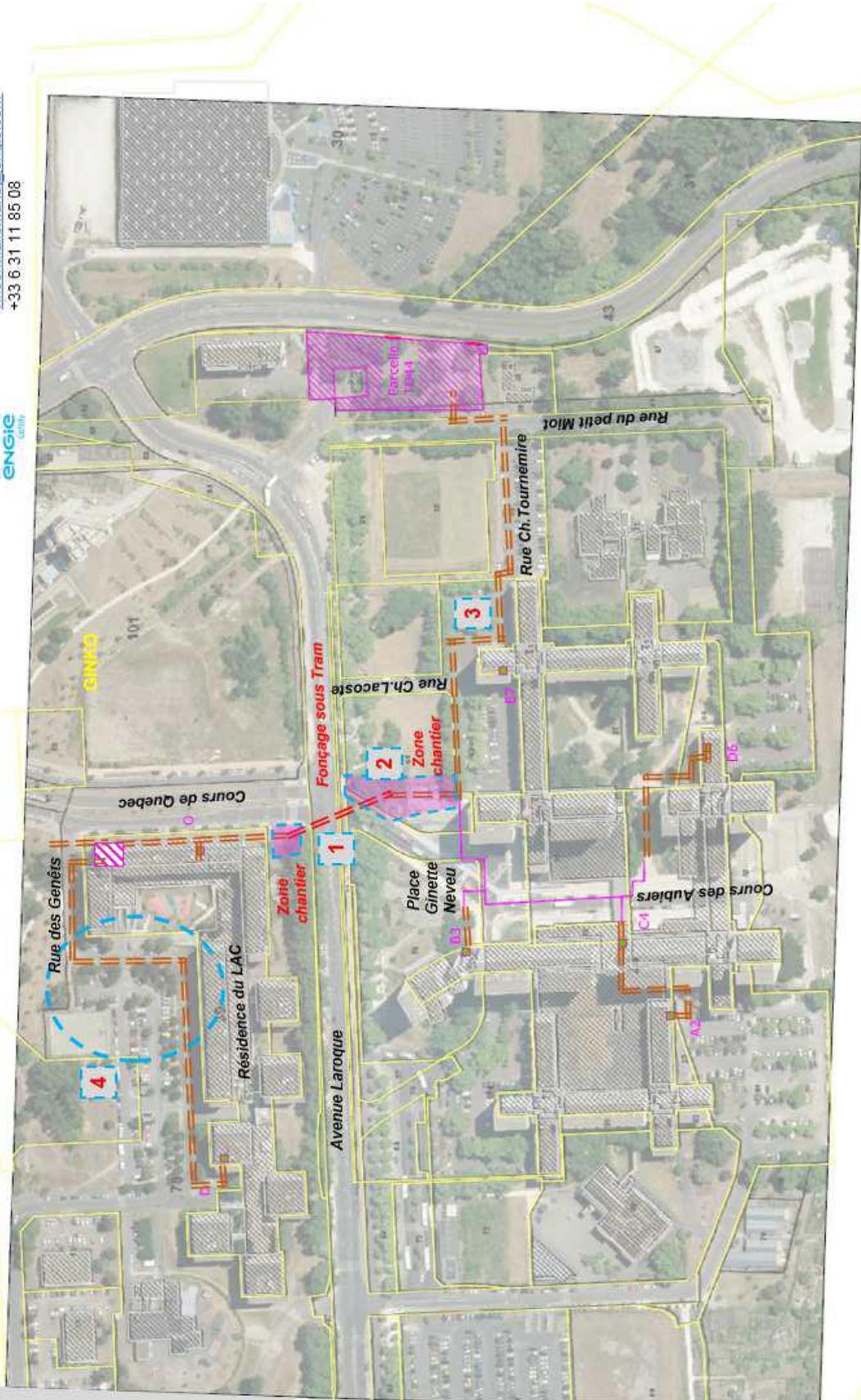
Le raccordement de nouveaux abonnés au réseau de chaleur est une possibilité prévue par l'article « 4.1 Exportation » du contrat de concession. Elle est envisagée par le maître d'ouvrage pour les nouveaux bâtiments projetés dont les besoins en chaleur pourraient être couverts par la chaufferie biomasse une grande partie de l'année.

Le réseau de chaleur des Aubiers – Lac est raccordé au réseau de chaleur Ginko, situé au nord et alimenté par sa propre chaufferie. Cette liaison est à considérer comme un facteur de résilience : un réseau pourrait en soutenir un autre en cas de panne. Une réflexion est aussi portée sur l'utilisation d'une seule chaufferie en période creuse (mi-saison) afin d'alimenter les deux réseaux.

Le raccordement au réseau de chaleur permettant de couvrir en grande partie la production de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire), l'étude de potentialité de développement d'énergies renouvelables supplémentaires devra se porter davantage sur celles permettant de produire de l'électricité pour les autres usages dits « conventionnels » (éclairage, refroidissement, auxiliaires) et les usages spécifiques de l'électricité (électroménager, audiovisuel, informatique, etc.), et sur les nouveaux bâtiments pour lesquels le raccordement au réseau de chaleur n'est pas acté.

Le plan du réseau de chaleur est présenté page suivante.

Chef de Projet ENGIE Cofely: Mr. Lallemand Vincent  
 vincent.lallemand@engie.com  
 +33 6 31 11 85 08



LEGENDE	
	Projet tracé réseau
	Réseau existant
	Points à traiter
	Fonçage

Parcelle TD 44  
Réseau de chaleur existant  
C4  
Chaufferies / Sous stations

Référence/Quantité	Titre/Nom, dénomination, matériel, dimensions, etc.	No. d'article/Référence
Dessiné par TS	Vérifié par SH	Date 02/02/2017
Approuvé par - date SH - 02/02/2017	Nom de fichier ANNEXE 2	Echelle 1:2000
		Repérage sous stations Edition 1 Feuille A3

Plan du réseau de chaleur des Aubiers

## IV - PRECONISATIONS RELATIVES AUX ENERGIES RENOUVELABLES EXPLOITABLES

### IV.1 - PRINCIPE ET APPLICABILITE AU PROJET DES ENERGIES RENOUVELABLES

Cette partie s’attarde sur les usages des énergies renouvelables qui, à ce stade du projet, semblent applicables.

#### IV.1.1 - LE PETIT EOLIEN

##### IV.1.1.1 - Principe

Une éolienne, ou aérogénérateur, est une machine tournante permettant de convertir l’énergie cinétique du vent en énergie cinétique de rotation, exploitable pour produire de l’électricité.

Le courant produit par l’éolienne est transformé en courant alternatif compatible avec le réseau de distribution par un onduleur, l’électricité peut alors être revendue ou autoconsommée. Une éolienne de faible hauteur peut produire de 500 à 4000 kWh par an, mais sa productivité et donc sa rentabilité sont fortement dépendantes de la vitesse de vent moyenne.

La puissance des petites éoliennes varie entre 0,1 et 36 kW. Le mât est inférieur à 12 m.

Les éoliennes les plus fréquentes sont à axe horizontal, mais il en existe aussi à axe vertical de taille plus réduite pour des installations urbaines. De plus de nombreux types d’éolienne peuvent être disposés directement en toiture sans la mise en place de mâts.



Exemples de petites éoliennes

Sur une échelle globale, les performances environnementales de la filière éolienne sont très intéressantes :

Critères	Commentaires
<b>Durée de vie du gisement</b>	Infini à l’échelle humaine (dépend majoritairement de l’activité solaire)
<b>Capacité du gisement</b>	Plusieurs fois la consommation énergétiques mondiale
<b>Temps de retour en énergie grise</b>	3 à 12 mois
<b>Recyclage des composants</b>	Important
<b>Impact sur le cycle carbone</b>	Faible
<b>Remise en l’état du site</b>	Totale
<b>Acceptabilité sociale</b>	Difficultés possibles
<b>Temporalité de production</b>	Discontinue

##### IV.1.1.2 - Applicabilité au niveau du projet

Le Schéma Régional Eolien (SRE) d’Aquitaine a été invalidé en 2015 par le tribunal administratif de Bordeaux. Il n’y a donc aucun SRE en vigueur au niveau de la zone de projet actuellement.

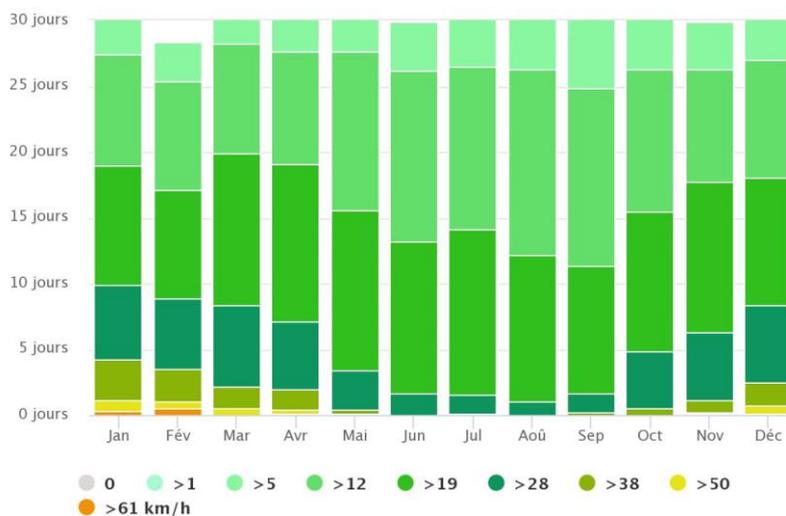
La commune de Bordeaux est concernée par des vents moyens journaliers compris entre 10 et 15 km/h sur la période 1981 – 2010, avec des moyennes plus importantes en hiver.

Le secteur du projet se trouve dans un contexte global où le développement de l’éolien est peu favorable. Le projet étant implanté en milieu urbain, tous les dispositifs éoliens, autre que le petit éolien, ont d’ores et déjà été exclus.

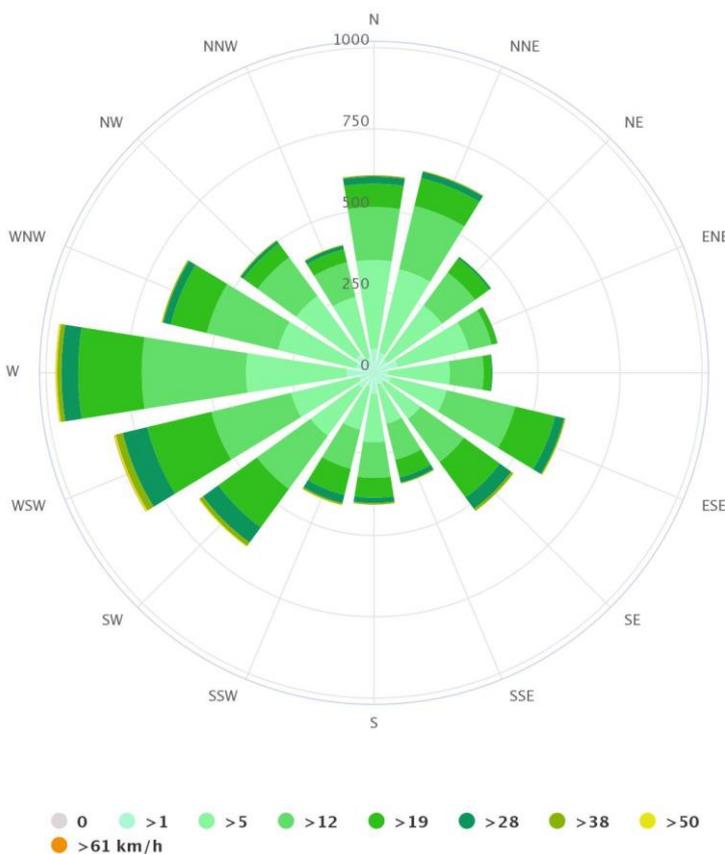
### IV.1.1.3 - Potentiel de production

De manière technique, le potentiel de production dépend de la vitesse et de la continuité des vents. La commune de Bordeaux est principalement exposée à des vents d'ouest et de sud-ouest.

Les vents forts, dont la vitesse est supérieure à 50 km/h, soufflent principalement entre décembre et avril. Ils viennent principalement de l'ouest et de l'ouest-sud-ouest. Les vents faibles, les plus courants, viennent aussi principalement de l'ouest et de l'ouest-sud-ouest.



Vitesse du vent (source : climat modélisé meteoblue.com)



Rose des vents (source : climat modélisé meteoblue.com)

A l'échelle de l'aménagement, seules les éoliennes de faible hauteur, inférieures à 12 m, semblent compatibles vis-à-vis des principes d'aménagement et de la gestion des nuisances acoustiques et visuelles. De plus, en dessous de 12 m, les éoliennes peuvent être implantées en toiture ou sur mât.

Seule une campagne de mesures à long terme permettrait de caractériser de façon fiable le régime des vents locaux. Cependant, au regard des données issues de la cartographie du ministère de l'environnement, il apparaît que l'énergie potentiellement disponible, du fait de la mise en place d'éoliennes de moins de 12 mètres, serait de moins de 50 W/m<sup>2</sup> avec une vitesse de vent moyenne inférieure à 15 km/h (soit 4 m/s).

#### IV.1.1.4 - Perspectives de rentabilité

Le potentiel de production des machines inférieures à 12 m est en général compris entre 1 kW et 20 kW. En effet il est plus difficile de prévoir la production électrique des petites éoliennes dans la mesure où les turbulences créées par les obstacles à proximité jouent un rôle majeur.

Le coût moyen d'investissement du petit éolien est élevé du fait du faible niveau d'industrialisation de ce secteur et du faible rendement d'une éolienne entraînant la mise en place d'un plus grand nombre d'unités.

#### IV.1.1.5 - Conclusion

<b>Contraintes et servitudes</b>	Seul le petit éolien et l'éolien en toiture sont envisageables. Le site est déjà impacté par des nuisances sonores issues principalement de la circulation routière et du contexte urbain. Le secteur du projet se trouve dans un contexte global où le développement de l'éolien est peu favorable (vent faible et irrégulier, contraintes paysagères).
<b>Potentiel de production</b>	A la hauteur envisagée, les productions énergétiques ne sont pas importantes.
<b>Retour sur investissement</b>	Le petit éolien ne bénéficie pas d'une industrialisation à grande échelle, ce qui induit un coût d'investissement et donc un temps de retour sur investissement assez défavorable par rapport à d'autres types d'énergies.
<b>Conclusion</b>	L'énergie éolienne n'est pas une solution économique très intéressante, dans le cadre du projet de renouvellement urbain, même si elle est vertueuse d'un point de vue environnemental. <b>Solution non pertinente.</b>

### IV.1.2 - ÉNERGIES SOLAIRES

La valorisation de l'énergie solaire doit se faire dans un premier temps de façon passive. Pour cela l'architecture des bâtiments doit être au maximum bioclimatique.

De manière active, les deux principaux modes d'utilisation de l'énergie solaire sont : le photovoltaïque, utilisé pour produire de l'électricité, et le thermique, utilisé pour produire de l'eau chaude sanitaire, du chauffage ou bien de l'électricité par voie « thermodynamique ».

#### IV.1.2.1 - Principe

- **Le photovoltaïque**

Le principe de l'énergie solaire photovoltaïque consiste à transformer en électricité la plus grande partie possible du flux de photons en provenance du soleil.

La production d'électricité photovoltaïque peut être envisagée en surimposition de toiture. Les surfaces propices à la mise en place de panneaux photovoltaïques doivent être orientées au sud et inclinées de 30°.

La production issue du système photovoltaïque peut soit être utilisée directement au fil du soleil, soit être stockée et utilisée à la demande. En effet, des solutions de stockage de l'électricité, permettant de lisser l'injection de

l’électricité sur le réseau pourront être mises en œuvre, et ce faisant, doteront le quartier de capacités d’injection mobilisables en cas de pics de consommation. Cela nécessite donc obligatoirement un stockage grâce à l’utilisation de batteries. Ces dernières impliquent un investissement non négligeable tant en termes d’achat que d’entretien.

De plus la production électrique peut être vendue directement à EDF à des tarifs avantageux.

- **Le solaire thermique**

Le principe de l’énergie solaire thermique consiste à transformer l’énergie reçue par le soleil en chaleur. Avec l’aide fréquente d’une autre énergie d’appoint, cette technique permet de produire de la chaleur pour le chauffage domestique, l’Eau Chaude Sanitaire (ECS) et la climatisation pour certains procédés industriels.

Le projet de renouvellement urbain prévoit la réhabilitation de 1 437 logements et la construction de plus de 400 nouveaux logements. Le besoin en chauffage et en ECS est donc significatif.

Le stockage de l’énergie s’effectue dans un ballon d’eau chaude isolé thermiquement. Un local technique peut être nécessaire pour recevoir les équipements.

- **Le solaire thermodynamique**

Tout comme le solaire photovoltaïque, le solaire thermodynamique tire profit du rayonnement solaire pour produire de l’électricité. Mais ces deux technologies la valorisent différemment. Alors que pour le photovoltaïque, le rayonnement solaire est directement converti en électricité, le solaire thermodynamique le convertit en chaleur, puis fait intervenir un organe de conversion électrique.

Précisément, le solaire thermodynamique désigne l'ensemble des techniques visant à transformer l'énergie du rayonnement solaire en chaleur, puis à convertir cette chaleur en énergie mécanique et électrique au moyen d'un cycle thermodynamique moteur couplé à une génératrice électrique (par exemple une turbine et un générateur).

Le solaire thermodynamique se démarque des centrales photovoltaïques par la possibilité de lisser plus facilement la production grâce à un stockage thermique tampon, moins onéreux que les systèmes de batteries.

- **Performances de la filière**

Sur une échelle globale, les performances environnementales de la filière solaire sont très intéressantes :

Critères	Commentaires
Durée de vie du gisement	Infini à l’échelle humaine (dépend majoritairement de l’activité solaire)
Capacité du gisement	Plusieurs fois la consommation énergétique mondiale
Temps de retour en énergie grise	1 à 3 ans selon les techniques
Recyclage des composants	Important
Impact sur le cycle carbone	Correct mais peut varier selon les techniques et le lieu de production
Remise en l’état du site	Totale
Acceptabilité sociale	Large acceptation
Temporalité de production	Discontinue

IV.1.2.2 - Conditions requises pour le développement de l’énergie solaire

De manière générale, lors de la mise en place d’un dispositif solaire, qu’il soit thermique, photovoltaïque ou thermodynamique, toute une série de conditions doit être prise en compte :

- l’irradiation solaire annuelle et les températures extérieures ;
- les contraintes d’intégration des panneaux de capteurs,
- les contraintes d’inclinaison et d’orientation,
- les zones d’ombrage,
- le foncier disponible,
- les besoins en eau chaude sanitaire,
- les besoins en rafraichissement et climatisation,
- les aspects réglementaires,
- l’impact visuel.

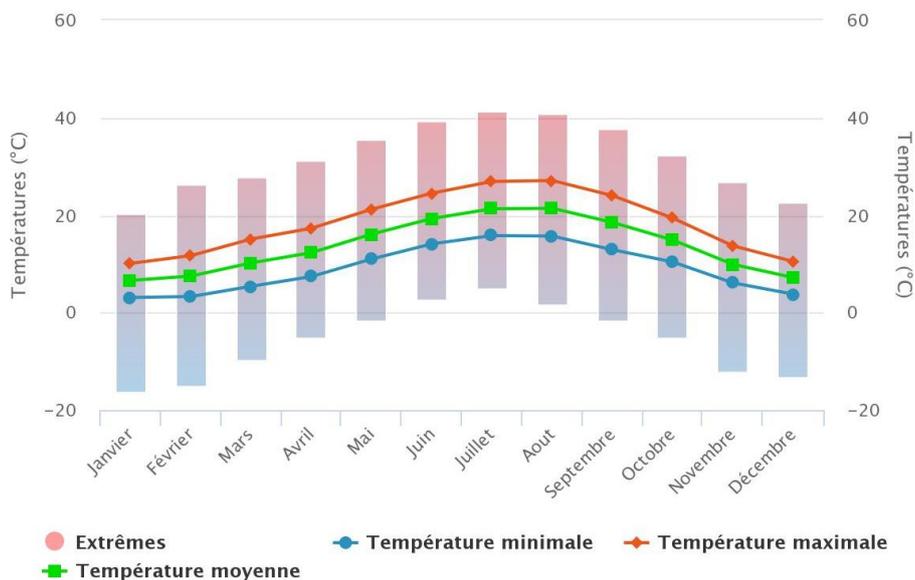
De plus, le développement des énergies renouvelables issues de l’énergie solaire dépend en grande partie des conditions climatiques de la zone d’étude. Les données de températures et d’ensoleillement ci-dessous sont les données disponibles pour la station de Bordeaux Mérignac. Elles peuvent être considérées comme similaires à celles du quartier d’Aubiers – Lac sur la commune de Bordeaux en raison de leur proximité géographique et de la différence d’altitude non-significative.

● **Températures et ensoleillement**

La température moyenne annuelle établie sur la période 1981 – 2010 est de l’ordre de 13,8°C avec des températures moyennes maximales de 18,5°C (avec un pic en période estivale) et minimales de 9,1°C en hiver.

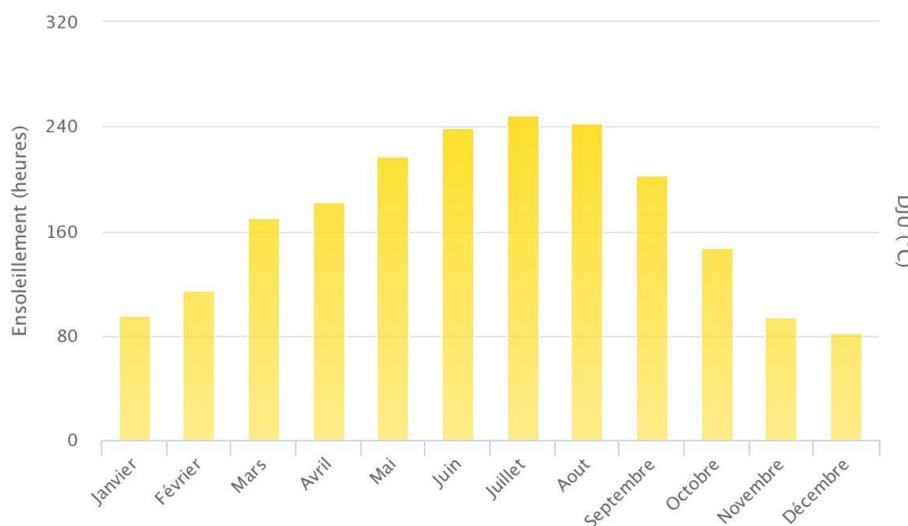
La zone est soumise au gel environ 28,4 jours par an, principalement en hiver.

L’amplitude thermique annuelle est relativement faible, en raison de l’effet d’inertie thermique de l’océan Atlantique qui influe dans la zone de climat océanique.



**Températures relevées sur la station de Bordeaux-Mérignac sur la période 1981-2010 (source : Infoclimat)**

L’ensoleillement est en moyenne de 170 jours par an. L’ensoleillement maximum se produit de mai à septembre avec un nombre d’heures mensuel variant de 203 à 249.

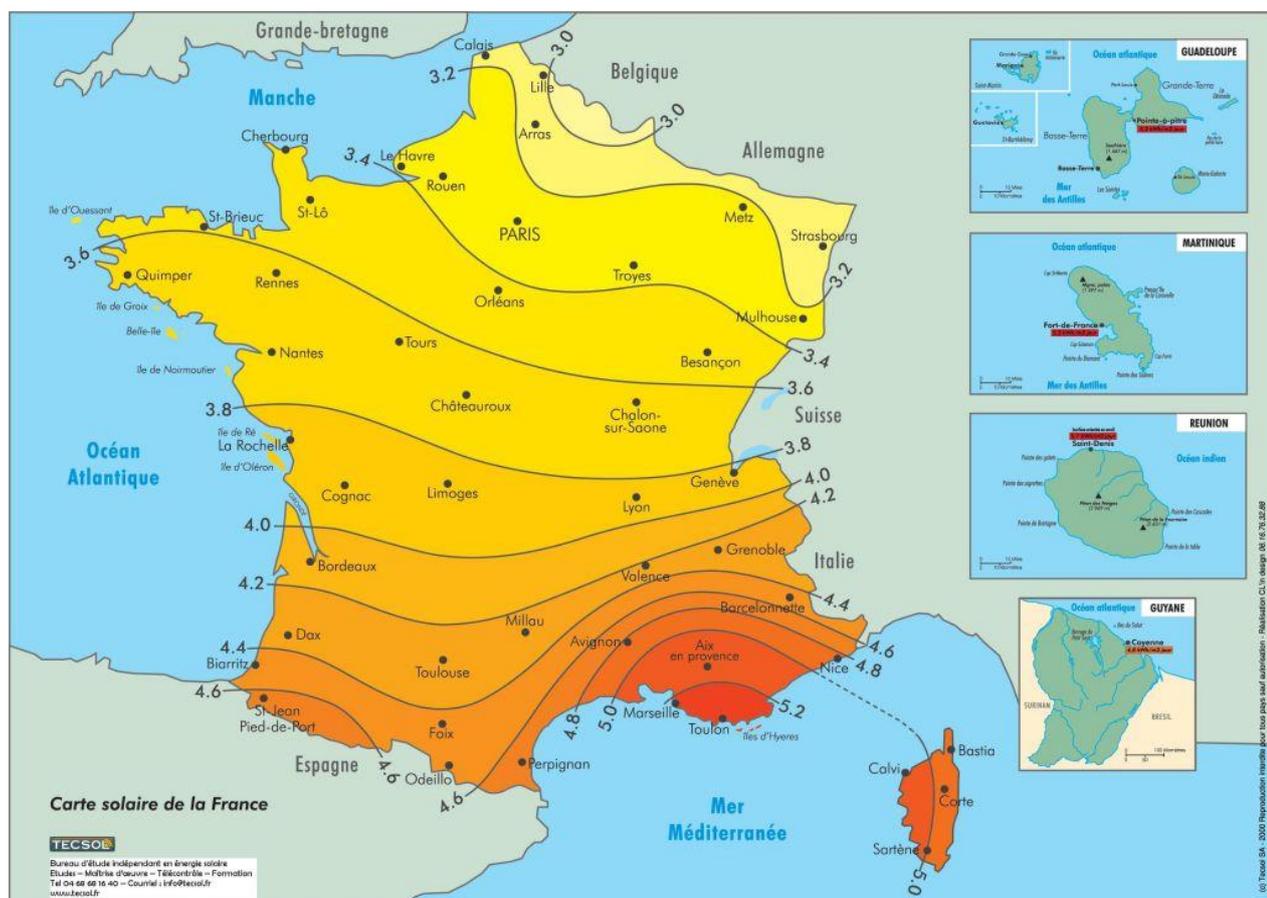


**Ensoleillement relevé sur la station de Bordeaux-Mérignac sur la période 1981-2010 (source : Infoclimat)**

Le rayonnement global annuel horizontal se situe à 1 373 kWh/m<sup>2</sup> par an, avec une irradiation moyenne de 3,76 kWh/m<sup>2</sup> par jour.

**Irradiation globale cumulée sur un plan horizontal à Bordeaux (source : CALSOL, INES)**

Irradiation	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
<b>Globale (kWh/m<sup>2</sup> cumulés)</b>	39	57	96	145	182	199	210	163	124	80	45	34	1 373



**Carte de l'ensoleillement moyen en France en kWh/m<sup>2</sup>/jour (source : TECSOL)**

Au-delà des conditions climatiques, le principe des panneaux solaires est fortement lié à des préconisations plus techniques.

- **Préconisations architecturales**

La pose des panneaux solaires doit intégrer à la fois les principes techniques et les prescriptions paysagères et architecturales.

Une approche paysagère doit être conduite afin de vérifier l'impact des panneaux solaires depuis l'espace public et depuis les points hauts dans le paysage.

Les panneaux solaires doivent bénéficier d'une intégration soignée : incorporés dans la toiture sans surépaisseur et en veillant au parallélisme et à l'alignement des plans et des lignes.

L'exposition sud sera privilégiée, afin d'assurer une bonne efficacité énergétique.

L'implantation sur les différents bâtiments à venir est possible sous réserve d'une bonne conception architecturale. L'absence de reflets sera recherchée.

L'orientation Sud et une inclinaison de 30 à 45° environ par rapport à l'horizontale assurent les meilleurs rendements.

INCLINAISON \ ORIENTATION		0°	30°	60°	90°
EST		93 %	90 %	78 %	55 %
SUD-EST		93 %	96 %	88 %	66 %
SUD		93 %	100 %	91 %	68 %
SUD-OUEST		93 %	96 %	88 %	66 %
OUEST		93 %	90 %	78 %	55 %

De plus, les capteurs doivent être placés et dimensionnés de manière à ce que l'influence des bâtiments avoisinants et des arbres produisant de l'ombre soit la plus restreinte possible.

Il conviendra d'implanter les bâtiments de telle sorte qu'ils ne masquent pas ou peu les bâtiments adjacents.

#### IV.1.2.3 - Applicabilité au niveau du projet

L'énergie solaire est récupérée grâce à des capteurs intégrés en toiture.

Une étude de faisabilité devra évaluer les capacités de production en fonction des éléments de plan masse et détailler les modalités de mise en œuvre et de gestion du parc de capteurs solaires.

Les nouvelles constructions représenteront une surface de toiture significative pouvant être équipée.

- **Potentiel de production**

A ce stade de conception du projet, les surfaces exactes des nouvelles toitures ne sont pas connues mais peuvent être estimées à environ 10 000 m<sup>2</sup>. Le potentiel de production ne peut ainsi pas être évalué finement.

#### IV.1.2.4 - Perspectives de rentabilité

Selon les technologies, les perspectives de rentabilité sont différentes.

Les coûts d'investissement, les performances des systèmes et les tarifs de rachats de l'électricité produite évoluent très rapidement. Se projeter à moyen et long terme pour évaluer les perspectives de rentabilité d'un projet photovoltaïque est compliqué.

En revanche, le solaire thermodynamique peut être intéressant dans le cadre du projet de renouvellement urbain compte tenu de la tendance haussière du prix de l'énergie dans le futur.

IV.1.2.5 - Conclusion

<b>Contraintes et servitudes</b>	Les toitures en pente doivent être favorisées par rapport aux toitures terrasses pour les nouveaux bâtiments, afin d'intégrer au mieux les capteurs au bâti et ainsi pouvoir bénéficier des subventions et aides existantes. Les capteurs doivent être inclinés le plus possible vers les 30°. L'implantation des bâtiments devra être pensée afin de limiter l'impact sur l'ensoleillement des bâtiments voisins.
<b>Potentiel de production</b>	Le potentiel solaire sur le site est important.
<b>Retour sur investissement</b>	Le solaire thermodynamique semble de manière générale la solution technique à privilégier permettant d'assurer une production d'électricité. Le solaire photovoltaïque est également une solution applicable sur site, du fait de la diminution des tarifs de rachat de l'électricité et de l'augmentation du coût de l'énergie en général.
<b>Conclusion</b>	Investir dans les énergies solaires photovoltaïques et thermodynamiques constitue une bonne opportunité pour le projet de renouvellement urbain du fait de la localisation géographique de la zone et des potentialités d'orientation et d'inclinaison des toitures des nouveaux bâtiments. Concernant le solaire thermique, le besoin en chauffage est déjà couvert par le raccordement au nouveau réseau de chaleur. <b>Solution pertinente pour le solaire photovoltaïque et thermodynamique pour les nouveaux bâtiments (études complémentaires à mener).</b>

IV.1.3 - GEOTHERMIE

La géothermie est une source importante de chaleur renouvelable.

Ses applications sont nombreuses. La principale concerne le chauffage des bâtiments, soit de façon centralisée par le biais de réseaux de chaleur soit de façon plus individuelle par le biais de pompes à chaleur couplées à des capteurs enterrés.

IV.1.3.1 - Principe

Dans cette étude, les systèmes envisagés pour l'utilisation de la géothermie sont les suivants :

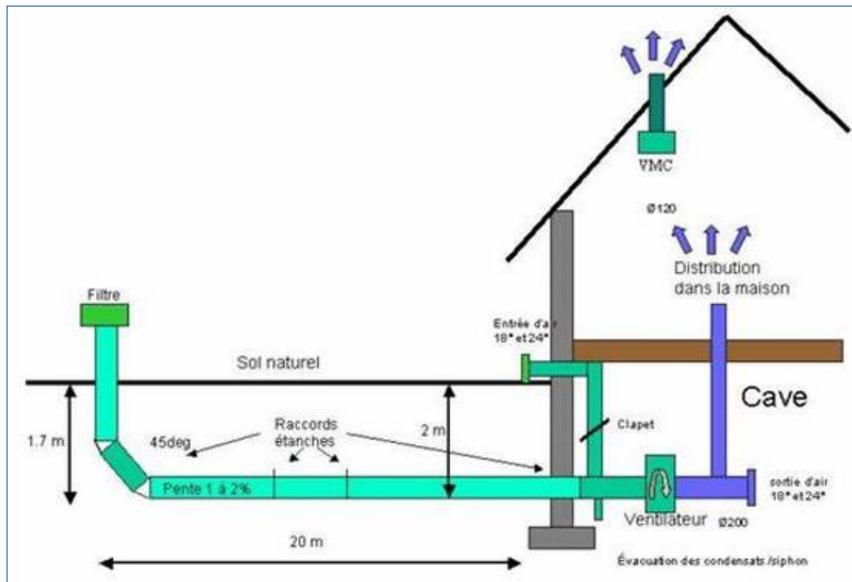
- **Géothermie de surface : puits provençal et capteurs horizontaux**

Un puits provençal est un échangeur géothermique air-sol à très basse énergie utilisé pour chauffer ou refroidir l'air ventilé dans un bâtiment.

Ce système de gestion passive utilise l'inertie thermique du sol pour traiter l'air qui ventile les bâtiments. L'air ainsi obtenu est plus chaud en hiver et plus froid en été. La température du sol à 2 m de profondeur est d'environ 15° en été et 5° l'hiver.

De manière générale, le principe repose sur le fait que la température du sol au-delà de 2 m de profondeur ne varie que de quelques degrés au cours de l'année (5-15°C), contrairement à la température extérieure (-20 à +34°C). L'air neuf extérieur circule grâce à un ventilateur dans des canalisations enterrées avant d'être insufflé dans le bâtiment. En hiver, l'air se réchauffe au contact du sol, Les besoins de chauffage liés au renouvellement d'air des locaux sont alors limités. En été, l'air extérieur profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir.

Fort d'un investissement réduit quand il est réalisé en même temps que la construction du bâti, cette technique convient pour les futurs bâtiments.



**Schéma de fonctionnement d'un puits provençal**

(Source : <http://www.les-energies-renouvelables.eu/>)

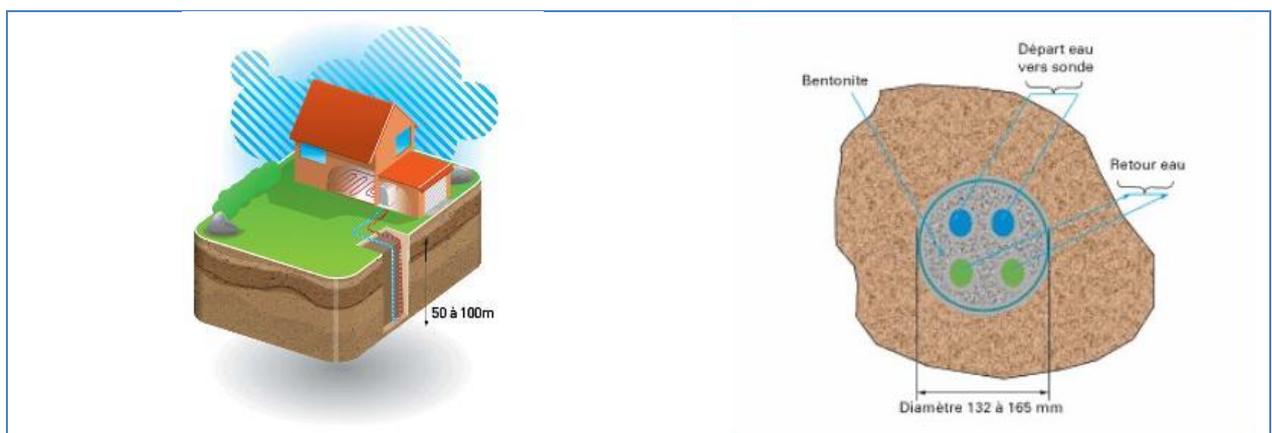
• **Géothermie sur capteurs verticaux**

Le principe de récupération de chaleur est de faire circuler dans des tubes enterrés un fluide qui se chargera de la chaleur du sol pour l'amener à la pompe à chaleur.

Dans le cas d'un capteur vertical, cette chaleur provient, pour une part de la chaleur du sous-sol, et d'autre part de la chaleur solaire stockée dans la couche superficielle. Généralement les capteurs verticaux sont constitués de deux tubes en U, descendant à une profondeur de 100 m environ et parcourus par un mélange eau et antigel (saumure).

La puissance extraite est de 20 à 50 Watt/mètre linéaire de forage en moyenne ce qui correspond à un prélèvement énergétique inférieur à 100 kWh/m/an. Le capteur vertical génère d'excellents rendements puisque à partir de 15 m de profondeur le sol offre une température constante de 10°C quelle que soit la saison. Cette installation est préconisée pour les petits terrains. Par exemple, 2 sondes de 70 mètres de profondeur chauffent ou rafraîchissent une maison de 150 m<sup>2</sup>.

La géothermie sur capteurs verticaux est adaptable pour les bâtiments à destination d'activités tertiaires et artisanales.

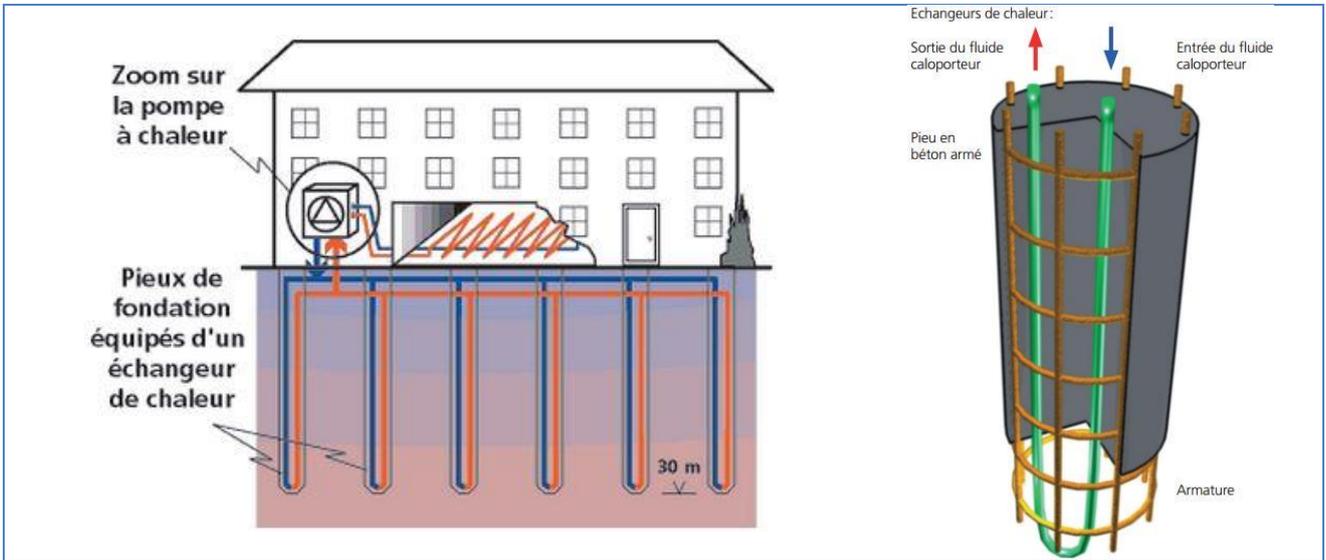


**Schéma de géothermie sur capteurs verticaux**

(Source : *Géothermie de surface*, P. Laplaige, J. Lemale)

• **Géothermie sur pieux énergétiques**

Les pieux énergétiques sont tout d'abord des géostructures, c'est-à-dire des ouvrages mis en place dans le sol ou en contact avec lui. Ce sont les fondations d'un bâtiment lorsque la portance du sol est trop faible. Les pieux en béton armé sont généralement d'un diamètre de 0,4 à 1,5 m et atteignent une longueur de quelques mètres à plus de 30 m de longueur. Un pieu énergétique est un pieu de fondation équipé d'un tube ou réseau de tubes de manière à pouvoir échanger de la chaleur avec le terrain. Il assure donc une double fonction : celle de reporter en profondeur les charges d'un terrain et celle d'échangeur de chaleur avec le terrain.



**Schéma d'un bâtiment sur pieux énergétiques**

(Source : Géothermie de surface, P. Laplaige, J. Lemale)

• **Performances de la filière**

Sur une échelle globale, les performances environnementales de la filière géothermique sont très intéressantes :

Critères	Commentaires
Durée de vie du gisement	Infini
Capacité du gisement	Elevé (dépend de la régénération des sols-nappes)
Temps de retour en énergie grise	Correct
Recyclage des composants	Correct mais les fuites de fluides frigorigènes sont nocives pour l'environnement
Impact sur le cycle carbone	Dépend de la nécessité ou non d'une énergie d'appoint
Remise en l'état du site	Totale
Acceptabilité sociale	Large acceptation
Temporalité de production	Continue

#### IV.1.3.2 - Conditions requises pour le développement de l'énergie solaire

- **Géothermie de surface : puits provençal et capteurs horizontaux**

Le dimensionnement peut varier en fonction de :

- la nature du sol,
- la nature du tuyau,
- la localisation géographique,
- du volume du bâti à ventiler.

La conception d'un tel ouvrage doit également prendre en compte la place disponible pour l'installation des conduites, du type de ventilation installée et d'une bonne évaluation du débit d'air nécessaire en fonction des saisons.

Une étude thermique se justifie pour éviter un mauvais dimensionnement et des investissements financiers inappropriés.

De manière générale, la surface de terrain utilisée pour la mise en place de la géothermie de surface doit être entre 1,5 et 3 fois supérieures à la surface chauffée.

De plus des distances minimales entre le réseau et les obstacles (arbres, bâtis, réseaux souterrains...) sont à respecter limitant le potentiel de déploiement sur site.

Globalement la création d'une pompe à chaleur horizontale nécessite de passer en revue certaines contraintes de mise en place :

Typologie	Contraintes
<b>Profondeur d'enfouissement</b>	Entre 1 et 1,5 m, les tubes doivent être espacés d'au moins 40 cm les uns des autres
<b>Eloignement des réseaux électriques</b>	1,5 m minimum
<b>Eloignement des arbres</b>	2 m minimum
<b>Eloignement des ouvrages (puits, fondation, fosses septiques)</b>	3 m
<b>Humidité du sol</b>	Risque de gel
<b>Perméabilité du sol</b>	Sol perméable au-dessus du capteur
<b>Risque de dessèchement du sol et de création d'espaces entre le sol et les tubes</b>	Granulométrie adaptée
<b>Surface disponible sans construction ou terrassement</b>	Maximiser les espaces disponibles

- **Géothermie sur capteurs verticaux et pieux énergétiques**

Le développement des capteurs géothermiques verticaux fiables, durables et respectueux de l'environnement, doit tenir compte de plusieurs facteurs liés à l'utilisation du sous-sol.

Pour cela le foreur, unique opérateur responsable dans ce domaine, doit justifier de :

- une bonne connaissance de la réglementation générale et locale,
- une bonne connaissance préalable du sous-sol,
- l'utilisation d'équipements adaptés,
- des méthodes de travail permettant d'assurer une prestation rigoureuse et de qualité.

Le rendement et le dimensionnement d'un tel système diffère selon la nature du sous-sol.

Le tableau suivant (*Source : Géothermie de surface, P. Laplaige, J. Lemale*) représente la puissance thermique qu'il est possible d'extraire selon la nature du sol, ainsi que la longueur de sonde à installer selon chaque typologie afin d'obtenir 1 kW de puissance thermique pour un COP de 3,5.

De plus, l'humidité naturelle du sol améliore la conductivité thermique et la présence d'eau souterraine et aussi un vecteur d'amélioration de la puissance de production.

En ce qui concerne la géothermie sur pieux : la résistance thermique des pieux, leurs dimensions et leurs espacements est à prendre en compte.

Nature du sous-sol	Conductivité thermique (W/m.K)	Puissance d'extraction (W/m)	Longueur de sonde (COP de 3,5) (m/kW de puissance)
<b>Gravier, sable, sec</b>	0,4	<20	>36
<b>Gravier, sable, aquifère</b>	2	60	11
<b>Argile, limon, humide</b>	1,7	35	19,5
<b>Calcaire massif</b>	2,8	52,5	13
<b>Grès</b>	2,3	50	11
<b>Granite</b>	3,4	60,5	12
<b>Basalte</b>	1,7	45	16,5
<b>Gneiss</b>	2,9	65	13

Le COP (Coefficient de Performance) représente la performance énergétique de la pompe à chaleur fonctionnant en mode chauffage. Il correspond au rapport entre l'énergie utile (chaleur restituée pour le chauffage) et l'énergie consommée (facturée) pour faire fonctionner la pompe à chaleur.

#### IV.1.3.3 - Applicabilité au niveau du projet

- **Géothermie de surface : puits provençal et capteurs horizontaux**

La consommation de surface au sol doit être en adéquation avec la surface de plancher prévue, cependant en raison des différents aménagements et de la présence future de nombreux végétaux, la surface au sol disponible pour l'installation d'une technique de géothermie de surface est trop restreinte.

Consommation de surface au sol trop importante.

- **Géothermie sur capteurs verticaux et pieux énergétiques**

Présence d'un sous-sol composé d'argiles, de tourbes et d'argiles tourbeuses très adéquats à la géothermie sur capteurs verticaux.

Mais cette solution répond à un besoin de chauffage déjà couvert par le raccordement au réseau de chaleur urbain.

#### IV.1.3.4 - Conclusion

<b>Contraintes et servitudes</b>	Les procédés géothermiques sur capteurs horizontaux consomment trop d'espace du point de vue d'un projet situé en ville. Les procédés géothermiques sur capteurs verticaux sont potentiellement éligibles. Cependant il conviendra de confirmer ces informations et de les développer.
<b>Potentiel de production</b>	La géothermie à captage vertical est intéressante mais les coûts du forage peuvent se révéler rédhibitoires.
<b>Retour sur investissement</b>	Les temps de retour sur investissement sont globalement inférieurs à 10 ans mais cela dépend grandement du coût des forages.
<b>Conclusion</b>	La géothermie à captage horizontal est trop consommatrice d'espace. La géothermie à captage vertical paraît très intéressante mais les coûts de forage pourraient être prohibitifs et le besoin en chauffage est déjà couvert par le raccordement au nouveau réseau de chaleur. <b>Solution non pertinente.</b>

#### IV.1.4 - AEROTHERMIE

##### IV.1.4.1 - Principe

La pompe à chaleur d'un système aérothermique peut être soit air/air soit air/eau.

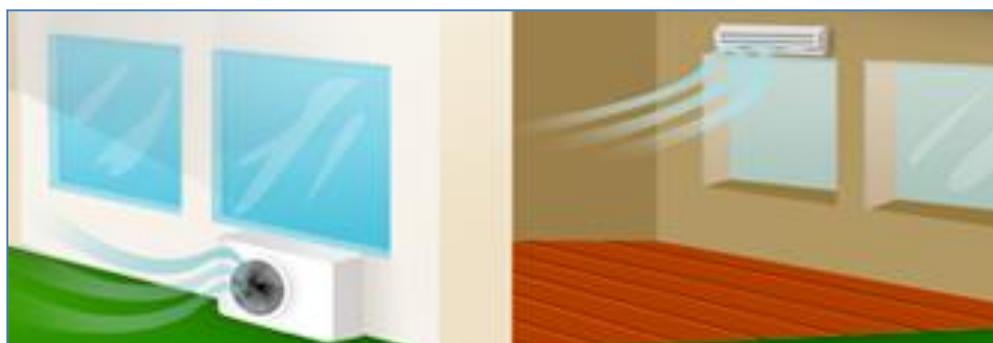
Elle absorbe les calories présentes naturellement dans l'air extérieur. Elle les utilise pour atteindre la température désirée en eau chaude ou eau froide selon les besoins de chauffage ou de rafraîchissement (air/eau) ou elle utilise ces calories pour chauffer l'air intérieur.

Une pompe à chaleur utilisant le principe de l'aérothermie prélève de la chaleur naturelle présente dans l'air (même en hiver).



**Schéma de fonctionnement d'une pompe à chaleur air/eau**

(Source : <http://www.ciat.fr/>)



**Schéma de fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air**

(Source : <http://www.quelleenergie.fr/>)

Sur une échelle globale, les performances environnementales de la filière géothermique sont très intéressantes :

Critères	Commentaires
Durée de vie du gisement	Infini
Capacité du gisement	Moyen
Temps de retour en énergie grise	Correct
Recyclage des composants	Correct mais les fuites de fluides frigorigènes sont nocives pour l'environnement
Impact sur le cycle carbone	Dépend de la nécessité ou non d'une énergie d'appoint
Remise en l'état du site	Totale
Acceptabilité sociale	Bonne, possible problématique du bruit
Temporalité de production	Continue, mais faible l'hiver

IV.1.4.2 - Applicabilité au niveau du projet

Le développement de cette technique sur le site du projet est possible. Elle n'implique pas de gros travaux et ne nécessite aucune autorisation administrative.

Son installation et son utilisation sont très simples, et elle est plus économique qu'un système de chauffage par des convecteurs électriques traditionnels.

Cependant il présente des inconvénients tels que le bruit et la rentabilité énergétique. En effet, la pompe à chaleur air capte les calories dans l'air ambiant, son rendement est dépendant de la température extérieure. Ainsi, dans le cas de basses températures, en dessous de 3°C, le système devient moins performant, et pourrait éventuellement nécessiter un chauffage d'appoint.

Sur la commune de Bordeaux, les températures descendent sous 0°C en moyenne 28,4 jours par an, principalement durant la période hivernale.

Également, selon le niveau de gamme de la pompe à chaleur, elle peut être plus ou moins bruyante. Il est donc nécessaire d'en étudier l'emplacement afin de limiter voire éviter les problèmes de voisinage.

IV.1.4.3 - Conclusion

<b>Contraintes et servitudes</b>	Les procédés aérothermiques ne sont pas soumis à des contraintes particulières.
<b>Potentiel de production</b>	Potentiel de production relativement bon malgré une diminution des performances en hiver.
<b>Retour sur investissement</b>	Seules les PACX air/eau font parties des installations éligibles pour l'obtention d'un prêt à taux zéro.
<b>Conclusion</b>	La solution serait applicable mais le besoin en chauffage est déjà couvert par le raccordement au nouveau réseau de chaleur. <b>Solution non pertinente.</b>

IV.1.5 - HYDROTHERMIE

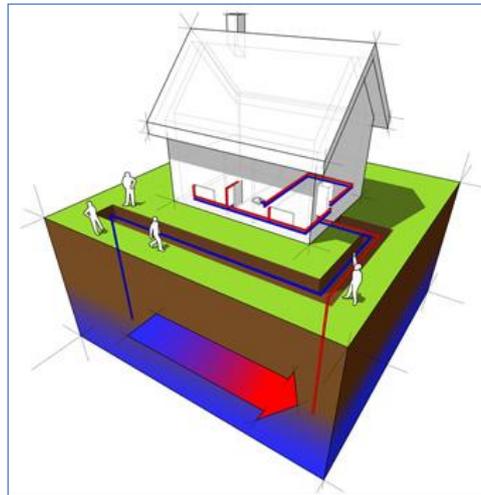
IV.1.5.1 - Principe

La pompe à chaleur hydrothermique extraie la chaleur de l'eau. La chaleur est puisée d'une nappe phréatique ayant une température suffisante et constante, à hauteur de 7 à 12 degrés. Dans d'autres cas, l'eau peut être puisée d'un lac, un cours d'eau, ou d'un puits se trouvant à une distance raisonnable.

Il existe deux modes de captages de l'énergie hydrothermique :

- hydrothermie à un seul forage : un seul forage est nécessaire pour le prélèvement de l'eau de la nappe. Une fois les calories nécessaires prélevées, cette eau est rejetée en surface (dans une rivière, réseau d'eaux pluviales...);
- hydrothermie à deux forages : bien que plus coûteux, ce système consiste à réinjecter l'eau dans la nappe phréatique après le prélèvement des calories.

L'installation d'un système à deux forages est généralement conseillée, l'un pour puiser l'eau et l'autre pour retourner l'eau à sa source afin d'éviter qu'elle ne se tarisse. En effet, un seul forage oblige à faire une boucle avec du liquide frigorigène, avec un risque de fuite préjudiciable pour l'environnement. Le risque de tarir la source de calories est également à prendre en compte.



**Schéma du principe de fonctionnement de l'hydrothermie**  
 (Source : <http://www.geothermique.fr/>)

Sur une échelle globale, les performances environnementales de la filière hydrothermique sont très intéressantes :

Critères	Commentaires
Durée de vie du gisement	Infini
Capacité du gisement	Elevé (dépend de la régénération des sols-nappes)
Temps de retour en énergie grise	Correct
Recyclage des composants	Correct mais les fuites de fluides frigorigènes sont nocives pour l'environnement
Impact sur le cycle carbone	Dépend de la nécessité ou non d'une énergie d'appoint
Remise en l'état du site	Totale
Acceptabilité sociale	Large acceptation
Temporalité de production	Continue

IV.1.5.2 - Conditions requises pour le développement de l'hydrothermie

Pour un fonctionnement optimal du système d'hydrothermie, certaines conditions doivent être réunies :

- il est impératif que la nappe se situe en dessous ou à proximité du bâtiment,
- la température de l'eau de la nappe phréatique doit être de 12°C au minimum,
- la profondeur de la nappe ne doit pas excéder les 100 m,
- être certain d'obtenir un débit suffisant tout au long de l'année.

IV.1.5.3 - Applicabilité au niveau du projet

L'applicabilité du projet dépend de la présence d'une nappe phréatique accessible avec un débit exploitable et une composition physicochimique adaptée. L'eau issue de la nappe doit être réinjectée sans altérer le milieu source. Les contraintes de réinjections sont donc à étudier.

L'**hydrothermie** est exploitée dans le chauffage des bâtiments. L'installation hydrothermique est constituée de capteurs disposés à la verticale qui conduisent l'eau vers la pompe et des émetteurs de chauffage (plancher chauffant, radiateurs...) qui répartissent la chaleur.

Une nappe peu profonde est présente sous le site du projet et peut constituer une source d'énergie.

Le coût d'investissement est conséquent (jusqu'à 13 000 euros pour un système en double forage) mais les frais d'entretien sont faibles (environ 150 euros par an).

IV.1.5.4 - Conclusion

<b>Contraintes et servitudes</b>	Les procédés hydrothermiques sont potentiellement éligibles au crédit d'impôt si le rendement COP est inférieur à 3 pour une température de 5°. Il existe une contrainte règlementaire : il faut faire des démarches administratives pour modifier les sous-sols et le chantier doit être réalisé par une entreprise agréée. Le déploiement de cette technique dépend de la présence d'une nappe phréatique adaptée.
<b>Potentiel de production</b>	L'hydrothermie est intéressante mais les couts du forage sont élevés.
<b>Retour sur investissement</b>	Les temps de retour sur investissement sont globalement inférieurs à 10 ans mais cela dépend grandement du cout des forages.
<b>Conclusion</b>	L'hydrothermie paraît intéressante mais les couts de forage pourraient être prohibitifs. De plus, le besoin en chauffage est déjà couvert par le raccordement au nouveau réseau de chaleur. <b>Solution non pertinente.</b>

IV.1.6 - **BOIS ENERGIE (BIOMASSE)**IV.1.6.1 - Principe

Le bois-énergie désigne l'utilisation du bois en tant que combustible, employé sous différentes formes : plaquettes forestières, produits connexes de scierie, produits bois en fin de vie, granulés, bûches, dans des installations domestiques, industrielles ou collectives.

Suivant les objectifs de consommation, plusieurs types d'installation sont possibles.

La ressource en bois peut provenir soit :

- de la forêt,
- des entreprises telles que les scieries,
- des centres de recyclage de bois en fin de vie ou de bois urbains.

Le développement en bois énergie est issu d'une volonté de trouver de nouveaux débouchés pour le bois des forêts tout en répondant aux enjeux du développement des énergies renouvelables. Le bois allie économie du coût de la ressource, écologie du fait du circuit d'approvisionnement court, et social par la création d'emplois locaux du fait du développement de cette filière.

Sur une échelle globale, les performances environnementales de la filière Bois Energie sont très intéressantes :

Critères	Commentaires
<b>Durée de vie du gisement</b>	Infini à l'échelle humaine si la gestion du gisement est bonne (dépend de l'activité solaire)
<b>Capacité du gisement</b>	Plusieurs fois la consommation énergétiques mondiale
<b>Temps de retour en énergie grise</b>	Très bon
<b>Recyclage des composants</b>	Manque de données
<b>Impact sur le cycle carbone</b>	Nul si le gisement est proche
<b>Remise en l'état du site</b>	Totale si reboisement
<b>Acceptabilité sociale</b>	Large acceptation
<b>Temporalité de production</b>	Continue si l'approvisionnement en matières premières est effectué

IV.1.6.2 - Applicabilité au niveau du projet

- **Potentiel**

La ressource en bois est très importante en Gironde. La sylviculture est une activité importante sur ce territoire.

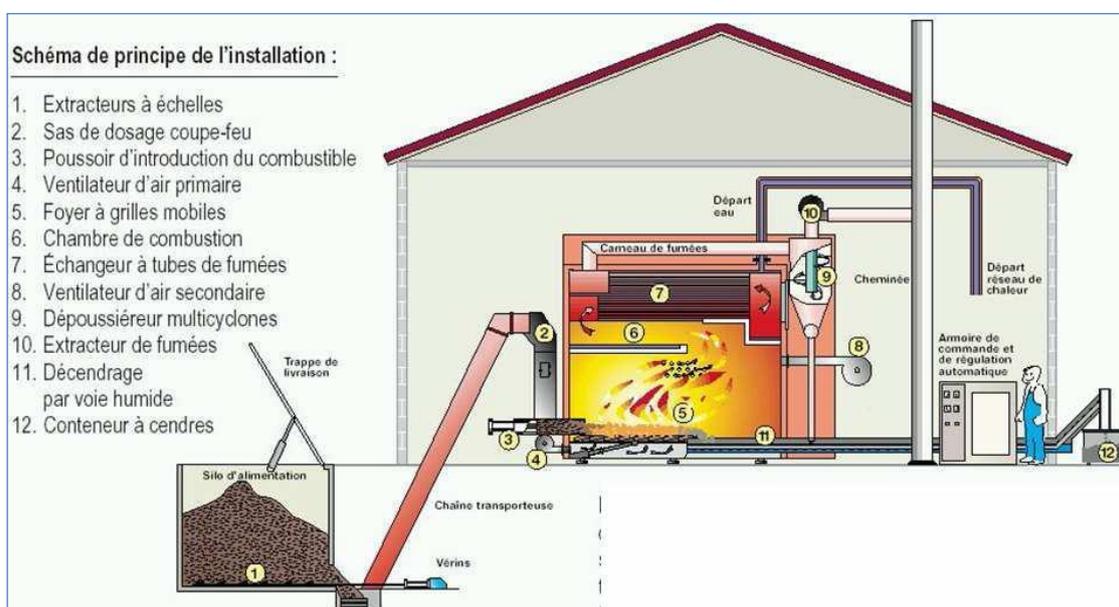
- **Pérennité et conflit**

La pérennité de ce dispositif est liée à la pérennité de l'approvisionnement.

La valorisation énergétique du bois entre en conflit avec les industries lourdes. Le bois d'œuvre doit notamment être favorisé car il apporte plus de valeur ajoutée, d'emplois, et enferme plus longtemps le carbone. Mais lors de sa transformation ou en fin de vie, il produit du bois énergie, la rivalité entre les deux utilisations est donc faible.

- **Mobilisation**

Le réseau de chaleur nouvellement créé, déjà raccordé à la résidence des Aubiers et bientôt à celle du Lac, est alimenté par une chaufferie utilisant exclusivement de la biomasse pour fonctionner. Le bois énergie est donc déjà mobilisé sur la zone d'étude et son utilisation est en cours de généralisation.



**Principe d'installation d'une chaufferie bois**

(Source : Ademe)

IV.1.6.3 - Conclusion

<b>Contraintes et servitudes</b>	Sans objet.
<b>Potentiel de production</b>	La ressource est disponible dans le département de la Gironde et le potentiel de production est conséquent.
<b>Retour sur investissement</b>	Les temps de retour sur investissement sont globalement inférieurs à 10 ans.
<b>Conclusion</b>	Le réseau de chaleur nouvellement créé auquel le parc existant va être raccordé exploite la filière biomasse via la Chaufferie des Aubiers. <b>Solution déjà en application via le réseau de chaleur nouvellement créé.</b>

#### IV.1.7 - RECUPERATION DE CHALEUR ISSUE D'USINES D'INCINERATION DES ORDURES MENAGERES (UIOM)

##### IV.1.7.1 - Principe

La thermolyse, ou combustion, est la principale méthode utilisée pour le traitement des déchets ménagers. Elle produit :

- d'une part de la chaleur, provenant surtout de la combustion des gaz dégagés par les ordures portées à haute température,
- d'autre part un combustible très chargé en impuretés et de faible pouvoir calorifique.

Dans un procédé voisin, le combustible solide est brûlé en fin de processus dans la même enceinte, les fumées de combustion servant à chauffer les matières dans la première partie du processus.

Une usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) est composée d'un four pour la combustion, d'une chaudière pour la récupération de la chaleur, d'un système de traitement des fumées. Une fosse de réception récupère les ordures ménagères et un grappin porte ces matières dans une trémie qui alimente le ou les fours.

La technique la plus employée est celle du four à grille : les ordures sont déposées sur la partie haute d'une "grille" légèrement inclinée, faite de barreaux jointifs dont les mouvements les uns par rapport aux autres assurent à la fois un retournement et un brassage des matières et une lente translation de celles-ci vers la partie basse de la grille. De l'air passe à travers les barreaux, assurant la combustion des ordures ménagères. La partie non brûlée est éteinte à l'eau : c'est le mâchefer d'où l'on extrait les parties métalliques.

Les fumées, dont la température est de 900°C au moins et peut atteindre 1 500°C dans les grosses installations, doivent être refroidies à 200°C pour pouvoir être traitées. Cette partie de combustion est complétée par une installation de traitement des fumées pour les débarrasser de leurs cendres volantes (avec un électrofiltre) et des substances polluantes.

L'association Amorce et l'ADEME estiment que le rendement du four et de la chaudière est de l'ordre de 75% et peut atteindre 80%.

La combustion des déchets fournit de la vapeur à 20, 30 ou 40 bars. Celle-ci pourra actionner une turbine "à condensation" pour la production du maximum possible d'électricité ou bien, par un échangeur, donner sa chaleur à un réseau de chaleur ou à un industriel. Elle pourra également être employée en "cogénération", c'est à dire produire de l'électricité dans une turbine à contre-pression qui la laisse à une pression de 3 à 10 bar et à une température suffisante pour alimenter un réseau de chaleur. A partir de la vapeur, le rendement énergétique de la production de chaleur seule est alors de 95%, celui de la production d'électricité seule de 25 à 30 %, fonction de la taille de l'unité, et celui de la cogénération de 80 %.

Critères	Commentaires
<b>Durée de vie du gisement</b>	Infini à l'échelle humaine (Dépendant toutefois de la production de déchets et de leur traitement par incinération)
<b>Capacité du gisement</b>	Elevée (dépend de la charge de l'incinérateur et de la récupération du combustible issu de la thermolyse)
<b>Temps de retour en énergie grise</b>	Très bon
<b>Recyclage des composants</b>	Manque de données
<b>Impact sur le cycle carbone</b>	Correct si récupération de l'ensemble des fumées et chaleur dégagées
<b>Remise en l'état du site</b>	Totale
<b>Acceptabilité sociale</b>	Large acceptation
<b>Temporalité de production</b>	Continue si l'approvisionnement en matières premières est effectué et dépend du taux de saturation de l'incinérateur (combustible issu de la thermolyse) et du type d'incinération

Ce type de valorisation énergétique mis en œuvre dépend de la taille de l'usine mais aussi de son contexte d'implantation, en particulier de l'existence ou non d'un utilisateur à proximité pour absorber la chaleur fournie tout au long de l'année.

L'UIOM concernée doit avoir été construite sur un modèle de récupération de chaleur, permettant le raccordement d'un réseau de canalisations pour acheminer la chaleur. En 2010, sur les 129 UIOM, 114 sont équipées d'un système de récupération d'énergie et/ou de chaleur. Mais seulement 30% des déchets municipaux sont traités par incinération.

Le coût moyen d'incinération de déchets est de 94 € TTC par tonne en 2010, en incluant la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP). 80 % des installations ont des coûts qui se situent entre 60 € et 120 €.

La valorisation d'une tonne de déchets peut permettre de produire jusqu'à 500 kWh d'électricité (en valorisation d'électricité seule) ou 1 700 kWh de chaleur (en valorisation thermique seule). Les déchets issus de 7 familles (après tri) assurent le chauffage et l'eau chaude sanitaire d'une famille. Les déchets issus de 10 familles assurent l'électricité d'une famille (hors chauffage).

#### IV.1.7.1 - Applicabilité au niveau du projet

- **Mobilisation**

Aucune UIOM n'est présente à proximité du site du projet.

- **Perspectives**

Le développement de la prévention, la systématisation des collectes séparées et l'élargissement des consignes de tri orientant davantage de déchets vers la valorisation (recyclage, compostage, etc.) permettront de diminuer drastiquement la part de déchets ménagers résiduels envoyés en incinération et stockage.

A l'inverse, une part croissante de déchets combustibles pré-triés disposant d'un fort potentiel énergétique (déchets non recyclables refusés par les collectes séparatives ou issus d'une installation de tri de déchets industriels ou de traitement mécano-biologique) sera disponible.

Enfin, la révision de la réglementation sur le stockage (directive en cours de révision, travaux au niveau français) pourrait progressivement fixer certains critères d'admissibilité des déchets en stockage, notamment un pouvoir calorifique maximum.

Les UIOM sont donc susceptibles de voir évoluer le pouvoir calorifique des déchets qu'elles traitent, soit à la hausse si ces fractions à haut pouvoir calorifique y sont incinérées, soit au contraire à la baisse si ces fractions sont valorisées énergétiquement dans d'autres types d'installations.

#### IV.1.7.1 - Conclusion

<b>Contraintes et servitudes</b>	Aucune UIOM n'est présente à proximité du site du projet.
<b>Potentiel de production</b>	La ressource est disponible et le potentiel de production est conséquent.
<b>Retour sur investissement</b>	Manque de données
<b>Conclusion</b>	Le besoin en chauffage est déjà couvert par le raccordement au nouveau réseau de chaleur. <b>Solution non pertinente.</b>

## IV.2 - SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS

### IV.2.1 - TABLEAU DE SYNTHÈSE

Le tableau ci-dessous présente les différents types d'énergies renouvelables hiérarchisées par pertinence pour le site du projet de renouvellement urbain.

Type d'énergie	Pertinence
Bois Energie	Pertinente ( <i>raccordement au réseau de chaleur</i> ) <i>Filière prioritaire</i>
Solaire photovoltaïque et thermodynamique	Pertinente ( <i>étude à mener</i> ) <i>Filière secondaire</i>
Récupération de chaleur issue des UIOM	Ecartée <i>Filière non retenue</i>
Aérothermie	Ecartée <i>Filière non retenue</i>
Géothermie	Ecartée <i>Filière non retenue</i>
Hydrothermie	Ecartée <i>Filière non retenue</i>
Solaire thermique	Ecartée <i>Filière non retenue</i>
Petit éolien	Ecartée <i>Filière non retenue</i>

Aucune étude supplémentaire n'est à mener concernant le réseau de chaleur puisque la chaufferie est entrée en service pour la période de chauffe 2020 et que le réseau est déjà partiellement raccordé au parc de logements social existant.

Des études complémentaires seront à mener ultérieurement pour conforter le potentiel de mobilisation de l'énergie solaire photovoltaïque et/ou thermodynamique pour les nouveaux bâtiments.

### IV.2.2 - PRÉCONISATIONS POUR LA FILIÈRE SECONDAIRE

Les premières préconisations concernant la réduction d'utilisation d'énergie sur le site passent par une bonne efficacité et sobriété énergétique des bâtiments. Cependant certains conseils peuvent être édictés afin d'optimiser la production énergétique sur l'emprise du projet selon les types d'énergies mobilisables.

Type d'énergie	Préconisations d'aménagement
Solaire	<p>L'énergie solaire est intéressante sur le secteur.</p> <p>La meilleure implantation pour des panneaux solaires est une orientation sud avec une inclinaison d'environ 30°. Une orientation sud-est ou sud-ouest est acceptable mais moins efficace. L'inclinaison peut être plus proche de l'horizontale, cependant la technologie des panneaux solaires devra être adaptée au rayonnement diffus.</p> <p>La solution la plus rentable énergétiquement est de prévoir des pans de toitures adaptés à ces préconisations.</p> <p>De manière générale l'incorporation des panneaux dans le bâti devra être optimale afin de limiter les nuisances visuelles, de promouvoir une bonne qualité architecturale et de pouvoir bénéficier des tarifs de rachat de l'électricité les plus avantageux si le choix du photovoltaïque était fait.</p> <p>La disposition des bâtiments sur le terrain et entre eux devra être réfléchie, tout comme l'implantation des sujets végétaux, afin d'éviter la création de zones d'ombres.</p>

## **V - CONCLUSION**

Le raccordement au réseau de chaleur des Aubiers, alimenté par une source d'énergie renouvelable (biomasse), permettra de couvrir approximativement 85% des besoins annuels en chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire) pour le parc de logements existants. Le raccordement au réseau de chaleur est déjà achevé sur la résidence des Aubiers et sera réalisé sous peu sur la résidence du Lac. Les sept chaudières gaz actuelles serviront désormais de productions d'appoint lors des pics de consommation énergétique. Le maître d'ouvrage étudie également l'opportunité de raccorder au réseau de chaleur les nouveaux bâtiments, dont les besoins en chaleur pourraient être intégralement couverts une partie de l'année.

La recherche d'une énergie renouvelable complémentaire permettant de subvenir aux autres besoins énergétiques (électricité pour les besoins dits « conventionnels » et les usages spécifiques de l'électricité) a porté préférentiellement sur la filière solaire photovoltaïque et/ou thermodynamique, seule ressource qu'il est envisageable de mobiliser en site urbain fortement urbanisé compte tenu des contraintes fortes qui s'appliquent (contraintes réglementaires, peu de réserves foncières disponibles, insertion paysagère, acceptabilité sociale, etc.). Une étude plus poussée sur le potentiel et la faisabilité de développement de la filière solaire photovoltaïque et/ou thermodynamique pour les nouveaux bâtiments sera réalisée par le maître d'ouvrage.