

Commune de Villeneuve-lès-Béziers

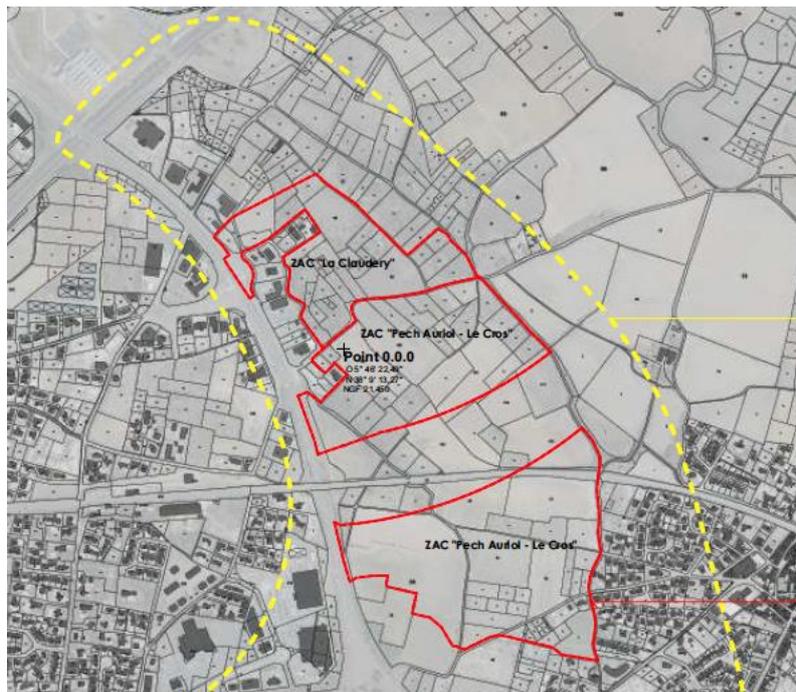
Architectes-Urbanistes :

Agence RAYSSAC + BETU



ZAC Pech Auriol - Le Cros

Phase Création de la ZAC



Étude de faisabilité du potentiel de développement des énergies renouvelables et réseau

V2 – 07 mars 2024

Rédacteur : Tom REINBOLD

Vérificateur : Laurent FARAVEL

Modifications apportées par rapport à la version initiale :

- Réduction du périmètre de la ZAC
- Révision du nombre total de logements
- Révision de la répartition spatiale
- Révision de la proportion collectif/individuel
- Révision de la part de logements sociaux

SOMMAIRE

1. Introduction	5
2. Présentation du projet	6
2.1. Situation	6
2.2. Bâtiments envisagés	9
2.3. Raccordement à un réseau existant et possibilité de desservir les alentours.	10
3. Cadre énergie-climat, cadre réglementaire, enjeux	12
3.1. Cadre lointain	13
3.2. Cadre proche	16
3.3. Cadre réglementaire énergie/bâtiment	20
3.4. Enjeux de l'étude pour ce projet	21
4. Évaluation du potentiel d'énergies renouvelables	22
4.1. Vision large toutes EnR.....	23
4.2. L'énergie solaire	24
4.3. Biomasse	30
4.4. Aérothermie	31
4.5. Géothermie	31
4.6. Récupération de chaleur sur eaux usées	32
5. Estimation des besoins en énergie de la zone, opportunité d'un réseau, possibilité d'un aménagement à énergie positive	34
5.1. Rappels sur les différentes énergies manipulées	34
5.2. Estimation des consommations	35
5.3. Opportunité d'un réseau de chaleur.....	44
5.4. Possibilité d'un aménagement à énergie positive ?	44
6. Paramètres d'applicabilité – lien avec le PLU	48
6.1. Logements individuels en bande 80 m2	49
6.1. Logements individuels 130 m2	50
6.2. Logements collectifs 70-75 m2.....	50

6.3. Commerces en pied d'immeuble.....	51
7. Conclusions.....	52

1. Introduction

Le législateur s'est aperçu que, face à la nécessité d'agir contre le changement climatique, l'échelle urbaine offrait des possibilités qu'un bâtiment seul n'offre pas. Il a donc rendu obligatoire, à l'occasion d'opérations d'aménagement, la réalisation d'études visant à examiner comment, en rupture avec les pratiques antérieures, on pouvait **substituer aux énergies fossiles des énergies renouvelables présentes localement**. Cet enjeu de long terme et de bon sens nécessite, pour l'instant, des efforts supplémentaires et du courage pour prendre les bonnes décisions dans une vision à 40 ou 50 ans.

La présente étude se situe dans le contexte général suivant :

- L'**Accord de Paris sur le Climat**, de 2015, un texte par lequel les nations du monde s'engagent à réduire leur impact sur le changement climatique. La **COP 26**, fin 2021, a essayé de transcrire en actes politiques les éléments factuels alarmistes des derniers rapports du GIEC. La **COP 27**, en novembre 2022, n'a accouché que du principe d'un paiement des pays riches pour les pays pauvres.
- L'adoption, en août 2015, de la **Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte**, visant à placer la France sur une trajectoire énergétique bonne pour la planète. Cette loi comporte de bonnes mesures, indiquant notamment que les bâtiments publics neufs de l'Etat et des collectivités « sont, chaque fois que possible, à énergie positive et à haute performance environnementale ».
- Le vote de la **Loi Energie-Climat le 8 novembre 2019**. Elle relève les objectifs mais ne donne quasiment pas de moyens concrets pour y arriver.
- La **Loi « Climat et Résilience » du 22 août 2021** propose des éléments pour lutter contre le réchauffement climatique.
- Le vote par l'Assemblée et par le Sénat du projet de **loi relatif à l'accélération de la production d'énergies renouvelables**, en février 2023.

Cette étude est réalisée **en application de l'article L300-1-1 du Code de l'urbanisme**. Ce type d'étude est habituellement réalisé, dans le cas d'un projet de ZAC, en deux versions : une en phase Création, mise à jour en une seconde en phase Réalisation de ZAC. C'est en effet **par la prise en compte réelle, pour l'élaboration de la phase Réalisation, des conclusions de la phase Création, que cette étude prend la pertinence et l'intérêt voulus par la loi**.

La présente étude V2 représente la version en phase Création de ZAC, à partir de données à jour datant de janvier 2024, sur la base actuelle du projet urbain conçu par l'agence RAYSSAC et BETU.

Les conclusions de l'étude de faisabilité **doivent désormais être intégrées au volet Énergie-Climat de l'Étude d'Impact, le porteur de projet devant même indiquer comment il en tient compte dans le projet.**

La présente étude est liée à une autre étude portant sur les émissions de GES, remise par ailleurs, et elle aussi à intégrer à l'Étude d'Impact.

2. Présentation du projet

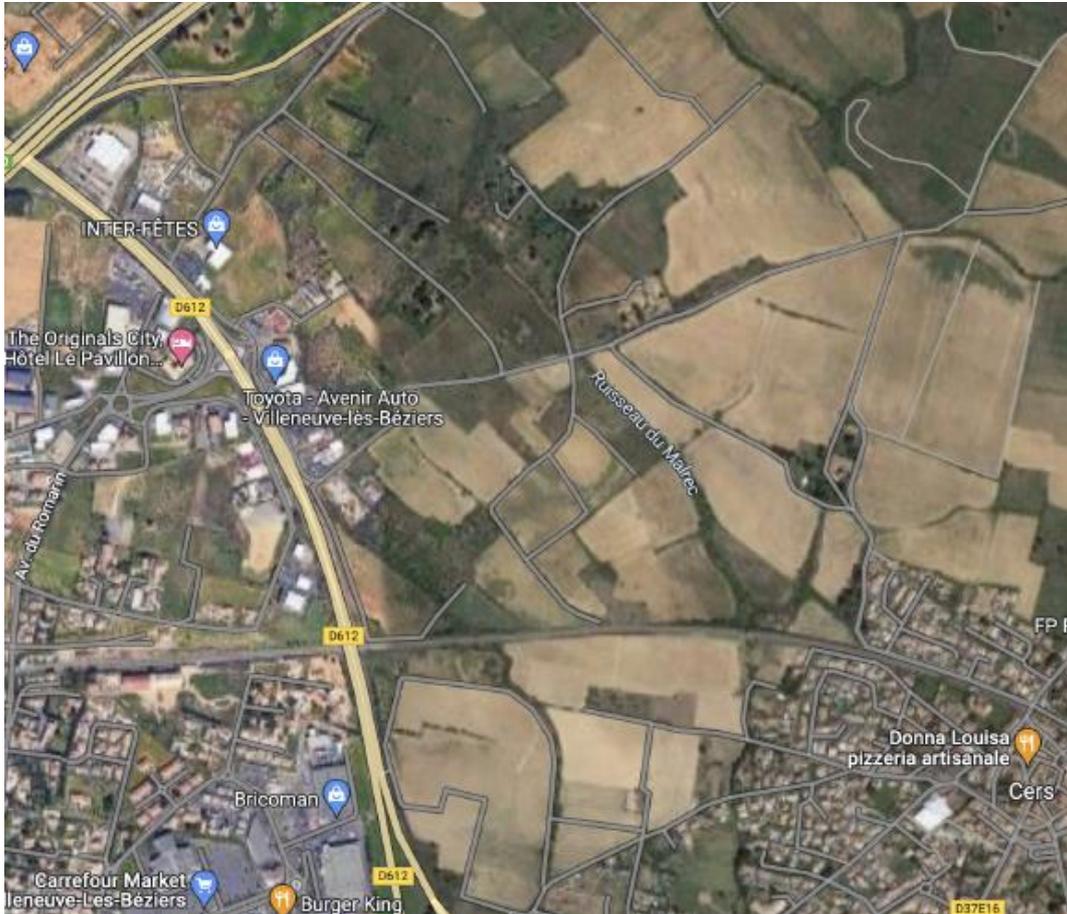
2.1. Situation

Le projet de ZAC Pech Auriol - Le Cros se situe au Nord-Est de la commune de Villeneuve-lès-Béziers, qui fait partie de la Communauté d'Agglomération Béziers Méditerranée, et au Nord-Ouest de la commune de Cers. Il fait partie d'un ensemble de deux ZAC étudiées simultanément, la seconde étant la ZAC Claudery, au Nord, destinée à être un parc d'activités et de services.

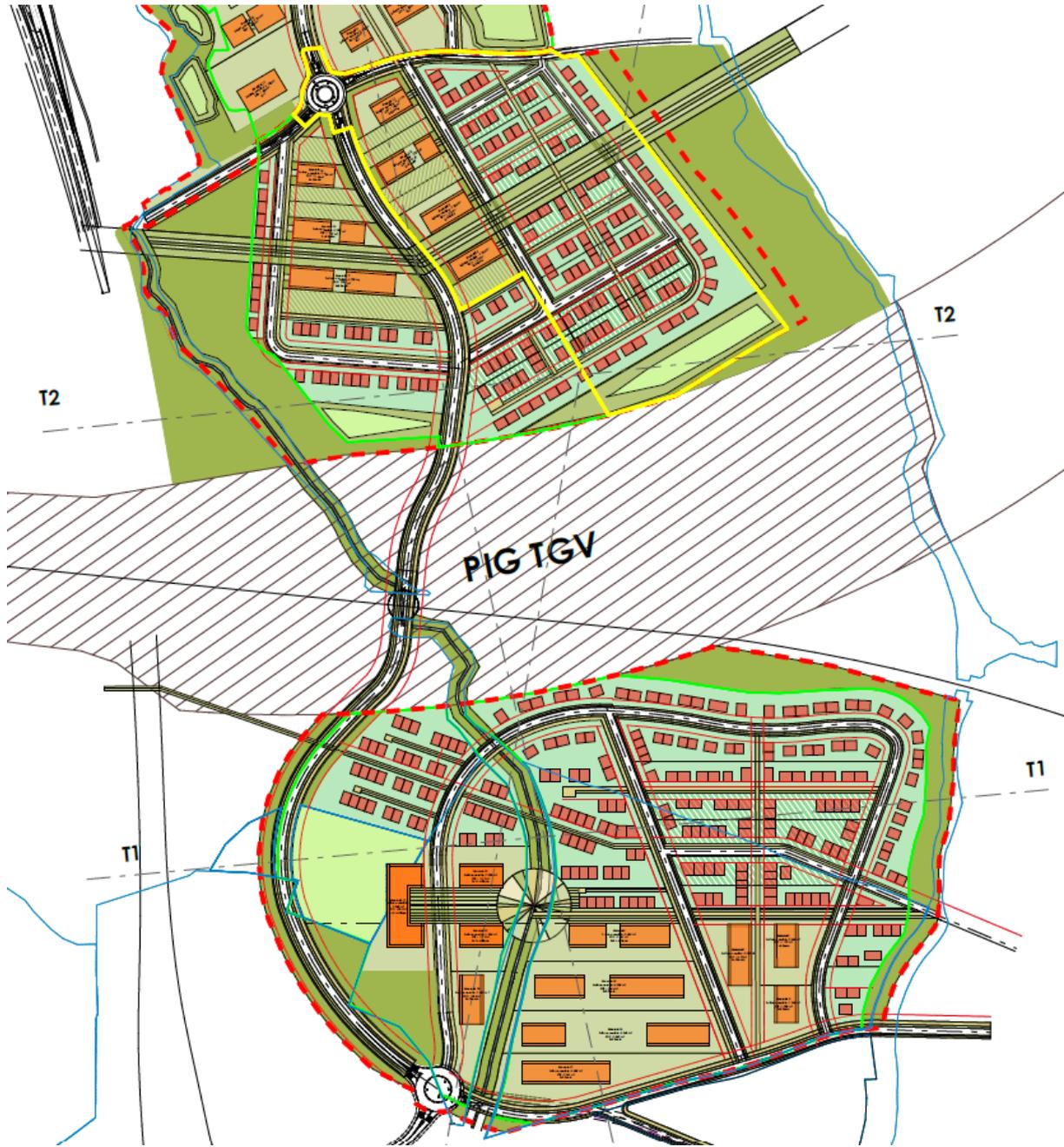
La ZAC Pech Auriol - Le Cros est en réalité divisée en 2 secteurs : Pech Auriol, au Nord d'une voie de chemin de fer et accolée au Sud de la ZAC Claudery et la partie Le Cros, au Sud de la voie ferrée.



Le site du projet s'inscrit dans la continuité par l'Est d'un secteur voué aux activités économiques (La Montagnette). Il est bordé à l'Ouest par la RD612, au Sud et à l'Est par une zone naturelle et agricole et par la limite Ouest de Cers. **La ZAC a une surface de 29 ha environ en considérant les 2 secteurs.**



Vue aérienne de la zone de la ZAC et de ses alentours



Plan de la ZAC au 31/01/2024

2.2. Bâtiments envisagés

Le projet d'aménagement de la **ZAC Pech Auriol - Le Cros envisage** :

- **Des maisons individuelles isolées et en bande**
- **Des logements collectifs privés, en R+2, R+2 + attique et R+3**
- **Des logements sociaux, considérés en R+2 (à partir de la répartition privé/social, mais à confirmer ultérieurement)**
- **Des activités et commerces en pied d'immeuble, ainsi qu'un équipement public (annexe de la mairie)**

Plus précisément, le projet de ZAC est constitué de :

- **320 logements individuels, d'une surface variant entre 80 m² (logements en bande) et 130 m² (isolé) : SDP totale = 36 000 m²**
- **18 macro-lots de logements collectifs + activités, services et l'équipement public : SDP totale logements collectifs = 30 400 m² et SDP totale commerces/services = 4 200 m²**

Parmi l'ensemble des logements, **25% environ représentent des logements sociaux**. Nous avons formulé l'hypothèse qu'ils seront exclusivement collectifs et avons ainsi sélectionné arbitrairement 9 macro-lots (Le Cros 1-2-3-6-7 ; Pech Auriol 1-2-5) dont la surface cumulée représente 14 300 m², comme étant du logement social.

2.3. Raccordement à un réseau existant et possibilité de desservir les alentours

Raccordement à un réseau de chaleur

Il n'existe **aucun réseau de chaleur** à proximité. De plus, l'environnement immédiat du projet d'aménagement est trop peu dense pour qu'une desserte par un réseau urbain extérieur puisse être envisagée dans de bonnes conditions technico-économiques.

La création d'un réseau, subventionné, serait la solution la moins chère à l'investissement par bâtiment et posséderait un coût de l'énergie très faible, ce qui serait adapté à des blocs de logements avec davantage de niveaux, représentant des quantités de chaleur plus importantes.

Cependant, les quantités de chaleur en jeu et la typologie des bâtiments à l'échelle de la ZAC impliquent une très basse densité thermique. Et aucun bâtiment ou équipement consommateur de chaleur n'est situé à proximité immédiate de cette zone.

Ainsi, ces éléments rendent vain tout effort de réalisation d'un réseau de chaleur (voir détail au 5.3). **L'option d'un réseau de chaleur global est donc rejetée.**

Raccordement à un réseau de gaz

La possibilité de se raccorder au gaz relève d'une autre ère énergétique que l'actuelle :

- **le gaz de ville est une cause majeure d'augmentation de l'effet de serre : 100% du carbone qu'il contient est d'origine fossile** (sauf quand il contient du biogaz, qui n'est à horizon visible qu'une fraction de l'ensemble), **donc se rajoute directement dans l'atmosphère.**
- **La RE2020, désormais en vigueur pour le logement, comporte des seuils qui rendent quasi-impossible le recours au gaz, surtout à partir de 2025**
- **Les hausses vertigineuses du coût du gaz en raison du contexte géopolitique en font un facteur d'aggravation de la précarité énergétique**

Pour ces raisons, **nous ne l'avons envisagé sur aucun bâtiment de la ZAC.**

La **loi Energie-Climat demande de bannir en priorité les énergies les plus productrices de gaz à effet de serre** (article 1 : « *il est mis fin en priorité à l'usage des énergies fossiles les plus émettrices de gaz à effet de serre* ») : le gaz de ville en fait partie. Le projet est à ce titre dans l'axe de la loi.

Par ailleurs, le gouvernement **a annoncé l'interdiction du gaz dans les logements individuels neufs puis dans les logements collectifs neufs** : « *Dès le 1er janvier 2022, les maisons individuelles dont la demande de permis est postérieure à cette date, ne*

pourront plus être chauffées au gaz. .../.... Pour ce qui est des logements collectifs neufs, la mesure entrera en vigueur le 1er janvier 2025 ».

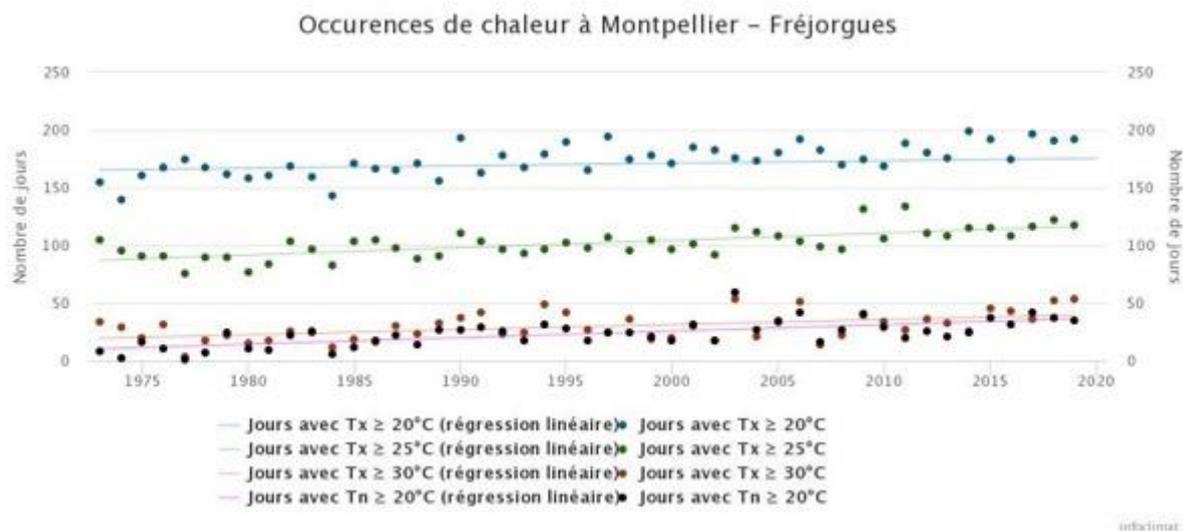
Avec une forte dominante de logements dans le programme, **le MOA ne peut escompter faire appel au gaz dans le cadre de son projet.**

Raccordement au réseau électrique

Tous les bâtiments de la ZAC seront raccordés au réseau électrique public. Même si les chiffres indiquaient que la ZAC pourrait être à énergie positive (ce qui n'est pas le cas ici), il s'agit de compensation en moyenne annuelle qui, à l'échelle de temps visible, sans solution économiquement viable de stockage de l'électricité, **nécessite toujours le raccordement de tous les bâtiments au réseau public.**

3. Cadre énergie-climat, cadre réglementaire, enjeux

Les divers plans et études détaillés plus loin partent tous du même constat : le changement climatique est déjà à l'œuvre en Occitanie, de façon marquée depuis 40 ans, et les simulations montrent une tendance vers un climat encore plus contrasté que le climat méditerranéen actuel du Languedoc.



À Montpellier, climat proche de celui de la ZAC, la température moyenne sur la période de **1961-1990 est de 14,2°C** et pour la période **1981-2010 elle est de 15,1°C** soit **+0,9°C sur 20 ans** (données fournies par Infoclimat). Les prévisions climatiques pour 2011-2040 annoncent une température moyenne de **15,9°C** sur la période. On serait donc en moyenne à **+1,7°C à 2040**.

On notera, parmi les éléments de diagnostic pris en compte, l'estimation d'une **hausse des températures estivales moyennes pouvant atteindre jusqu'à 2,8°C en 2050**. Ceci doit être pris en compte dans le projet d'aménagement, principalement dans la lutte pour le confort d'été.

Aussi, les études et plans soulignent tous la nécessité de **développer l'utilisation des énergies renouvelables**, d'une part pour exploiter le gisement local exceptionnel (solaire notamment), d'autre part pour **réduire la précarité énergétique** qui touche de plus en plus de gens en Occitanie, en réduisant le recours aux énergies fossiles dont le coût n'est pas maîtrisé et en hausse constante, particulièrement à l'occasion des tensions géopolitiques.

3.1. Cadre lointain

Échelle mondiale :

La **COP 21** a adopté en décembre 2015 un texte, l'Accord de Paris sur le Climat, par lequel les nations du monde s'engagent à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre pour contenir le réchauffement climatique entre 1,5 et 2°C au XXIème siècle. Réduction des consommations énergétiques et augmentation de la part d'énergies renouvelables sont parmi les solutions évoquées.

La **COP 22** de novembre 2016 a entériné l'entrée en vigueur de l'Accord de Paris sur le Climat.

La **COP 23** de novembre 2017 a avancé dans la définition des règles de mise en œuvre de l'accord de Paris.

La **COP 24** de décembre 2018 a tenté de faire le lien entre le constat factuel de l'augmentation continue des gaz à effet de serre et les tergiversations des politiques qui ne font rien qui soit à l'échelle des problèmes.

La **COP 25** en décembre 2019, à défaut d'aboutir à un accord entre les pays, a lancé les négociations sur les moyens à mettre en place pour tenir les objectifs fixés.

La **COP 26** en novembre 2021 a fait émerger le **Pacte de Glasgow pour le climat**. Ce pacte a produit de nouveaux éléments permettant de faire progresser la mise en œuvre de l'Accord de Paris à travers des mesures qui peuvent amener le monde sur une voie plus durable et sobre en carbone.

La **COP 27** en novembre 2022 en Égypte, n'a abouti qu'à un accord sur la création d'un fonds de compensation, abondé par les pays riches, pour financer certains efforts des pays pauvres.

De nombreux rapports, notamment celui du GIEC en 2021-2022, montrent que **les objectifs de réduction de GES ne sont pour l'instant jamais atteints, ce qui oblige à agir encore plus vigoureusement** pour rattraper l'objectif.

Si la Commune de Villeneuve-lès-Béziers ne s'inscrivait pas dans les solutions, alors elle s'inscrirait dans les causes du problème.

Échelle européenne :

La Commission européenne a décidé fin 2019 de faire de la transition énergétique l'axe fort de la politique de l'UE (Green Deal), ce qui s'est traduit dans le « Cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030 ». Ses objectifs pour 2030 sont :

- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40 %** (par rapport au niveau de 1990)
- Porter la **part des énergies renouvelables à au moins 32 %**
- **Améliorer l'efficacité énergétique d'au moins 32,5 %**

Échelle nationale :

En août 2015, la **Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte** a été adoptée. Une des idées qui la sous-tend est que la mise en œuvre des objectifs climatiques du pays passera par les collectivités locales, plus à même de mettre en place des mesures adaptées à leur contexte. Elle fixe notamment les **objectifs suivants** :

- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030** et diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4)
- Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030
- Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à la référence 2012
- **Porter la part des énergies renouvelables à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030**

La **Loi Energie-Climat du 8 novembre 2019** relève les objectifs de réduction des GES de la France mais ne donne quasiment pas de moyens concrets pour y arriver. Elle crée (article 10) un « Haut Conseil pour le Climat » dont les avis peuvent être pris en compte pour la définition des objectifs énergétiques des collectivités.

La **Loi « Climat et Résilience » du 22 août 2021** propose une version édulcorée des mesures proposées par la Convention Citoyenne pour lutter contre le réchauffement climatique.

Enfin, une **loi sur les énergies renouvelables** a été votée par les deux chambres en février 2023, et doit encore être promulguée pour entrer en vigueur.

Échelle régionale : Occitanie, Région à Energie Positive REPOS

SRADDET Occitanie 2040

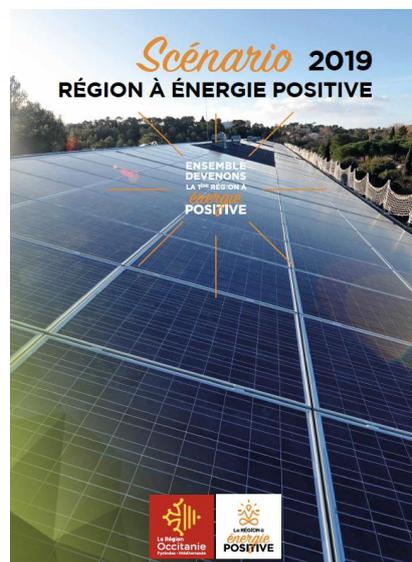
La Région Occitanie a adopté le 30 juin 2022 le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires) Occitanie 2040 qui intègre, pour la partie Energie, l'ancien Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Energie (SRCAE). Il a été approuvé par le Préfet le 14 septembre 2022, entrant alors en vigueur. Sa modification a cependant déjà été lancée.



Sur la thématique de l'énergie, le SRADDET inclut un fascicule **Région à Energie Positive** de 2019. En effet, en novembre 2016, la région Occitanie s'est engagée pour devenir **région à énergie positive à l'horizon 2050**.



En 2017 pour la version 1 puis en 2019 pour la version 2, en collaboration avec l'ADEME, elle a élaboré des scénarios pour respecter ces engagements :



La démarche repose sur deux axes principaux :

- efficacité énergétique, en misant notamment sur la rénovation des bâtiments publics et privés et la construction de bâtiments à énergie positive
- sobriété énergétique pour réduire les consommations d'énergies dans les secteurs du transport, du bâtiment, de l'agriculture et de l'industrie.

Un plan de 10 chantiers a été adopté, dans le but d'agir concrètement sur le territoire.

PCAET du Conseil départemental 34

Le département de l'Hérault avait établi un Plan Climat Energie Territorial dont le plan d'action a été adopté en mars 2013. Nous n'avons pas trouvé de trace de ce document ou de sa mise à jour sur le site du département. La raison en est sans doute que l'échelon départemental a été supprimé de la liste des collectivités tenues de réaliser un PCAET : nous pensons donc qu'il n'existe plus de PCAET du département de l'Hérault.

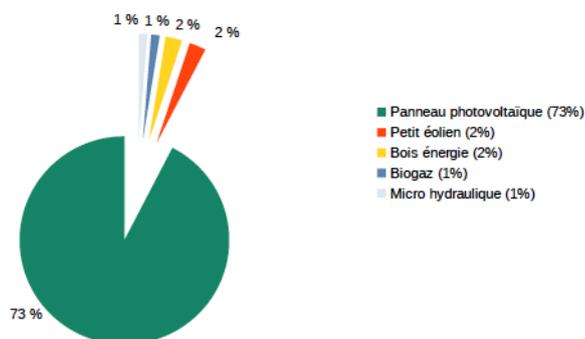
3.2. Cadre proche

La **Communauté d'Agglomération Béziers Méditerranée**, CABM, à laquelle appartient Villeneuve-lès-Béziers, a **adopté son PCAET le 18 février 2022**.



Ce document fait le constat que le territoire est nettement en dessous des résultats régionaux en matière d'EnR :

Répartition des énergies renouvelables produites sur le territoire



Même si elle reste encore faible, la part des énergies renouvelables sur notre territoire est en augmentation : 3,2 % de la consommation d'énergie en 2017 et 5,6 % en 2019.

Au niveau régional, les énergies renouvelables représentent 22,6 % de la consommation d'énergie (la filière hydroélectrique est majoritaire suivie des filières photovoltaïque et éolienne).

Le PCAET CABM se déploie ainsi :

Le PCAET, de la stratégie à l'action

5 mots d'ordre // 18 objectifs // 34 actions



1- Préserver les ressources naturelles locales et construire un territoire résilient aux changements climatiques



2- Accélérer la transition énergétique des bâtiments



3- Développer les modes de transport des biens et des personnes décarbonés et moins polluants



4- Construire un système énergétique local favorisant les énergies renouvelables



5- Encourager le déploiement des services publics et commerciaux propres et performants



Les 2/3 des 34 actions ont déjà démarré. Leur initiative est portée à 63 % par l'Agglomération, le reste par ses partenaires (communes, Département) ou acteurs privés.

Parmi les actions qui nous semblent les plus applicables au projet :

A2- Adapter les bâtiments, les espaces urbains et les zones de loisirs aux vagues de chaleurs estivales.	A2.1-Adapter la conception et l'usage des espaces publics et des bâtiments
B2- Accompagner la transition vers un habitat plus sobre, moins dépendant des énergies fossiles, à et à plus faibles factures	B2.1-Remplacer les systèmes de chauffage et d'eau chaude vieillissants par des systèmes performants
	B2.2 - Lutter contre la précarité énergétique

E1- Produire et injecter du gaz et de l'électricité renouvelables issus d'installations de moyenne puissance bien intégrées dans leur environnement (unités de méthanisation, centrales photovoltaïques)	E1.1-Diversifier le mix électrique local en valorisant les divers potentiels d'EnR électriques
	E1.2-Poursuivre et intensifier le développement des projets de solaire photovoltaïque sur le territoire
E2- Favoriser la montée en puissance de la chaleur renouvelable, notamment chauffage bois, en compatibilité avec les impératifs de qualité de l'air, en privilégiant les chaufferies collectives.	E2.1- Déployer les autres EnR thermiques (solaire, géothermie etc.)
	E2.2-Déployer les réseaux de chaleur renouvelable
E3- Étudier toutes les options de développement de froid renouvelable (géothermie) et développer les plus adaptées au contexte local.	E3.1-Privilégier la production renouvelable de froid

Le projet devrait donc prendre en compte ces éléments.

Avant ce PCAET, le « **Schéma communautaire pour les énergies renouvelables** » donnait déjà les grandes orientations de la stratégie de la communauté d'agglomération. Ce document, validé en avril 2018, n'a aucun caractère réglementaire, mais a l'avantage d'être un peu plus orienté EnR.



La stratégie EnR de la CABM se décline selon quatre axes :

LES 4 ORIENTATIONS STRATÉGIQUES

AXE 1 POURSUIVRE LE DÉVELOPPEMENT DES PROJETS D'ÉNERGIE SOLAIRE SUR LE TERRITOIRE.

- Action 1 Finaliser le développement des sites identifiés pour le solaire photovoltaïque dans le schéma de 2010.
- Action 2 Poursuivre la mise en œuvre des actions TEPCV* concernant le solaire photovoltaïque (échéances 2018 et 2019).
- Action 3 Appuyer les communes dans leurs projets de développement du solaire photovoltaïque.
- Action 4 Réaliser un cadastre solaire dès 2019 afin de favoriser les projets émanant des citoyens du territoire.

AXE 2 RENFORCER LES FILIÈRES LOCALES DE VALORISATION DES DÉCHETS.

- Action 1 Mettre en place une filière CSR* et valoriser les énergies de récupération.
- Action 2 Faire émerger la filière bioGNV* et la méthanisation.

AXE 3 PARTICIPER AU DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE BOIS ÉNERGIE RÉGIONALE

- Action 1 Piloter une étude prospective sur l'installation de chaudières bois énergie sur le patrimoine de l'Agglo et des communes.
- Action 2 Mobiliser les fonds chaleur pour les travaux d'installation de chaleur renouvelable (bois énergie, géothermie, solaire thermique).

AXE 4 UTILISER LES OUTILS NUMÉRIQUES DE LA VILLE INTELLIGENTE AU SERVICE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE.

- Action 1 Fournir une méthodologie aux communes.
- Action 2 Mettre en œuvre des expérimentations sur le territoire de l'agglomération.

Elle contient ainsi **plusieurs actions directement applicables au projet et qui ont été prises en compte dans nos études** et propositions, notamment au niveau de l'énergie solaire et de l'utilisation du bois-énergie.

A ce jour, **la commune de Villeneuve-lès-Béziers** ne semble pas avoir établi de document spécifique relatif à l'énergie.

Le PLU actuel (règlement de février 2020) contient peu de dispositions sur l'énergie et l'environnement. Ci-après l'extrait mentionnant les EnR dans la zone de la future ZAC.

Energies Renouvelables (En R)

La conception du projet architectural de chaque installation doit prendre en compte les économies d'énergie et le développement (principe actif ou passif) des énergies renouvelables avec la possibilité notamment d'installer des panneaux solaires en toiture ou en façade.

Ces éléments d'architecture devront être partie intégrante de la conception de l'ensemble de la construction et devront figurer explicitement sur les plans et élévations du projet architectural.

De même, le PADD ne contient aucune clause sur ces aspects.

Le contrôle de la qualité de l'intégration architecturale peut être obtenu, en préventif, par la référence à des guides illustrés comme ceux du CAUE.

3.3. Cadre réglementaire énergie/bâtiment

En matière de réglementation du bâtiment, les dates à prendre en compte pour l'application de la réglementation sont, jusqu'à maintenant, les dates de dépôt de demande de permis de construire les bâtiments.

Le planning indicatif correspond à des permis de construire déposés entre 2025 et 2027 ou 2028.

La **nouvelle réglementation (Réglementation Environnementale 2020, RE2020) pour les bâtiments neufs a été publiée à l'été 2021 et prend effet de manière progressive :**

- **tout d'abord, les logements, individuels et collectifs, y sont soumis depuis le 1er janvier 2022.**
- **les bureaux et bâtiments tertiaires d'enseignement primaire et secondaire y sont soumis depuis le 1^{er} juillet 2022.**
- **Certains petits bâtiments y sont soumis depuis le 01/01/2023**
- **Suivront les autres bâtiments tertiaires, à une date non connue, peut-être à partir du 1^{er} juillet 2023.**

Ainsi, **tous les bâtiments du projet devront respecter la RE2020.** Cette réglementation prévoit un renforcement périodique des exigences Carbone (Carbone dans l'énergie consommée et Carbone dans les matériaux de construction) : il est probable que les bâtiments seront soumis au second niveau d'exigence. Nb : ce n'est pas la consommation maximale qui va diminuer, mais la nature de l'énergie consommée qui doit être de plus en plus décarbonée, c'est-à-dire électrique ou bois-énergie en l'état actuel de la technologie.

Usage de la partie de bâtiment et énergie utilisée	Valeur de l'énergie_maxmoyen		
	Année 2022 à 2024	Années 2025 à 2027	À partir de l'année 2028
Maisons individuelles ou accolées	160 kg éq. CO2/m2	160 kg éq. CO2/m2	160 kg éq. CO2/m2
Logements collectifs raccordés à un réseau de chaleur urbain	560 kg éq. CO2/m2	320 kg éq. CO2/m2	260 kg éq. CO2/m2
Logements collectifs - autres cas	560 kg éq. CO2/m2	280 kg éq. CO2/m2	260 kg éq. CO2/m2
Bureaux raccordés à un réseau de chaleur urbain	280 kg éq. CO2/ m2	200 kg éq. CO2/ m2	200 kg éq. CO2/ m2
Bureaux-autres cas	200 kg éq. CO2/ m2	200 kg éq. CO2/ m2	200 kg éq. CO2/ m2
Enseignement primaire ou secondaire raccordés à un réseau de chaleur urbain	240 kg éq. CO2/ m2	200 kg éq. CO2/ m2	140 kg éq. CO2/ m2
Enseignement primaire ou secondaire-autres cas	240 kg éq. CO2/ m2	140 kg éq. CO2/ m2	140 kg éq. CO2/ m2

Pour les maisons individuelles ou accolées, la valeur de l'énergie_maxmoyen est fixée à 280 kgCO2/ m2, lorsque la demande de permis de construire de la maison est déposée avant le 31 décembre 2023 et l'une des deux conditions suivantes est respectée :

-la parcelle est concernée par un permis d'aménager délivré avant le 1er janvier 2022, prévoyant un raccordement au réseau de gaz ;

-la parcelle est comprise dans le périmètre d'une zone d'aménagement concerté dont le dossier de réalisation, prévoyant un raccordement au réseau de gaz du périmètre, a été approuvé avant le 1er janvier 2022.

Évolution des valeurs maximales admissibles du contenu carbone de l'énergie consommée.

La conséquence du point précédent sur le projet est **qu'il ne faut y envisager que des énergies faiblement carbonées, donc bannir le gaz et autres hydrocarbures, et ne viser que des solutions mobilisant de l'électricité de manière efficace, ou du bois-énergie, en complément d'un maximum d'énergie renouvelable.**

Une partie des bâtiments seront soumis au second niveau d'exigence.

L'exigence de moyens de la RT2012, selon laquelle tous les logements individuels neufs devaient intégrer une **solution à énergie renouvelable, est remplacée dans la RE2020 par une exigence de résultat avec une part de consommations ou production EnR à respecter. Cette exigence s'applique désormais aussi aux logements collectifs.**

3.4. Enjeux de l'étude pour ce projet

Compte tenu du cadre vu plus haut, les enjeux semblent être :

- favoriser un urbanisme et un bâti qui **améliorent le confort d'été** en période de canicule, pour **éviter la mise en œuvre de refroidissement actif (« climatisation »)**.
- maximiser l'utilisation des **énergies renouvelables, notamment solaire dont PV pour franchir les seuils énergétiques de la réglementation RE2020.**
- favoriser les **systèmes énergétiques à faible coût d'exploitation (bois-énergie ou électricité autoconsommée).**

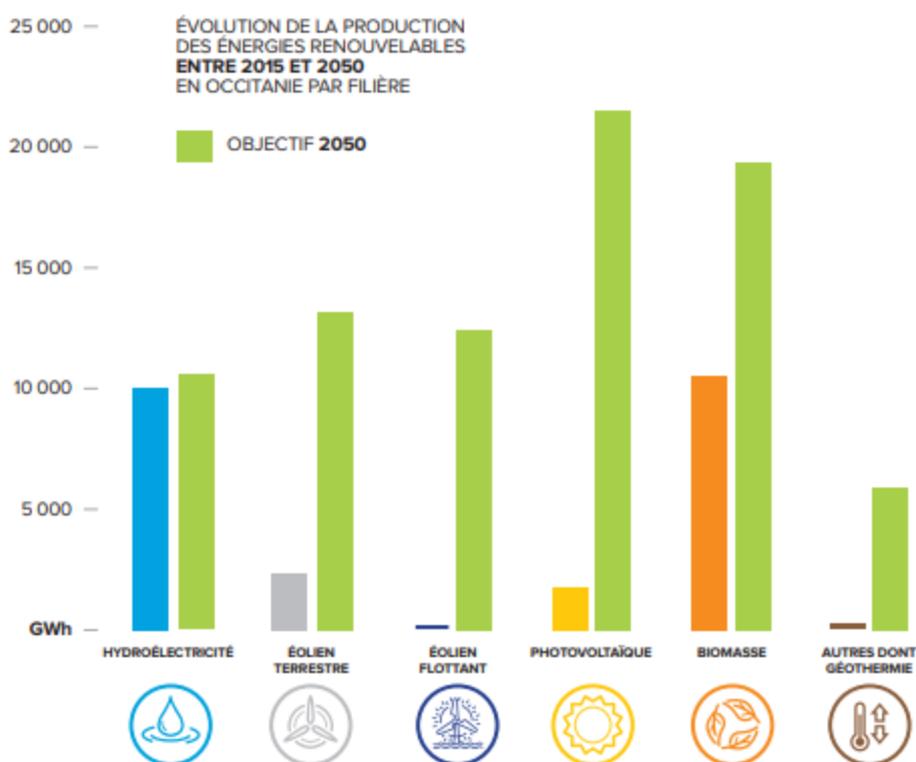
4. Évaluation du potentiel d'énergies renouvelables

Sont considérées comme énergies renouvelables, les sources d'énergie prévues par l'article 29 de la loi de programme n° 2005-781 du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique :

"Les sources d'**énergies renouvelables** sont les énergies éolienne, solaire, géothermique, aérothermique, hydrothermique, marine et hydraulique, ainsi que l'énergie issue de la biomasse, du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz. La biomasse est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers."

Sont considérées comme énergies de récupération, la fraction non biodégradable des déchets ménagers ou assimilés, des déchets des collectivités, des déchets industriels, des résidus de papeterie et de raffinerie, les gaz de récupération (mines, cokerie, haut-fourneau, aciérie et gaz fatals) et la récupération de chaleur sur eaux usées ou de chaleur fatale à l'exclusion de la chaleur produite par une installation de cogénération pour la part issue d'énergie fossile.

Dans l'objectif REPOS de la Région Occitanie, figurent les objectifs suivants :



4.1. Vision large toutes EnR

Suite à notre évaluation du potentiel d'énergies renouvelables, un bilan est établi dans le tableau suivant. Les solutions retenues sont détaillées à la suite de celui-ci.

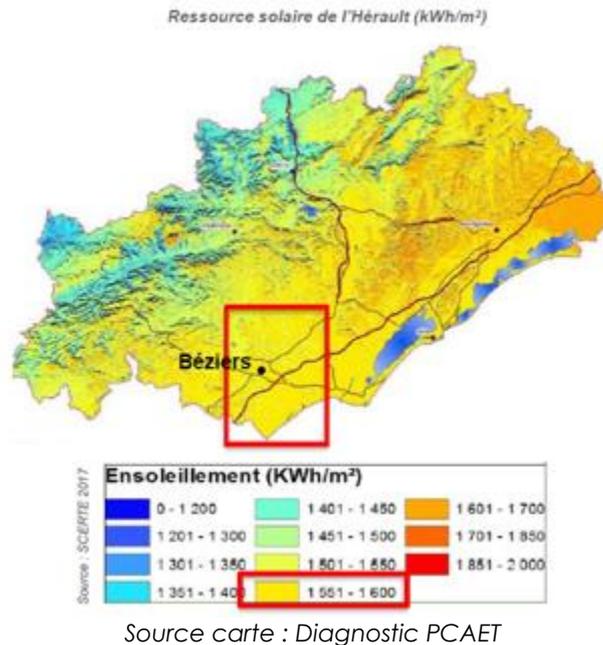
Energie renouvelable ou de récupération	Utilisation	Système et échelle pour la mise en place		Faisabilité sur le projet	Commentaire
Eolien	Electricité	Petit éolien	Bâtiment / Quartier	NON	Pas pertinent (inefficace)
		Grand éolien	> Ville	NON	Réglementairement impossible
Solaire passif	Chaleur	Architecture bioclimatique, vitrages bien exposés et protégés	Bâtiment / Quartier	OUI	Individuellement, appliqué à chaque bâtiment
Solaire thermique	Chaleur	Panneaux solaires thermiques (indépendants)	Bâtiment	OUI	Individuellement sur chaque bâtiment
		Ensemble de panneaux solaires thermiques (rassemblés en site ou diffus sur plusieurs bâtiments), avec réseau de chaleur	Quartier / Ville	NON	Moins durable que d'autres solutions, réseau non pertinent
	Froid	Panneaux solaires thermiques couplés à une PAC pour refroidissement	Bâtiment	NON	Technologie non mature
Solaire photovoltaïque	Electricité	Panneaux solaires photovoltaïques (indépendants) sur toitures	Bâtiment	OUI	Individuellement sur chaque bâtiment
		Ombrières photovoltaïques sur parking	Bâtiment / Quartier	OUI	Techniquement faisable et utile
		Ferme solaire photovoltaïque	Quartier / Ville	NON	Inadapté à la qualité paysagère souhaitée
Géothermie	Chaleur / Froid	Géothermie peu profonde sur nappe d'eau avec pompe à chaleur	Bâtiment	A vérifier	Pas de bâtiment avec suffisamment de besoins, peut être en réseau
		Géothermie sur sondes (éventuellement avec réseau de chaleur basse température)	Bâtiment / Quartier	OUI	Pertinent pour logements collectifs et commerces (besoins de froid)
		Géothermie profonde (avec réseau de chaleur / froid)	Ville	NON	Besoins trop faibles pour justifier un tel investissement
		Puits climatique (hydraulique ou aéraulique) couplé à la ventilation	Bâtiment	OUI	Possible pour petits collectifs si la topo le permet et l'individuel
Aérothermie	Chaleur / Froid	Pompe à chaleur air/air ou air/eau	Bâtiment	OUI	Adaptable sur toutes les typologies de bâtiments
Marine	Electricité	Hydroliennes, usine marémotrice, usine houlométrice...	> Ville	NON	Pas de ressource
Hydraulique	Electricité	Petite hydraulique	Quartier / Ville	NON	Pas de ressource
		Grande hydraulique	> Ville	NON	Pas de ressource
Biomasse	Chaleur / Electricité	Poêle ou chaudière biomasse individuelle ou d'immeuble (avec ou sans cogénération)	Bâtiment	OUI	Poele pour individuel, chaufferie centrale pour collectif (si absence de besoin de froid)
		Chaudière biomasse collective (avec ou sans cogénération), avec réseau de chaleur	Quartier / Ville	A vérifier	A vérifier selon densité linéaire thermique
Biogaz, gaz de décharge, gaz de récupération de l'industrie	Chaleur / Electricité	Injection dans le réseau de distribution de gaz	> Ville	NON	Pas de ressource
		Combustion sur lieu de production	Bâtiment	NON	Pas de ressource
		Chaudière gaz collective (avec ou sans cogénération), avec réseau de chaleur	Quartier / Ville	NON	Pas de ressource
Chaleur fatale de l'incinération des déchets	Chaleur / Electricité	Turbine électrique et/ou chaleur distribuée par un réseau	Quartier / Ville	NON	Pas de ressource
Chaleur fatale des industries	Chaleur / Electricité	Turbine électrique et/ou chaleur distribuée par un réseau	Quartier / Ville	NON	Pas de ressource
Chaleur des eaux usées	Chaleur	Système de récupération (échangeur) et pompe à chaleur	Bâtiment	OUI	Utile sur collectif
		Système de récupération (échangeur), réseau de chaleur basse température et PAC	Quartier	NON	A priori, pas de STEP et réseau non pertinent
Chaleur des bâtiments (y.c. datacenters)	Chaleur	Réseau de chaleur basse température et PAC	Quartier / Ville	NON	Pas de ressource de chaleur, réseau non pertinent

Bilan du potentiel d'énergies renouvelables

4.2. L'énergie solaire

L'énergie solaire est inépuisable et renouvelable. Elle pourra être utilisée pour produire de la chaleur pour le chauffage (solaire passif), de l'eau chaude sanitaire via des panneaux solaires thermiques (ou via des panneaux photovoltaïques alimentant des résistances électriques de cumulus) ou de l'électricité via des panneaux photovoltaïques.

Le site est dans une des zones les plus ensoleillées de France (Villeneuve-lès-Béziers est dans le rectangle rouge autour de Béziers) :



Il n'y a pas de masque lointain susceptible de réduire la quantité d'énergie solaire récupérée.

4.2.1. Solaire passif

Le **solaire passif** est **très bien adapté** à une opération d'aménagement de logements ayant donc des besoins de chauffage. Sa captation peut s'optimiser, en premier lieu par la **fixation de l'axe long des constructions sur le plan de masse**, ensuite par des **préconisations d'architecture bioclimatique**. La bonne prise en compte du solaire passif est un **point clé pour le confort thermique hivernal comme estival**. Il est primordial sur un tel projet. Il se traduit par une attention accrue, lors du dessin des voiries et des lots, à ce que les alignements et les formes de parcelles permettent de mettre des bâtiments ayant l'axe principal Est-Ouest +/- 20°. Ceci est **particulièrement important pour le logement collectif**, dont les logements devront aussi être **traversants** pour un rafraîchissement naturel.

4.2.2. Solaire thermique

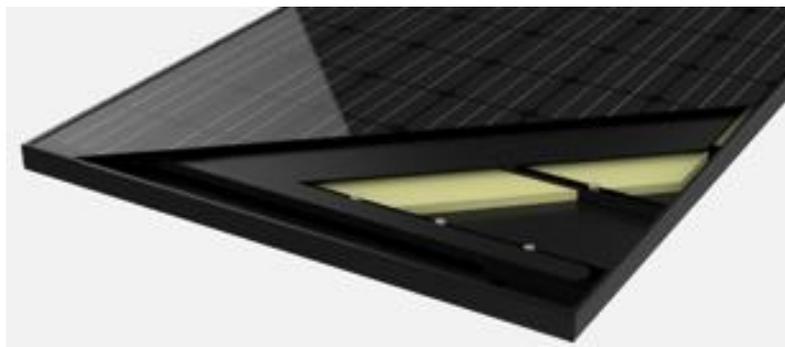
Le **solaire thermique est très bien adapté à une opération d'aménagement comportant des logements** donc des besoins en eau chaude sanitaire toute l'année. Les capteurs pourraient être posés, ou mieux, intégrés sur les toitures des bâtiments, qu'ils soient collectifs ou individuels. Les installations mises en place seront individuelles à chaque bâtiment. Les bâtiments collectifs pourront comporter une installation dont le bénéfice sera réparti sur l'ensemble des logements. Le besoin complémentaire en ECS (appoint) pourra alors se faire de manière collective ou individuelle.

Cette solution est la mieux adaptée dans le cadre d'un projet qui ne posséderait pas de réseau de chaleur pour optimiser la collecte issue de chaque toiture. Les équipements seront donc des CESI (Chauffe-Eau Solaire Individuel) ou CESC (Chauffe-Eau Solaire Collectif) pour les bâtiments collectifs.

Avec de tels dispositifs, nous pourrions récupérer sur site de l'ordre de 350 kWh/m².an sur l'individuel et 600 sur le collectif en supposant que l'ensemble des toitures, ou des panneaux sur toiture-terrasse, aient une orientation optimale vers le Sud.

Pour permettre la mise en œuvre de solaire thermique, les toitures de la ZAC devront être soit plates soit bipente avec un pan plus ou moins Sud. Dans notre simulation, le solaire peut se trouver sur tous les bâtiments. Cela nécessitera un travail de l'urbaniste sur les fiches de lots. Nous ne disposons pas actuellement d'informations sur les pentes de toiture des logements collectifs, à l'exception d'un plan masse qui met en évidence des orientations intéressantes, qu'elles soient plates ou bipentes.

A noter qu'au plan technique **il existe désormais des capteurs hybrides, dont la partie supérieure est photovoltaïque et la sous-face est assimilable à du solaire thermique** au sens où elle récupère les calories du soleil. Ce procédé présente l'avantage de mobiliser une seule surface pour 2 usages : production d'électricité et d'ECS. La captation pour l'ECS est moins performante qu'avec des panneaux spécialisés, mais quand même correcte. C'est un **compromis intéressant** puisque le système permet, pour une même surface (avantage aussi esthétique) de pouvoir 2 usages qui font avancer vers la transition énergétique.



Ecorché de module hybride.

4.2.3. Solaire photovoltaïque

Le site est dans une des zones les plus ensoleillées de France ; En particulier, avec l'inclinaison des toitures traditionnelles (30% - 15° sur l'horizon) et une orientation plein Sud, des panneaux photovoltaïques peuvent générer de l'ordre de 1 250 à 1 300 kWh/kWc par an avec les technologies actuelles. Plus concrètement, on a calculé le taux de couverture de la production photovoltaïque au regard des consommations électriques. Les résultats sont présentés au chapitre correspondant.

Le photovoltaïque est **très bien adapté** à ce projet d'aménagement. Cela vaut d'autant plus qu'il est bien valorisé pour l'atteinte des objectifs de la RE2020.

En première approche, le photovoltaïque pourrait y être intégré de 3 façons, par ordre de pertinence :

- Intégré aux toitures des maisons individuelles. La faisabilité technique est très bonne, le tarif actuel de rachat de l'électricité produite permet une forme de rentabilité. Le frein est d'ordre financier, concernant l'investissement initial. Cependant les coûts ont grandement diminué ces dernières années. Il existe de bonnes solutions techniques sur des toitures entières, sans tuiles cf photos ci-dessous.



Solaire PV sur maisons individuelles aux Matelles – photo LF/PLUS DE VERT

- Intégré aux parties de toitures des bâtiments collectifs de logement qui ne seraient pas occupées par le solaire thermique. En effet, lorsque la surface disponible n'est pas très grande, en logement collectif, il est plus pertinent au plan énergétique et financier de privilégier le solaire thermique par rapport au photovoltaïque. Enfin, depuis peu les systèmes hybrides permettent d'avoir les deux usages sur une même surface.



Surtoiture sur logements à Montpellier – photo LF/PLUS DE VERT

En cas de toits-terrasses, une bonne solution technique consiste à mettre le photovoltaïque sur des surtoitures recouvrant la quasi-totalité du dernier niveau, car on améliore par la même occasion nettement le confort thermique estival du dernier niveau.

- **Intégré en ombrières, a priori sur les parkings collectifs extérieurs, s'il y en a, ou sur des espaces publics à ombrager**, ce qui n'apparaît pas à ce stade sur les plans. La faisabilité technique est très bonne, le tarif actuel de rachat de l'électricité produite permet une rentabilité en revente totale, surtout à partir d'une certaine taille.

La solution sur parking permet de gérer aussi l'énergie dans la mobilité, en alimentant des bornes de recharge situées sous les ombrières. Cependant, l'équation économique change totalement, puisque soit on choisit de donner l'électricité de la recharge, soit on investit dans des bornes permettant de facturer, qui sont très chères. Une autre solution plus intelligente mais plus complexe est d'associer ces ombrières à des opérateurs de bornes électriques, comme Hérault-Energies.

Pour la commune, la décision de promouvoir le photovoltaïque pourrait se traduire par l'adoption de règles d'urbanisme relatives à la ZAC, visant à imposer ou faciliter sa mise en œuvre, **sachant que de toutes façons la RE2020, si elle n'impose pas explicitement le photovoltaïque, le rend de fait indispensable pour respecter ses critères** de balance énergétique.

Quel mode de consommation de l'électricité photovoltaïque produite ?

Au moins 5 modes différents sont possibles :

- *autoconsommation totale sans stockage*

Il s'agit de relier la production au tableau électrique de consommation du bâtiment, ce qui a pour effet de réduire le besoin d'électricité achetée. Lorsqu'elle est possible, cette solution est la plus rentable car l'électricité produite est d'ores et déjà moins chère que celle qui est achetée. Cependant cette solution a une limite importante : elle est plafonnée par les besoins électriques du bâtiment qui, dans le cas du logement, sont très faibles en journée et en période estivale, quand le photovoltaïque produit au maximum. Or quand, à un instant donné, la consommation est plus faible que la production, l'excédent de production part au réseau public. En habitat individuel, on considère qu'en moyenne seulement 20% de la production d'une installation standard de 3 kWc peut être autoconsommée. Au-delà de 1 kWc installé, il y a risque de production excédentaire en été, sauf quand les gens ont des piscines ou de la climatisation, ce qui n'est pas le but. Cependant, certains dispositifs innovants de pilotage des équipements électriques de la maison permettent d'augmenter la part autoconsommée (par exemple, mise en chauffe des chauffe-eau la journée sur l'électricité solaire plutôt que la nuit en heures creuses – mais ceci est incompatible avec la solution hybride proposée). Cependant, cette solution de gestion est d'autant plus pertinente qu'il y a beaucoup d'équipements consommateurs à gérer, ce qui n'est pas forcément le cas avec des maisons de surface restreinte.

Une variante de ce mode est intéressante pour les appartements en collectif : il s'agit d'installer en toiture autant de petites installations (0,5 à 1,5 kWc) qu'il y a d'appartements, et de relier chacune au TGBT d'un appartement. La faible puissance est la garantie d'un bon taux d'autoconsommation. L'impact est une diminution directe des consommations électriques, donc des factures, donc une réduction de la précarité énergétique.

- *autoconsommation partielle sans stockage et avec revente de l'excédent*

Il s'agit techniquement de la solution précédente, accompagnée d'un contrat de revente de l'électricité excédentaire injectée sur le réseau. Il n'y a plus alors la limite de la partie autoconsommable. Cependant, compte tenu des coûts demandés par ENEDIS pour l'utilisation du réseau, des coûts de gestion, et du tarif de revente fixé actuellement par le gouvernement, cette solution n'est pas toujours financièrement très accueillante pour des petites puissances de l'ordre de 3 kWc. Elle serait meilleure vers 9 kWc, mais le problème du coût d'investissement initial est alors renforcé. Cette solution reste cependant correcte pour une puissance installée de 4 kWc par maison.

- **autoconsommation collective sans stockage**

Il s'agit d'une variante des précédentes, autorisée par la réglementation, qui consiste à mutualiser la production (grande installation PV collective) puis à envoyer tout ou partie de l'électricité vers les multiples compteurs de consommation des parties prenantes (copropriétaires, par exemple). Cette solution, techniquement intelligente et bonne pour la planète, serait bien adaptée à tout ou partie (logements collectifs) de la ZAC. Elle est cependant actuellement pénalisée par la fragilité et la complexité des montages juridiques et commerciaux qui sont nécessaires pour la mettre en place. Ceci devrait se décanter dans les années qui viennent.

- **autoconsommation totale avec stockage**

Il s'agit de relier la production à une batterie de stockage elle-même reliée au TGBT de consommation du bâtiment. Cette solution permet aussi de s'affranchir du plafond des besoins électriques du bâtiment, et de mettre en regard production et consommation, en base journalière. Ainsi quand, à un instant donné, la consommation est plus faible que la production, l'excédent de production part à la batterie de stockage. Cette solution présente, en l'état actuel, 3 inconvénients :

- le coût initial des batteries est encore important (entre 4 et 5 000 €HT pour une maison individuelle), ce qui est peu compatible avec l'économie des acheteurs de maisons.
- le stockage+déstockage de l'énergie électrique dans la batterie génère une perte d'énergie, au minimum de 15% selon la technologie, ce qui n'arrive pas dans les solutions sans batterie. Ces pertes sont assez mauvaises pour la planète.
- Les batteries actuelles mobilisent, pour la plupart, des matériaux dont la mise à disposition engendre de mauvaises conséquences pour la planète (terres rares des batteries modernes). Mais ceci ne doit pas nous faire oublier que les mêmes terres rares sont utilisées massivement dans le raffinage de pétrole, et que l'extraction de gaz fossile est la cause majeure du réchauffement climatique.

- **Revente de la totalité de la production**

Il s'agit d'une solution techniquement différente, puisque toute la production part directement sur le réseau via un compteur, sans passer par la consommation intérieure. En fait, physiquement, les électrons mis sur le réseau public sont les mêmes que ceux qui sont consommés au même moment par les bâtiments en passant dans le compteur de consommation. **Pour la planète, cette solution est donc meilleure** car il n'y a aucune perte de conversion de stockage, et le fait que cette électricité soit quand même consommée sur place réduit le besoin de faire venir de l'électricité par le réseau de transport à haute tension, réduisant ainsi les pertes de ce réseau.

Au plan économique, cette solution est totalement tributaire du contexte réglementaire et économique :

- à court terme, le gouvernement propose encore pour quelques années un tarif de rachat (à la publication de l'arrêté tarifaire d'octobre 2021, le gouvernement a annoncé une visibilité d'au moins 5 ans), qui est suffisamment intéressant pour que cela vaille le coup financièrement pour le maître d'ouvrage, sur 20 ans.
- à moyen terme, le tarif imposé devrait disparaître, pour laisser la place à une vente de gré à gré à des acheteurs d'électricité. Dans ce cas, la production sera en compétition avec toutes les autres sources électriques, y compris le nucléaire. Il est très difficile de dire si l'équation sera favorable en base annuelle, car la production PV est maximale quand le coût de l'électricité est le plus bas, en été. On peut noter que la technologie d'information de la block-chain, qui permet de sécuriser des échanges à faible coût, permet d'envisager des ventes d'électricité directement de producteur à consommateur, sans passer par les grands groupes actuels qui achètent et vendent de l'électricité en gros.

Au bilan, **il existe aujourd'hui de nombreuses solutions dont à chaque fois au moins une est économiquement pertinente** selon le type de bâtiment.

4.3. Biomasse

Le projet se prête potentiellement à la mise en place de solutions collectives au bois pour les logements collectifs. Cependant, dans le contexte climatique du site, les occupants des logements collectifs privés, même très bien conçus, voudront s'équiper de solution permettant un refroidissement des locaux l'été, nécessitant un second système. Nous avons ainsi considéré que le bois-énergie, à travers une solution collective, pourrait être pertinent uniquement dans les logements sociaux où les moyens sont plus réduits.

Nous avons aussi examiné d'autres possibilités de mise en œuvre du bois-énergie, notamment à travers un réseau de chaleur. Cependant, la mise en place d'un réseau de chaleur EnR n'est pas pertinent, que ce soit au bois-énergie ou une autre énergie renouvelable.

4.4. Aérothermie

L'air du site du projet, assez doux en hiver, est **bien adapté à l'usage de pompes à chaleur sur air extérieur** pour les faibles besoins de chauffage identifiés. En été, en mode rafraîchissement, la performance est moins bonne, quand il s'agit d'extraire du froid d'un air qui peut se trouver à 35°C. A priori, la majorité des bâtiments n'auront pas de rafraîchissement, cette problématique n'est donc pas très impactante. Elle pourrait l'être pour les bâtiments les plus proches de la route départementale, à l'Ouest de la ZAC, à cause des **nuisances sonores** qui peuvent empêcher un rafraîchissement par ventilation naturelle. Les PAC air/air ou air/eau peuvent donc être adaptées comme solution de chauffage pour tous nos types de bâtiments, sous la contrainte que les équipements aient un Coefficient de Performance (COP) performant.

Par la suite, les scénarios retenus feront appel à cette solution PAC sur air pour le chaud voire le froid.

Les **chauffe-eau thermodynamiques peuvent aussi s'envisager, pour l'Eau Chaude Sanitaire.**

A noter que certains choix spécifiques aux logements individuels les plus grands pourront ne pas correspondre au simple choix d'une PAC air/air. Il se peut que les **PAC air/eau**, plus efficaces mais plus coûteuses, puissent être un choix fait par les particuliers d'habitat individuel qui chercheraient à installer **un chauffage par le sol, plébiscité pour le confort qu'il procure.**

4.5. Géothermie

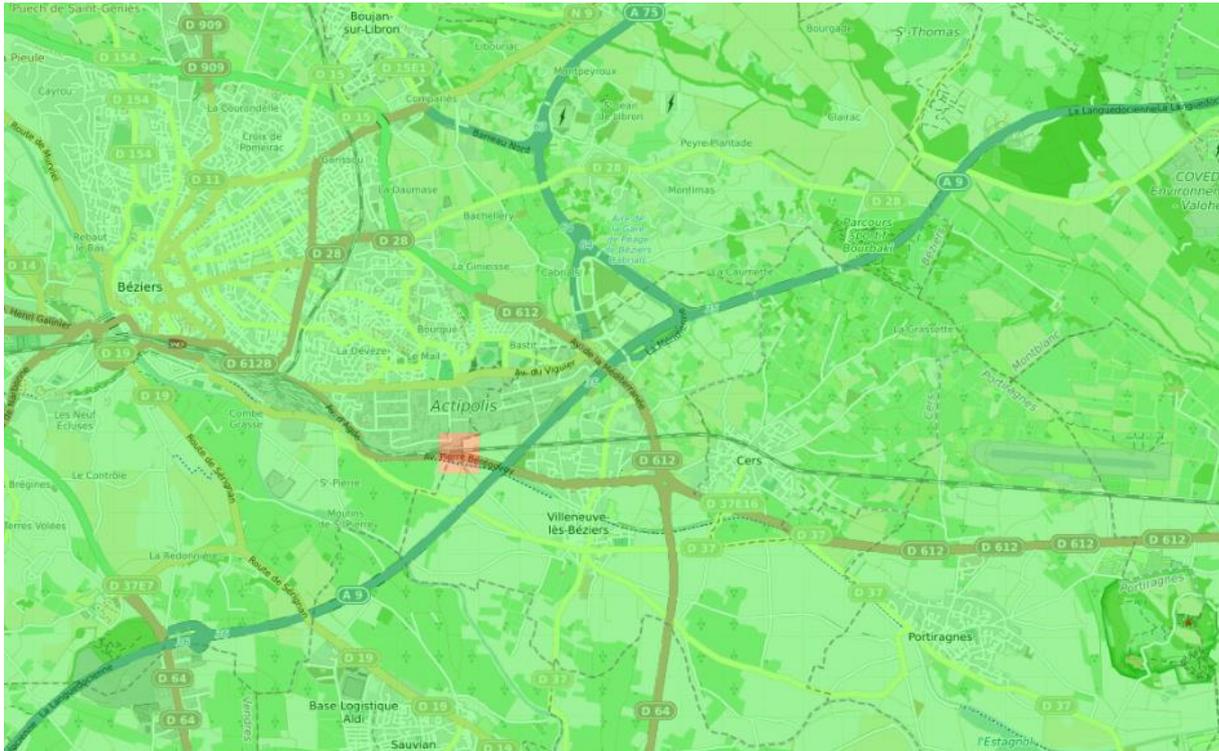
La géothermie est quasiment la **seule énergie renouvelable à être utilisable pour faire du froid.** Elle est donc **pertinente pour des bâtiments ayant des besoins de chaud et de froid**, comme des **commerces et des bureaux** en climat méditerranéen. Elle n'est que marginalement pertinente pour des logements individuels. Nous avons fait l'hypothèse que **les logements collectifs privés seront climatisés, la géothermie est alors la réponse la plus pertinente.**

A noter que **la géothermie permet aussi de faire du frais par géocooling**, qui consiste à utiliser en été le frais du sol sans mobiliser la pompe à chaleur : ce mode très économe en énergie peut être un bon compromis quand il faut du frais pour passer les épisodes de canicule, notamment dans les écoles.

Dans ce projet, nous pensons que la géothermie est **adaptée pour les logements collectifs privés.** Equipés d'une installation photovoltaïque, ces bâtiments pourraient auto-consommer une partie de l'énergie produite, pour faire fonctionner la pompe à chaleur de la géothermie, ou les circulateurs du géocooling en période chaude.

Avant d'envisager la géothermie, il convient depuis l'arrêté géothermie de 2015, de regarder d'abord sur quel zonage réglementaire se trouve le site ; en effet la France est divisée en carrés dont la couleur traduit la réglementation applicable :

- Vert : aucune contrainte administrative, on peut passer à la technique
- Orange : la géothermie est possible sous condition de l'avis favorable d'un expert hydrogéologue, agréé par le gouvernement
- Rouge : géothermie interdite



Zonage géothermie sur nappe et sondes – 100 m

On voit que le zonage est ici vert : favorable à la géothermie.

4.6. Récupération de chaleur sur eaux usées

Pour la récupération immeuble par immeuble, chaque bâtiment de logement collectif et individuel dispose d'une ressource et pourrait donc théoriquement être équipé.

La solution de **système de récupération par bâtiment est adaptée** aux **bâtiments collectifs**, à partir d'une certaine taille, si ceux-ci sont équipés d'un système d'ECS collectif. Ainsi, la chaleur récupérée pourrait être injectée dans le ballon, ou utilisée en mitigeage. Sur ce projet, seul **les bâtiments collectifs de logements rendent cette solution pertinente.**

Des systèmes individuels pourront être mis en place, sans qu'ils aient dans cette configuration une efficacité importante.



Système individuel de récupération de chaleur sur EU

5. Estimation des besoins en énergie de la zone, opportunité d'un réseau, possibilité d'un aménagement à énergie positive

5.1. Rappels sur les différentes énergies manipulées

En matière d'énergétique du bâtiment, on utilise différentes notions :

L'**énergie utile** correspond au besoin d'énergie au stade ultime de son utilisation, dans chaque pièce, après l'émission finale.

L'**énergie finale** (en kWh_{ef}) en est assez proche, c'est celle qui est mesurée par les compteurs des logements, et payée par les utilisateurs. Elle a des valeurs supérieures à l'énergie utile car entre les deux on a les pertes de distribution et d'émission. On utilise couramment cette énergie finale car les gens la connaissent par les factures. Nous l'emploierons donc.

L'**énergie primaire** (en kWh_{ep}) trouve sa justification à l'échelle planétaire, dans la lutte contre le changement climatique, et à celle des pays : c'est l'énergie qu'il a fallu extraire puis transformer pour amener l'énergie à son utilisateur final. La réglementation française du bâtiment a choisi d'édicter ses règles en énergie primaire, parce que c'est l'unité qui permet de mieux se rendre compte de l'impact sur la planète. C'est pourquoi nous l'utiliserons aussi, plus loin.

Le nouveau taux de conversion de l'énergie finale en énergie primaire pour l'électricité est utilisé : 2,3 en RE2020, contre 2,58 avant.

Les décisions politiques à long terme devraient se prendre sur l'énergie primaire, alors que les décisions des acteurs économiques sont le plus souvent prises sur le court terme sur l'énergie finale et les factures qui y sont associées.

Une nouvelle notion va prendre de l'importance à l'échelle de temps de la ZAC : **l'énergie grise**, incorporée dans les matériaux et équipements. Il s'agit de toute l'énergie qu'il a fallu dépenser, depuis la matière première initiale, jusqu'au produit en ordre de marche dans le bâtiment. Et comme cette énergie provient de sources plus ou moins émettrices de carbone, on ramène toutes ces énergies à leur équivalent carbone, ce qui permet de comparer. **Ainsi, la réglementation du bâtiment fixe des niveaux maximum de contenu carbone** des bâtiments, à ne pas dépasser. Ceci a un double impact sur les bâtiments du futur :

- privilégier les matériaux à faible énergie grise ou contenu carbone (bois, pierre locale) et pénaliser les matériaux riches en énergie grise : aluminium, acier, béton...
- privilégier les systèmes énergétiques à énergies faiblement carbonées : en France, ce sont les systèmes électriques ou au bois. **Gaz et fioul sont bannis.**

5.2. Estimation des consommations

Les principales consommations énergétiques de la zone sont celles des bâtiments et de leurs usagers, l'éclairage de la voirie étant intégré mais mineur.

Pour réaliser les estimations de consommations et puissances, **on a utilisé un outil détaillé, type de bâtiment par type de bâtiment**, développé en interne par PLUS DE VERT : Enr'Z®. Cela apporte plus de finesse dans la réponse, pour une prise de décision plus éclairée.

Pour estimer les consommations énergétiques, on a pris en compte les hypothèses suivantes :

- logements devant respecter la **réglementation thermique RE2020 avec seuil carbone de 2025. Nous avons réalisé des calculs réglementaires sur des logements individuels et collectifs types** afin d'identifier les consommations d'énergie primaire par bâtiment, par usage et également par système de production énergétique.
- Tous les calculs énergétiques sont effectués en $m^2 S_{ref}$, spécifique à la réglementation environnementale. Pour les maisons individuelles, on a pris l'hypothèse simplificatrice $S_{ref} = 1,1 \text{ SDP}$; Pour le logement collectif, on a aussi considéré que la S_{ref} serait égale à $1,1 \times \text{SDP}$.
- **consommations réelles corrigées sur la base des retours d'expérience sur bâtiments performants en climat méditerranéen** (sources : bilans établis par l'ADEME sur 2 600 bâtiments, par le CEREMA, par PROMOTELEC et par l'Observatoire BBC). Une étude qui ne serait menée que sur les consommations réglementaires n'aurait qu'un lointain rapport avec la réalité. Par exemple, les consommations réelles de chauffage sont toujours supérieures aux consommations réglementaires, du fait notamment de la température réelle demandée par les habitants, qui est supérieure à la température prise en compte par la réglementation.
- **consommations hors usages réglementaires conformément aux résultats des campagnes de mesures**, préconisées par l'ADEME. **Il est important de préciser que la RE2020 a intégré dans le cadre réglementaire certaines de ces consommations (Ascenseurs, ventilation et éclairage des parkings) dans les calculs, même si c'est sous une forme forfaitisée.**
Parmi ces consommations, on distingue parfois la cuisson, car elle peut être réalisée au gaz ou par l'électricité, de tout le reste, noté « **électricité spécifique** » dans les tableaux suivants, qui ne peut être réalisé qu'avec de l'électricité :
 - o électroménager : réfrigérateur, congélateur, lave-linge, lave-vaisselle, aspirateur,

- bureautique-télécom : téléviseurs, ordinateurs, tablettes, téléphones, etc.
- On distinguera le besoin d'électricité lié à la **recharge des véhicules électriques**. Ce besoin est encore faible en 2023, mais **à l'échelle de temps du projet il pourrait devenir sensible**, notamment pour le dimensionnement en puissance. En effet, d'après l'Avère-France (l'association nationale pour le développement des véhicules électriques), environ 316 000 véhicules ont été mis à la route en 2021, soit une progression de 62% par rapport à 2020 et 355% par rapport à 2019. La Commission de Régulation de l'Energie table sur 10% des véhicules en 2025. Au niveau national et européen :
 - Commission européenne, plan « Fit for 55 » : fin de vente des véhicules thermiques en 2035
 - France : fin de vente des véhicules thermiques en 2040

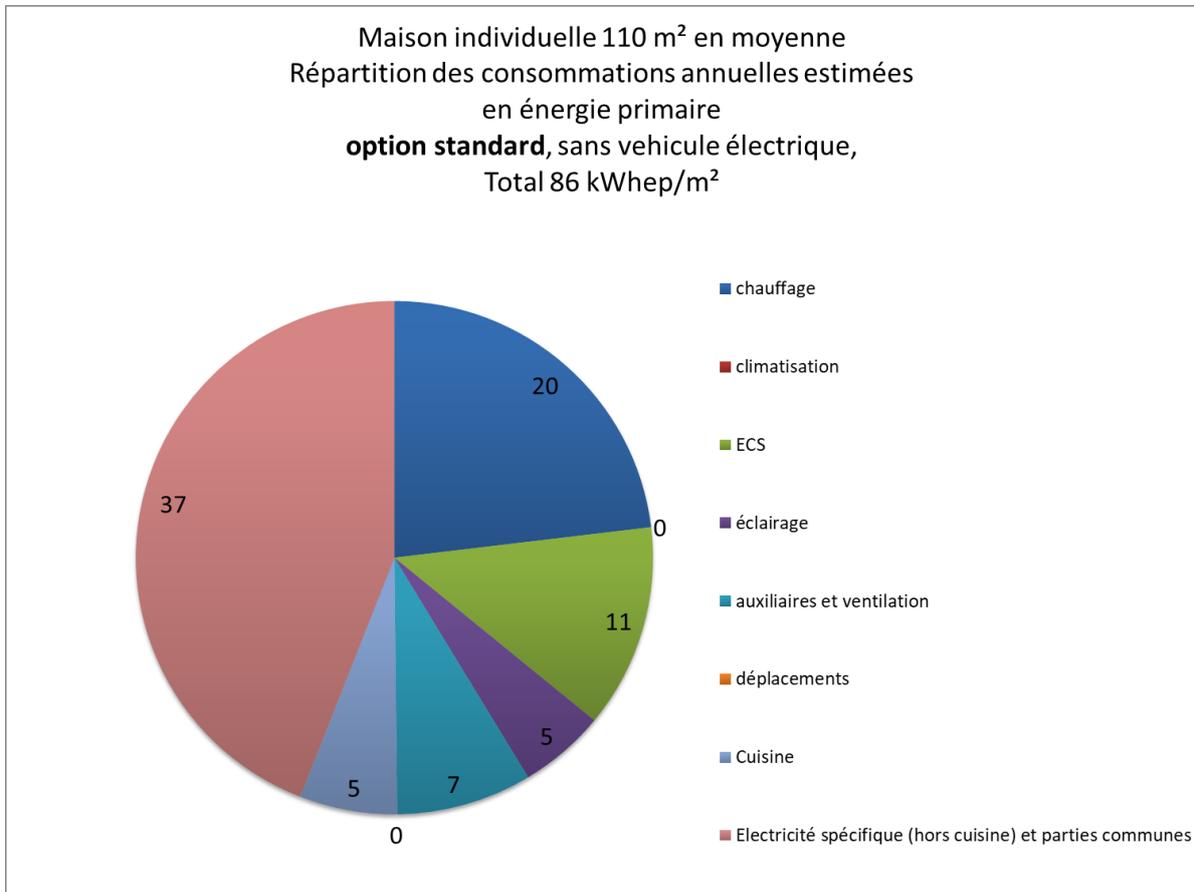
On a pris en compte **1 véhicule dans 50% des foyers**, ce qui peut faire 25% du total (si chaque foyer a 2 véhicules), pour les **maisons individuelles**. Pour les **logements collectifs privés**, nous avons considéré **1 véhicule dans 33% (un tiers) des foyers** ; tandis que dans les **logements collectifs sociaux**, nous avons considéré **1 véhicule dans 20% des foyers**. Ces taux peuvent se discuter, même si la distance du projet avec Béziers et Montpellier, objet d'une grande partie des déplacements domicile-travail des futurs habitants du site, est possible en véhicule électrique sans recharge nécessaire. Par ailleurs, nous faisons l'hypothèse **qu'un quart des recharges se feront sur le lieu du travail et pas au domicile**. En ce qui concerne les **commerces**, nous ne considérerons que **10% de places équipées seulement**, pour les commerçants ainsi que les usagers.

S'agissant de logements, on n'a pris en compte que des dispositifs de **recharge lente (7,5 kVA), correspondant à l'usage majoritaire fait par les précurseurs du véhicule électrique**. Les dispositifs de recharge à 22 kVA (autrefois rapides mais désormais basiques) sont plus adaptés à des parkings d'équipements publics.

Par ailleurs, la loi d'orientation des mobilités publiée au journal officiel le 26 décembre 2019 indique qu'à compter du 11 mars 2021, pour les bâtiments résidentiels neufs dotés de parcs de stationnement supérieurs à 10 places, **100% des places devront être pré-équipées pour la recharge électrique**. Il s'agit d'un pré-équipement, soit uniquement le câblage nécessaire et l'anticipation sur la puissance disponible au TGBT d'au moins 20% de la puissance totale des places.

On a distingué les besoins par usage et **considéré comme base de référence, comme préconisé par le ministère, une solution « tendancielle » où les besoins de chauffage, ECS et de cuisson seraient couverts par l'électricité**. C'est par rapport à cette base que sont recherchées les ressources EnR locales.

La **répartition des consommations réelles estimées** pour une maison individuelle de 110 m² en moyenne respectant la RE2020, dans l'hypothèse standard, est la suivante :



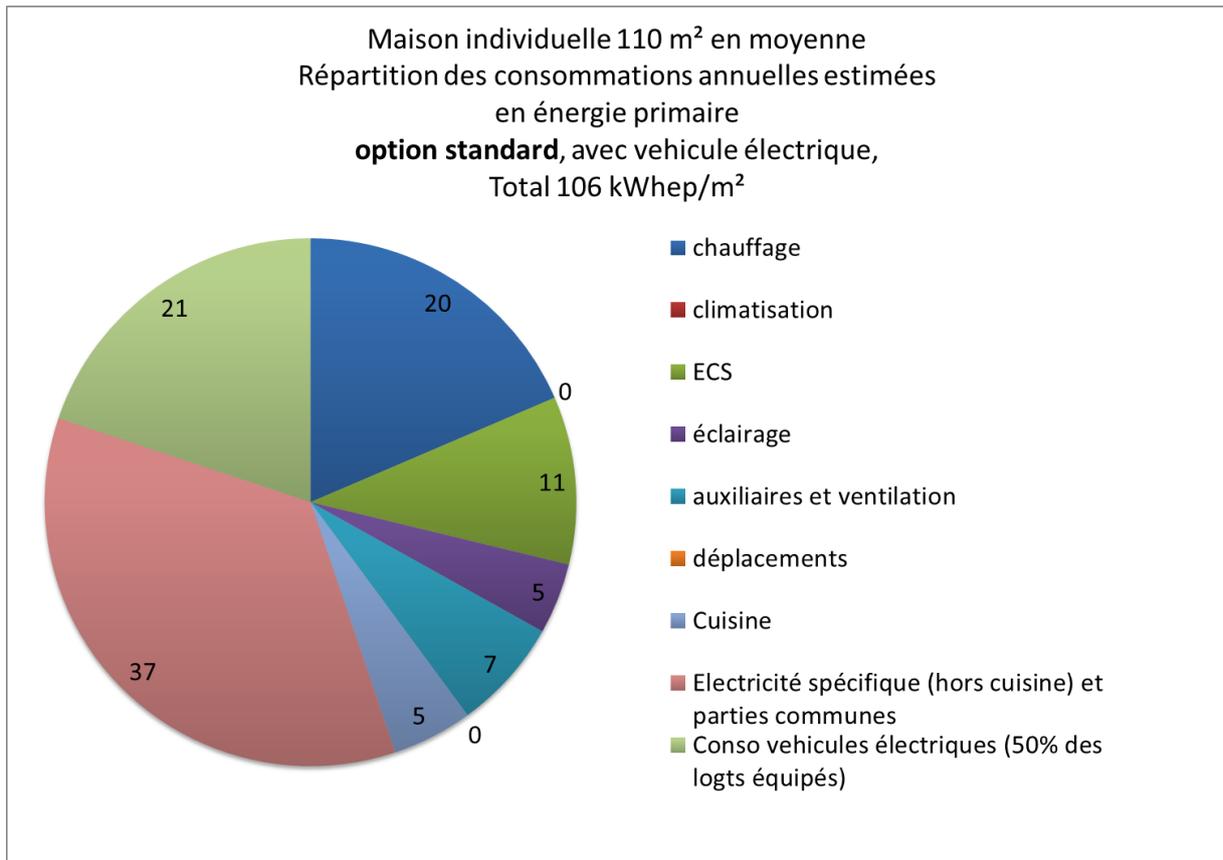
Pour une telle maison, la consommation maximale des 5 usages de la RE2020 est de 38,2 kWh_{ep}/m²Ref, soit seulement 36% de la consommation estimée et prise en compte pour les calculs !

Contrairement aux idées reçues, pour les maisons actuelles bien conçues, les consommations et encore plus les dépenses de chauffage deviennent mineures par rapport aux consommations de tous les équipements électriques de la maison.

Impact d'une voiture électrique sur une maison de 110 m² :

Avec l'hypothèse d'une voiture électrique parcourant 32 km/j en moyenne et ¼ des recharges effectuées sur le lieu du travail, la consommation annuelle est de 2 250 kWh d'énergie finale, ce qui rajoute 5 175 kWhep/an.

Dans le cas d'une maison de 110 m², ce poste devient, en énergie primaire, le second poste de consommation de la maison.



Nb : on a considéré que **les logements individuels n'étaient pas climatisés**. Ce point est important car les futurs maîtres d'ouvrage pourraient avoir la tentation d'installer des climatiseurs réversibles, ce qui est aujourd'hui quasi-impossible à réaliser en respectant la réglementation.

Nous pensons aussi que si l'orientation des logements est correctement imposée avec des façades Nord-Sud, que les logements sont exigés traversants, que des protections solaires efficaces sont mises en place, alors le besoin de climatiser sera réduit. Par ailleurs, les nuisances sonores des équipements de climatisation sont telles qu'en maisons en bande elles peuvent créer plus de problèmes qu'elles n'en résolvent.

Les mêmes observations par rapport à l'impact de la recharge des véhicules électriques sont formulées sur les logements collectifs, avec une contribution de la recharge encore plus importante, les consommations en valeurs absolues par logement étant plus faibles.

Les **scénarios suivants d'équipement énergétique des bâtiments** devraient assurer le respect de la RE2020 à condition d'y associer une enveloppe du bâti correcte :

Maisons individuelles, isolées ou en bande, entre 80 et 130 m² de SDP en R+1

Solution standard, constituée de :

- d'une pompe à chaleur (PAC) air-air performante, émission mono ou multi-split,
- la production ECS pourra se faire par un chauffe-eau thermodynamique individuel.

Solution performance, constituée de :

- d'une pompe à chaleur (PAC) air-eau performante, émission plancher-chauffant et rafraichissant (ou émetteurs BT), dotée d'un meilleur rendement que les PAC air-air et apportant un confort supplémentaire grâce au vecteur eau,
- d'une installation solaire thermique individuelle (CESI) avec appoint électrique.

On a aussi pris en compte **4,5 kWc en moyenne de photovoltaïque** sur la toiture. Ceci correspond à un **maximum** moyen possible sur les toitures, considérées en pente, de ces maisons en R+1. C'est à mettre en regard des **1,5 à 4 kWc** souvent nécessaires pour atteindre le niveau réglementaire, selon le reste du bâtiment.

Logements collectifs privés de 72 m² SDP environ, R+2, R+2 + attique et R+3

Solution standard, constituée de :

- chauffage mutualisé par PAC air-eau et émission dans des planchers chauffants et rafraichissants ou radiateurs BT,
- la production ECS pourra se faire par un chauffe-eau thermodynamique individuel.

Solution performance, constituée de :

- chauffage mutualisé par PAC géothermique eau-eau et émission dans des planchers chauffants et rafraichissants ou radiateurs BT,
- ECS assurée par une installation solaire thermique collective (CESC) avec appoint électrique.

Ces logements sont considérés climatisés, les consommations correspondantes sont bien prises en compte.

On a aussi considéré sur l'ensemble des bâtiments collectifs une puissance photovoltaïque totale de **737 kWc**, soit environ **2,9 kWc en moyenne par logement**. Le nombre de niveaux et d'appartements aura un impact sur la puissance photovoltaïque disponible par logement. La présence d'attique sur certains bâtiments diminue de manière importante également la puissance disponible.

Logements collectifs sociaux de 72 m² SDP environ, R+2

Solution standard, constituée de :

- d'une solution individuelle par pompe à chaleur (PAC) air-air performante, émission mono ou multi-split,
- la production ECS pourra se faire par un chauffe-eau thermodynamique individuel.

Solution performance, constituée de :

- chauffage mutualisé par **installation bois-énergie** et émission dans des radiateurs,
- ECS assurée par une **installation solaire thermique** collective (CESC) avec appoint par la chaudière biomasse.

Les logements sociaux ne sont pas considérés climatisés.

On a aussi considéré sur l'ensemble des bâtiments collectifs sociaux une puissance photovoltaïque totale de **581 kWc**, soit environ **4,7 kWc par logement**. La valeur moyenne est plus élevée car les bâtiments ne sont qu'en R+2.

Commerces et services en pied d'immeuble

Solution standard, constituée de :

- d'une pompe à chaleur (PAC) air-air performante, émission mono ou multi-split,
- la production ECS pourra se faire par un cumulus, les besoins ECS pouvant être absents selon la typologie du commerce.

Solution performance, constituée de :

- d'une pompe à chaleur (PAC) air-eau performante, émission ventilo-convecteurs (ou émetteurs BT), dotée d'un meilleur rendement que les PAC air-air et apportant un confort supplémentaire grâce au vecteur eau,
- la production ECS pourra se faire par un chauffe-eau thermodynamique individuel.

Les commerces étant positionnés en pied d'immeuble, nous n'avons pas considéré de photovoltaïque qui leur soit rattaché, pour ne pas le compter 2 fois. **Cependant, il est très pertinent de raccorder partiellement les installations en toiture aux commerces et services car leurs besoins énergétiques sont diurnes comme la production photovoltaïque, ce qui maximiserait l'autoconsommation par rapport aux logements dont les besoins sont plutôt en début et fin de journée.**

Chacune de ces options aurait un résultat légèrement différent, tant au plan du calcul réglementaire que des consommations réelles, mais les chiffres de consommation que nous avons utilisés sont des valeurs cohérentes avec un mix de ces solutions, dans les conditions du site.

Par rapport au critère de faible coût d'exploitation, ayant proposé quasi uniquement des solutions électriques à travers des machines thermodynamiques, les résultats sont directement liés aux Coefficients de Performance (COP), qui sont variables. Les PAC air-air ont les COP les plus faibles, tandis que les PAC eau-eau ont les plus élevés.

Pour les logements sociaux, **les solutions électriques ne sont les meilleures que si elles sont utilisées par des machines thermodynamiques ayant de bons Coefficients de Performance.** En effet, l'électricité en tarif domestique pour le chauffage approche les 22 centimes TTC/kWh en 2023 (tarif variable pendant la crise énergétique 2022), contre 14 à 17 pour les granulés de bois qui ont fortement augmenté en 2022. Mais sur des logements petits et économes, l'impact est minime en base annuelle. Et pour l'instant, les gens sont prêts à payer leur énergie pour avoir le confort des pompes à chaleur électriques.

Le fait que la réglementation de la construction ait évolué avec la prise en compte de critères extra-énergétiques, notamment l'impact carbone de la construction mais aussi de l'exploitation, favorise des solutions énergétiques moins carbonées (chauffage bois et PAC électrique plutôt que gaz).

Autres hypothèses :

Nous avons aussi calculé **comment le projet pourrait se situer par rapport au concept d'énergie positive**, si on utilisait l'énergie solaire photovoltaïque au maximum.

Résultats synthétiques :**Résultats en consommations/productions :**

	Consommation en énergie finale					Production
	A	B	A+B	C	A+B+C	Photovoltaïque possible
	Chauffage + ECS	Electricité Hors véhicules électriques	Total Hors Véhicules électriques	Véhicules électriques	Total	
MWhef/an	MWhef/an	MWhef/an	MWhef/an	MWhef/an	MWhef/an	
OPTION STANDARD						
Habitat individuel	525	1457	1982	360	2342	1691
Habitat collectif privé	313	1267	1580	189	1769	737
Habitat collectif social	234	742	976	86	1062	902
Commerces	141	1624	1765	225	1990	0
TOTAL OPTION STANDARD :	1213	5121	6304	860	7163	3331
OPTION PERFORMANCE						
Habitat individuel	403	1336	1738	360	2098	1691
Habitat collectif privé	193	1076	1269	189	1458	737
Habitat collectif social	555	600	1155	86	1241	902
Commerces	105	1564	1669	225	1894	0
TOTAL OPTION PERFORMANCE :	1256	4606	5832	860	6692	3331

- Cela n'a guère d'intérêt de comparer des consommations totales en énergie finale composées d'un mix de chaleur et d'électricité. Pour évaluer les coûts relatifs, on sera obligé de se ramener à chaque composante, qui a un prix très différent.

- on voit aussi que les **consommations des prises de recharge pour véhicules électriques représenteraient de 14 à 16 %** des consommations électriques.

- on notera que **la production annuelle photovoltaïque** maximale qu'il serait possible de mettre en place, **de 3 331 MWhef, couvrirait 46 % de la consommation électrique de l'option standard ; et dans l'option performance, le taux de couverture est de 50 % du total : le projet n'a pas la possibilité d'être à énergie positive réelle tous usages dans les deux cas.**

Résultat global en énergie primaire :

		Consommation totale annuelle en énergie primaire
		MWhep/an
OPTION STANDARD		
Habitat individuel		4180
Habitat collectif privé		2982
Habitat collectif social		1905
Commerces		4254
TOTAL OPTION STANDARD :		13321
OPTION PERFORMANCE		
Habitat individuel		3900
Habitat collectif privé		2543
Habitat collectif social		2041
Commerces		4117
TOTAL OPTION PERFORMANCE :		12600

Sans surprise, pour la planète c'est bien la solution performance qui a le moins d'impact global, mais de 6% seulement, ce qui traduit la faible part relative du chauffage dans notre région.

Résultats en puissances

Operation ZAC Pech Auriol - Le Cros - Villeneuve-lès-Béziers - TABLEAU DE SYNTHESE DES PUISSANCES

	Puissance						Photovoltaïque
	Thermique			Electrique			
	Chauffage	ECS	Puissance thermique résultante	Foisonnée, Hors véhicules électriques	Véhicules électriques	Total	
	kW	kW	kW	kVA	kVA	kVA	
OPTION STANDARD							
Habitat individuel	1262	640	1902	3840	1200	5040	1445
Habitat collectif privé	1204	509	1713	1507	630	2136	630
Habitat collectif social	871	381	1252	1092	286	1378	771
Commerces	250	50	300	1429	63	1491	0
Eclairage public	0	0	0	23	0	23	0
TOTAL OPTION STANDARD :	3587	1580	5167	7890	2178	10068	2847
OPTION PERFORMANCE							
Habitat individuel	1262	480	1742	3840	1200	5040	1445
Habitat collectif privé	1204	382	1585	1155	630	1784	630
Habitat collectif social	871	286	1157	608	286	894	771
Commerces	250	50	300	1389	63	1451	0
Eclairage public	0	0	0	23	0	23	0
TOTAL OPTION PERFORMANCE :	3587	1198	4785	7014	2178	9193	2847

Les puissances sont en kW et kVA, sauf photovoltaïque en kWc (voir chapitre photovoltaïque).

On aboutit ainsi à une **puissance nécessaire en chaud de comprise entre 4 785 et 5 167 kW**, ce qui est significatif. Cependant, on verra qu'il y a impossibilité de faire un réseau de chaleur global, qui mobiliserait toute cette puissance.

La puissance électrique, même foisonnée, est très importante en valeur absolue : 9 193 kVA en option performance et jusqu'à 10 068 kVA en option standard.

On notera **l'impact de la prise en compte des véhicules électriques dans le dimensionnement en puissance électrique : entre 22 et 24% de la puissance installée.**

5.3. Opportunité d'un réseau de chaleur

Nous avons calculé le critère d'éligibilité principal au Fonds Chaleur pour les réseaux de chaleur (qu'ils soient au bois-énergie ou sur géothermie), aide sans laquelle un réseau n'est pas viable : la densité linéaire thermique, définie par le rapport entre la quantité d'énergie transportée et la longueur du réseau, en MWh/ml.an.

- A l'échelle de la ZAC entière, intégrant les 2 quartiers, le résultat est beaucoup trop faible, avec la présence importante de maisons individuelles
- A l'échelle de chaque secteur, le résultat est le même
- En considérant uniquement les logements collectifs, les résultats sont meilleurs mais restent encore beaucoup trop faibles : la densité linéaire thermique avoisine les 0,6 MWh/ml.an.

Quel que soit le périmètre de bâtiments étudiés, la solution d'un réseau de chaleur renouvelable n'est pas pertinente.

Ainsi, la meilleure option pour favoriser le bois-énergie ou la géothermie reste celle des systèmes préconisés aux §4.3. et 4.5., à savoir des installations collectives à l'échelle d'un seul bâtiment.

5.4. Possibilité d'un aménagement à énergie positive ?

Quelles productions et consommations considérer ?

L'aspect production ne peut réglementairement (selon la RE2020), aujourd'hui, comptabiliser que l'électricité **photovoltaïque** et celle issue de cogénération. Cette dernière ne semble pas pertinente sur ce projet, qui ne comporte aucune grosse unité de production de chaleur, qui sont les seules réellement adaptées à la cogénération. Il reste le photovoltaïque, que nous avons estimé de la façon suivante :

- installation sur toutes les toitures,
- toitures à 2 pans, occupation totale du pan Sud, ou toiture partielle monopente. Cette option correspond à une façon de faire qui commence à se développer dans notre région, sous l'impulsion d'architectes et de constructeurs novateurs :



Maisons à énergie positive – Les Matelles (34) Photo L. FARAVAL/PLUS DE VERT



Maisons à énergie positive – toiture monopente en tuiles photovoltaïques - Les Matelles (34)
Photo L. FAREVEL/PLUS DE VERT

- on a considéré des panneaux standard du marché à 200 Wc/m², alors qu'il en existe d'ores et déjà de plus performants (210 Wc/m²)

On aboutit à une **puissance installable de 2 847 kWc, pour une production annuelle de 3 331 MWh_{ef}**.

Jusqu'à l'arrivée de la RE2020, l'acceptation la plus courante pour les consommations à prendre en compte pour le critère d'énergie positive étaient les consommations réglementaires (conventionnelles) RT2012 des bâtiments, qui sont toujours inférieures aux consommations réelles estimées. Il en existe bien d'autres, notamment celle qui compte réellement pour la lutte contre l'effet de serre : la consommation totale réelle des bâtiments et toutes les activités qui s'y trouvent.

La RE2020 n'a pas repris à son compte la notion de « **Bilan BEPOS** » du référentiel E+C- : il s'agissait d'un bilan qui retranchait aux consommations d'énergie non renouvelable, sur les anciens usages RT mais aussi sur les autres usages liés à l'occupation du bâtiment, la production renouvelable (photovoltaïque essentiellement).

Nous nous sommes intéressés à plusieurs comparaisons :

Dans l'option standard, qui est 100% électrique, la consommation totale estimée du projet est de l'ordre de 7 163 MWh_{ef}, ce qui est supérieur à la production photovoltaïque de 3 331 MWh_{ef} : la couverture n'est que de 46 %. Pour le scénario standard, on ne pourrait donc pas atteindre l'énergie positive au sens le plus contraignant.

Dans l'option performance, la consommation totale estimée du projet est de 6 692 MWhéf (qui additionne des MWh électriques et de bois des logements sociaux), ce qui est supérieur à la production photovoltaïque (3 331 MWhéf). La couverture est de 50 % : il n'y aura donc pas d'énergie positive au sens le plus contraignant.

En se cantonnant aux **consommations électriques estimées de cette option**, on aboutit à 6 228 MWhéf électriques, **couverts à 53 %** par le photovoltaïque.

Ainsi, dans aucun des 2 scénarios, le projet ne peut produire plus d'électricité qu'il n'en consomme.

Ces calculs **considèrent la production photovoltaïque maximale du site**, qui serait atteignable par exemple si le MO décidait de l'imposer, comme c'est le cas dans certaines ZAC, y compris d'habitat (cf ZAC Bel Air à Avignon en démarche QDM, notamment).

Plusieurs points expliquent ces résultats :

- la part croissante de véhicules électriques, augmentant de fait les consommations électriques,
- le recours quasiment intégral à des solutions électriques qui, même si elles bénéficient de bons rendements, nécessitent de l'électricité là où d'autres solutions type gaz ou bois-énergie n'en consomment que très peu (uniquement pour les auxiliaires),
- la présence d'attique sur certains bâtiments collectifs
- l'hypothèse formulée de toitures individuelles bipentes ; En imposant ou autorisant les toitures plates ou monopentes, on se rapproche de l'objectif.

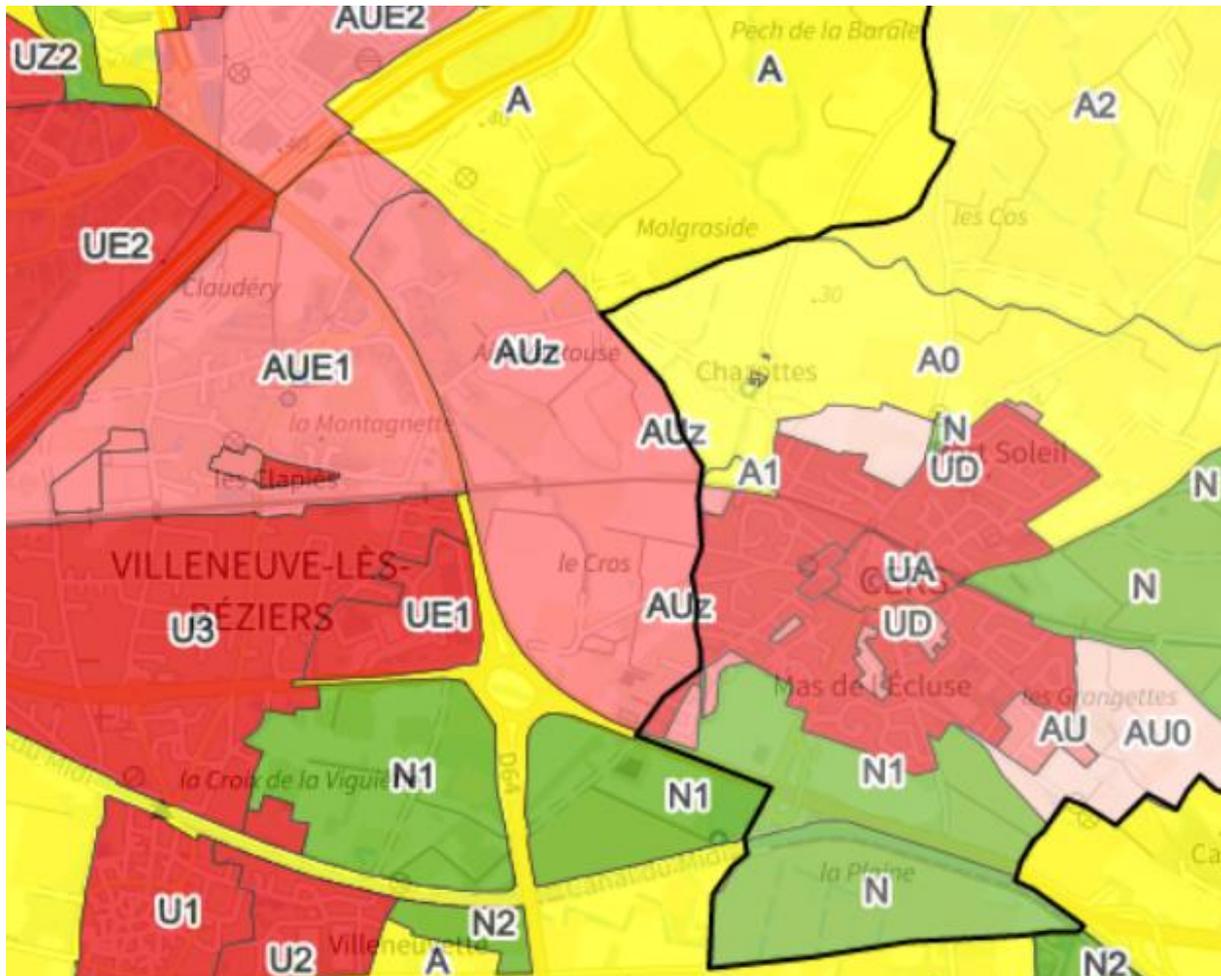
Des calculs ont été réalisés en considérant toutes les toitures des logements individuels plates ou monopentes et intégralement recouvertes de PV. **La quantité d'énergie produite se situerait aux alentours de 5 184 MWhéf.** Cette valeur est **encore inférieure aux valeurs de consommations** des 2 scénarios.

6. Paramètres d'applicabilité – lien avec le PLU

Le fait de définir des solutions meilleures que d'autres en termes de développement durable n'a d'intérêt que si ces solutions sont réellement mises en œuvre. Si, **depuis la Loi Grenelle, un PLU peut imposer des exigences énergétiques ou environnementales particulières à l'occasion de l'ouverture à l'urbanisation**, en pratique c'est bien plus délicat.

Nous avons mentionné ce qui pourrait être décrit, sachant que le CPAUPE est un document plus adapté à la pédagogie que le PLU qui doit faire du droit. Le cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales (CPAUPE) permet en effet de fixer les grandes règles qui, complémentaires au PLU, doivent garantir le respect des grands principes d'une ZAC.

Selon chaque typologie de bâtiment, des leviers différents peuvent être utilisés pour la ZAC, qui est en zone AUZ du PLU actuel.



6.1. Logements individuels en bande 80 m2

En termes de performance de l'enveloppe bâtie, la RE2020 est un peu plus contraignante que la RT2012, qui était déjà assez contraignante sur les maisons individuelles : il paraît difficile d'imposer une performance supérieure de l'enveloppe par le PLU. En revanche **le PLU peut imposer des éléments qui ne coûtent rien et améliorent le confort thermique et l'efficacité énergétique des logements** : façades Nord-Sud (à condition bien sûr que le plan d'aménagement détaillé l'ait rendu possible) ; toitures soit bi-pente avec un pan Sud, soit monopente Sud ; soit plates ; menuiseries telles que le logement soit traversant ou **équipements de ventilation naturelle avec une entrée sécurisée au RDC et une sortie sécurisée au R+1** (ce système est très efficace pour réduire la température la nuit, à la seule exception des périodes de canicule où la T° nocturne ne descend pas sous 25°C) ; **protections solaires extérieures obligatoires sur toutes les orientations sauf Nord**, etc.

Pour les équipements thermiques, **les pompes à chaleur sont les plus indiquées** pour ces logements.

Pour le confort, **imposer un brasseur d'air dans les pièces à vivre** de chaque logement ne représenterait qu'un faible coût et diminuerait le recours à des climatiseurs, inefficaces et énergivores.

Pour le photovoltaïque, se pose la question de sa **faisabilité économique**, dans un contexte de prix de construction contraint par le coût élevé du foncier. **En coût global, sur la durée de vie des installations photovoltaïques, les solutions sans stockage sont toutes rentables**, que ce soit sur logement individuel ou autres bâtiments. Mais la préoccupation des constructeurs, et de la plupart des clients, porte plus **sur le seul coût d'investissement**. Pour illustrer, on parle en février 2023 des coûts suivants, pour le client final, pour du photovoltaïque seul, fixé sur toiture inclinée assurant déjà l'étanchéité :

3 kWc – 5 500 à 6 500 € HT 4 kWc – 6 500 à 8 000 € HT 6 kWc – 8 500 à 9 500 € HT

Pour un promoteur ou constructeur de maisons en bandes, le prix d'installation des 1,5 à 3 kWc nécessaires pour la RE2020 devrait être entre 3 000 et 5500 € HT.



Maisons en bande à énergie positive – toitures monopentes ou plates - (Bouches-du-Rhône)

Par ailleurs certains promoteurs sont réceptifs à la mise en place d'une **démarche environnementale globale, type Bâtiments Durables Occitanie** ou HQE, sur les projets de maisons en bandes. Ces démarches sont susceptibles d'avoir un impact positif sur la consommation énergétique des lots qui seront concernés.



Le fait d'imposer une démarche environnementale globale, et/ou des contraintes énergétiques, sur tout ou partie des lots, va dans le sens de l'objectif « Promouvoir un urbanisme durable intégrant les enjeux énergétiques, climatiques et de qualité de l'air » de la région.

6.1. Logements individuels 130 m2

Tout ce qui a été dit pour les logements en bande de 80 m2 est toujours juste. On pourrait rajouter que pour ces logements, un équilibre est à trouver entre diminution de la facture et investissement.

Si les critères bioclimatiques cités plus haut et la RE2020 sont respectés, il y aura peu d'économies à faire sur le chauffage. Car les consommations électriques spécifiques représenteront la majorité de la facture. Un système de PAC air-eau serait donc approprié pour le chauffage, attention néanmoins aux problématiques acoustiques.

Pour l'ECS, la surface de toiture par logement étant faible, les besoins relativement faibles et un système CESI plus cher au m² que du photovoltaïque, la solution la plus appropriée semble être un ballon ECS thermodynamique ou électrique performant. Le ballon pourrait être programmé pour chauffer l'eau en journée lors de pics de production photovoltaïque.

Dans ce cas, le photovoltaïque devient indispensable pour respecter l'exigence de production EnR. Le PV devrait être en autoconsommation avec revente de l'excédent pour diminuer la facture énergétique des ménages.

6.2. Logements collectifs 70-75 m2

Pour favoriser les solutions EnR dans les blocs de logements, on peut envisager la négociation avec le bailleur social, ou la contrainte par le PLU. Par exemple le PLU **pourrait imposer la mise en place de chaleur et d'ECS collectives par géothermie sur sondes ou par chaufferie bois**, pour réduire la facture énergétique des locataires

(même si on a vu que dans des logements neufs bien conçus, ces postes sont mineurs dans les dépenses énergétiques).

Les espaces extérieurs, de parking ou d'aménagements paysagers, pourraient largement accueillir l'ensemble des sondes verticales. Pour les logements sociaux, considérés non-climatisés, le bois-énergie est la réponse la plus adaptée. Il faudra veiller à bien prendre en compte les accès des camions de livraisons (de granulés à priori).

L'idéal serait d'autoconsommer le photovoltaïque pour réduire les factures. Nous avons vu que les solutions d'autoconsommation collective sont encore peu répandues. Une **solution de multiples autoconsommations individuelles** est décrite plus haut et pourrait convenir. Une autre solution, moins avantageuse mais toujours rentable, serait que l'installation soit la propriété du bailleur et que l'électricité soit entièrement revendue. Une part des bénéfices servirait à rembourser le bailleur et l'autre à réduire les charges locatives. Cette répartition pourrait faire l'objet d'une négociation.

6.3. Commerces en pied d'immeuble

Les modes constructifs seront issus de ceux adoptés pour les logements dans les niveaux supérieurs des bâtiments, permettant de bonnes performances pour ces commerces en pied d'immeuble.

Les commerces et services ont besoin de systèmes de climatisation, les solutions thermodynamiques réversibles sont alors une évidence. Selon la taille des commerces ainsi que leur intermittence, il pourrait s'agir plutôt d'une **PAC air/air, réactive et efficace pour des petits locaux. Pour les commerces de taille plus importante, la solution de la PAC air/eau serait plus intéressante.**

Comme indiqué plus haut, il serait pertinent de dédier une partie des installations PV en toiture aux commerces, les périodes de soutirage et de production étant davantage en phase qu'avec les logements, ce qui maximiserait l'autoconsommation.

Une autre solution serait possible pour atteindre des objectifs ambitieux : elle consiste à allouer un foncier public pour la réalisation d'une centrale photovoltaïque, par exemple sur ombrières de parking. Ce type de projet peut être **porté par les habitants de la ZAC ou de Villeneuve-lès-Béziers en partie (financement participatif) ou en totalité (projet citoyen)** mais le montage financier et juridique est plus complexe.

Le coût des centrales sur ombrières se situe en 2023 entre 1 200 et 1 500 €HT par kWc installé.

7. Conclusions

- La prise en compte du **confort d'été dans le PLU et dans le CPAUPE est primordiale** pour éviter que les logements soient inadaptés au climat dès leur livraison, ou qu'ils s'équipent, légalement ou non, de climatisation.
- Les caractéristiques du projet sont nettement **insuffisantes pour la mise en place d'un réseau de chaleur** global.
- **L'énergie de chauffage en individuel** pourrait provenir de solutions électriques thermodynamiques : PAC air-air ou air-eau
- **En collectif privé**, avec de la climatisation, il pourrait s'agir de PAC air-eau ou eau-eau, en privilégiant les eau-eau si cela est possible (meilleurs rendements, possibilité de froid passif et subventions disponibles)
- **En collectif social**, il pourrait s'agir de PAC air-eau ou bois-énergie (solution à granulés, plus compacte au niveau du stockage du combustible)
- **L'énergie pour l'ECS** en logement individuel ou collectif, pourrait provenir majoritairement du solaire thermique, l'appoint étant assuré par de l'électricité. Les alternatives conformes sous conditions sont la mise en œuvre de chauffe-eau thermodynamiques individuels. La récupération de chaleur sur EU en collectif serait un complément possible en cas d'installation collective.
- **Les besoins électriques du projet ne pourraient pas être couverts en totalité par des installations photovoltaïques intégrées aux toitures, dans les deux scénarios.**
- **Le projet d'aménagement :**
 - o **doit faciliter structurellement le confort estival, par l'orientation et les prescriptions bioclimatiques**
 - o **doit faciliter le respect de la RE2020, qui tend à rendre obligatoire les bâtiments à énergie positive en mobilisant des énergies renouvelables**
 - o **n'a pas les moyens d'être globalement à énergie positive, même en recouvrant intégralement toutes les toitures,**



Lotissement à énergie positive – toitures monopente ou plates - (Bouches-du-Rhône)