

SOCIETE D'AMENAGEMENT DE L'AGGLOMERATION DE MONTPELLIER (SAAM)

Montpellier (34)

Etude de faisabilité du potentiel de développement en EnR de la ZAC OZ 1 Montpellier Nature Urbaine



Ce rapport a été rédigé avec la collaboration d'Arnaud DIGUET et David MEYNARD de la SAAM Montpellier

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction	Vérification	Validation
Rapport final	06/08/2013	01	CDN	EDL	DCO

Numéro de rapport :	RAMDSE-00086
Numéro d'affaire :	A29960
N° de contrat :	CAMDSE111707
Domaine technique :	ICE
Mots clé du thésaurus	aménageur énergie renouvelable

BURGEAP

27 rue de Vanves

92100 Boulogne Billancourt

Téléphone : 33(0)1.46.10.25.51

www.burgeap.fr

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ENERGIE-CLIMAT	6
1.1 LA (PETITE) HISTOIRE DES HYDROCARBURES	6
1.2 EFFET DE SERRE, RECHAUFFEMENT PLANETAIRE ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES	7
1.3 NOTRE VISION DE LA PROBLEMATIQUE ENERGETIQUE	8
1.4 CONTEXTE REGLEMENTAIRE : LA LOI GRENELLE	8
2. METHODOLOGIE	9
2.1 PERIMETRE D'ETUDE.....	9
2.2 DONNEES COLLECTEES ET SCENARIO D'AMENAGEMENT	9
3. ANALYSE DU POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATIONS	10
3.1 L'ENERGIE HYDRAULIQUE	10
3.2 L'ENERGIE SOLAIRE.....	10
3.3 L'ENERGIE EOLIENNE	14
3.4 LA BIOMASSE	15
3.5 LA GEOTHERMIE	19
3.6 LA COGENERATION	20
3.7 LES RESEAUX DE CHALEUR OU DE FROID	20
3.8 LA STATION D'EPURATION DE MAERA	22
3.9 SYNTHESE DE L'ANALYSE DE POTENTIEL	24
3.10 CONCLUSIONS INTERMEDIAIRES : SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT RETENUS	26
4. ANNEXES	27
4.1 ANNEXE 1 : PERFORMANCE THERMIQUE DES DIFFERENTES REGLEMENTATIONS ET LABELS.....	28
4.2. ANNEXE 2 : PRINCIPAUX OBJECTIFS DU SRCAE LANGUEDOC-ROUSSILLON	29

TABLEAUX

Tableau 1 : synthèse du potentiel ENR de la zone d'aménagement	24
--	----

FIGURES

Figure 1 : place de l'étude EnR dans un projet d'aménagement.....	5
Figure 2 : consommation énergétique mondiale en million de tonnes équivalent pétrole de 1860 à nos jours (source : Schilling & al., AIE, BP statistical review et Observatoire de l'Energie)	6
Figure 3 : l'histoire très résumée du pétrole conventionnel	6
Figure 4 : évolution de la température moyenne planétaire (°C) selon émissions (source : GIEC, AR4)	7
Figure 5 : évolution de température moyenne pour le scénario A1B (Source : GIEC, AR4).....	7
Figure 6 : situation du projet d'aménagement	9
Figure 7 : potentiel hydroélectrique actuel en Languedoc-Roussillon	10
Figure 8 : ensoleillement en Rhône-Alpes (données : SCRAE Languedoc-Roussillon).....	11
Figure 9 : calcul de l'ensoleillement réalisé avec le logiciel CALSOL (INESS) pour un plan horizontal et un plan incliné à 30° orienté au sud	11
Figure 10 : tarifs de rachat de l'électricité PV pour le 1 ^{er} et 2 nd trimestre 2013 (http://www.developpement-durable.gouv.fr)	13
Figure 11 : Atlas français des ressources en vent	14
Figure 12 : ressource bois-énergie mobilisable en Languedoc-Roussillon (tiré du SCRAE LR, mars 2011)	16
Figure 13 : répartition géographique estimée de la ressource bois-énergie mobilisable en Languedoc-Roussillon en 2020 (tiré du SCRAE LR, mars 2011).....	16
Figure 14 : situation de la STEP MAERA par rapport au projet.....	22
Figure 15 : exigences des différentes réglementations et labels	28

Introduction

L'analyse préliminaire de faisabilité du potentiel de développement des énergies renouvelables (dite de phase 1) est l'une des premières étapes qui constitue un projet d'aménagement :

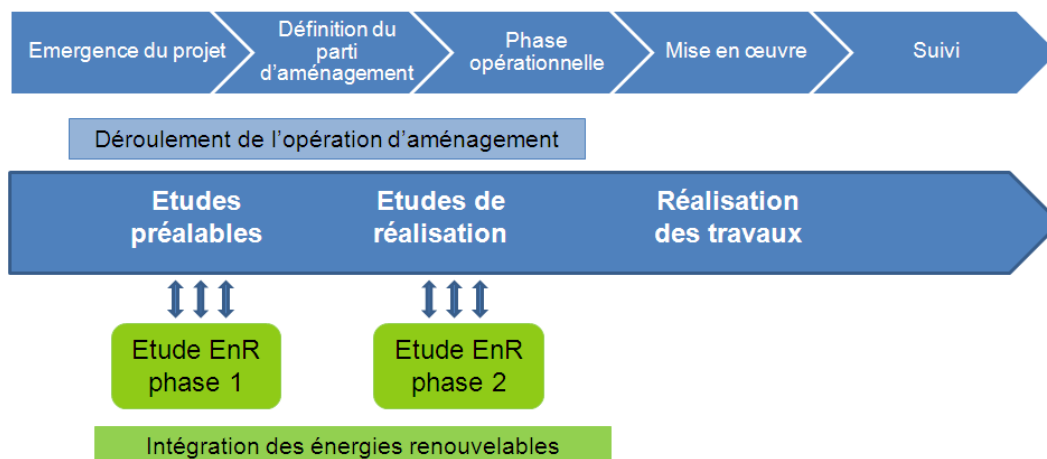


Figure 1 : place de l'étude EnR dans un projet d'aménagement

Cette étape doit permettre :

- d'identifier les énergies renouvelables ayant un potentiel de développement à l'échelle de l'opération d'aménagement dès l'avant-projet afin de prévoir leur intégration ;
- de savoir si les projets d'approvisionnement énergétiques associés à ces énergies sont réalisables ;
- d'évaluer les conditions de leur rentabilité.

Il s'agit donc de faire ressortir, selon une analyse multicritère (technologique, contraintes de mise en œuvre, investissement, coût global, coût environnemental, etc.), les projets les plus pertinents pour maximiser la part d'énergies renouvelables dans le mix énergétique d'approvisionnement de l'aménagement.

Pour les scénarios d'approvisionnement jugés pertinents à la suite de l'étude de faisabilité du potentiel de développement des énergies renouvelables, le maître d'ouvrage pourra alors procéder à une étude de faisabilité qui fournira avec plus de détails les capacités du gisement, les coûts et les bénéfices du ou des scénarios d'approvisionnement retenus. Si l'intérêt de ces scénarios est confirmé, suivra alors à l'étape de conception et d'ingénierie. Pour les grands projets, cette étape comprend des activités de développements, c'est-à-dire les ententes de financement du projet et l'obtention de tous les permis nécessaires à sa réalisation. Enfin seulement arrive la construction puis à la mise en service du projet.

Le présent rapport constitue la première partie d'un guide à l'intention du maître d'ouvrage et de l'aménageur présentant les possibilités et le potentiel d'approvisionnement et de développement des EnR pour l'aménagement de la ZAC OZ 1, au Sud de l'agglomération Montpellieraine. Après un bref rappel des enjeux énergétiques et climatiques à la base des évolutions de la réglementation dont est issue cette étude, nous détaillerons la méthodologie que nous avons appliquée à ce projet :

- Périmètre de l'étude
- Analyse du potentiel en énergie renouvelable

1. CONTEXTE ENERGIE-CLIMAT

1.1 LA (PETITE) HISTOIRE DES HYDROCARBURES

Les hydrocarbures que nous utilisons ont été constitués à partir de matière organique sédimentée principalement lors du carbonifère (il y a 300 millions d'années). Ils sont utilisés significativement depuis la révolution industrielle, soit le XIX^e siècle :

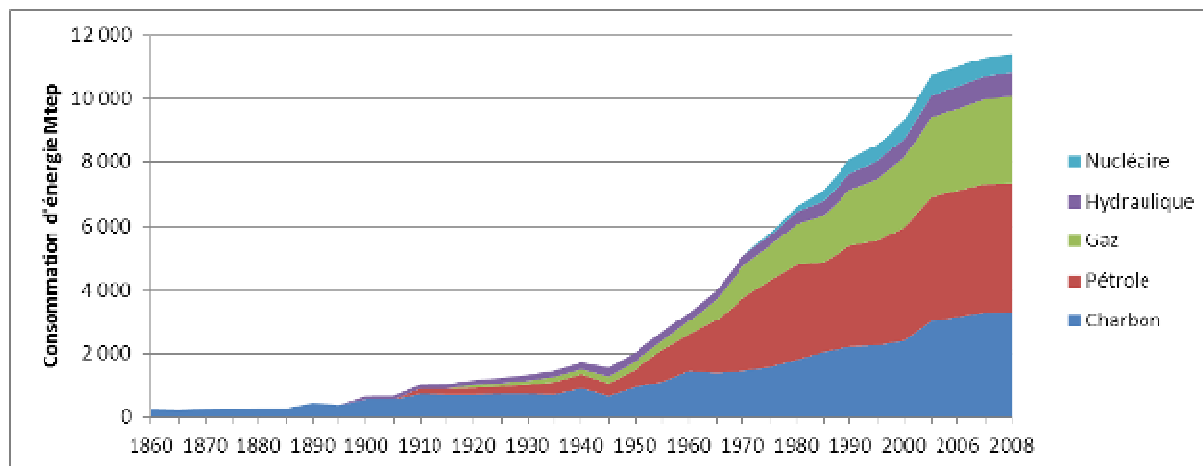


Figure 2 : consommation énergétique mondiale en million de tonnes équivalent pétrole de 1860 à nos jours (source : Schilling & al., AIE, BP statistical review et Observatoire de l'Energie)

Les réserves ultimes en pétrole conventionnel étant limitées, les découvertes de nouveaux champs ne peuvent continuer indéfiniment. L'histoire des hydrocarbures conventionnels peut se résumer ainsi :

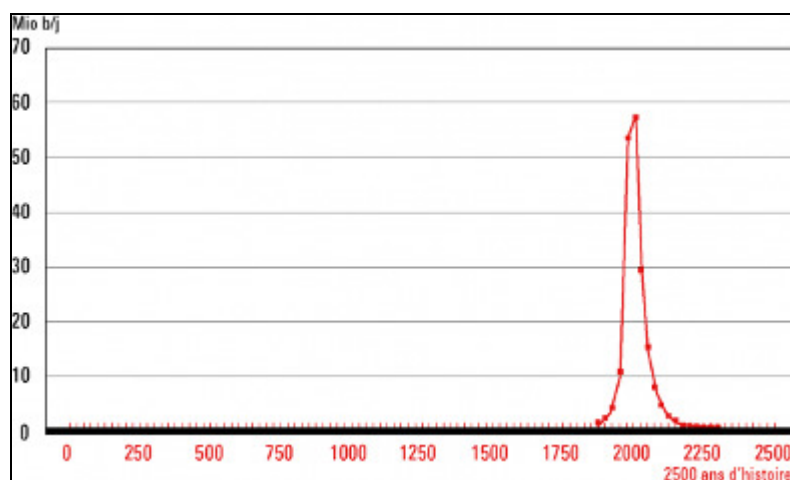


Figure 3 : l'histoire très résumée du pétrole conventionnel

La ressource du pétrole brut répond à une logique de marché : d'une part la loi offre/demande influe sur son prix à moyen terme, d'autre part les logiques spéculatives influent sur son prix à court et moyen terme. Ainsi, bien que les réserves prouvées (découvertes passées) équivalent à une quarantaine d'année de consommation actuelle, la pression du marché fait que son prix risque de restreindre son usage bien avant.

D'un autre côté, le prix de la ressource augmentant, de nouvelles technologies d'extraction de ressources, de valorisation d'énergie renouvelables ou d'efficacité énergétique deviennent compétitives. Ces technologies ne permettront cependant vraisemblablement pas de réduire les coûts d'accès à l'énergie.

1.2 EFFET DE SERRE, RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La combustion des hydrocarbures génère du CO₂ qui se retrouve à l'atmosphère. Le CO₂, ainsi que d'autres gaz, absorbe préférentiellement les rayonnements infra-rouge. Ce type de rayonnement est le principal mode de dissipation énergétique du système terrestre. Le rayonnement ainsi absorbé par ces gaz est ensuite réémis, une part vers l'espace, l'autre part vers la planète. C'est par cette réémission en direction de la planète que se manifeste l'effet de serre.

De nombreuses modélisations de l'évolution du climat ont été menées, en prenant en compte divers scénarios de consommation d'hydrocarbures au cours des prochaines années.

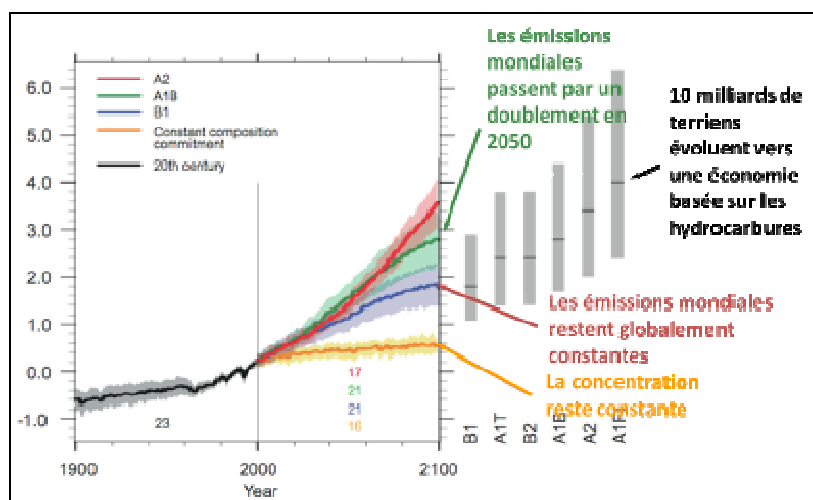


Figure 4 : évolution de la température moyenne planétaire (°C) selon émissions (source : GIEC, AR4)

Les évolutions de température terrestre connues par le passé (glaciations) et envisagées ne sont pas uniformes : on constate que les zones équatoriales conservent une température moyenne annuelle globalement constante : 26°C, y compris pendant les dernières glaciations ; les zones situées au-delà des 45^{èmes} parallèles subissant des variations de température moyenne de l'ordre de 2 à 3 fois l'évolution de la température terrestre moyenne. Cet effet est renforcé dans l'hémisphère nord par rapport à l'hémisphère sud en raison de la répartition des terres émergées (moins d'homogénéisation thermique). On constate ci-après que pour ce scénario (évolution moyenne de +3,5°C à horizon 2100), les évolutions locales vont au-delà de +7°C :

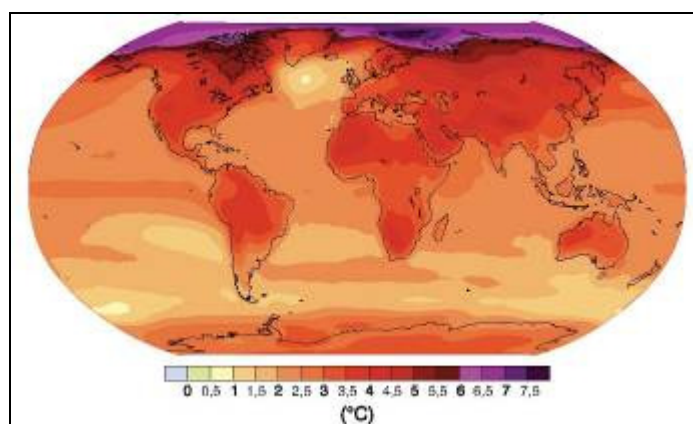


Figure 5 : évolution de température moyenne pour le scénario A1B (Source : GIEC, AR4)

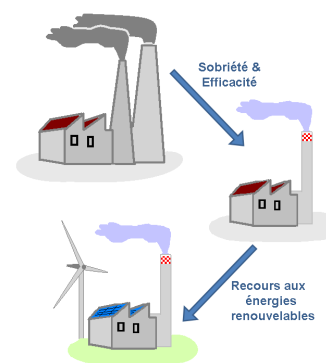
La pluviométrie s'en trouve affectée, ainsi que les climats, et les écosystèmes évoluent.

La communauté scientifique estime qu'au-delà de 2°C d'augmentation de température moyenne, des mécanismes interagissant avec le climat sont mis en œuvre de manière non réversible à nos échelles. Le niveau de concentration correspondant est de l'ordre de 550 ppm de CO₂. Le niveau actuel est de 400 ppm environ, avec une augmentation annuelle constatée de 2 à 3 ppm par an.

Pour arrêter de modifier le climat, il faudrait que l'humanité réduise à court terme par deux ses émissions de gaz à effet de serre (les écosystèmes absorbent actuellement la moitié du CO₂ émis par photosynthèse et dissolution océanique). Soit des émissions restantes d'environ 2 tCO₂e par habitant. Les émissions territoriales de la France, ramenées à la population sont de 8,7 tCO₂e par habitant. Il nous faudrait donc diviser par 4 les émissions de GES à l'échelle de la France. Un objectif politique a été pris en 2003 par le gouvernement français de réaliser le "Facteur 4" à horizon 2050.

1.3 NOTRE VISION DE LA PROBLÉMATIQUE ÉNERGÉTIQUE

Dans ce contexte énergétique et climatique particulier, le recours aux énergies renouvelables (EnR) doit être envisagé comme le dernier maillon d'une chaîne vertueuse visant à réduire les consommations d'énergies fossiles non renouvelables et relocaliser la production d'énergie. Il n'a de sens que si des actions prioritaires sont menées en amont sur les questions de sobriété et d'efficacité énergétique. On entend par sobriété énergétique la suppression des gaspillages par la responsabilisation de tous les acteurs, du producteur aux utilisateurs. L'efficacité énergétique quant à elle consiste à réduire le plus possible les pertes par rapport aux ressources utilisées. Ainsi les actions de sobriété et d'efficacité réduisent les besoins d'énergie à la source. Les EnR doivent alors être encouragées et favorisées pour satisfaire le solde des besoins d'énergie dans le but d'équilibrer durablement ces besoins avec les ressources disponibles et limiter le recours aux énergies non renouvelables. La présente étude s'inscrit dans cette démarche.



1.4 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE : LA LOI GRENELLE

La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement, dite Grenelle I, établit le programme de mise en œuvre des conclusions de la consultation nationale sur la politique de l'environnement. Le texte est composé de **57** articles regroupés en **5** grands titres :

- Lutte contre le changement climatique
- Biodiversité, écosystème et milieux naturels
- Prévention des risques pour l'environnement et la santé, prévention des déchets
- Etat exemplaire
- Gouvernance, information et formation

L'article 8 de la présente loi, transcrit à l'article L128-4 du le Code de l'Urbanisme stipule que « Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à [l'article L. 300-1](#) et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération ».

L'article 4 de la présente loi établit les grandes lignes de la Réglementation Thermique 2012, dont les modalités sont fixées par l'arrêté du 26 octobre 2010. Elle fixe notamment à 50 kWh d'énergie primaire (modulable) la consommation maximale annuelle et surfacique pour les usages suivants : chauffage et auxiliaires, eau chaude et auxiliaires, ventilation, climatisation et éclairage.

2. METHODOLOGIE

L'étude suivante présente le diagnostic, c'est-à-dire l'étude des potentialités offertes par le site pour le développement des énergies renouvelables. La phase 2 de l'étude (calcul des besoins énergétiques et analyse de scénarios) sera effectuée lors des phases pré-opérationnelles de la ZAC.

2.1 PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

L'étude de faisabilité du potentiel de développement des EnR, notée « étude de faisabilité EnR » par la suite, concerne la ZAC OZ 1 sur la commune de Montpellier, dans le département de l'Hérault (34).

Le futur aménagement se situe au sud-est de la Languedocienne.

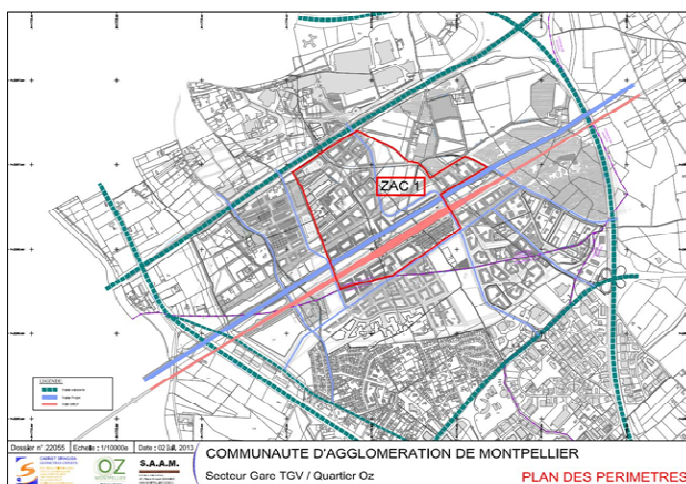


Figure 6 : situation du projet d'aménagement

2.2 DONNÉES COLLECTÉES ET SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT

2.2.1 SCENARIO D'AMENAGEMENT

Le programme d'aménagement suivant a été communiqué par la MO :

400 000 m² de SDP dont 130 000 m² de bureau (tertiaire supérieur) et entre 2000 et 2500 logements. Le reste du programme étant constitué d'équipements publics, de commerces, d'équipements de proximité et d'équipements de loisir (hôtellerie ou loisir urbains)

2.2.2 PERFORMANCE THERMIQUE

Il a été décidé de se baser sur les exigences réglementaires en vigueur: la ZAC OZ 1 dont le dépôt de permis de construire aura probablement lieu avant 2020 sera donc soumise à la Réglementation Thermique 2012.

Le plan guide produit par Oasii prévoit la construction de logements ne nécessitant pas de climatisation estivale. Les usages de froid seront donc par hypothèse restreints aux commerces et aux bureaux.

2.2.3 STRATEGIE ENERGETIQUE LOCALE

Le Schéma Régional du Climat de l'air et de l'Energie (SRCAE) de la Région Languedoc-Roussillon, approuvé le 19 avril 2013, décline les orientations à suivre pour préserver la qualité de l'air et lutter localement contre les changements climatiques. Pour chacune des EnR pertinentes à l'échelle régionale, il établit les objectifs qualitatifs et quantitatifs à atteindre (cf. annexe 2). Ces objectifs seront pris en compte pour l'établissement des scénarios d'approvisionnement énergétique de la zone en complément de l'analyse du potentiel en énergies renouvelables (cf. paragraphe « 3. Analyse du potentiel en énergies renouvelables et de récupération »).

CAMDSE111707 / RAMDSE-00086	
CDN/EDL/DCO	
06/08/2013	Page : 9/30

3. ANALYSE DU POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATIONS

3.1 L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE

Les installations hydroélectriques représentent une part non-négligeable de la production d'énergie électrique française : en moyenne 13% de la production d'électricité, et 20% de la capacité électrique installée sur le territoire en 2011 (soit environ 25 400 MW). L'hydroélectricité est la première source renouvelable d'électricité en France en termes de production.

Toutefois, en Languedoc-Roussillon, le potentiel hydraulique accessible est déjà en grande partie utilisé :

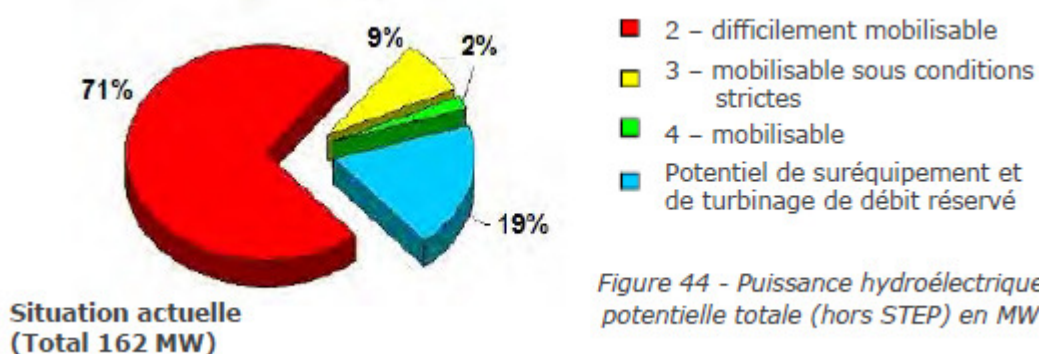


Figure 7 : potentiel hydroélectrique actuel en Languedoc-Roussillon

Plus spécifiquement sur le site, aucun potentiel hydraulique exploitable n'a été recensé.

3.2 L'ÉNERGIE SOLAIRE

L'énergie solaire est présente partout (énergie de « flux »), intermittente (cycle journalier et saisonnier), disponible (pas de tarif, pas d'intermédiaire, pas de réseau) et renouvelable. Cependant, elle nécessite des installations pour sa conversion en chaleur ou en électricité. Le caractère intermittent impose de se munir d'un système d'appoint pour assurer une production énergétique suffisante tout au long de la journée.

Le présent rapport se focalise sur les technologies jugées pertinentes à l'échelle d'une opération d'aménagement : la production d'électricité par panneau solaire photovoltaïque et la production d'eau chaude sanitaire par panneau solaire thermique.

3.2.1 DONNEES CLIMATIQUES ET GISEMENT

A Montpellier, le rayonnement solaire annuel reçu par une surface plane horizontale est d'environ 1 600 kWh/(an.m²) :

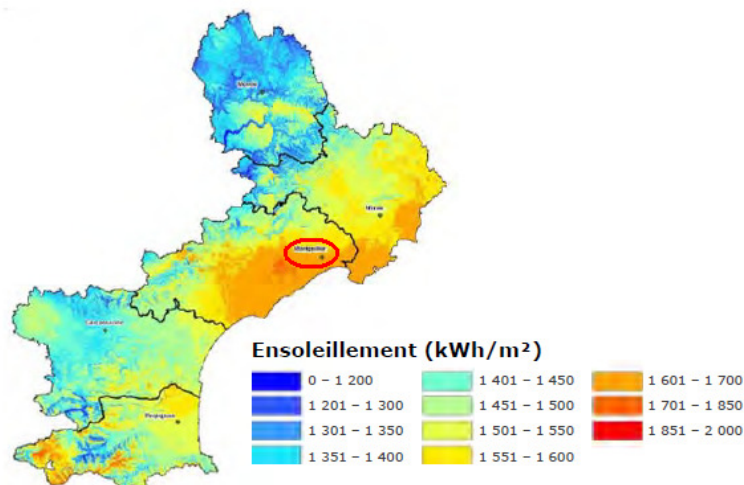


Figure 8 : ensoleillement en Rhône-Alpes (données : SCRAE Languedoc-Roussillon)

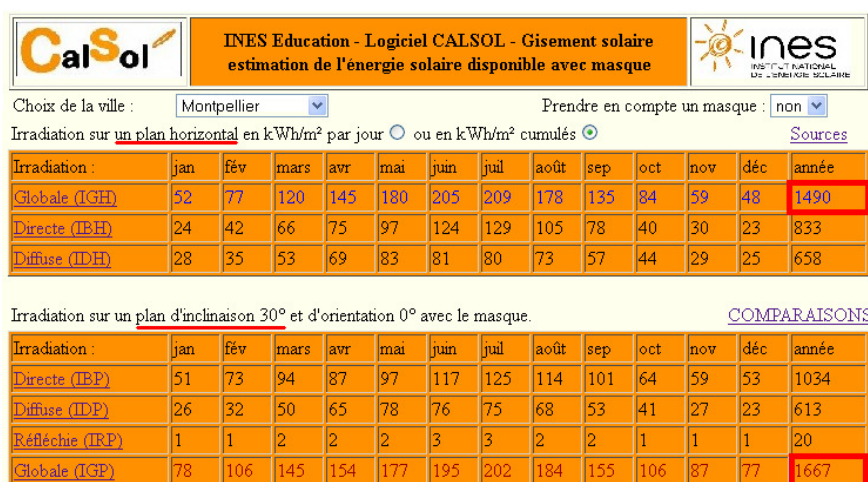


Figure 9 : calcul de l'ensoleillement réalisé avec le logiciel CALSOL (INESS) pour un plan horizontal et un plan incliné à 30° orienté au sud

Ce potentiel très important permet d'étudier plus en détail l'utilisation de cette ressource.

Cependant, ces résultats ne tiennent pas compte des particularités locales telles que les masques solaires liés au relief (à priori inexistant sur le site concerné) ou aux structures alentours.

La surface de toiture disponible et l'ensoleillement sont à mettre en regard des rendements des systèmes de production énergétique afin de conclure s'il y a présence ou non d'un réel potentiel solaire.

3.2.2 LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La filière photovoltaïque distingue habituellement deux types d'application, à savoir les systèmes de production d'électricité autonomes des sites isolés et les systèmes de production d'électricité raccordés au réseau de distribution de l'électricité. Compte tenu du contexte de l'opération d'aménagement, et de la désynchronisation entre les périodes de besoin en électricité et les périodes de production, seule la filière photovoltaïque raccordée au réseau sera évoquée par la suite.

Les modules photovoltaïques (PV) ou panneaux solaires PV produisent de l'électricité à l'aide du rayonnement solaire (énergie solaire renouvelable). La performance énergétique d'un système photovoltaïque est influencée par un certain nombre de facteurs, notamment climatiques, technologiques, de conception et de mise en œuvre. La production électrique des panneaux sera donc fonction de la quantité d'énergie solaire reçue par les capteurs solaires, de la technologie des cellules PV, de leur capacité électrique, de la surface et du rendement des capteurs, de la température nominale des cellules en opération, ou encore du positionnement solaire (le rendement maximal étant observé lorsque les panneaux sont perpendiculaires au rayonnement solaire direct).

Potentiellement les panneaux solaires photovoltaïques peuvent s'installer : en toiture ou en terrasse, en façade, au sol, en écran antibruit, etc. Autant d'endroits possibles tant qu'ils respectent quelques règles de mise en œuvre : orientation favorable et inclinaison optimale, sans masques ni ombres portées.

Production approximative :

R, rendement moyen d'un capteur solaire photovoltaïque poly cristallin fixe et onduleur : 8 %

E, ensoleillement annuel : 1 600 kWh/m²

St, surface de toiture estimée¹ : 65 000 m²

T, taux d'utilisation de la toiture (tenant compte de l'inclinaison, orientation, etc.) : 30%

Sc, surface de capteur : 30% de la surface utile de toiture soit $S = T \times St = 0,3 \times 65\ 000 = 19\ 500\ m^2$

PA, production annuelle : $PA = E \times R \times Sc = 2,5\ GWh/an$

A titre d'information, les besoins en électricité « non-thermique » de l'ensemble du projet sont estimés à 10 GWh par an, auxquels s'ajoutent les besoins en froid (produits généralement à partir d'électricité) estimés à 500 MWh/an. Ces besoins seront estimés plus finement dans le cahier 2 mais la production d'électricité photovoltaïque semble pouvoir approvisionner une partie de ces consommations. Cependant, la production n'a pas toujours lieu pendant les périodes de consommation, et les tarifs de rachat appliqués en France rendent la consommation en directe moins intéressante.

Condition de raccordement des installations de PV :

Le rachat de l'électricité photovoltaïque dépend fortement de la puissance installée² et de la date du raccordement. Les tarifs sont également révisés tous les trimestres en fonction du nombre de raccords à l'échelle nationale. Pour cette raison il est difficile d'estimer précisément le gain financier de l'installation.

¹

² La puissance installée peut être en première approximation estimée de la manière suivante : 10 m² de panneaux solaires thermiques = 1kWc installé. En réalité ce ratio est différent d'une technologie à l'autre.

Type d'installation		Tarifs en vigueur pour les installations dont la demande complète de raccordement a été envoyée :	
		entre le 1er février 2013 et le 31 mars 2013	entre le 1er avril 2013 et le 30 juin 2013
Intégrée au bâti ¹	[0-9kW]	31,59 c€/kWh	30,77 c€/kWh
Intégrée simplifiée au bâti ²	[0-36kW]	18,17 c€/kWh	16,81 c€/kWh
	[36-100kW]	17,27 c€/kWh	15,97 c€/kWh
Tout type d'installation	[0-12MW]	8,18 c€/kWh	7,96 c€/kWh

¹ Une installation photovoltaïque sur toiture respecte les critères d'intégration au bâti (IAB) si elle remplit toutes les conditions suivantes :

- Le système photovoltaïque est installé sur la toiture d'un bâtiment clos (sur toutes les faces latérales) et couvert, assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités. L'installation photovoltaïque est installée dans le plan de la toiture au sens défini à l'annexe 5 de l'arrêté du 4 mars 2011
- Le système photovoltaïque remplace des éléments du bâtiment qui assurent le clos et couvert, et assure la fonction d'étanchéité. Après installation, le démontage du module photovoltaïque ou du film photovoltaïque ne peut se faire sans nuire à la fonction d'étanchéité assurée par le système photovoltaïque ou rendre le bâtiment impropre à l'usage.
- Pour les systèmes photovoltaïques composés de modules rigides, les modules constituent l'élément principal d'étanchéité du système
- Pour les systèmes photovoltaïques composés de films souples, l'assemblage est effectué en usine ou sur site. L'assemblage sur site est effectué dans le cadre d'un contrat de travaux unique

² Une installation photovoltaïque sur toiture respecte les critères d'intégration simplifiée au bâti (ISB) si elle remplit toutes les conditions suivantes :

- Le système photovoltaïque est installé sur la toiture d'un bâtiment assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités. Il est parallèle au plan de ladite toiture.
- Le système photovoltaïque remplace des éléments du bâtiment qui assurent le clos et couvert, et assure la fonction d'étanchéité.

NB : Les tarifs d'achat peuvent être assortis d'une majoration de 6% ou 10% en fonction de l'origine européenne des composants du système photovoltaïque

Figure 10 : tarifs de rachat de l'électricité PV pour le 1^{er} et 2nd trimestre 2013 (<http://www.developpement-durable.gouv.fr>)

La mise en place d'unités de production photovoltaïque dont la puissance installée dépasse les 100 kWc nécessite une consultation simplifiée qui doit être lancée par l'Etat. Il est donc difficile de garantir l'éligibilité du projet à ce stade.

Il est à noter qu'au-delà de 250 kWc, la procédure est plus lourde avec notamment une demande d'autorisation, une étude d'impact, une enquête publique et une demande de certification auprès de la DREAL ouvrant droit à l'obligation d'achat.

L'installation de panneaux PV sera étudiée plus en détail lors de l'analyse technico-économique (cahier 2).

3.2.3 LE SOLAIRE THERMIQUE

Le solaire thermique correspond à la conversion du rayonnement solaire en énergie calorifique. Traditionnellement, ce terme désigne les applications à basse et moyenne température ; les plus répandues dans le secteur du bâtiment sont la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage de locaux.

Cependant, la productivité du solaire thermique est plus élevée en période estivale, lorsque chutent les besoins en chauffage. Pour cette raison, le thermique solaire est utilisé le plus fréquemment pour la production d'eau chaude sanitaire, dont les besoins sont pratiquement constants toute l'année.

Production approximative :

R, rendement moyen d'un capteur solaire thermique : 30 %

E, ensoleillement annuel : 1 600 kWh/m²

Sc, surface de capteur : 30% de la surface utile de toiture, soit Sc = 0,3 x 65 000 = 19 500 m²

PA, production annuelle : PA = E x R x S = 9,3 GWh/an

A titre d'information, les besoins utiles en ECS de la ZAC peuvent être estimés à 5 GWh/an (estimation provisoire utilisant des ratios généraux, les besoins seront calculés plus en détail dans la suite de l'étude – cahier 2). L'utilisation de l'énergie solaire pour couvrir les besoins d'ECS semble être une option intéressante. Il faut toutefois garder à l'esprit que l'apport solaire n'est pas toujours concomitant des besoins, notamment l'hiver. Il faudrait donc surdimensionner l'installation par rapport aux besoins en été, ce qui nécessite des équipements spécifiques pour dissiper la chaleur en excédant. Pour toutes ces raisons, un système solaire thermique est la plupart du temps dimensionner pour couvrir environ 60 à 65% des besoins annuels.

3.3 L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

L'énergie éolienne consiste à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, par l'intermédiaire d'une éolienne. Les machines actuelles sont utilisées pour produire de l'électricité qui est consommée localement (sites isolés), ou injectée sur le réseau électrique (éoliennes connectées au réseau). L'application « connecté réseau » ou « grand éolien » représente, en terme de puissance installée, la quasi-totalité du marché éolien. De même que les systèmes solaires, les systèmes éoliens nécessitent la mise en place d'un appoint du fait de l'intermittence de la ressource.

3.3.1 DONNEES CLIMATIQUES ET GISEMENT

Un atlas européen des ressources en vent (« european wind atlas ») a été publié en 1989 par le laboratoire danois du « Riso National Laboratory » pour le compte de Commission européenne. Cet atlas des vents, également utilisé par l'ADEME au niveau national, présente le gisement éolien en France métropolitaine :

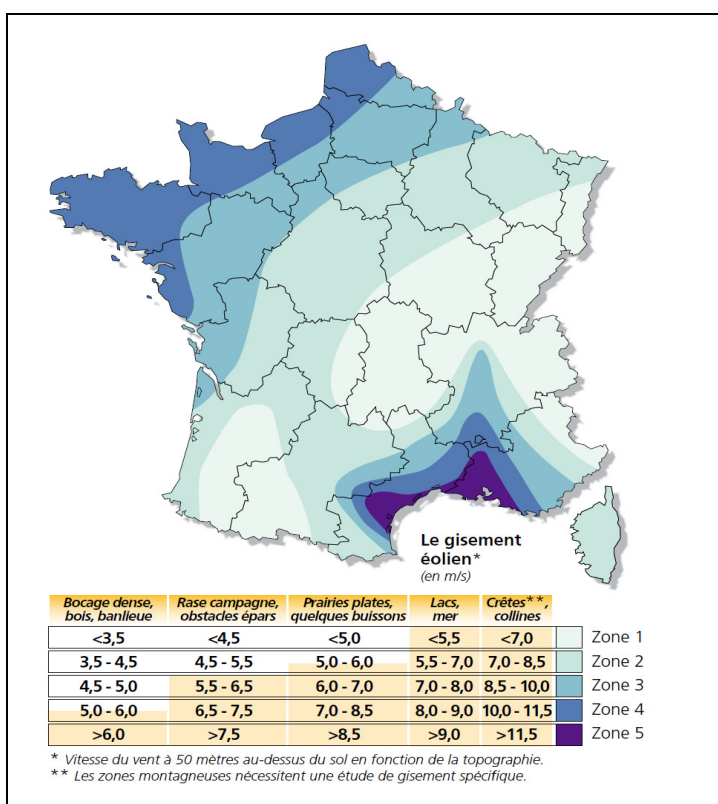


Figure 11 : Atlas français des ressources en vent

La commune de Montpellier, située en zone 5 (très favorable), présente donc un gisement relativement important de l'énergie éolienne.

3.3.2 GRAND EOLIEN (PUISSANCE > 350 KW)

Pour le « grand éolien » on utilise des machines à axe horizontal ; elles se composent, dans la plupart des applications, d'un rotor tripale. Les technologies de conversion et de contrôle peuvent différer d'une machine à l'autre. Les gammes de puissance nominale vont de 1 à 7,5 MW. Les éoliennes à axe horizontal sont plus performantes que celles à axe vertical essentiellement en termes de rendement aérodynamique et de coût de maintenance. L'installation de grandes éoliennes est cependant irréaliste en milieu urbain à cause des nuisances et des risques générés.

3.3.3 MOYEN ET PETIT EOLIEN

Le moyen éolien (36 kW < P < 350 kW) est généralement composé de petites éoliennes à axe horizontal adaptées au milieu rural.

Le petit éolien (< 36 kW) en milieu urbain est peu développé. Pour répondre aux problématiques d'utilisation de l'espace, plusieurs types d'éoliennes à axe vertical se sont développés. Les retours d'expériences montrent une technologie peu fiable voire sans intérêt économique.

Il existe beaucoup trop d'incertitudes (vent réellement disponible, direction changeante, efficacité des systèmes) et de contraintes (bruit, structure, maintenance) pour proposer ces solutions à grande échelle. De plus, la faible hauteur des installations les rend très sensibles aux perturbations aérodynamiques engendrées par les bâtiments alentours. Une implantation ne saurait être réalisée sans une étude complémentaire détaillée. Cependant, la mise en place d'une quantité limitée de petites éoliennes sur le projet permettrait de soutenir cette filière en manque de retours d'expériences.



3.4 LA BIOMASSE

L'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques représente une part importante de l'objectif de la France qui, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, s'est engagée à porter à hauteur de 23% sa part EnR dans sa consommation énergétique finale d'ici 2020.

La combustion de la biomasse est par convention « non émettrice de Gaz à effet de serre » car l'intégralité du CO₂ rejeté dans l'atmosphère lors de sa combustion a été prélevée dans cette même atmosphère lors de la phase de croissance de la biomasse. Sous réserve d'une gestion responsable et durable des forêts (ou autres gisements en biomasse), le bilan de cette combustion est donc neutre. Cependant la production et la combustion de 1 kWh PCI de biomasse est pondérée de l'émission de 0,004 à 0,015 kgCO₂e³ (source : ADEME) due aux transformations de la récolte jusqu'à sa mise en forme combustible. Au regard des autres énergies (0,235 kgCO₂e pour 1 kWh PCI de gaz produit puis brûlé), la biomasse reste une énergie peu carbonée.

3.4.1 LE BOIS ENERGIE

Dans le cadre de la construction de son SCRAE, la région Languedoc-Roussillon a évalué son potentiel bois-énergie courant 2011. Cette étude se base sur la ressource brute avec les abattements suivants :

- L'ensemble des peuplements dits non-productifs (garrigues, etc.),
- L'ensemble des peuplements situés sur des classes d'exploitabilité contraignante,
- L'ensemble des bois à forte valorisation (classe BO1) qu'il est économiquement inintéressant de valoriser en bois-énergie,
- L'ensemble des peuplements jugés technico-économiquement non rentables et les peuplements occupant des surfaces privées de moins de 4ha (le morcellement est un frein au développement grande échelle du bois énergie),
- Une partie des peuplements destinés à des usages concurrentiels (bois industrie, bois bûche, etc.).

³ kg équivalent CO₂, unité de compte des émissions de GES

La part de ces différents abattements dans le gisement brut est représentée dans le tableau ci-dessous :

				Disponibilité : 3 372 GWh/an
Qualité BO1, peuplements peu productifs Rémnants sur classes d'exploitabilité difficiles	Propriétés privées < à 4ha et peuplements non- desservis :4438 GWh/an	Économiquement non- rentable en BE : 1944 GWh/an	Récolte actuelle Autres utilisations : 2 400 GWh/an	Forêts privée et publique

Figure 12 : ressource bois-énergie mobilisable en Languedoc-Roussillon (tiré du SCRAE LR, mars 2011)

Au final, le gisement net en bois énergie pour la région est estimé à 3 372 GWh/an.

La répartition étant hétérogène sur la région, il convient de s'intéresser à sa répartition géographique plus en détail. La carte ci-dessous fait état de cette répartition :

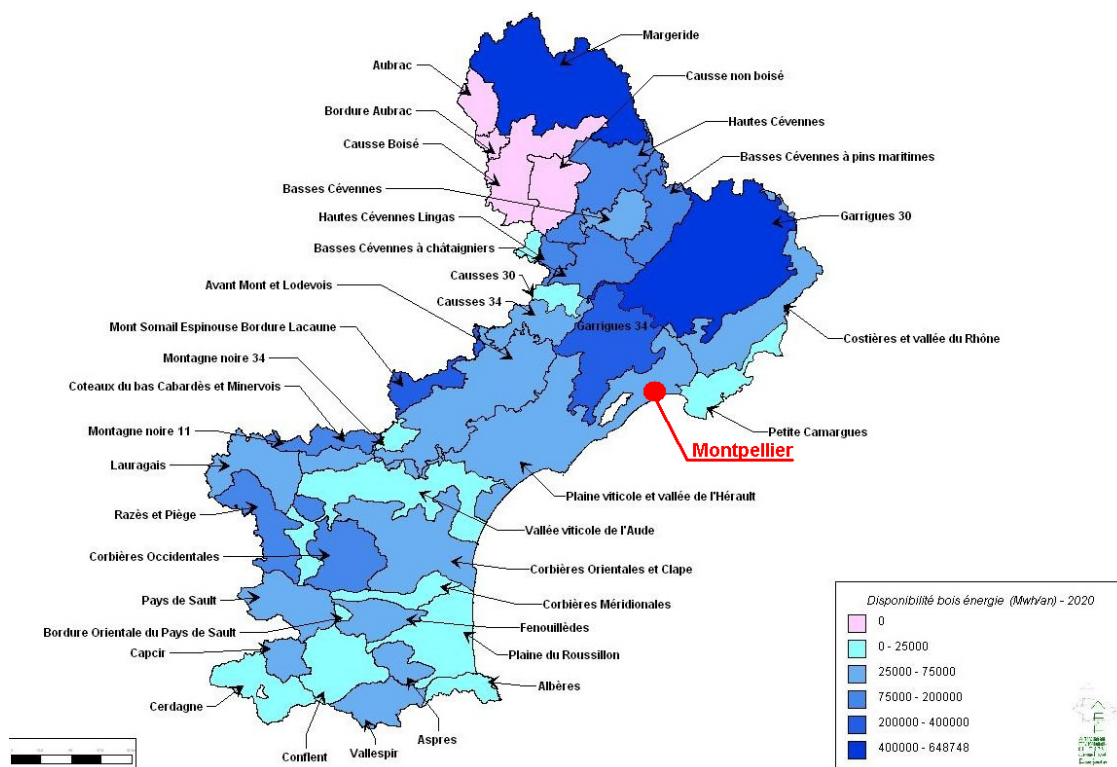


Figure 13 : répartition géographique estimée de la ressource bois-énergie mobilisable en Languedoc-Roussillon en 2020 (tiré du SCRAE LR, mars 2011)

Cette étude place le projet d'aménagement dans une zone contenant de 25 à 75 GWh/an, mais à proximité d'une zone au nord-est pouvant contenir un gisement de 200 à 400 GWh/an.

A ce gisement « traditionnel » vient s'ajouter un complément en produits connexes de scierie, en bois de rebut et en déchets verts (résidus de l'entretien des parcs, etc.). Ces gisements sont aujourd'hui difficiles à évaluer car leur captage et le recensement des filières de valorisation sont mal maîtrisés. Cependant, d'après l'enquête menée lors de l'établissement du SRCAE, ce serait 243 GWh/an pour les déchets verts et 26,4 GWh/an supplémentaires pour le bois de rebut qui seraient aisément mobilisables d'ici 2020 à l'échelle de la Région.

Pré faisabilité

Trois obstacles pénalisent généralement l'utilisation de la biomasse dans le cadre d'un projet en milieu urbain.

Le trafic routier nécessaire à l'approvisionnement en biomasse est une gêne probable (nuisances sonores, encombrement du trafic) pour les riverains. Sur la base d'une consommation estimée à 12 GWh pour le chauffage et l'ECS, nous pouvons évaluer le nombre de livraisons nécessaires en semi-remorques :

C – consommation énergétique efficace annuelle pour le chauffage et l'ECS : 12 GWh (estimation qui sera précisée dans le cahier 2)

PC – pouvoir calorifique moyen des plaquettes forestières : 3 000 kWh/t⁴

Nt – nombre de tonnes de plaquettes consommées chaque année : $Nt = C \times 10^6 / PC = 4\,000$ tonnes

Ch - chargement moyen d'un camion : 25 tonnes⁵

NR – nombres de rotations annuelles : $NR = Nt/Ch = 160$

Ce schéma d'approvisionnement représente en termes de trafic près de 160 rotations de semi-remorques principalement durant la période de chauffe.

Deuxièmement, à la gêne occasionnée aux riverains s'ajoute la problématique de l'espace nécessaire pour le dépotage dans des conditions de sécurité satisfaisantes et le stockage.

Cependant, dans le cas du projet ZAC OZ 1, ces deux aspects peuvent toutefois être acceptables car le projet est bien desservi (Languedocienne, nouveau tronçon autoroutier). La mise en place de chaufferies collectives au niveau de l'ensemble du projet permettrait également d'optimiser les aires de stockage et de manœuvre.

Enfin, la combustion de biomasse est émettrice de particules. L'agglomération de Montpellier étant concernée par un Plan de Prévention de l'Atmosphère, l'installation utilisée devra probablement répondre à des exigences techniques de filtrations fortes. Ces contraintes sont aujourd'hui parfaitement maîtrisées, en particulier pour les installations collectives, mais ont un impact sur le coût d'investissement qui sera à prendre en compte dans l'analyse globale des solutions.

Cependant, si l'acceptabilité d'une telle solution est vérifiée, l'utilisation du bois énergie semble être une bonne opportunité en matière de recours aux énergies renouvelable.

Un dernier point d'alerte peut cependant être évoqué ici. Le bureau d'étude Oasiis a rapporté que lors de leur entrevue avec des spécialistes de l'industrie du bois énergie, ceux-ci leur ont fait part de leur inquiétude quant à l'ouverture dans la région d'une grande centrale biomasse de production électrique qui pourrait avoir l'effet de « drainer » les ressources locales. Ce projet est pour le moment en suspens et il est difficile d'évaluer son impact aujourd'hui. Il ne semble donc pas pouvoir être considéré pour l'instant comme un obstacle majeur.

⁴ Le pouvoir calorifique des plaquettes forestières dépend majoritairement de son humidité. La valeur prise ici est une moyenne souvent donnée dans la littérature pour une humidité de 40%.

⁵ Cette valeur dépend du matériel utilisé par le fournisseur. Le cas optimal d'un semi-remorque à fond mouvant, adapté aux livraisons massives, est utilisé ici.

3.4.2 BIOMASSE AGRICOLE

On entend par biomasse agricole les sous-produits d'exploitation ne présentant plus de valorisation possible en termes d'alimentation ou d'utilisation comme matière première techniquement, économiquement et écologiquement viable. Le Grenelle 1 de l'environnement définit clairement cette priorité d'usage au recours de la biomasse en général :

- Priorité 1 : alimentaire,
- Priorité 2 : matériaux,
- Priorité 3 : énergie.

L'utilisation de ces sous-produits en valorisation énergétique est rendue compliquée par la diversité des matériaux (générant autant de procédés différents), leur répartition géographique et l'absence de filières dédiées. Une grande partie des sous-produits existants est d'ores et déjà utilisée pour des usages agricoles (retour organique à la terre, constitution de litières pour le bétail, etc.). De façon macroscopique, il est difficile de conclure sur l'existence d'un réel potentiel. Pour mettre en œuvre l'utilisation de cette biomasse, une approche directe, spécifique à chaque producteur, serait à envisager.

Les considérations menées sur les contraintes du bois énergie (espace, fret) sont applicables au cas de la biomasse agricole.

3.4.3 LE BIOGAZ

Le biogaz est un gaz issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales. Une fois récupéré, il peut être valorisé sous forme de chaleur et/ou d'électricité. Deux techniques de production existent : la méthanisation ou la récupération sur centre d'enfouissement technique. Seule la méthanisation dans un digesteur semble adaptée aux contraintes d'un projet d'aménagement urbain.

Les déchets organiques de cuisine peuvent produire une certaine quantité de biogaz, de l'ordre de 220 m³_{biogaz}/tpb (tonne de produit brut) (source : Chambre agriculture de Laon – Rencontres du biogaz le 8 avril 2011). Ce biogaz est constitué à la fois de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane (CH₄) dont les proportions peuvent varier selon la qualité des déchets et le processus de méthanisation. Dans le cas d'un digesteur moderne, la teneur en CH₄ du biogaz peut aisément atteindre 50%, la production de méthane par tonne de déchets organiques est donc de l'ordre de 110 m³_{CH₄}/tpb.

Un habitant français moyen génère chaque année environ 350 kg de déchets ménagers chaque année, dont environ 55% peuvent servir à la méthanisation.

Le programme actuel de l'opération compte environ 5 000 logements dont entre 2000 et 2500 au sein de la ZAC OZ 1 n°1 (d'après les ratios de surfaces dédiées aux logements communiqués par la MO), soit environ 7 600 personnes. A partir des hypothèses énoncées précédemment, on peut en déduire une production théorique de déchets organiques à l'échelle du projet d'aménagement de l'ordre de 2 700 tonnes de déchets par an soit environ de 162 000 m³_{CH₄}.

Équivalence énergétique (chaleur) :

PCI_{CH₄} – pouvoir calorifique inférieur du CH₄ = 50 MJ/kg soit 13,5 kWh/kg soit 9 kWh/m³_{CH₄}

PA – production annuelle de chaleur = Volume_{CH₄} x PCI_{CH₄} = 1 460 MWh

Cette production annuelle de chaleur par combustion du biogaz représente les besoins annuels de chaleur (chauffage et ECS) d'environ 840 logements construits selon le standard réglementaire RT2012 (soit plus de 36% des logements de la ZAC).

Puissance équivalente :

Si l'on considère que le biogaz produit est directement brûlé (en continu) pour une utilisation thermique, il est possible de calculer la puissance instantanée de l'installation :

PA – production annuelle de chaleur = $\text{Volume}_{\text{CH}_4} \times \text{PCI}_{\text{CH}_4} = 1\,460 \text{ MWh}$

Nh – nombre d'heures annuelles = $24 \times 365 = 8\,760 \text{ h}$

P – puissance instantanée = $\text{PA}/\text{Nh} = 170 \text{ kW}$

Cette puissance est faible par rapport à la puissance thermique nécessaire, estimée à ce stade et en première approximation à 13 MW pour l'ensemble du projet, une telle installation devrait donc compter un système d'appoint.

Si la production à l'échelle du site n'est pas négligeable, les coûts d'investissement et les coûts de fonctionnement pour la collecte spécifique des déchets à méthaniser rendent ces opérations parfois difficilement rentables. Cela est d'autant plus vérifié pour un projet qui s'inscrit dans un contexte urbain où le service de collecte et traitement des déchets solides et des eaux usées sont déjà existants.

De plus, les déchets issus du quartier feront l'objet de valorisation au niveau des unités collectives de traitement de l'agglomération. L'unité AMETYST qui reçoit les OM de l'agglomération de Montpellier réalise déjà une valorisation énergétique (méthanisation puis production d'électricité) et matière (composte). Dans ce contexte une unité de production dédiée à la ZAC OZ 1 ne sera ni pertinente techniquement ni adaptée en terme de coûts.

3.5 LA GÉOTHERMIE

On distingue en géothermie :

- La géothermie haute énergie (température supérieure à 150°C) : il s'agit de réservoirs généralement localisés entre 1 500 m et 3 000 m de profondeur. Lorsqu'un tel réservoir existe, le fluide peut être capté directement sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.
- La géothermie moyenne énergie (température comprise entre 90°C et 150°C) : le BRGM la définit comme une zone propice à la géothermie haute énergie, mais à une profondeur inférieure à 1 000 m. Elle est adaptée à la production d'électricité grâce à une technologie nécessitant l'utilisation d'un fluide intermédiaire.
- La géothermie basse énergie (température comprise entre 30°C et 90°C) : elle concerne l'extraction d'eau inférieure à 90°C dont le niveau de chaleur est insuffisant pour la production d'électricité mais adapté à une utilisation directe (sans pompe à chaleur) pour le chauffage des habitations et certaines applications industrielles.
- La géothermie très basse énergie (température inférieure à 30°C) : elle concerne les nappes d'eau souterraine peu profondes dont la température est inférieure à 30°C et qui permettent la production de chaleur via des équipements complémentaires (pompe à chaleur notamment).

A l'échelle de la zone, la géothermie très basse énergie semble être la plus pertinente en termes de potentiel (présence d'une nappe superficielle) et de faisabilité technique (réglementation, coûts, etc.). Seule cette forme de géothermie est donc détaillée dans ce rapport.

Une étude nationale menée par l'ADEME et le BRGM a permis de caractériser le potentiel géothermique en France. Cette étude a conduit à la réalisation d'un atlas permettant de localiser les zones favorables à la géothermie.

Cette étude classe la zone d'aménagement comme ayant un potentiel a priori faible mais proche d'un potentiel fort. De plus, l'analyse n'est valable qu'à titre indicatif et au niveau macroscopique. En réalité, la nappe peut être perturbée très localement soit par des singularités géologiques naturelles, soit par l'activité anthropique (rabattement de nappes pour le génie civil, existence d'autres installations géothermiques à proximité, etc.).

Ces obstacles peuvent avoir un impact sur la profondeur de la nappe, sa température et sa vitesse d'écoulement, au point de faire chuter de façon significative les rendements attendus.

Un autre paramètre qui justifie une étude complémentaire est la qualité de l'eau de la nappe. En effet des récents problèmes de pollution ont entraînés sur les installations différents phénomènes d'encrassement ou de prolifération bactérienne.

Il est difficile d'estimer la production de systèmes géothermiques à ce stade et cette solution n'a pu être retenue pour l'instant.

Il est à noter que cette installation de géothermie peut aussi fournir un rafraîchissement direct (geocooling) ou une climatisation (via la PAC) pendant la période estivale.

3.6 LA COGÉNÉRATION

Un système de cogénération est conçu pour produire à la fois de la chaleur et de l'électricité. L'électricité produite permet de combler des besoins électriques locaux (autoconsommation) ou peut être revendue sur le réseau électrique. Une partie de la chaleur de combustion est récupérée pour répondre aux besoins thermiques locaux : chauffage de bâtiments ou procédés industriels. Les équipements de cogénération sont habituellement activés par la combustion de gaz naturel ou de biomasse.

La viabilité financière des systèmes de cogénération est relativement complexe et dépend de l'usage prioritaire qui en est fait. Dans le cas de la ZAC OZ 1, la cogénération servirait à assurer en priorité les besoins thermiques de la zone (car il est possible de revendre de l'électricité en surplus au réseau, alors qu'à l'inverse, si le dimensionnement est réalisé pour assurer la production en électricité, il peut être très difficile de valoriser de la chaleur excédentaire en été). La production thermique des équipements varie typiquement entre 100 et 200 % de leur production électrique. Dans ce cas, L'électricité est alors un coproduit et de solides contrats de reventes sont nécessaires.

Outre le fait que les coûts d'investissement sont élevés et que le montage administratif d'une telle opération est relativement complexe, la viabilité financière d'un projet de cogénération dépend donc beaucoup des valeurs relatives de l'électricité produite et du combustible utilisé. Pour que l'exploitation d'une centrale à cogénération soit rentable, il est nécessaire que le prix de vente de l'électricité soit supérieur au prix d'achat du combustible, en tenant compte du rendement de conversion de l'installation.

Au final la cogénération ne représente pas en soi une source d'énergie renouvelable au sens strict du terme, mais est plutôt une variante technique d'une chaudière à gaz ou biomasse. BURGEAP se propose, en fonction des scénarios retenus, d'étudier plus en détail la cogénération si un potentiel d'exploitation fort est détecté.

3.7 LES RÉSEAUX DE CHALEUR OU DE FROID

L'étude de potentialité du raccord à un réseau de chaleur ou de froid existant ou la création d'un réseau est un des axes de travail obligatoire de l'étude de faisabilité EnR. En effet, ces solutions mutualisées de production énergétique permettent de développer à grande échelle la mise en œuvre d'énergies renouvelables en diminuant les coûts d'investissement.

Le réseau urbain de Montpellier qui circule au nord du projet est en cours de mutation avec notamment la création d'une centrale de tri-génération à Port-Marianne en directe proximité de la ZAC OZ 1. Il est probable que suite à cet aménagement, le réseau urbain montpelliérain dispose d'une marge de puissance qui permettrait d'alimenter une partie du quartier. Cette solution pourrait être étudiée dans le cadre d'une étude de faisabilité approfondie.

Si le raccordement au réseau urbain existant est impossible, ou si celui-ci ne dispose pas de la marge de puissance nécessaire, il conviendra de s'interroger quant à la pertinence de créer une chaufferie centralisée et le réseau de chaleur associé pour ce projet. Pour cela, il faut calculer la densité énergétique du futur réseau : elle représente la quantité d'énergie distribuée sur la longueur du réseau à installer. Plus la densité du réseau est élevée, plus l'installation est justifiée. A l'inverse, un réseau de faible densité va entraîner plus de pertes en ligne et d'investissement. L'estimation de la densité d'un réseau pour la ZAC OZ 1 du quartier de la gare est donnée ci-dessous :

CA – consommation thermique utile annuelle du projet = 12 GWh/an (estimation).

L – longueur du réseau = 3 000 mètres linéaires (estimation)

D – densité énergétique du réseau = $CA/L = 4 \text{ MWh}/(\text{ml.an})$

Cette densité est acceptable et peut justifier la création d'un réseau de chaleur urbain mais ces hypothèses restent à confirmer avec une étude de faisabilité détaillée

3.8 LA STATION D'ÉPURATION DE MAERA

La ZAC se situe à environ 3,5 km de la STEP MAERA, principale station d'épuration de l'agglomération :



Figure 14 : situation de la STEP MAERA par rapport au projet

Cette station d'épuration traitera les effluents d'environ 350 000 habitants en 2015, soit près de 100 000 m³ d'eaux usées chaque jour. Les stations d'épuration (STEP) urbaines offrent traditionnellement deux filières pour la valorisation énergétique.

3.8.1 VALORISATION DE LA CHALEUR EN ENTREE/SORTIE DE STEP :

Les eaux usées urbaines ont traditionnellement une température de l'ordre de 16 degrés (relativement constante pour des réseaux séparatifs), ce qui permet la récupération de chaleur à l'aide d'une pompe à chaleur (PAC). En outre, dans la station d'épuration l'activité biologique est légèrement exothermique et participe à l'élévation de la température. Même si cette température chute en fin de traitement dans les clarificateurs, il est parfois possible d'installer une PAC à la sortie de la STEP. Dans les deux cas, les deux paramètres les plus importants sont la température et le débit des effluents : ils fixent la quantité d'énergie récupérable. L'implantation en sortie est souhaitable car l'eau épurée et la régulation de débit assurée par le bassin permet une augmentation importante de la performance du système de récupération d'énergie.

Estimation de la production :

On considère ici un écart de température de 3°C entre l'amont et l'aval de la PAC.

ΔT – écart de température amont/aval de la PAC = 3°C

D_m – Débit massique des eaux usées = 100 000 tonnes/jour

C_p – Capacité calorifique de l'eau = 4,18 kJ/kg/K = 1,16 Wh/kg/K

Dans ces conditions, l'énergie calorifique puisée dans les eaux grises en une journée de fonctionnement nominal s'exprime de la façon suivante.

$E = (\Delta T) \cdot C_{p_{eau}} \cdot \text{Débit massique} = 348 \text{ MWh/jour}$ en valeur moyenne

Le débit étant variable au cours de l'année il est souhaitable de dimensionner de manière conservative le système de récupération de chaleur sur environ 80% du débit mini, soit environ 50% du débit moyen pour que l'échangeur soit toujours alimenté correctement. On pourrait donc envisager une puissance thermique de récupération de l'ordre de 5 à 7 MW.

Consommation électrique associée :

Les pompes à chaleur actuelles ont un Coefficient de Performance (COP) d'environ 3,5 à 4,5. Ce COP définit le rapport entre l'énergie thermique utile fournie par la PAC et l'énergie électrique dépensée. Ainsi, une PAC avec un COP égal à 4,5 produit 4,5 kWh thermiques pour 1 kWh électrique dépensé.

La PAC peut également fonctionner de façon réversible et assurer la climatisation de locaux en été. Cela aurait pour effet de réchauffer les eaux usées en sortie de STEP.

Le potentiel de production est important, et offre l'avantage de fonctionner toute l'année et de s'adapter aux évolutions de consommation (en cas de baisse du besoin le rejet se fait sans échange - ou échange réduit-avec la PAC), sans impact sur l'environnement ni consommation inutile.

Cependant, La distance de la STEP au projet (3,5 km) et le franchissement de la rivière vont induire des coûts de raccordement extrêmement élevés surtout pour de l'énergie de basse intensité. Cette option ne semble donc pas à retenir sur ce projet, mais cette solution pourrait être envisagée pour d'autres besoins plus proches de la STEP.

3.8.2 VALORISATION DES BOUES ET DE LA FRACTION ORGANIQUE DES EFFLUENTS

Sous certaines conditions opératoires, il est possible de valoriser la fraction organique des eaux usées par méthanisation au cours du procédé de traitement, ou en fin de procédé si cette méthanisation est opérée sur les boues d'épuration. Le méthane ainsi formé peut ensuite être utilisé pour la production de chaleur et/ou d'électricité. Cependant, la STEP MAERA est déjà équipée d'un digesteur thermophile et d'équipements de récupération du gaz, ce potentiel est donc déjà utilisé.

3.9 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE POTENTIEL

Tableau 1 : synthèse du potentiel ENR de la zone d'aménagement

Type de ressources énergétiques		Disponibilité de la ressource	Potentiel de la ressource	Avantages	Inconvénients	Conclusion partielle sur la ressource
Hydraulique		Non				Potentiel nul
Solaire	Thermique	Rayonnement solaire brut annuel reçu sur la zone d'aménagement : 1 600 kWh/m ²	Pour production eau chaude et chauffage Surface de panneaux maximum : 63 000 m ² Productible annuel = 30 GWh	-Energie « gratuite » et sans nuisances -Energie décarbonée	-Nécessité d'un système d'appoint	Potentiel fort mais concurrence avec le chauffage urbain
	Photovoltaïque		Pour production électricité Surface de panneaux maximum : 63 000 m ² Productible annuel = 8 GWh	-Energie « gratuite » et sans nuisances -Energie décarbonée	-Production consommation désynchrones (intérêt économique seulement) -Concurrence le solaire thermique en termes d'espacer	Potentiel fort Montage économique et contractuel à étudier
Eolienne	Grand éolien	Non (secteur urbain)				Potentiel non exploitable
	Petit éolien	A préciser à l'aide d'études complémentaires	A préciser à l'aide d'études complémentaires	-Energie « gratuite » -Energie décarbonée	-Production consommation désynchrones (intérêt économique seulement) -Possibles nuisances sonores	Potentiel probable. Peu viable par manque de retours d'expériences
Géothermie	Haute énergie	Potentiel lié à la présence de nappes profondes de la vallée Lez-Lironde			Investissements plus importants que la géothermie très basse énergie	Potentiel à confirmer par une étude de faisabilité
	Moyenne énergie					
	Basse énergie					Potentiel incertain

	Très basse énergie	PAC sur nappe	Aquifères présents localement. A préciser à l'aide d'études complémentaires	Potentiel à déterminer en fonction des résultats d'études complémentaires	-Source d'énergie peu chère (électricité à haut rendement) -Pas de nuisances	-Etudes complémentaires nécessaires	Potentiel possible, études complémentaires nécessaires
		PAC sur sol	Ressource disponible (sol)	Moins intéressant que la PAC sur nappe si présence d'un aquifère exploitable	Source d'énergie peu chère (électricité à haut rendement) -Pas de nuisances	-Etudes complémentaires nécessaires Investissement conséquent	Potentiel possible mais études complémentaires nécessaires et PAC sur nappe privilégiée
Récupération d'énergie	PAC sur eaux usées		Proximité relative de la STEP MAERA	Potentiel important (débit d'entrée de STEP élevé)	Permet d'éviter le recours massif à la géothermie (technologie similaire mais pas de forages)	-Investissement conséquent -Implication d'un nouvel acteur (exploitant de la STEP) -Distance au projet 1km	Potentiel rendu difficilement exploitable du fait de la distance au projet (3.5 km)
Réseau de chaleur	Existant		Pas de réseau au sud de l'actuelle A9 mais extension du réseau montpelliérain à étudier	Potentiel de production permettant le raccord : deux centrale de production de chaleur existent en directe proximité du site : - Port Marianne (bois) - Odysseum (gaz)	-Pas de fret (approvisionnement) -Pas de nuisances		Potentiel à déterminer Mais en privilégiant un raccordement à la chaufferie bois dont l'énergie est renouvelable
	Création		Dépend de la ressource utilisée	Potentiel existant (concentration des bâtiments suffisante)	-Investissement moindre que les solutions individuelles	Investissement conséquent à réaliser en amont de la réalisation de toutes les phases	Potentiel intéressant la création d'un réseau pourrait être envisagée compte tenu de la densité du projet
Biomasse	Bois-énergie		Production décentralisée (nécessite fret)	Production existante en Languedoc-Roussillon	-Source décarbonée	-Fret conséquent	Potentiel intéressant
	Biogaz		Récupération des déchets créés par le fonctionnement de la zone d'aménagement	Insuffisant et irréaliste techniquement (coût, place disponible)			Potentiel faible

3.10 CONCLUSIONS INTERMÉDIAIRES : SCÉNARIOS D'APPROVISIONNEMENT RETENUS

Le mode opératoire habituel de BURGEAP est de sélectionner à ce niveau deux ou trois solutions d'approvisionnement renouvelables et de les comparer à un scénario énergétique « conventionnel » (gaz par exemple).

Au regard de l'analyse de potentiel EnR qui précède, plusieurs scénarios sont envisageables :

- La production de chaleur pour le chauffage et l'ECS avec une chaudière bois collective, avec un appoint gaz si nécessaire. La proximité de la chaufferie bois de Port Marianne en cours de construction est un atout au regard de cette solution.
- La production d'ECS grâce à des panneaux solaires thermiques collectifs à l'immeuble. La mise en place d'autres systèmes de production à l'immeuble pour le chauffage et l'appoint en ECS.

Ces deux scénarios seront à comparer avec le scénario « traditionnel » suivant :

- Production de chaleur et d'ECS avec chaudière gaz naturel à condensation en pied d'immeuble.

Par ailleurs la mise en place sur la surface disponible de panneaux photovoltaïques avec raccordement sur le réseau publique (revente d'électricité renouvelable) sera étudiée.

Dans tous les scénarios considérés, la production de froid (à l'usage des commerces et bureaux) sera assuré soit par des système à l'immeuble, soit par un raccordement au réseau Montpelliérain de chaud et de froid. Cependant, au vu de l'ampleur du projet global, il est peu probable qu'un scénario mettant en œuvre une seule solution énergétique soit finalement le plus pertinent. Il est proposé que cette étude soit utilisée pour définir une politique générale sur le projet et serve à fixer des objectifs (taux de couverture en EnR, émissions de GES, acceptabilité des coûts de production, etc.) qui pourront être étudiés plus en détails lors des études de faisabilité ultérieures.

En effet des solutions en géothermie ne sont pas à exclure à ce stade.

4. ANNEXES

CAMDSE111707 / RAMDSE-00086	
CDN/EDL/DCO	
06/08/2013	Page : 27/30

4.1 ANNEXE 1 : PERFORMANCE THERMIQUE DES DIFFÉRENTES RÉGLEMENTATIONS ET LABELS








		RT 2005	BBC/RT 2012		Effinergie+	Minergie		Maison passive
								
Seuil de consommation en énergie primaire		150 kWhEP/(m ² _{SHON} .an) modulé	50 kWhEP/(m ² _{SHON} .an) modulé		40 kWhEP/(m ² _{SRE} .an) modulé	38 kWhEP/(m ² _{SHON} .an) modulé	30 kWhEP/(m ² _{SHON} .an)	120 kWhEP/(m ² _{SHAB} .an)
Décompte de l'électricité produite		Oui (12kWhEP/(m ² _{SHON} .an))	Oui (12kWhEP/(m ² _{SHON} .an))		Non	Non	Non	Non
Usages concernés	Chauffage	x	x		x	x	x	x
	ECS	x	x		x	x	x	x
	Auxiliaires	x	x		x	x	x	x
	Eclairage	x	x		x	NC	NC	x
	Climatisation	x	x		x	x	x	x
Usages spécifiques		NC	NC		Evaluation	NC	NC	x
Seuil de besoin en chauffage (énergie utile)		NC	NC		NC	NC	NC	15 kWh/(m ² .an)
Rapport énergie primaire / énergie finale	Electricité	2,58	2,58		2,58	2	2	2,7
	Fossile	1	1		1	1	1	1,1
	Bois	0,6	0,6	1	1	0,5	0,5	0,2
	PV	2,58	2,58		2,58	2	2	0,7
Etancheité à l'air		NC	Certificat d'infiltrométrie obligatoire I4 < 0,6m ³ /h		Certificat d'infiltrométrie obligatoire I4 < 0,6 m3/h (collectif)	Pas obligatoire (conseillé)	Pas obligatoire (conseillé)	test de pression n50 < 0,6h ⁻¹
Energies renouvelables		NC	NC	Exigence de moyens	Communication taux de couverture obligatoire	NC	NC	NC
Energies grises des matériaux de construction		NC	NC	Recommandée	NC	NC	NC	NC
Déplacement des utilisateurs		NC	NC	Recommandée	NC	NC	NC	NC
Autres		NC	NC		NC	Puissance chauffage <10W/m2	Puissance chauffage <10W/m2	Puissance chauffage <10W/m2

Figure 15 : exigences des différentes réglementations et labels

4.2. ANNEXE 2 : PRINCIPAUX OBJECTIFS DU SRCAE LANGUEDOC-ROUSSILLON¹

Tableau 15 - Évolution de la consommation du secteur résidentiel entre 2005 et 2020

Leviers d'action	Tendanciel 2020		Grenelle 2020		SRCAE LR 2020	
	Hypothèses	Écart par rapport à 2005 (GWh)	Hypothèses	Écart par rapport à 2005 (GWh)	Hypothèses	Écart par rapport à 2005 (GWh)
Logements neuf (réglementation thermique)	55% RT 2005 45% RT 2012	+4 074	40% RT 2005 60% RT 2012	+3 732	43% RT 2005 54% RT 2012 3% BEPOS	+3 770
Rénovation des logements existants en 2005	47 000 logements/an (niveau faible)	-947	50 000 logements/an (niveau moyen)	-3 107	Idem Tendanciel + 8 300 logements/an (niveau élevé)	-1 702
Équipements de chauffage / eau chaude sanitaire	Remplacement fioul, GPL et charbon par gaz et électricité	-342	Remplacement fioul, GPL et charbon par gaz performant, bois, PAC	-1 563	Remplacement fioul, GPL et charbon par gaz performant, bois, PAC	-1 563
Autres mesures (électricité spécifique, climatisation, autres mesures)	Élec : +0,1%/an Clim : +0,1%/an	+52	Élec : -2%/an Clim : -2%/an Autres mesures de réduction fortes	-1 675	Élec : +0,1%/an Clim : +0,1%/an Autres mesures de réduction moyennes	-497
Démolition	0,1%/an	-133	0,1%/an	-133	0,1%/an	-133
Consommation totale (GWh)	20 663 (+ 2 704 GWh / 2005)		15 213 (- 2 746 GWh / 2005)		17 834 (- 125 GWh / 2005)	

Niveaux de rénovation : Dans ce tableau, pour un logement de 80m² en moyenne le niveau de rénovation correspond :

- pour le niveau FAIBLE à une réduction moyenne annuelle du besoin de chauffage de 1 300 kWh EF par logement
- pour le niveau MOYEN à une réduction moyenne annuelle du besoin de chauffage de 4 000 kWh EF par logement
- pour le niveau ELEVE à une réduction moyenne annuelle du besoin de chauffage de 6 000 kWh EF par logement

Tableau 16 - Évolution de la consommation du secteur résidentiel entre 2005 et 2050

Leviers d'action	Tendanciel 2050		SRCAE LR 2050	
	Hypothèses	Écart par rapport à 2005 (GWh)	Hypothèses	Écart par rapport à 2005 (GWh)
Logements neufs (réglementation thermique)	20% RT2005 20% RT 2012 60% BEPOS	+6 642	10% RT2005 20% RT 2012 70% BEPOS	+5 427
Rénovation des logements existants en 2005	23 500 logements/an (niveau faible)	-1 414	25 000 logements/an (niveau élevé)	-7 296
Équipements de chauffage/ eau chaude sanitaire	Remplacement fioul, GPL et charbon par gaz performant, bois PAC à l'horizon 2030	-917	Remplacement fioul, GPL et charbon par gaz performant, bois PAC à l'horizon 2020	-1 989
Autres mesures (électricité spécifique, climatisation, autres mesures)	Électricité spécifique : +0,1%/an Climatisation : +0,1%/an	+157	Électricité spécifique stable Climatisation stable Autres mesures de réduction fortes	- 2 037
Démolition	0,05%/an	-336	0,05%/an	-336
Consommation totale (GWh)	22 091 (+ 4132 GWh / 2005)		11 728 (- 6 231 GWh / 2005)	

Niveaux de rénovation : Dans ce tableau, pour un logement de 80m² en moyenne le niveau de rénovation correspond :

- pour le niveau FAIBLE à une réduction moyenne annuelle du besoin de chauffage de 1 300 kWh par logement
- pour le niveau ELEVE à une réduction moyenne annuelle du besoin de chauffage de 6 300 kWh par logement

¹ Tableaux récapitulatifs tirés du SRCAE LR

Énergies renouvelables	2005	2010		2020				2050	
				Tendanciel	Grenelle	SRCAE LR		SRCAE LR	
	Production (GWh)	Puissance ou surface	Production (GWh)	Production (GWh)	Production (GWh)	Puissance ou surface	Production (GWh)	Puissance ou surface	Production (GWh)
Hydroélectricité	2 209	815 MW	2 809	2 826	3 051	920 MW	3 107	944 MW	3 188
Éolien terrestre	337	399 MW	1 074	3 750	5 000	2000 MW	5000	3 700 MW	9 250
Solaire photovoltaïque et thermodynamique	1	96 MWc	74	479	533	2000 MWc	2 200	5 500 MWc	6 000
Électricité par biomasse et déchets	187		203	263	313		413		513
Sous-total électricité	2 734	-	4 160	7 318	8 897	-	10720	-	18 951
Chaleur par biomasse	2 250		2 586	3 996	4 125		5 146		5 646
Solaire thermique : individuel (CESI)	6	62 000m ²	22	87	475	300 000m ²	100	1245000m ²	436
Solaire thermique : collectif	2	22 000m ²	12	41	64	116 300m ²	64	600 000m ²	360
Géothermie	0		5	23	9		30		150
Récupération chaleur sur les eaux usées	0		0	15	0		30		233
Sous-total chaleur	2 258	-	2 625	4 162	4 673	-	5 370	-	6 825
Biomasse : agro-carburants	0		147	147	-		264		364
Sous-total agro-carburants	0	-	147	147	-	-	264	-	364
TOTAL	4 992	6 932	11 627	13 570	16 354	26 140			

Tableau 43 - Comparaison des scénarii de production d'énergies renouvelables (en GWh)

Figure 47 - Évolution de la production d'énergies renouvelables selon les 3 scénarii

