



# Plan Climat Air Energie Territorial

## Potentiel de développement des énergies renouvelables et de récupération du PETR Centre Ouest Aveyron

Rapport final

Juin 2018

AXENNE

1	Consommations énergétiques en 2014 .....	5
2	Production énergétique.....	7
2.1	Méthodologie .....	7
2.2	Source des données .....	8
2.3	Bilan de la production d'énergies renouvelables à fin 2014.....	10
2.4	Situation du territoire par rapport aux objectifs à l'horizon 2030.....	11
3	Méthodologie .....	12
4	Typologie du tissu urbain.....	14
5	Filière solaire.....	15
5.1	Gisements bruts .....	15
5.1.1	Ensoleillement .....	15
5.1.2	Données météorologiques .....	16
5.2	Productible solaire thermique.....	17
5.3	Productible solaire photovoltaïque .....	17
5.4	Potentiels théoriques.....	19
5.4.1	Contrainte immuable – l'orientation des toitures.....	19
5.4.2	Contraintes patrimoniales .....	21
5.4.3	Synthèse des contraintes.....	24
5.4.4	Potentiels théoriques des installations solaires thermiques .....	25
5.5	Potentiels théoriques des installations photovoltaïques .....	27
6	Filière Biomasse combustible.....	30
6.1	Gisements bruts .....	30
6.1.1	Ressources forestières.....	30
6.1.2	Connexes de la transformation du bois .....	32
6.1.3	Bois de rebut .....	32
6.1.4	Ressources agricoles .....	33
6.1.5	Fournisseurs existants .....	33
6.1.6	Synthèse .....	36
6.2	Potentiels théoriques.....	37
6.2.1	Contraintes.....	37
6.2.2	Synthèse des potentiels théoriques .....	38
7	Filière Méthanisation .....	39
7.1	Gisements bruts .....	39
7.1.1	Ressources agricoles .....	41
7.1.2	Ressources agro-alimentaires.....	44
7.1.3	Ressources urbaines .....	44
7.1.4	Synthèse .....	46
7.2	Potentiels théoriques.....	47
7.2.1	Injection sur le réseau de gaz naturel.....	47

7.2.1	Les projets en cours de développement .....	48
8	Filière Géothermie .....	49
8.1	Gisements bruts .....	49
8.1.1	Les pompes à chaleur sur capteurs horizontaux .....	49
8.1.2	Les pompes à chaleur sur capteurs verticaux .....	50
8.1.3	Les pompes à chaleur sur nappe .....	52
8.2	Potentiels théoriques.....	53
8.2.1	Contraintes.....	53
8.2.2	Synthèse des potentiels théoriques .....	55
9	Filière aérothermie.....	56
9.1	Gisements bruts .....	56
9.2	Synthèse des potentiels théoriques .....	56
10	Filière récupération de chaleur .....	57
10.1	Gisements bruts .....	57
10.1.1	La valorisation de l'air vicié .....	57
10.1.2	La valorisation des eaux usées .....	59
10.1.3	La chaleur fatale des entreprises industrielles .....	65
10.2	Potentiels théoriques.....	69
10.2.1	Valorisation de l'air vicié pour la production d'eau chaude sanitaire .....	69
10.2.2	Valorisation de la chaleur des eaux usées au niveau des collecteurs .....	69
10.2.3	Valorisation de la chaleur des eaux usées en pied de bâtiment .....	69
10.2.4	Valorisation de la chaleur des eaux au niveau de la station d'épuration .....	69
10.2.5	Synthèse des potentiels théoriques .....	70
10.3	Gisements bruts .....	71
10.3.1	Le grand éolien .....	71
10.3.2	Le petit éolien .....	72
10.4	Potentiels théoriques.....	74
10.4.1	Le grand éolien .....	74
10.4.2	Le petit éolien .....	75
10.4.3	Synthèse des potentiels théoriques .....	77
11	Filière hydroélectricité.....	78
11.1	Hydroélectricité sur les cours d'eau - potentiel.....	78
11.2	Hydroélectricité sur les cours d'eau - réglementation.....	79
11.3	Hydroliennes fluviales.....	80
11.3.1	Synthèse des potentiels théoriques .....	81
12	Analyse du reseau électrique .....	82
12.1.1	Organisation du réseau électrique français.....	82
12.1.2	Intégration des énergies renouvelables sur le réseau à l'échelle régionale .....	83
13	Synthèse des potentiels théoriques.....	87

14	Scénario tendanciel .....	94
14.1	Répartition des gisements par acteurs .....	99
14.2	Répartition des gisements par acteurs et par filière.....	100
14.3	Couverture des énergies renouvelables dans les différents secteurs.....	100
14.4	Répartition des modes de chauffage des maisons individuelles en 2030.....	101
15	Conclusion sur le scénario tendanciel .....	101
16	scénario volontariste.....	101
16.1	Les objectifs retenus pour la maîtrise de l'énergie .....	103
16.2	Les objectifs retenus pour les énergies renouvelables.....	104
16.3	Répartition des gisements par acteurs .....	108
16.4	Répartition des gisements par acteurs et par filière.....	109
16.5	Couverture des énergies renouvelables dans les différents secteurs.....	109
16.6	Répartition des modes de chauffage des maisons individuelles en 2030.....	110
17	Conclusion sur le scénario volontariste .....	110
18	Annexes.....	111
18.1	FICHE D'INFORMATION SUR LES INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES .....	111
18.2	Rejet de CO <sub>2</sub> évités par les filières énergies renouvelables.....	113
18.3	Hypothèses sur les énergies renouvelables pour la construction du scénario tendanciel.....	115

En préalable à la présentation des potentiels de développement des énergies renouvelables sur le territoire nous représentons les chiffres de consommation d'énergie et de production d'énergies renouvelables à fin 2014.

# 1 CONSOMMATIONS ENERGETIQUES EN 2014

La consommation totale du territoire est de **3 797 726 MWh/an en 2014**.

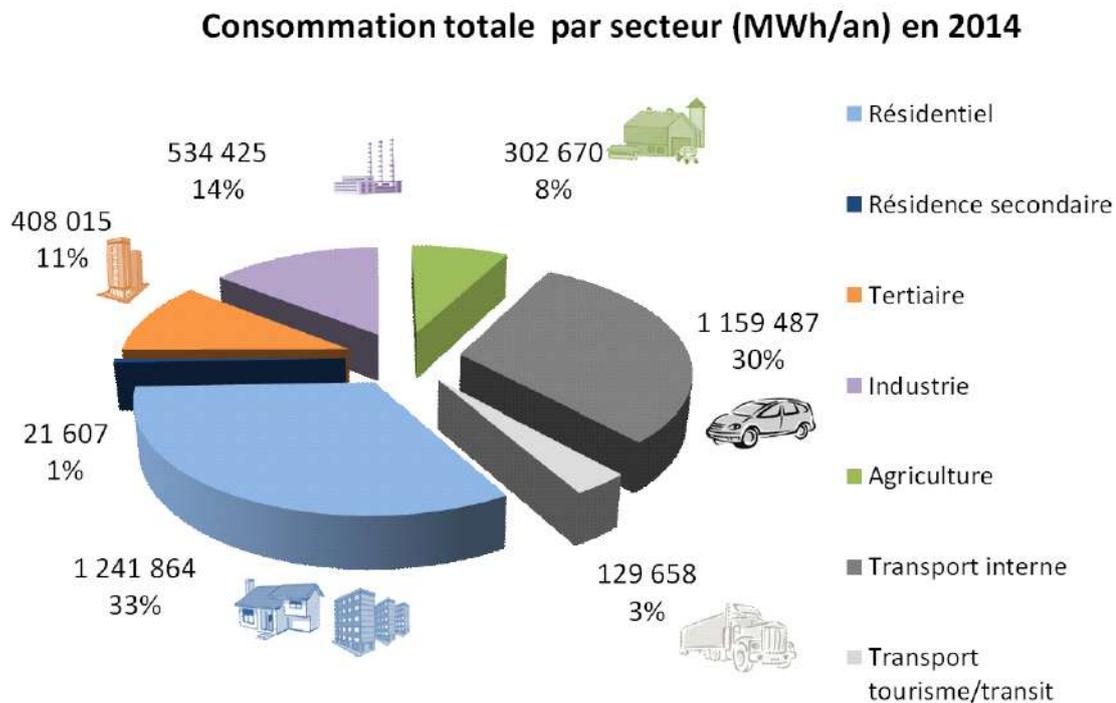
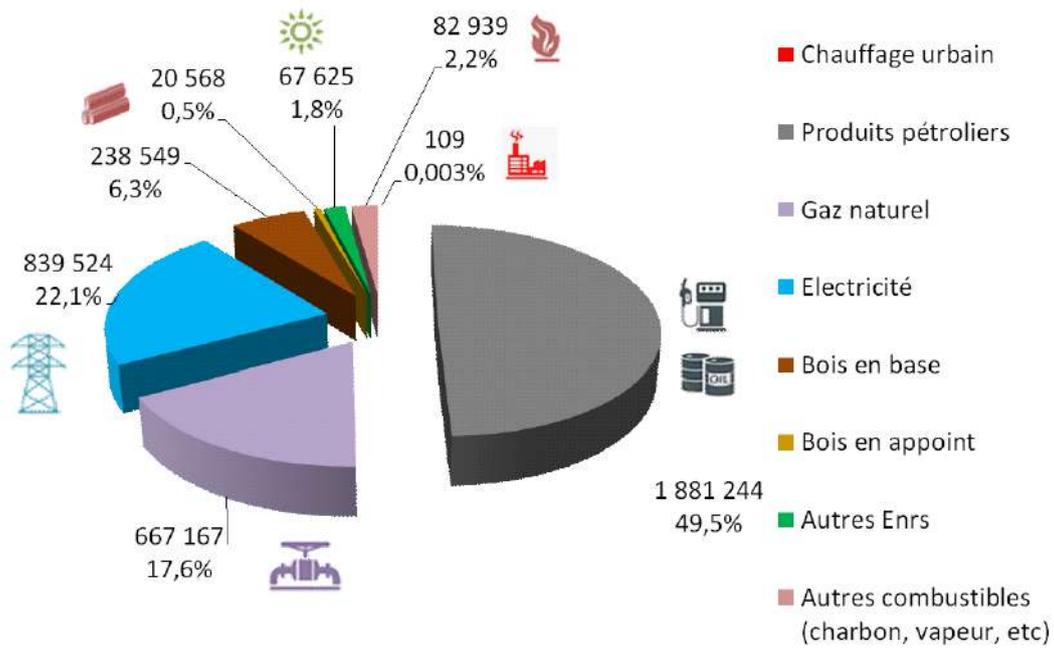


Figure 1 : répartition des consommations énergétiques du territoire par secteur et par énergie

Le secteur résidentiel et le transport interne représentent une part prépondérante des consommations sur le territoire.

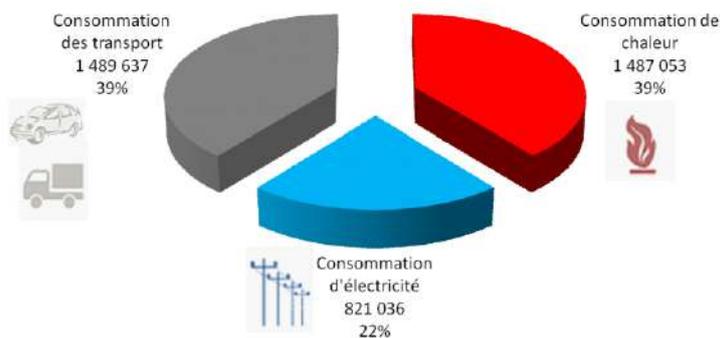
### Conso. par énergie MWh/an en 2014



En termes de ressources énergétiques utilisées, on constate que sur le territoire trois combustibles se détachent : en premier lieu les produits pétroliers (le fuel pour le chauffage, le gaz propane et les carburants) qui représentent 50% des consommations d'énergie ; viennent ensuite l'électricité et le gaz naturel avec une part respective 22% et 18% des consommations.

Dans le graphique ci-dessous, nous présentons la consommation d'électricité dans sa totalité (éclairage, chauffage, cuisson, élec. Spécifique) et la consommation de chaleur provenant des énergies fossiles et des énergies renouvelables.

### Consommation total par usage (MWh/an) en 2014



## 2 PRODUCTION ENERGETIQUE

### 2.1 METHODOLOGIE

Le bilan de la production d'énergie renouvelable à fin 2014 est établi conformément à la directive européenne 2009/28/CE suivie par la France dans le cadre de l'élaboration du bilan énergétique national.

Il s'agit bien d'un bilan de production d'énergies renouvelables et non d'un bilan de consommation d'énergies renouvelables (on ne va pas tenir compte de la part d'énergie renouvelable électrique contenue dans le mix de la consommation d'électricité).

La méthodologie est simple et respecte **le principe de la frontière des territoires** de sorte que si l'exercice était réalisé sur l'ensemble des territoires de France, il n'y aurait pas de double compte et le total des productions d'énergies renouvelables des territoires correspondrait au chiffre exact de production d'énergies renouvelables de la France.

Cela signifie que l'on comptabilise la totalité des installations de productions d'énergies renouvelables thermiques, électriques et de type biogaz qui sont situées sur le territoire.

Les règles définies par la directive européenne que nous connaissons et appliquons au bilan Enrs :

- On ne prend en compte que 50% de la production des UIOM pour la chaleur et la production d'électricité d'origine renouvelable
- Seule la part renouvelable produite par les pompes à chaleur (géothermie ou aérothermie) doit être prise en compte, soit, Production finale d'énergie x  $(1-1/Cop)$ . Le Cop étant le coefficient de performance de la pompe à chaleur. Le bilan national français des Enrs retient toute la production des pompes à chaleur qui utilisent la chaleur de l'air, mais pour le calcul des objectifs de la France et conformément à la directive européenne le COP doit être supérieur à  $1,15 \times (1/\mu)$  avec  $\mu = 46,6\%$  en 2014 soit **un COP supérieur à 2,47** ( $\mu$  représente à l'échelle européenne le ratio entre la production brute totale d'électricité et la consommation énergétique primaire requise pour cette production d'électricité). De notre côté nous retenons également que les pompes à chaleur qui ont un COP >2,47, cela signifie notamment que nous ne prenons jamais en compte les milliers d'appareils de type Split.
- Le froid produit par les pompes à chaleur (géothermie et aérothermie) n'est pas comptabilisé en tant qu'énergie renouvelable sauf s'il s'agit d'un réseau de chaleur/froid auquel cas si ce réseau est alimenté par une énergie renouvelable, le froid est comptabilisé. On comptabilise également le froid « direct » puisé par exemple dans une nappe sans intervention d'une pompe à chaleur,
- L'électricité renouvelable pour l'hydraulique doit être comptabilisé avec la puissance du parc à l'année N multipliée par la valeur moyenne du nb d'heure de fonctionnement à Pnominale sur les 15 dernières années et pour l'éolien sur les 5 dernières années (dans les faits, on ne fait pas ce calcul n'ayant pas les données précises pour le faire. On utilise une valeur moyenne horaire annuelle de production à Pnominale).
- Le calcul des rejets de CO<sub>2</sub> évités tient compte du mix énergétique présent dans les maisons et les logements collectifs du territoire (voir en annexe la note sur les rejets de CO<sub>2</sub> évités pour une approche prospective).

## Hypothèse pour la production des installations d'énergies renouvelables :

Filière	Type d'installation	Production d'énergie renouvelables	gCO <sub>2</sub> évités/kWh
 Solaire thermique	Chauffe-eau solaire individuel	460kWh/m <sup>2</sup>	100 gCO <sub>2</sub> /kWh
	Système solaire combiné	350kWh/m <sup>2</sup>	309 gCO <sub>2</sub> /kWh
	Chauffe-eau solaire collectif	500kWh/m <sup>2</sup>	120 gCO <sub>2</sub> /kWh
 Photovoltaïque	Maison	1 180 heures/P <sub>nominale</sub>	300 gCO <sub>2</sub> /kWh
	Immeuble collectif	1 180 heures/P <sub>nominale</sub>	
	Industrie	1 100 heures/P <sub>nominale</sub>	
	Centrale au sol	1 250 heures/P <sub>nominale</sub>	
 Chauffage bois	Maison	25 MWh/an	309 gCO <sub>2</sub> /kWh
	Immeuble collectif	14 MWh/an pour un logement	326 gCO <sub>2</sub> /kWh
 Hydroélectricité	Moulin (fil de l'eau)	4 500 heures/P <sub>nominale</sub>	300 gCO <sub>2</sub> /kWh
	Hydro lac ou barrage	1 100 heures/P <sub>nominale</sub>	
	Petite hydroélectricité	3 500 heures/P <sub>nominale</sub>	
 Aérothermie	Maison	15 MWh <sub>enr</sub> /an	309 gCO <sub>2</sub> /kWh
	Immeuble collectif	8 MWh <sub>enr</sub> /an pour un logement	326 gCO <sub>2</sub> /kWh
 Géothermie	Maison	19 MWh <sub>enr</sub> /an	309 gCO <sub>2</sub> /kWh
	Immeuble collectif	10 MWh <sub>enr</sub> /an pour un logement	326 gCO <sub>2</sub> /kWh

MWh<sub>enr</sub> : part de l'énergie renouvelable produite en soustrayant la consommation électrique de la pompe à chaleur

## 2.2 SOURCE DES DONNEES

Il est difficile pour certaines filières d'évaluer précisément le nombre d'installations en fonctionnement sur le territoire. C'est notamment le cas des filières qui ne sont suivies précisément par aucun organisme et dont la comptabilité n'a jamais véritablement existée : la géothermie, l'aérothermie, le chauffage au bois des ménages.

Il faut noter ici que pour le secteur de l'habitat, l'Insee n'a pas jugé utile de recenser précisément ces installations tandis que les modes de chauffage (collectif ou individuel) et l'énergie de chauffage (électricité, fuel, propane, gaz naturel et réseau de chaleur) sont demandés lors des enquêtes.

Nous proposons à chaque commune d'inclure une feuille supplémentaire (voir en annexe) qui peut être jointe au recensement afin de préciser les équipements d'énergies renouvelables présents dans le logement. La mise en place d'une base de données simple permettra en outre de

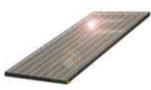
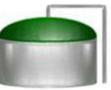
renseigner lors du dépôt du permis de construire le mode de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire envisagé par le futur propriétaire.

Le tableau suivant présente les sources des données utilisées pour chaque filière. La dernière colonne précise la fiabilité des données : Faible ++++ Forte

	Filière	Source des données	Fiabilité
CHALEUR	Solaire thermique	OREMIP, ADEME, Conseil Régional en 2008 recalée avec le recensement régional d'Observ'Er en 2013	+++
	Bois énergie (chaudières collectives tertiaires et industrielles y compris réseau de chaleur)	OREMIP	+++++
	Poêles, cheminées et inserts	INSEE (la catégorie "Autre" pour le type de chauffage en base est essentiellement le bois dans les maisons) et Sitadel pour 2014 CEREN utilisation du bois en base et en appoint en Midi-Pyrénées. Permet d'estimer le nombre de ménages qui utilisent le bois en appoint d'un autre mode de chauffage.	+++++ +++
	Géothermie	Données nationales AFPAC (2014) recalées sur le territoire par un ratio sur le nombre de maisons. Contact avec les professionnels du territoire. BRGM (BDSS – Banque Du Sous-Sol) ne présente qu'une part infime des installations chez les particuliers	++ ++
	Aérothermie	Données nationales AFPAC (2014) recalées sur le territoire par un ratio sur le nombre de maisons	+
	Biogaz	OREMIP, SINOE, SOeS 2014	+++++
	Biomasse	OREMIP (données 2014) et estimation des industries utilisant de la biomasse au prorata de celle utilisée à l'échelle de l'ancienne région Midi-Pyrénées.	+
	Valorisation énergétique des déchets (chaleur)	SINOE	Pas d'installation
ELECTRICITE	Hydroélectricité	DRIRE 2006, corrélation avec le SOeS 2014	++++
	Photovoltaïque	SOeS, d'après les obligations d'achat EDF, SEI et les entreprises locales de distribution -Données 2014	Les puissances raccordées sont fournies par le SOeS. La production est estimée via un ratio.
	Eolien		Pas de grand parc éolien, le petit éolien n'est pas compatibilisé.
	Biogaz	OREMIP, SOeS	
	Valorisation énergétique des déchets (électricité)	-	Pas de production d'électricité

Figure 2 : Sources de données et de leur fiabilité pour la constitution du bilan des énergies renouvelables

## 2.3 BILAN DE LA PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES A FIN 2014

Bilan des énergies renouvelables 2014		PETR Centre Ouest Aveyron
PRODUCTION DE CHALEUR ET DE FROID	<b>Solaire thermique</b> nb installations nombre de m <sup>2</sup> <b>production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 1 377 6 392 m <sup>2</sup> <b>2 757 MWh/an</b> 237 442
	<b>Bois énergie (chaudières collectives)</b> nb installations puissance installée (kW) tonnes de bois valorisées par an <b>production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 46 19 686 kW 10 490 <b>34 828 MWh/an</b> 2 995 11 058
	<b>Poêles Cheminées Chaudières (Estimation)</b> nb d'équipements (cheminées, inserts, poêles, chaudières) tonnes de bois valorisées par an <b>production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 15 793 57 960 <b>224 986 MWh/an</b> 19 349 69 521
	<b>Géothermie (Estimation)</b> nb installations puissance installée (kW) <b>production renouvelable (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 335 4 884 kW <b>13 201 MWh/an</b> 1 135 4 191
	<b>Aérothermie - pompes à chaleur (Estimation)</b> nb d'installations puissance installée (kW) <b>production renouvelable (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 1 471 13 788 kW <b>37 268 MWh/an</b> 3 205 11 516
	<b>Biogaz</b> nb de site <b>production de chaleur (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 1 <b>400 MWh/an</b> 34 130
	<b>Biomasse (production de chaleur industrie)</b> nb de site <b>production de chaleur (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 13 703 MWh/an 1 178 4 467
	<b>Valorisation des déchets ménagers</b> nb de site <u>sur le territoire</u> <b>production de chaleur (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 0 <b>0 MWh/an</b> 0 0
	<b>TOTAL PRODUCTION THERMIQUE (MWh/an)</b> <b>production annuelle thermique (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 <b>327 142 MWh/an</b> 28 134 101 325

Bilan des énergies renouvelables 2014		PETR Centre Ouest Aveyron
PRODUCTION D'ELECTRICITE	<b>Hydroélectricité</b> nb installations puissance installée (kW) <b>production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 41 44 438 kW <b>74 866 MWh/an</b> 6 438 22 460
	<b>Photovoltaïque</b> nb installations nombre de m <sup>2</sup> puissance installée (kWc) <b>production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 1 612 501 388 m <sup>2</sup> 65 180 kWc <b>77 809 MWh/an</b> 6 692 23 343
	<b>Eolien</b> nb de parc éolien puissance installée (kW) <b>production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 0 0 kW <b>0 MWh/an</b> 0 0
	<b>Biogaz (Production d'électricité)</b> nb de site <b>production d'électricité (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 2 <b>4 872 MWh/an</b> 419 1 462
	<b>Biomasse (production d'électricité)</b> nb de site <b>production d'électricité (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 0 <b>0 MWh/an</b> 0 0
	<b>Valorisation des déchets (production d'électricité)</b> nb de site <u>sur le territoire</u> <b>production d'électricité (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 0 <b>0 MWh/an</b> 0 0
	<b>TOTAL PRODUCTION ELECTRIQUE (MWh/an)</b> <b>production annuelle électrique (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an)	 <b>157 547 MWh/an</b> 13 549 47 264
	<b>Agrocarburant</b> nb de site <b>Production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an	 0 <b>0 MWh/an</b> 0
	<b>TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES</b> <b>production annuelle (MWh/an)</b> équivalent tep/an rejet de CO <sub>2</sub> évité (tCO <sub>2</sub> /an) <b>Part de la consommation totale du territoire</b>	 <b>484 690 MWh/an</b> 41 683 148 589 <b>12,8%</b>

Sources : SoES, ADEME, OREMIP, AFPAC, AXENNE

## 2.4 SITUATION DU TERRITOIRE PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS A L'HORIZON 2030

Le tableau suivant présente quelques indicateurs énergétiques sur le territoire, ainsi qu'en France<sup>1</sup> pour l'année 2014.

INDICATEURS SUR LES ENERGIES RENEUVELABLES EN 2014	PETR Centre Ouest Aveyron	MIDI-PYRENEES	France
Nb de m <sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques pour 1000 hab. 	42	29	28
Nb de m <sup>2</sup> de modules photovoltaïques pour 1000 hab. 	3 267	1 600	704
Part des énergies renouvelables sur la consommation totale (y compris transport) 	12,8%	10,0%	13,6%
Part des Enrs thermiques sur la conso. de chauffage et d'eau chaude* 	22,0%		18,3%
Part des Enrs élec. sur la consommation totale d'électricité** 	19,2%		16,7%

\* Consommation de chauffage et d'eau chaude sanitaire des énergies fossiles et renouvelables

\*\* Consommation totale d'électricité y compris les usages chauffage et eau chaude sanitaire

Figure 3 : Indicateurs de la production d'énergies renouvelables

La France s'est engagée dans un objectif ambitieux de développement des énergies renouvelables dans la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte : porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de cette consommation en 2030; à cette date, pour parvenir à cet objectif, les énergies renouvelables doivent représenter :

- 40 % de la production d'électricité (**consommation totale** d'électricité quels que soit les usages : éclairage, chaleur, eau chaude sanitaire, électricité spécifique, etc.),
- 38 % de la consommation finale de chaleur (consommation finale de chaleur provenant des énergies fossiles : fuel, gaz naturel, propane et des énergies renouvelables thermiques : solaire thermique, biomasse, part d'EnRs de l'aérothermie et de la géothermie)
- 15 % de la consommation finale de carburant,
- 10 % de la consommation de gaz.

Voici la situation du territoire en 2014 par rapport à ces différents objectifs :

	Objectifs 2030 (loi TEPCV)	PETR Centre Ouest Aveyron à fin 2014	France à fin 2014
Couverture des besoins de chaleur par les Enrs	38%	22,0%	18,1%
Couverture des besoins d'électricité par les Enrs	40%	19,2%	18,4%
Couverture global des consommations par les Enrs	32%	12,8%	14,6%

Nous verrons par la suite que les objectifs de couverture des énergies renouvelables pour la chaleur et l'électricité assignés à la France peuvent tout à fait être reportés sur le territoire. En effet, celui-ci possède les gisements nécessaires à la réalisation de ces objectifs.

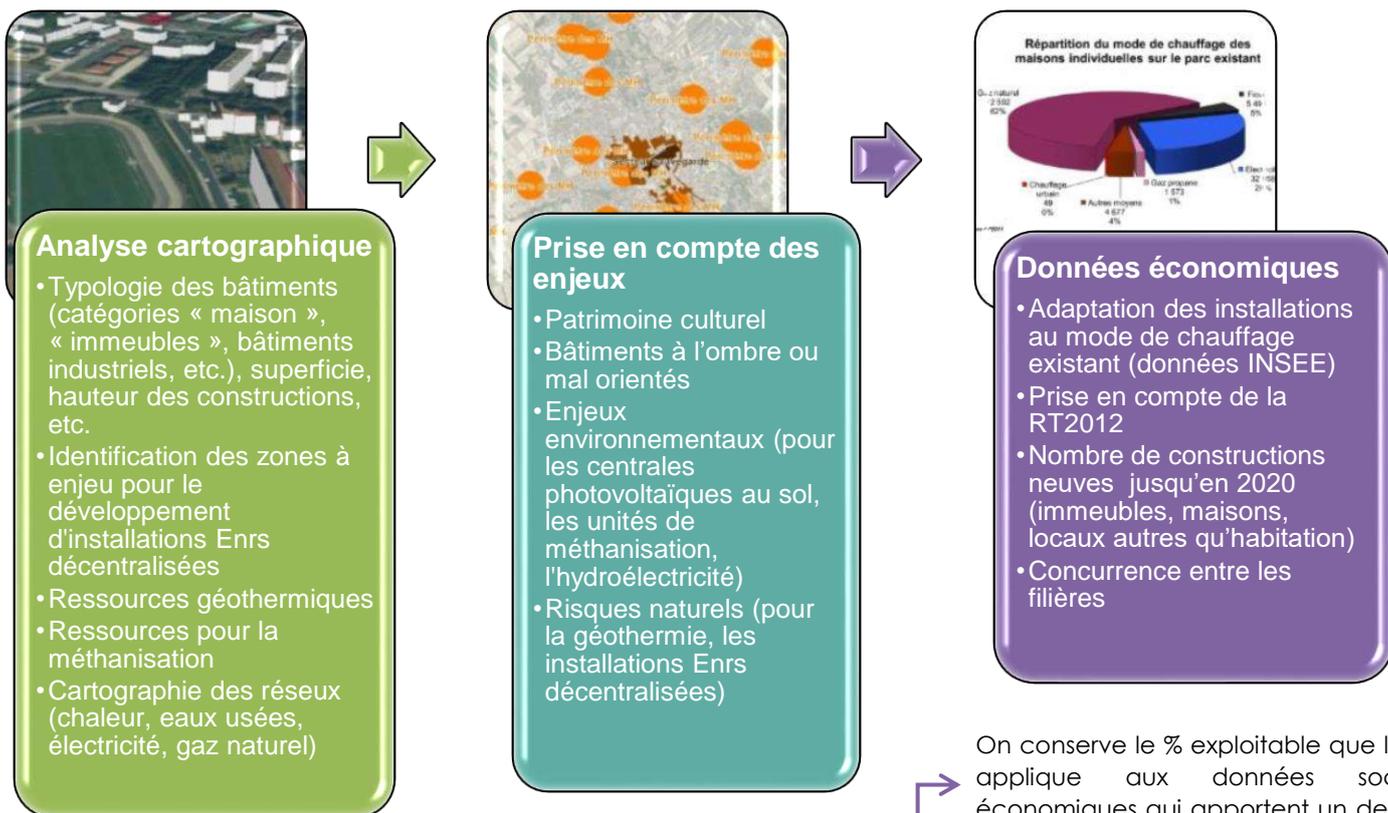
<sup>1</sup> France métropolitaine pour les indicateurs de solaire thermique et photovoltaïque

### 3 METHODOLOGIE

Les potentiels en énergies renouvelables sont identifiés en deux temps : les **gisements bruts** de chaque filière sont présentés, suivis des **potentiels théoriques**. Ces deux types de gisements sont définis ci-dessous.

Cette étape vise à déterminer, pour chaque filière d'énergie renouvelable :

- Les **gisements bruts** sur le territoire  
Il s'agit des **ressources primaires d'énergies renouvelables locales**. Par exemple, l'ensoleillement du territoire. Les résultats attendus sont une série de cartes représentant les gisements bruts traduits également en unité de puissance et/ou de production.
- Les **potentiels théoriques** par typologie d'installation  
Les potentiels théoriques correspondent à toutes les **installations qu'il est possible de réaliser sur le territoire**, en ayant **exclu toutes celles qui ne peuvent l'être, compte tenu des contraintes réglementaires, techniques et patrimoniales**. Par exemple, le nombre de toitures pouvant accueillir une installation solaire, car elles ne sont pas situées dans des zones protégées au titre de l'urbanisme et possèdent une orientation favorable, etc. Ce sont des chiffres purement théoriques et très ambitieux puisque l'on ne tient pas compte de la capacité financière et de la motivation des maîtres d'ouvrage, ni de la concurrence des autres filières (gaz, électricité, etc.). Ces chiffres sont donc par nature très importants et représentent le nombre purement théorique d'installations potentielles sur l'ensemble du territoire. Ils sont toutefois intéressants puisqu'ils permettent d'identifier la production maximale par filière en se plaçant dans une position extrêmement favorable.



L'analyse cartographique permet de localiser précisément les zones à enjeu du territoire pour le développement des énergies renouvelables et d'affecter aussi bien à ces zones qu'aux bâtiments les enjeux environnementaux, les risques naturels, les contraintes patrimoniales.

On conserve le % exploitable que l'on applique aux données socio-économiques qui apportent un degré de précision (types de chauffage : collectif ou individuel, énergie de chauffage, année de construction, situation des ménages, etc.), et parfois on conservera les m<sup>2</sup> de toiture parce qu'ils sont représentatifs de ce que l'on souhaite équiper (par exemple les toitures industrielles pour les installations photovoltaïques).

**!** Les **potentiels théoriques des différentes filières ne peuvent pas être additionnés de manière à constituer un scénario** : en effet, chaque filière étant étudiée séparément, une même maison peut être favorable à l'installation d'un système solaire combiné, d'une chaudière bois, d'une pompe à chaleur géothermique, d'une pompe à chaleur aérothermique, etc. La cohérence globale entre les installations et l'absence de double compte sont vérifiées lors de la constitution des potentiels plausibles.

De même, les potentiels théoriques sont calculés sur la base des consommations unitaires actuelles des secteurs de l'habitat et du tertiaire. Ils présentent donc des chiffres de production d'énergies renouvelables surélevés qui ne tiennent pas compte des travaux de maîtrise de l'énergie qui vont aussi être réalisés par les propriétaires à l'horizon 2030 et d'autant plus à l'horizon 2050. Là encore c'est au stade de l'élaboration des potentiels plausibles que les chiffres sont rebouclés avec la maîtrise de l'énergie.

- Les **potentiels plausibles** seront élaborés en tenant compte des capacités financières des maîtres d'ouvrages, de la concurrence des filières EnRs entre-elles ainsi qu'avec les énergies traditionnelles (gaz, électricité, etc.), des réglementations thermiques actuelles et futures et de la dynamique actuelle constatée sur les trois dernières années. Les consommations d'énergies renouvelables dépendent directement pour toutes les installations sur les secteurs de l'habitat et du tertiaire du scénario de sobriété énergétique et de maîtrise de l'énergie. En effet, un effort plus soutenu sur la maîtrise de l'énergie dans l'habitat conduirait à une réduction plus importante des consommations d'énergie qui est également appliquée à la consommation d'énergie renouvelable. Le précepte qui édicte dans cet ordre : sobriété, maîtrise de l'énergie et énergies renouvelables implique qu'il faille prendre en compte une baisse des besoins énergétiques avant la mise en place de système à énergies renouvelables.

## 4 TYPOLOGIE DU TISSU URBAIN

Nous avons établi une typologie des bâtiments à partir des catégories proposées par le thème bâtiment de la base de données de l'IGN. Nous présentons ci-dessous ce que regroupent les termes employés dans la catégorie des bâtiments.

**!** Les surfaces présentées représentent les surfaces de toiture rapportées au sol sur un plan horizontal. Le nombre de m<sup>2</sup> est donc légèrement inférieur au nombre de m<sup>2</sup> de toiture pour les toitures inclinées.

**La catégorie des maisons** regroupe les baraquements, bungalow, cabane, chalet, grange, garage individuel, construction diverse et bien sûr les maisons. La surface totale est de 9 216 997 m<sup>2</sup>.

**Les immeubles** quant à eux regroupent, outre les immeubles d'habitation, les immeubles de bureaux, les établissements hospitaliers, les établissements scolaires, les musées, les prisons et les villages de vacances. La surface totale est de 5 323 439 m<sup>2</sup>.

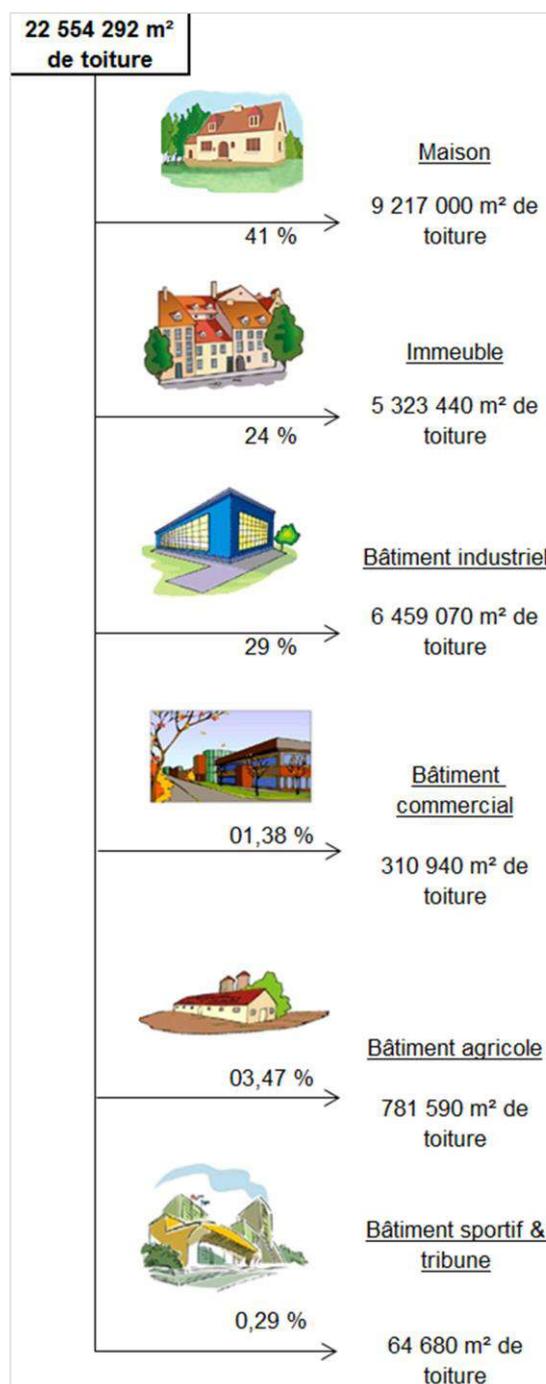
**Les bâtiments industriels** regroupent les abattoirs, ateliers (> 50 m<sup>2</sup>), bâtiments industriels (> 20 m<sup>2</sup>), centrales électriques (bâtiments), constructions techniques, entrepôts, hangars industriels (> 20 m<sup>2</sup>), scieries et usines. La surface totale est de 6 459 068 m<sup>2</sup>.

**Les bâtiments commerciaux** sont des bâtiments de grande surface réservés à des activités commerciales : centres commerciaux, hypermarchés, magasins (grands, isolés), parcs des expositions (bâtiments). La surface totale est de 310 942 m<sup>2</sup>.

**Les bâtiments agricoles** regroupent les bâtiments d'élevage industriel, hangars agricoles de grande taille, minoteries, etc. Leurs surfaces représentent 781 586 m<sup>2</sup>.

**Les bâtiments sportifs** sont réservés à la pratique sportive. Ils comprennent les gymnases, piscines couvertes, salles de sport, tennis couverts ainsi que les tribunes des stades. La surface totale est de 64 677 m<sup>2</sup>.

La base de données de l'IGN regroupe également d'autres types de bâtiments, mais pour des surfaces beaucoup plus faibles dont nous ne tiendrons pas compte dans le cadre de cette étude (les donjons, les gares, les réservoirs industriels, etc.).



## 5 FILIERE SOLAIRE

### 5.1 GISEMENTS BRUTS

L'ensoleillement du territoire et les données météorologiques constituent le gisement de la filière solaire. Ces données servent de base au calcul du productible des installations solaires thermiques et photovoltaïques.

#### 5.1.1 ENSOLEILLEMENT

Les valeurs d'ensoleillement sont issues de la base de données SolarGis détenue par Axenne (grille au pas de 250 mètres).

La carte suivante met en évidence l'ensoleillement moyen annuel reçu sur un plan horizontal. La légende comprend toutes les valeurs en France en tenant compte du relief, qui peut fortement réduire l'ensoleillement.

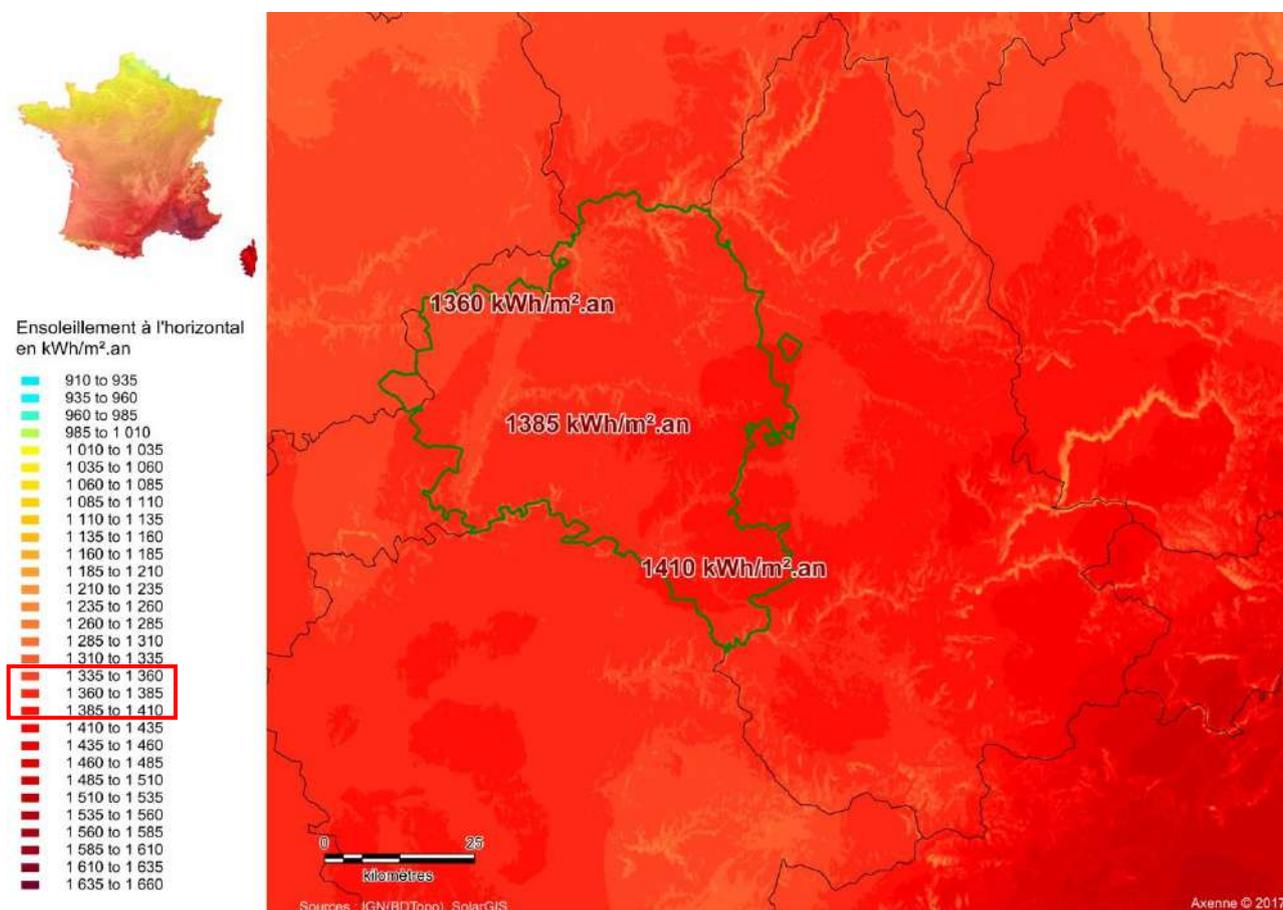


Figure 4 : Ensoleillement annuel reçu à l'horizontale, en kWh/m<sup>2</sup>

L'ensoleillement est homogène sur l'ensemble du territoire, avec un potentiel entre 1 360 kWh/m<sup>2</sup>.an (Decazeville), 1 385 kWh/m<sup>2</sup>.an (Grand Villefrancois) et 1 410 kWh/m<sup>2</sup>.an sur le sud du PETR Centre Ouest Aveyron.

En métropole, l'ensoleillement maximum est atteint à Marseille avec 1 660 kWh/m<sup>2</sup>.an et le minimum se trouve à Lille avec 1 050 kWh/m<sup>2</sup>.an. Localement l'ensoleillement peut être inférieur à 1 000 kWh/m<sup>2</sup>.an du fait du relief.

## 5.1.2 DONNEES METEOROLOGIQUES

Les données météorologiques (températures extérieures, vitesse de vent) sont issues du logiciel Météonorm.

**Base météo de référence : RODEZ**

**Altitude :** 610

**Latitude :** 44,346

**Longitude :** 2,572

MOIS	Ensoleillement à l'horizontale (en Wh/m <sup>2</sup> .j)	Température mini	Température moyenne	Température maxi	Vitesse du vent en m/s	Nb de jour avec précipitation
Janv	1 452	-0,1	3,4	6,8	3,9	9,0
Févr	2 321	0,0	3,9	7,8	4,1	5,0
Mars	3 516	2,6	7,0	11,3	4,3	7,0
Avr	4 867	5,1	9,5	13,8	4,4	7,0
Mai	5 677	8,7	13,5	18,2	3,7	9,0
Juin	6 500	12,7	17,7	22,6	3,4	5,0
Juil	6 806	13,9	19,1	24,3	3,5	4,0
Août	5 452	13,9	19,1	24,3	3,2	6,0
Sept	4 300	10,4	15,4	20,4	3,2	5,0
Oct	2 968	8,5	12,5	16,4	3,8	7,0
Nov	1 600	3,2	6,8	10,4	3,8	9,0
Déc	1 323	-0,1	3,7	7,5	3,8	7,0

**Total annuel :** 1426 kWh/m<sup>2</sup>.an

Sources : ensoleillement (période 1986 - 2005) / températures (période 2000 - 2009) - Météonorm V7

Figure 5 : Données météorologiques de Rodez

Sources : ensoleillement (période 1986 - 2005) / températures (période 2000 - 2009) - Météonorm V6

### Données météorologiques

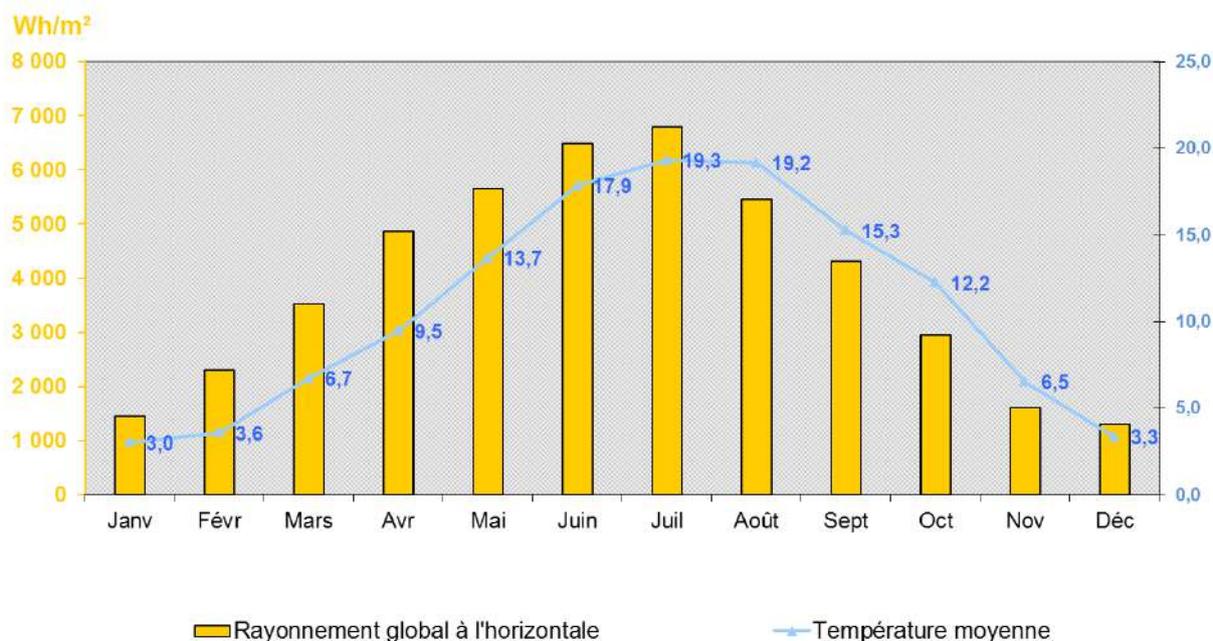


Figure 6 : Courbes mensuelles d'ensoleillement et de température à Rodez

## 5.2 PRODUCTIBLE SOLAIRE THERMIQUE

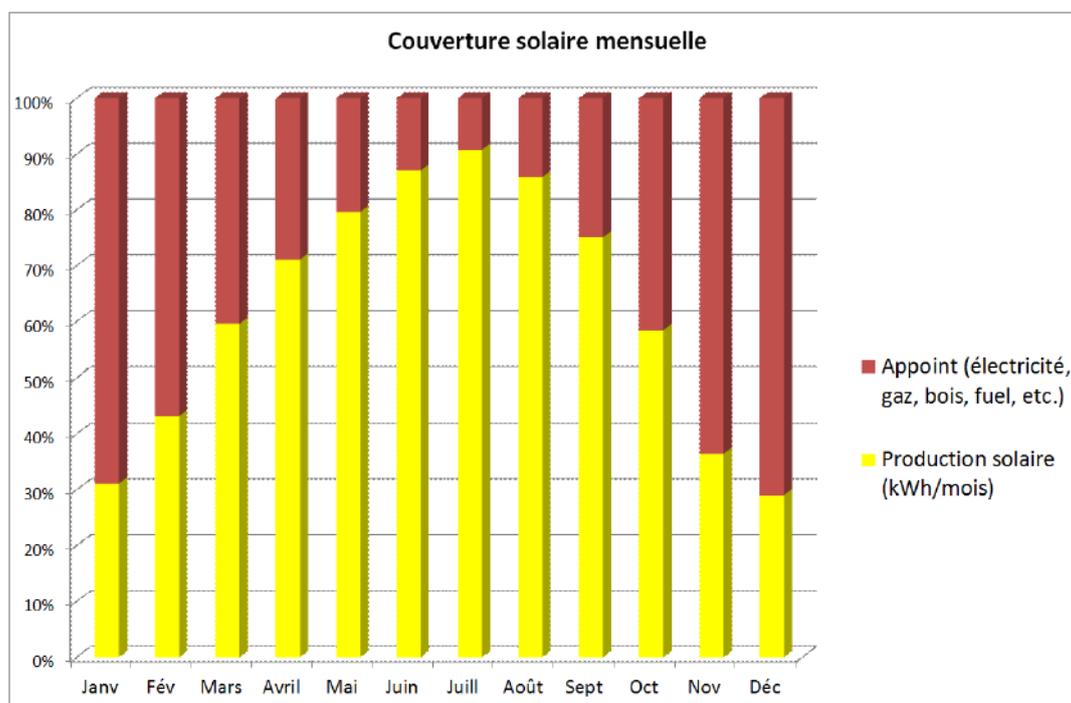
Le productible est estimé via une simulation du logiciel SOLO 2000 pour une installation de CESI adaptée à une famille de 4 personnes (Hypothèse d'une consommation journalière de 180L, d'un ballon de 200L, et d'une eau chaude à 50°C). Le productible est alors de 460 kWh/m<sup>2</sup> de capteurs.

Comme on le voit dans le tableau ci-dessous, les besoins varient dans l'année non pas du fait d'une variation de soutirage des besoins d'eau chaude sanitaire, mais du fait d'une variation de la température d'eau froide puisée qui en été est plus chaude qu'en hiver et donc entraîne de plus faibles besoins de chaleur pour la même consigne (50°C).

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel
Couverture solaire (%)	31 %	43 %	60 %	71 %	80 %	87 %	91 %	86 %	75 %	58 %	36 %	29 %	61%
Température	50 °C												
Consommation (l/jour)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	2 160
Besoins (kWh/mois)	285	254	271	254	250	231	231	232	233	256	262	282	3 042
Production solaire (kWh/mois)	89	110	161	180	200	201	210	199	175	150	96	82	1 852
Productivité kWh/m <sup>2</sup>	22	27	40	45	50	50	52	50	44	37	24	20	461

Source : SOLO 2000

La couverture solaire est plus faible en hiver et il serait encore plus avantageux d'incliner les capteurs solaires jusqu'à 45° pour augmenter la part de couverture solaire en hiver et la réduire quelque peu en été.



## 5.3 PRODUCTIBLE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Le productible de 4 types d'installations solaires photovoltaïques est estimé via PVSyst :

- une installation intégrée en toiture de 3kWc pour une maison d'habitation, les modules sont inclinés à 25° et orientés plein sud,
- une installation de type collective (immeuble de logements ou bâtiment tertiaire) de 10kWc, les modules sont inclinés à 25° et orientés plein sud,
- une installation sur une toiture industrielle de 100 kWc, les modules sont inclinés à 5° et orientés plein sud,
- une centrale photovoltaïque au sol de 10MWc, les modules sont inclinés à 35° et orientés plein sud.

**Site : Rodez**  
**Latitude : 44,35 °**  
**Longitude : 2,57 °**

<b>Nb de modules :</b>	<b>12</b>	<b>40</b>	<b>400</b>	<b>40000</b>
<b>Puissance unitaire :</b>	<b>250 Wc</b>	<b>250 Wc</b>	<b>250 Wc</b>	<b>250 Wc</b>
<b>Puissance totale :</b>	<b>3 kWc</b>	<b>10 kWc</b>	<b>100 kWc</b>	<b>10000 kWc</b>
<b>Technologie :</b>	Monocristallin	Monocristallin	Monocristallin	Monocristallin
<b>Nombre de m<sup>2</sup> :</b>	<b>20 m<sup>2</sup></b>	<b>66 m<sup>2</sup></b>	<b>662 m<sup>2</sup></b>	<b>66161 m<sup>2</sup></b>
<b>Surface toiture m<sup>2</sup> :</b>	<b>684 m<sup>2</sup></b>	<b>461 m<sup>2</sup></b>	<b>461 m<sup>2</sup></b>	
<b>Inclinaison :</b>	<b>25,0 °</b>	<b>25,0 °</b>	<b>5,0 °</b>	<b>35,0 °</b>
<b>Orientation :</b>	<b>180 °</b>	<b>180 °</b>	<b>180 °</b>	<b>180 °</b>

MOIS	Ensoleillem. Wh/m <sup>2</sup> .j à l'horizontale	Ensoleillem. dans le plan du module Wh/m <sup>2</sup> .j Rodez_3kWc	Masque et pertes par réflexion pour Rodez_3kWc	Ensoleillem. plan du module incluant masques et pertes par réflexion Rodez_3kWc	Production du générateur Rodez_3kWc kWh/mois	Production du générateur Rodez_10kWc kWh/mois	Production du générateur Rodez_100kWc kWh/mois	Production du générateur Rodez_10MWc kWh/mois
Janv	1 440	2 248	3,3%	2 174	174	598	3 741	687 693
Févr	2 303	3 127	3,2%	3 026	219	755	5 326	836 305
Mars	3 523	4 255	3,2%	4 119	322	1 116	8 637	1 193 488
Avr	4 857	5 240	3,1%	5 080	374	1 305	10 885	1 339 969
Mai	5 652	5 674	3,3%	5 487	406	1 418	12 449	1 428 396
Juin	6 493	6 297	3,3%	6 090	426	1 491	13 418	1 488 788
Juil	6 800	6 690	3,2%	6 477	467	1 633	14 535	1 640 230
Août	5 465	5 700	3,1%	5 523	400	1 396	11 898	1 430 969
Sept	4 313	5 123	3,1%	4 967	357	1 243	9 707	1 329 456
Oct	2 952	3 961	3,1%	3 839	292	1 014	7 219	1 122 840
Nov	1 608	2 450	3,4%	2 367	180	621	3 945	711 052
Déc	1 305	2 211	3,6%	2 131	171	589	3 438	689 919
kWh/m <sup>2</sup> .an :	1 424	1 614		1 562	3 787	13 179	105 198	13 899 105
Nombre d'heures à puissance nominale :					1262	1318	1052	1390

Figure 7: Production photovoltaïque de 4 générateurs

Le nombre d'heures à puissance nominale n'est pas équivalent suivant les installations :

- L'installation de 3kWc est intégrée en toiture, les modules auront tendance à chauffer plus que l'installation sur un bâtiment tertiaire qui est en intégration simplifiée,
- L'installation sur la toiture industrielle inclinée à 5° ne permet pas une production optimum sur l'année, c'est donc le générateur qui produit le moins d'énergie,
- Enfin, la centrale photovoltaïque possède une production annuelle maximale avec des modules complètement ventilés et inclinés à l'optimum.

L'arrêté tarifaire du 10 mai 2017 vient modifier les possibilités d'achat de l'électricité photovoltaïque en introduisant l'autoconsommation et la vente du surplus.

Période	Type d'installation	Conditions	Mise en œuvre	Puissance	Du 1/01/2018 au 31/03/2018	Du 1/04/2018 au 30/06/2018
à partir du 10/05/2017	VENTE DE L'ÉLECTRICITÉ PHOTOVOLTAÏQUE EN TOTALITÉ	Intégration au bâti (avec prime IAB jusqu'au 30/09/18)	- Film photovoltaïque - Module rigide assurant directement l'étanchéité (dépassement du plan de la toiture de 20 mm maxi) - Allège, bardage, brise soleil ou mur-rideau.	P≤3kWc	20,69 c€/kWh	20,05 c€/kWh
				P≤9kWc	17,92 c€/kWh	17,26 c€/kWh
		Sur bâtiment et respectant les critères généraux d'implantation	- Système photovoltaïque parallèle au plan de la toiture - Système photovoltaïque sur toiture plate - Allège, - Bardage, - Brise soleil, - Garde corps, - Ombrière, - Pergolas, - Mur-rideau	P≤3kWc	18,44 c€/kWh	18,55 c€/kWh
				P≤9kWc	15,67 c€/kWh	15,76 c€/kWh
	P≤36kWc			12,07 c€/kWh	12,07 c€/kWh	
	P≤100kWc			11,26 c€/kWh	11,24 c€/kWh	
	P≤3kWc			10,00 c€/kWh	10,00 c€/kWh	
	Prime : 390 € / kWc			390 € / kWc		
	P≤9kWc	10,00 c€/kWh	11,00 c€/kWh			
	Prime : 290 € / kWc	290 € / kWc				
	P≤36kWc	6,00 c€/kWh	6,00 c€/kWh			
	Prime : 190 € / kWc	190 € / kWc				
	P≤100kWc	6,00 c€/kWh	6,00 c€/kWh			
	Prime : 90 € / kWc	90 € / kWc				

Figure 8: Tableau des tarifs d'achat de l'électricité valable du 1/04/2018 au 30/06/2018

## 5.4 POTENTIELS THÉORIQUES

### 5.4.1 CONTRAINTES IMMUABLES – L'ORIENTATION DES TOITURES

L'orientation des bâtiments est un paramètre dont il faut tenir compte dans le cas de l'implantation d'un générateur photovoltaïque ou de capteurs solaires thermiques. Cette orientation doit être idéalement au sud.

Ce paramètre est d'autant plus important que l'inclinaison de la toiture est élevée. Dans le département de l'Aveyron, on trouve essentiellement deux types d'architecture ; la première historique, est une toiture à coyaux (le premier pan est incliné à 70% soit 35° puis la toiture se termine par une pente plus faible de 20% soit 11°. Plus récemment on voit des constructions plus traditionnelles en tuiles romanes avec des pentes à 45% soit 24°.

Le tableau ci-dessous présente les facteurs de corrections du gisement solaire selon une inclinaison et une orientation donnée. Une toiture orientée pleine Est avec une inclinaison de 30° présente une perte d'ensoleillement de 10% par rapport à l'optimum.

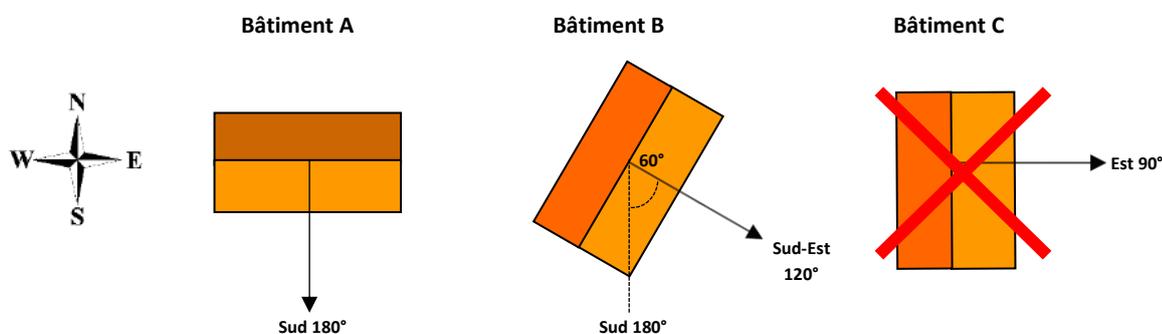
Facteur de correction pour une inclinaison et une orientation données		Inclinaison des panneaux			
		0°	30°	60°	90°
Orientation des panneaux	Est	0,93	0,90	0,78	0,55
	Sud-Est	0,93	0,96	0,88	0,66
	Sud	0,93	1,00	0,91	0,68
	Sud-Ouest	0,93	0,96	0,88	0,66
	Ouest	0,93	0,90	0,78	0,55

 : Position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale

Source : Hespul

Les bâtiments qui ont une toiture orientée en deçà de 120° (le sud étant à 180°) et au-delà de 240° sont considérés comme n'étant pas favorables à l'implantation de capteurs solaires.

Ainsi sur la figure ci-dessous, le bâtiment A est bien orienté, le bâtiment B se trouve en limite acceptable et le bâtiment C est identifié comme étant mal orienté.



Axenne a réalisé une analyse cartographique sur l'orientation des bâtiments, pour ne conserver que les toitures correctement orientées. Les toitures industrielles et commerciales de plus de 1 000 m<sup>2</sup> n'ont pas fait l'objet de ce traitement, ce sont généralement des toitures-terrasses ou très faiblement orientées.

Typologie de bâtiment	Surface bien orientée (m <sup>2</sup> )	en % de la surface totale de la typologie
Maison	6 999 083	75,94%
Immeuble	4 097 577	77,0%
Bâtiment industriel	5 444 634	84,3%
Bâtiment commercial	290 205	93,3%
Bâtiment sportif & tribune	45 650	70,6%
Bâtiment agricole	601 545	77,0%
	17 478 694	

Figure 9: Surface de toiture bien orientée pour l'intégration de l'énergie solaire

## 5.4.2 CONTRAINTES PATRIMONIALES

Dans l'objectif de protéger et conserver le patrimoine bâti présentant une importance particulière, différents types de protection existent en France : secteur sauvegardé, site classé, AMVAP (Aire de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine), monument historique et site inscrit.

Ces protections n'ont pas les mêmes implications, notamment en ce qui concerne la possibilité d'implanter une installation solaire à proximité. Le tableau suivant résume ces enjeux et leur niveau de contrainte.

La carte suivante met en évidence les contraintes patrimoniales impactant les bâtiments du territoire.

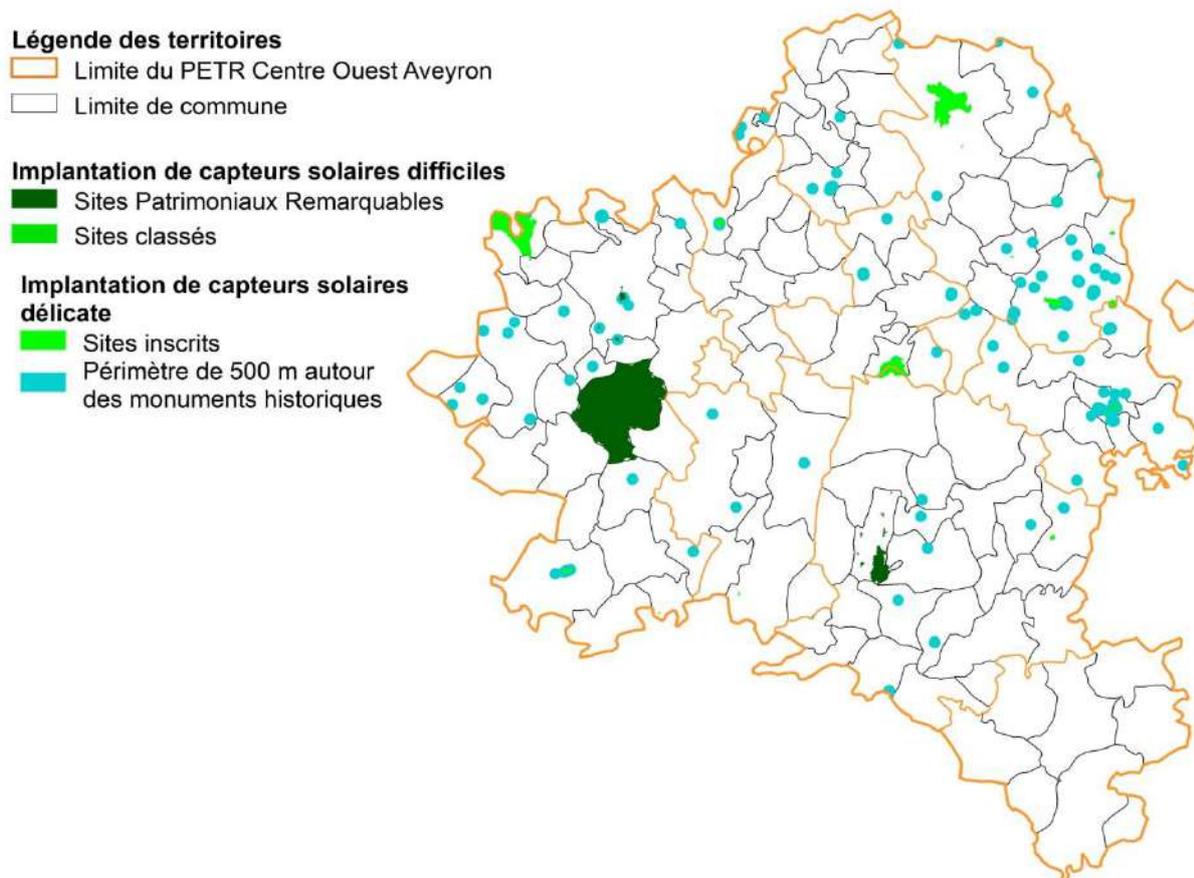


Figure 10: Contraintes patrimoniales sur le territoire

Les protections les plus strictes sur le territoire sont les sites patrimoniaux remarquables sur les communes de Villefranche-de-Rouergue et Sauveterre-de-Rouergue.



Type de protection	Définition	Objectifs	Procédures	Principes à respecter pour l'implantation de capteurs
<p><b>Sites patrimoniaux remarquables</b> Loi du 7 juillet 2016</p> <p>ENJEU MAJEUR</p>	<p>Les sites patrimoniaux remarquables sont « les villes, villages ou quartiers dont la conservation, la restauration, la réhabilitation ou la mise en valeur présente, au point de vue historique, architectural, archéologique, artistique ou paysager, un intérêt public. »</p> <p>Les sites patrimoniaux remarquables se substituent aux anciens dispositifs de protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>secteurs sauvegardés,</li> <li>zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP),</li> <li>aires de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP).</li> </ul>	<p>La création de ce classement a pour motivation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>une simplification en remplaçant les divers dispositifs existants par un seul. La loi simplifie également le régime des travaux aux abords des monuments historiques et au sein des sites patrimoniaux remarquables.</li> <li>l'articulation des compétences entre l'État et les collectivités locales</li> <li>favoriser l'attractivité des territoires</li> <li>mettre en valeur et préserver les sites.</li> <li>faciliter la protection des abords des monuments historiques.</li> </ul>	<p>Le classement résulte d'une décision du ministre de la culture, après avis de la Commission nationale du patrimoine et de l'architecture, après enquête publique et après consultation des communes concernées. Le classement précise le périmètre concerné.</p> <p>Les enjeux sont retranscrits dans un plan de gestion du territoire qui peut prendre deux formes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>soit un plan de sauvegarde et de mise en valeur (document d'urbanisme)</li> <li>soit un plan de valorisation de l'architecture et du patrimoine (servitude d'utilité publique)</li> </ul> <p>Chacun d'eux constitue un facteur de lisibilité pour les porteurs de projets et les habitants.</p>	<p><b>La lecture du règlement et son strict respect vis-à-vis de l'implantation de capteurs solaires peuvent conduire à une interdiction ou à de multiples prescriptions</b> (par ex : invisible depuis la voie publique, encastré dans la toiture, matériaux brillants interdits (modules polycristallins), cadre en aluminium interdit, etc.).</p> <p>Les capteurs solaires devront être intégrés aux volumétries, matériaux et teintes et se fondre dans l'architecture et son environnement.</p>
<p><b>Site Classé</b> Articles L341-1 à L341-22 du code de l'environnement</p> <p>ENJEU MAJEUR</p>	<p>Un site classé est un site à caractère artistique, historique, scientifique légendaire ou pittoresque, dont la préservation ou la conservation présente un intérêt général.</p>	<p>Cette procédure est utilisée en particulier en vue de la protection d'un paysage remarquable, naturel ou bâti. L'objectif de la protection est le maintien des lieux dans les caractéristiques paysagères ou patrimoniales qui ont motivé le classement.</p>	<p>Toute modification de l'état des lieux est soumise à autorisation spéciale, soit du ministre chargé de l'environnement après avis de la commission départementale de la nature des sites et des paysages (CDNPS) et, si le ministre le juge utile, de la commission supérieure des sites ; soit du préfet pour les travaux de moindre importance. L'avis conforme de l'architecte des bâtiments de France est requis dans ce dernier cas.</p>	<p>Il faut absolument éviter les pièces rapportées et les perceptions visuelles qui entreraient en concurrence avec le site classé. <b>Il paraît très difficile d'implanter des capteurs solaires sur un bâtiment situé dans un site classé, sauf si ces derniers sont parfaitement intégrés sur la toiture du bâti existant (couleur, disposition...).</b></p>



Type de protection	Définition	Objectifs	Procédures	Principes à respecter pour l'implantation de capteurs
<p><b>Monument historique</b></p> <p>Loi du 31 décembre 1913</p> <p>■ ■ ■ ■</p> <p><b>ENJEU FORT</b></p>	<p>Au sens de la loi du 31 décembre 1913, un monument historique peut-être « toute œuvre d'art d'un intérêt historique, quelles qu'en soient les dimensions, qu'il s'agisse d'un immeuble ou d'un objet mobilier »</p> <p>Il faut d'ailleurs distinguer cinq catégories d'objets (immeubles, abords des édifices, objets mobiliers et immeubles « par destination », grottes ornées, orgues historiques) et trois types de mesures : l'instance de classement (procédure d'urgence, limitée dans le temps) ; l'inscription à l'inventaire (qui intervient avant le classement du site) ; et, enfin, le classement proprement dit.</p>	<p>La protection d'un monument historique intervient aussi bien sur le monument que sur ses abords. Il s'agit de contrôler les aménagements susceptibles d'intervenir autour du site de manière à conserver son authenticité et sa valeur patrimoniale. Pour cela, les travaux autorisés sont effectués sous surveillance de l'administration des affaires culturelles.</p> <p>La protection des monuments historiques intervient dans un périmètre de 500 m aux abords des sites. Ce périmètre peut être remplacé par un « Périmètre de protection modifié » afin de limiter la protection aux zones les plus intéressantes situées autour d'un monument historique. Cette disposition s'inscrit dans la loi 2000-1208 relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain.</p>	<p>L'avis de l'architecte des bâtiments de France est requis ; il s'agit d'un <b>avis conforme</b> dans le cas d'une covisibilité entre l'installation et le monument historique ou d'un avis simple s'il n'y a pas de covisibilité.</p>	<p><b>L'implantation de panneaux solaires en toiture est possible dans le périmètre de 500 m de rayon autour d'un édifice protégé</b>, sous réserve d'étudier précisément les perceptions de l'installation depuis les édifices et d'effectuer un examen des covisibilités de l'édifice et de l'installation depuis différents points de vue remarquables.</p>
<p><b>Site inscrit</b></p> <p>Articles L341-1 à L341-22 du code de l'environnement</p> <p>Sur les bâtiments</p> <p>■ ■ ■ ■</p> <p><b>ENJEU FORT</b></p>	<p>Il s'agit de sites inscrits à l'inventaire des sites présentant un intérêt général au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque.</p> <p>Un site inscrit peut être naturel ou bâti.</p> <p>Il est susceptible d'être transformé à terme en site classé (notamment les sites naturels).</p>	<p>L'inscription a pour objectif de permettre à l'État d'être informé des projets concernant le site, et d'intervenir de façon préventive, soit en vue de l'amélioration de ces projets, soit si nécessaire en procédant au classement du site.</p>	<p>L'Architecte des Bâtiments de France émet sur le projet un <b>avis simple</b>. Si l'intérêt du site est menacé, l'ABF peut suggérer au ministre de recourir à des mesures d'urgence ou de lancer des procédures de classement s'il estime qu'une intervention menace la cohérence du site.</p>	<p><b>L'implantation de panneaux solaires peut être possible dans un site inscrit</b>, sous réserve d'étudier leur intégration en toiture (couleur, disposition, etc.).</p>

Le croisement de la cartographie des contraintes patrimoniales et de la cartographie des bâtiments existants (constituée à partir de la BDTopo de l'IGN) permet d'identifier les contraintes s'appliquant à chaque bâtiment.

Typologie de bâtiment	Surface sans contrainte pour le patrimoine (m <sup>2</sup> )	en % de la surface totale de la typologie
Maison	8 523 996	92,5%
Immeuble	4 877 266	91,6%
Bâtiment industriel	6 190 985	95,8%
Bâtiment commercial	245 783	79,0%
Bâtiment sportif & tribune	54 808	84,7%
Bâtiment agricole	774 313	99,1%
	20 667 151	

Figure 11: Tableau des enjeux patrimoniaux pour l'implantation de capteurs solaires par typologie de bâtiment

La table des bâtiments est alors complétée afin d'indiquer si le bâtiment est situé sur une zone à enjeu patrimonial ou non.

Si l'on tient compte de l'ensemble des enjeux, il y a près de 83% de toitures libres de toute contrainte pour l'installation de capteurs solaires (thermiques ou photovoltaïques). Les 10% de bâtiments en « implantation délicate » peuvent tout de même accueillir ce type d'installation. Ils ne seront pas exclus du potentiel théorique (il s'agit des bâtiments situés dans le périmètre de 500 m des monuments historiques).

Remarque: l'installation de panneaux solaires sur un bâtiment situé dans le périmètre de protection d'un monument historique et dans un site inscrit est jugée difficile, celui-ci étant soumis à deux contraintes patrimoniales.

Enjeux du patrimoine culturel pour l'implantation de capteurs solaires	Surface (m <sup>2</sup> )	
Implantation très difficile	0	0%
Implantation difficile	1 524 782	7%
Implantation délicate	2 323 961	10%
Pas de contrainte	18 705 549	83%
<b>Total</b>	<b>22 554 292</b>	

Figure 12: Tableau des enjeux patrimoniaux pour l'implantation de capteurs solaires

### 5.4.3 SYNTHÈSE DES CONTRAINTES

Le tableau ci-contre présente les surfaces de toiture pouvant accueillir des panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques : ces toitures sont a priori bien orientées et ne présente pas ou peu de contraintes patrimoniales.

Typologie de bâtiment	Surface sans aucune contrainte (m <sup>2</sup> )	en % de la surface totale de la typologie
Maison	6 510 886	70,6%
Immeuble	3 782 586	71,1%
Bâtiment industriel	5 221 263	80,8%
Bâtiment commercial	229 690	73,9%
Bâtiment sportif & tribune	41 188	63,7%
Bâtiment agricole	595 544	76,2%
	16 381 157	

Figure 13 : Toitures favorables aux panneaux solaires

## 5.4.4 POTENTIELS THEORIQUES DES INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES

Le potentiel théorique est calculé à partir des données statistiques (nombre de logements, nombre d'équipements publics, nombre d'exploitations agricoles, etc.), croisées avec les contraintes par typologie de bâtiment (maisons, immeubles, bâtiments industriels, etc.) qui ont été identifiées avec l'outil cartographique.

### 5.4.4.1 Méthodologie : exemple des chauffe-eau solaires individuels

#### ▪ Potentiel théorique des chauffe-eau solaires individuels dans les maisons existantes

Les cibles indiquées dans le tableau – *Nombre total de maisons (cible totale)* – correspondent aux maisons existantes du territoire, classées par mode de chauffage (INSEE). Elles sont pondérées par les coefficients issus de l'analyse cartographique sur le patrimoine bâti et sur l'orientation des toitures : 70,6% des maisons existantes sont « éligibles » pour l'installation de capteurs solaires (cf. figure ci-dessus).

CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL SUR LES MAISONS EXISTANTES						
Nombre total de Maisons (cible totale)	31 946	808	8 470	7 180	1	48 405
Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire	ECS électrique	ECS gaz propane	ECS gaz naturel	Fioul/Electricité	Réseau de chaleur	
Gisement net CESI (nb d'installations)	22 567	571	5 983	5 072	0	34 193
Gisement net annuel (nb d'installations)	1 504/an	29/an	299/an	254/an	0/an	2 086

x 70,6%

Figure 14 : Potentiel théorique pour les chauffe-eau solaires individuels sur le parc des maisons existantes

Le potentiel théorique annuel tient compte du renouvellement des équipements (tous les 20 ans pour une chaudière fioul ou gaz et tous les 15 ans pour un cumulus électrique). Il est en effet plus facile de proposer un CESI lors du changement des actuels systèmes de chauffage de l'eau chaude sanitaire. Finalement, le potentiel théorique d'installation de chauffe-eau solaires individuels sur les maisons existantes est de 34 193 installations et en tenant compte des ménages qui changent d'équipements cela représente un gisement théorique annuel de 2 086 installations.

#### ▪ Potentiel théorique des chauffe-eau solaires individuels dans les maisons neuves

Les cibles indiquées dans le tableau – *Nombre total de maisons (cible totale)* – correspondent aux maisons qui seront construites chaque année sur le territoire. Le chiffre total (630 maisons) correspond environ à la dynamique actuelle constatée sur les dix dernières années. L'hypothèse sur les modes de chauffage de l'eau chaude sanitaire est déduite du mode de chauffage constaté après l'année 2012 (INSEE).

On suppose que l'ensemble des maisons neuves sera orienté convenablement pour une installation solaire thermique, et seules les contraintes patrimoniales sont prises en compte.

CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL SUR LES MAISONS NEUVES						
choix du mode de chauffage -->	Electricité	Fioul	Gaz bouteille	Gaz naturel	Réseau de chaleur	
Nombre de Maisons/an (cible totale)	541/an	9/an	4/an	75/an	0/an	630
Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire	Electricité	Fioul/Electricité	Gaz bouteille	Gaz naturel	Gaz naturel	71%
Gisement net annuel CESI (nb d'installations)	500/an	9/an	4/an	69/an	0/an	583

x 92,5%

Données : Sitadel (dynamique de construction) source : Axceléo

Figure 15 : Potentiel théorique annuel pour les chauffe-eau solaires individuels sur le parc des maisons neuves

### 5.4.4.2 Synthèse des potentiels théoriques

Le tableau suivant présente les potentiels théoriques du solaire thermique par typologie de bâtiment. La première ligne "dans l'existant" répertorie les installations sur le parc existant des maisons et immeubles; la deuxième ligne "sur le neuf par an" présente ce qu'il serait possible de faire chaque année sur les constructions neuves.

INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES										TOTAL
		CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL*	CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SOLAIRE MAISON INDIVIDUELLE**	EAU CHAUDE SOLAIRE COLLECTIVE*** (privé+HLM)	EAU CHAUDE SOLAIRE COLLECTIVE TERTIAIRE	CLIMATISATION & CHAUFFAGE SOLAIRE (tertiaire)	Agricole (ECS et séchage)	CHAUFFAGE DE L'EAU DES PISCINES	Haute température (industrie)	
<b>dans l'existant</b>	nombre :	34 193	10 857	470	330	209	2 361	15	111	48 546
	surface totale* :	68 954 m <sup>2</sup>	221 925 m <sup>2</sup>	6 386 m <sup>2</sup>	9 690 m <sup>2</sup>	6 574 m <sup>2</sup>	18 891 m <sup>2</sup>	1 975 m <sup>2</sup>	6 645 m <sup>2</sup>	341 041 m <sup>2</sup>
	MWh/an :	31 719	77 674	3 193	4 845	18 409	9 445	593	4 651	150 529 MWh/an
<b>sur le neuf par an</b>	nombre :	583		22	29	74	44		6	758
	surface totale* :	1 642 m <sup>2</sup>		212 m <sup>2</sup>	85 m <sup>2</sup>	256 m <sup>2</sup>	344 m <sup>2</sup>		363 m <sup>2</sup>	2 901 m <sup>2</sup>
	MWh/an :	755		106	43	179	172		254	1 509 MWh/an

\* 4 m<sup>2</sup> par installation pour un chauffe-eau solaire  
 \*\* 13 m<sup>2</sup> par installation pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire  
 \*\*\* 0,6 m<sup>2</sup> par logement en moyenne pour l'eau chaude solaire collective.

Source : Axcaléo

#### Remarques et précisions :

- On considère que l'investissement dans un système solaire combiné sera trop important au vu des faibles besoins de chauffage des maisons neuves (répondant à la RT 2012). Le gisement « sur le neuf par an » de ce système est donc nul.
- Le chauffage et l'eau chaude solaire des maisons s'envisage uniquement sur les maisons équipées d'un réseau hydraulique (fioul ou gaz propane) les maisons raccordées au réseau de gaz naturel ne sont pas comptabilisées.
- L'eau chaude solaire collective sur les bâtiments tertiaires s'entend sur la santé et l'action sociale (foyer d'hébergement, maison de retraite, établissement de santé), sur le secteur du tourisme (hôtels, camping) et enfin sur les bâtiments d'enseignements et de loisirs qui ont des consommations d'eau chaude (école maternelle, résidence universitaire, salles de sports).
- La haute température pour l'industrie cible les secteurs alimentaires et boissons.

## 5.5 POTENTIELS THEORIQUES DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

### 5.5.1.1 Méthodologie : exemple des immeubles existants

- **Potentiel théorique des installations photovoltaïques sur les immeubles existants (cartographie des bâtiments)**

Tous les immeubles sont susceptibles d'être équipés d'un générateur photovoltaïque, il faut donc simplement tenir compte des contraintes réglementaires et techniques (travail réalisé dans l'approche cartographique) afin de déterminer le potentiel théorique pour cette catégorie de projets. Il s'agit aussi bien des immeubles de logements que des immeubles tertiaires (bureaux, hôpitaux, bâtiments sportifs, etc.).

Les cibles sont les surfaces de toitures existantes par catégorie ou construites chaque année, pondérées :

- par le coefficient déterminé dans l'approche cartographique (71% pour les immeubles, 64% pour les bâtiments sportifs)
- de 40 % pour les immeubles, quelle que soit la toiture (terrasse ou inclinée). Dans le premier cas, les lanterneaux, conduits de ventilation et cages d'ascenseur viennent limiter la surface disponible. Dans le second cas, seul un pan de la toiture est équipé, et il faut tenir compte de la présence d'une éventuelle cheminée ou de velux,
- de 60 % sur les bâtiments sportifs qui sont généralement moins contraints par les lanterneaux, conduits de ventilation et cages d'ascenseur.

	PHOTOVOLTAÏQUE SUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS	
Type de Bâtiment	 Immeuble (logements, bureaux, hopitaux, etc.)	 Bâtiments sportifs & tribunes
Nombre de m <sup>2</sup> de toiture (cible totale)	5 323 439	64 677
Gisement net (nb m <sup>2</sup> de toiture exploitable)	1 513 034	24 713
Gisement net pour les installations photovoltaïques (nb d'installations)*	7 570	49

x 71% x 40 % ou ↙  
x 64% x 60% ↘

Figure 16 : Potentiel théorique pour les installations photovoltaïques sur les bâtiments existants

### 5.5.1.2 Ombrières photovoltaïques

Les parkings de grande surface (minimum 2 000 m<sup>2</sup>) attenants à des bâtiments industriels ou commerciaux ont été localisés via la BDTopo. 91 zones sont recensées en première approche.

Plusieurs projets d'ombrières photovoltaïques sont en réflexion :

- Un projet de 1,6MWc à Rodez,
- Un projet de 1,09 MWc à Onet-le-Château
- Un projet de 0,17 MWc à Montbazens.

### **5.5.1.3 Centrales au sol**

Deux projets de centrales au sol sont en réflexion sur le territoire :

- Un projet de 4,8MWc à Onet-le-Château,
- Un projet de 5 MWc sur Druelle (anciennement Balsac)

Il y a aussi 7 carrières sur le territoire représentant éventuellement un potentiel à long terme lorsqu'elles ne seront plus exploitées.

### 5.5.1.4 Synthèse des gisements nets

Le tableau suivant présente les potentiels théoriques du photovoltaïque par typologie de bâtiment.

INSTALLATIONS PHOTOVOLTAIQUES								TOTAL
								MAISONS INDIVIDUELLES*
<b>dans l'existant</b>	nombre :	34 193	7 570	49	2 710	91	9	44 622
	surface totale :	615 481 m <sup>2</sup>	1 513 034 m <sup>2</sup>	24 713 m <sup>2</sup>	2 873 869 m <sup>2</sup>	124 548 m <sup>2</sup>	3 626 290 m <sup>2</sup>	8 777 935 m <sup>2</sup>
	MWh/an :	<b>108 940</b>	<b>285 661</b>	<b>4 666</b>	<b>514 677</b>	<b>23 515</b>	<b>290 103</b>	<b>1 227 562 MWh/an</b>
<b>sur le neuf par an</b>	nombre :	583	26	1	20			630
	surface totale :	10 487 m <sup>2</sup>	2 731 m <sup>2</sup>	409 m <sup>2</sup>	40 416 m <sup>2</sup>			54 043 m <sup>2</sup>
	MWh/an :	<b>1 856</b>	<b>516</b>	<b>77</b>	<b>7 564</b>			<b>10 013 MWh/an</b>

\* 3 kWc par installation dans l'habitat

\*\* 30 kWc par installation en collectif

Source : Axceléo

#### Remarques :

- Le gisement d'installations solaires sur des ombrières est estimé uniquement pour des parkings existants.
- Les centrales au sol sont indiquées « dans l'existant », car ce sont des installations structurantes réalisées une seule fois d'ici 2030 (et non « par an »).
- Le potentiel des grandes toitures recense non seulement les toitures industrielles, mais également les toitures agricoles.

## 6 FILIERE BIOMASSE COMBUSTIBLE

### 6.1 GISEMENTS BRUTS

D'une manière générale, différents types de gisements peuvent être sollicités pour la production de combustibles biomasse :

- des produits forestiers,
- des produits connexes des entreprises de la transformation du bois,
- des bois de rebut propres,
- des refus de compostage,
- des produits de l'élagage des bords de route,
- des produits de l'entretien des haies, parcs & jardins,
- des pailles,
- des anas de lin.

Après collecte, le bois passe par un certain nombre d'étapes (broyage, séchage, etc.) pour être transformé en un combustible qui prendra le plus souvent la forme de plaquettes ou de granulés.

#### 6.1.1 RESSOURCES FORESTIERES

Le taux de boisement de l'ensemble de la région Occitanie est de 36% ce qui en fait une région plus boisée que la moyenne (taux de 30% pour l'ensemble du territoire national)<sup>2</sup>.

Le territoire est situé dans le département de l'Aveyron qui présente un taux de boisement de 28%.

Le territoire du PETR Centre Ouest Aveyron en lui-même présente un taux de boisement proche de celui de l'Aveyron, 29% soit 83 893 hectares.

La carte ci-après présente un périmètre de 50 km autour du territoire qui a permis de quantifier la ressource disponible dans la mesure où l'on considère qu'au-delà de 50km, il n'est pas intéressant sur le plan environnemental d'approvisionner le territoire (part du transport trop prépondérante dans les émissions de CO<sub>2</sub>).

---

<sup>2</sup> Source : IFN, inventaire 2009 à 2013 & IFN Portait forestier des 13 régions (avril 2016)

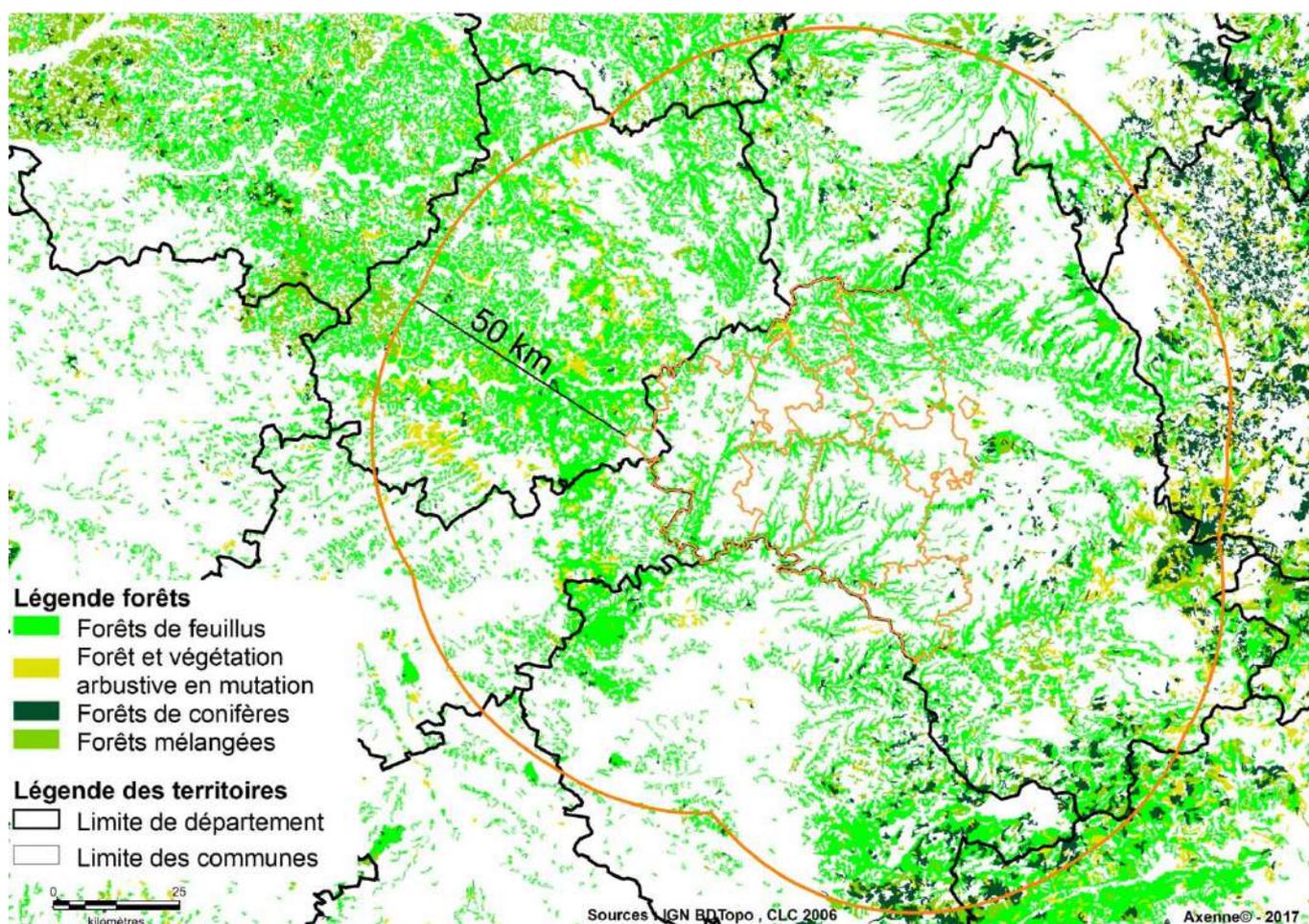


Figure 17 : Forêt sur le territoire et à proximité

Le **Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier de Midi-Pyrénées (PPRDF)**, approuvé en 2012, analyse les raisons d'une exploitation insuffisante de certains massifs et définit 6 actions pour y remédier :

- La réalisation de plans de développement de massifs
- La réalisation de plans locaux de mobilisation du bois
- La valorisation de la forêt paysanne
- L'amélioration foncière
- La dynamisation des groupements forestiers
- La desserte groupée

Le tableau suivant indique quelles sont les actions qui ont pu être mises en œuvre pour le département de l'Aveyron :

TYPES D'ACTION	Nombre d'actions par département								Indicateur m3 supplémentaire prévisionnel à l'issue de 5 années de PPRDF	
	Ariège	Aveyron	Haute Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn et Garonne		
PDM (Plan de Développement de Massif)	4	2	4	3	4	2	4	2	25	241 647
Valorisation de la forêt et de la forêt paysanne	6	6	7		3	2	5	1	30	189 493
Dynamisation des Groupements Forestiers	1	1					1		3	137 118
Plan local de mobilisation des bois	2		2			3			7	148 500
Amélioration foncière et production forestière				1				1	2	39 042
Desserte groupée	1		2						3	7 400
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>70</b>	<b>763 200</b>

Figure 18 : Répartition des actions pour redynamiser la filière bois par département, avec l'indication du nombre de m3 prévisionnels supplémentaires par typologie d'actions

Le PPRDF conclut sur un **volume supplémentaire mobilisable de 763 200m<sup>3</sup>/an** à l'échelle régionale.

### 6.1.2 CONNEXES DE LA TRANSFORMATION DU BOIS

Les entreprises dites de première transformation du bois sont les scieries et les usines de déroulage et de tranchage. Les entreprises de fabrication d'emballage relèvent techniquement de la deuxième transformation, mais elles produisent le même type de connexes que les entreprises de la première transformation du bois. Les connexes de la première transformation sont les dosses, délignures, chutes de tronçonnage, la sciure et les écorces.

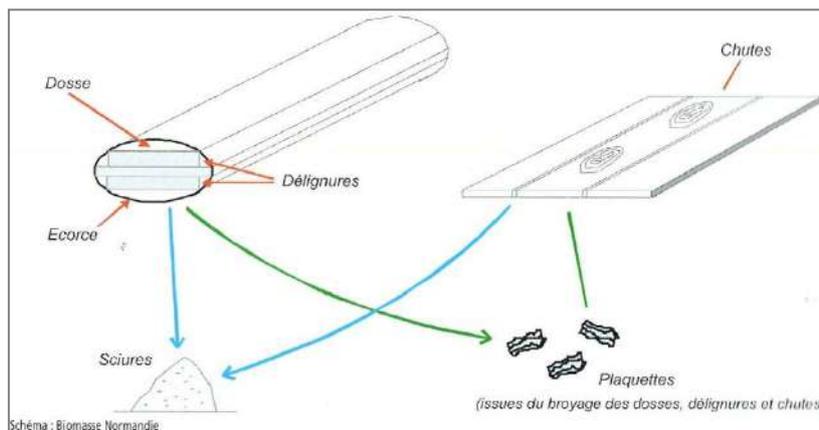


Figure 19 : Connexes de la première transformation du bois

Tous les produits connexes de scieries peuvent être valorisés pour l'énergie. L'utilisation des sciures nécessite cependant des chaudières spécialisées (notamment en ce qui concerne le mode d'introduction du combustible dans le foyer) que l'on ne retrouve généralement que dans les scieries ou les industries productrices de sciures.

Le document « La filière forêt-bois en Midi-Pyrénées, données et chiffres clés » (Midi-Pyrénées Bois, 2014) estime le volume régional annuel de connexes de scieries à 195 000 tonnes (2012). La production de connexes de scierie est restée globalement stable depuis 2005.

Aveyron Energie Bois signale une forte baisse d'activité dans les entreprises de seconde transformation (ameublement), ce qui a pour conséquence directe la fermeture de sites disposant d'une ressource en bois énergie. Toutefois, cette ressource étant généralement autoconsommée, il n'y a pas d'impact significatif sur le marché du bois énergie.

### 6.1.3 BOIS DE REBUT

Les bois de rebut sont des objets en bois en fin de vie ou usagés ; il peut s'agir de palettes perdues et usagées, de caisses et cagettes en bois usagées, de copeaux, sciures, écorces ou plaquettes, de planches, de meubles, de bois de démolition, etc.

Ce type de bois représente un gisement pour le bois énergie, mais sa valorisation n'est possible que sous certaines conditions : il est en effet indispensable pour que les plaquettes issues de bois de rebut puissent être brûlées en chaudière que le bois ayant servi à leur fabrication n'ait pas été traité (auquel cas il doit être incinéré dans un incinérateur agréé pour limiter l'émission de polluants) et qu'il ait été correctement déferraillé.

Il n'est pas toujours simple de remplir et/ou de prouver que ces conditions sont remplies. Si c'est le cas, alors le bois de rebut peut être envisagé en chaudière bois.

Le bois de rebut peut être classé en trois catégories principales, qui sont celles utilisées par les professionnels (mais qui n'ont pas de valeur réglementaire) :

- **Classe A** : bois non traité et non souillé
  - Emballages lourds (palettes, caisses) : Les palettes, qui représentent la très grande majorité du gisement sont de deux types : unirotation ou réutilisables. Les premières peuvent facilement être utilisées comme combustible bois, car il est facile de connaître le producteur qui peut garantir un bois exempt de traitement. Les secondes sont plus susceptibles d'avoir reçu un traitement de préservation ; il est alors nécessaire d'être en mesure de prouver qu'elles n'ont pas été traitées pour pouvoir les valoriser en chaufferie bois.
  - Emballages légers (cageots, cageottes, bourriches, boîtes à fromage, etc.) : ils ne subissent aucun traitement chimique pour leur préservation.
- **Classe B** – bois non dangereux : bois de démolition, portes, fenêtres, vieux meubles, panneaux de process, etc. qui comportent des colles, vernis et peintures. Certains de leurs adjuvants ou composants peuvent poser des problèmes de pollution. Ils sont dirigés vers des centres d'enfouissement techniques ou utilisés pour la fabrication de panneaux de particules (sous réserve d'un conditionnement spécifique) ; ils peuvent également être brûlés dans des chaufferies industrielles adaptées dans le cas de bois faiblement adjuvantés.
- **Classe C** – déchets dangereux : traités à la créosote (traverses de chemin de fer, poteaux téléphoniques, etc.) ou autoclavés et imprégnés de sels métalliques (piquets de vigne et d'arboriculture, écrans acoustiques, glissières de sécurité, etc.). Ils sont détruits en usine d'incinération de déchets spéciaux ou en fours de cimenterie.

Remarque : les déchets de bois des entreprises peuvent faire l'objet d'une collecte privée, et ne sont donc pas compris dans ce tonnage.

### 6.1.4 RESSOURCES AGRICOLES

La **paille** est la partie de la tige de certaines graminées coupée lors de la moisson et rejetée, débarrassée des graines sur-le-champ par la moissonneuse-batteuse. La paille est la partie résiduelle du battage des céréales.

Les pailles peuvent être laissées sur les parcelles pour servir d'engrais, être brûlées, ou être exportées pour une utilisation en litière ou fourrage. Elles peuvent également être valorisées sous forme énergétique, par combustion en chaudière, ou en tant que co-substrat pour la méthanisation.

La « **menue paille** » est composée de débris de paille, des enveloppes qui entourent les graines de céréales et qu'on appelle les « balles », de parties (tiges, graines ...) de mauvaises herbes. La menue paille peut être valorisée en litière animale, en compléments pour l'alimentation animale, mais également en combustion ou en co-substrat pour la méthanisation.

### 6.1.5 FOURNISSEURS EXISTANTS

Selon Midi-Pyrénées Bois la majorité du bois de 2<sup>e</sup> transformation ne provient pas de la région Midi-Pyrénées.



*Figure 20 : Origine des approvisionnements de la 2 e transformation (Chiffes clés 2014, Midi-Pyrénées Bois)*

Cependant, la provenance du bois énergie a tendance à se relocaliser au niveau départemental, en lien avec le développement de la plate-forme bois de Nègrepelisse (ayant traité environ 2000 tonnes de bois du 82) et la nouvelle plateforme de Naucelle-Gare qui fait suite à la mise en route de deux projets importants : le réseau de chaleur d'Onet-le-Château et celui de l'usine Bosch.

Aveyron Energie Bois recense les principaux fournisseurs de bois énergie sur le territoire Ouest Aveyron :

- Sylva Bois à Naucelle Gare
- CUMA de Goutrens et de Lugan
- Scierie GRANIE à Martiel (projet de plateforme en cours)
- SA4R à Rieupeyroux.

La carte suivante met en évidence la localisation des plateformes d'approvisionnement en Midi-Pyrénées.

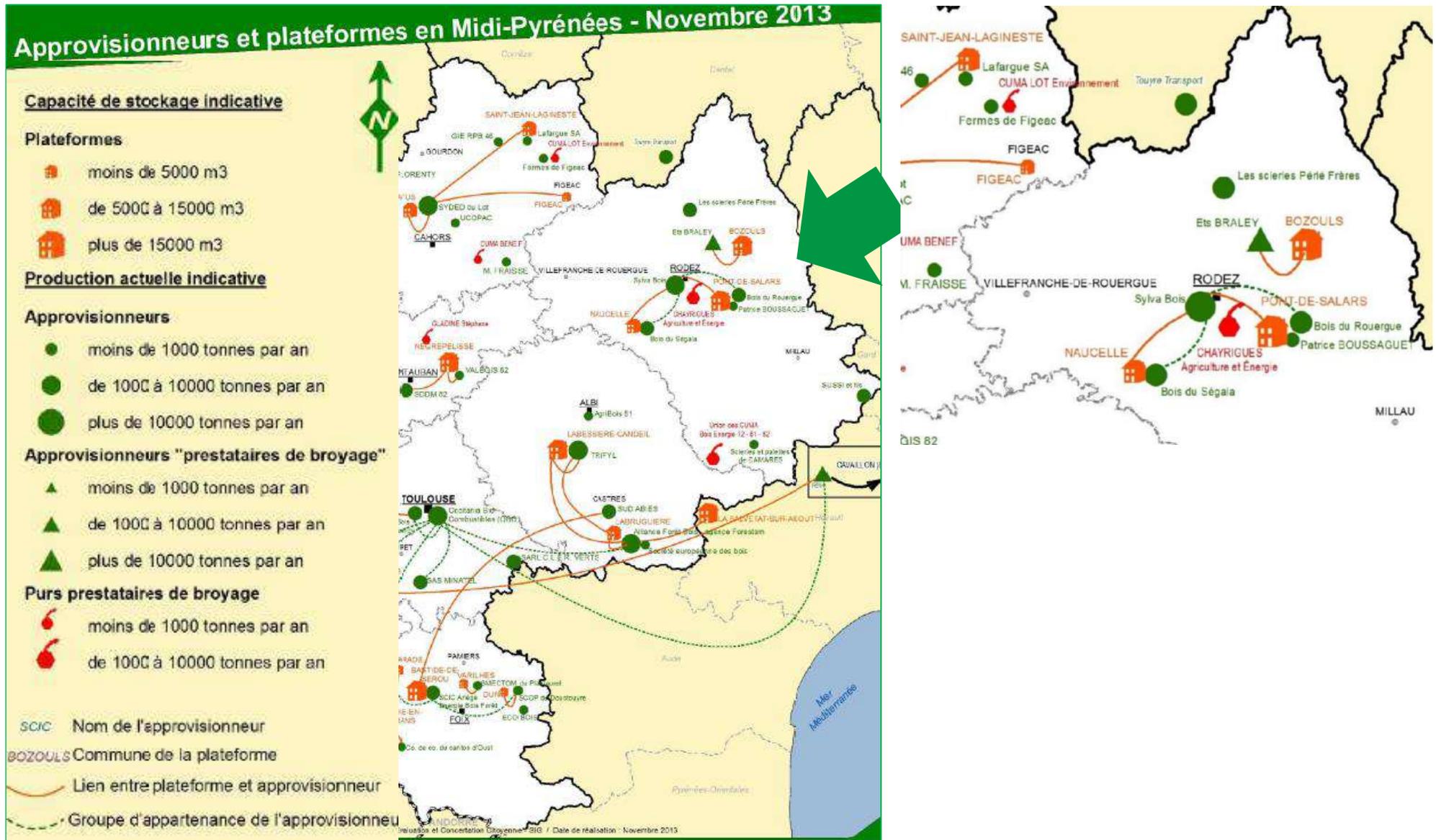


Figure 21 : Localisation des plateformes et des approvisionneurs de bois en Midi-Pyrénées (Midi-Pyrénées Bois, Schéma régional Bois Énergie 2013)

## 6.1.6 SYNTHÈSE

En 2013, la consommation de bois de chauffage en bûches était estimée par l'OREMIP à 1,7 million de m<sup>3</sup>/an, dont la moitié en autoconsommation. Au niveau national, on estime qu'environ 25 % du bois de chauffage est récolté hors forêt (haies, arbres isolés, parcs et jardin, récupération...). Si l'on recoupe ces deux chiffres, **en Midi-Pyrénées, environ 1,27 millions de m<sup>3</sup>/an auraient donc été prélevés en forêt pour le bois de chauffage en bûches.**

En 2013, la provenance du bois énergie pour le département de l'Aveyron est la suivante :

Combustible	Conso en MWh	Conso en tonnes (à 30 % Hb)	Conso, en %
Plaquettes forestières	24 680	7 488	37,63%
Plaquettes industrielles	8 967	2 721	13,67%
Bois en fin de vie DIB	0	0	0,00%
Pl. bocagères et bord de rte	0	0	0,00%
Granulés	2 001	607	3,05%
Ecorces	6 056	1 837	9,23%
Copeaux, sciure, chutes courtes	22 889	6 945	34,90%
Autre	985	299	1,50%
<b>TOTAL</b>	<b>65 577</b>	<b>19 896</b>	<b>100,00%</b>

Figure 22 : Consommation de combustible en Aveyron – Source Aveyron Bois Energie (Midi-Pyrénées Bois, Schéma régional Bois Énergie 2013)

De l'avis des opérateurs en place, la ressource mobilisée actuellement suffit largement à couvrir les besoins estimés. Ils sont prêts à fournir toutes les chaufferies à venir. Il s'agit après d'une question de coût.

Midi-Pyrénées Bois indique dans son rapport que le développement futur de la filière bois énergie passe par l'utilisation de plaquettes forestières. En effet, la filière bois déchet ayant été fortement exploitée depuis l'émergence de la filière bois énergie, son potentiel de développement est très limité ; de même, les produits connexes industriels sont déjà presque tous utilisés, que ce soit par le bois-énergie ou par les industries du bois.

En complément, les sources de bois non forestiers doivent être développées, notamment les taillis à courte rotation, la plaquette issue de l'entretien de l'espace (haies, élagage, parcs et jardins...) et celle d'origine viticole et arboricole.

En 2009, une étude a été réalisée par IFN-FCBA-SOLAGRO pour le compte de l'ADEME afin d'estimer les gisements de biomasse énergétique en région Midi-Pyrénées. Les résultats sont les suivants :

	en milliers de m3	en ktep	proportion du total
BIBE forêt	768	178	46%
BIBE peupleraies	8	2	0%
BIBE haies	73	16	4%
MB forêt	381	88	23%
MB peupleraies	10	2	1%
MB haies	94	22	6%
viticulture	128	30	8%
arbo fruitière	94	22	6%
ressources urbaines	102	24	6%
<b>total</b>	<b>1658</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Figure 23 : Gisement de bois énergie mobilisable à l'échelle régionale (Midi-Pyrénées Bois, Schéma régional Bois Énergie 2013)

BIBE : Bois d'industrie et bois énergie – MB : Menu bois

Il y a **suffisamment de ressources existantes pour développer de nouveaux projets.**

Cependant, la forêt étant à 82% privée en région Midi-Pyrénées, l'exploitation correcte du gisement de bois est confrontée au morcellement des propriétés et à la difficulté d'y accéder. Ainsi, Midi-Pyrénées Bois estime que sans mettre en place de nouvelles actions, moins de 100 000 m<sup>3</sup> de bois/an supplémentaires peuvent être mobilisés.

Ainsi, des actions pour une meilleure utilisation et gestion du bois, une meilleure mobilisation via notamment un regroupement des propriétaires plus efficaces sont à mettre en place.

## 6.2 POTENTIELS THEORIQUES

### 6.2.1 CONTRAINTES

On considère que les **maisons existantes** équipées de chaudières au fioul ou au gaz propane pourront s'équiper d'une chaudière automatique au bois lors du renouvellement de la chaudière. On ne considère que les maisons ayant une surface suffisante (minimum 100 m<sup>2</sup> au sol) pour que les besoins de chauffage justifient une chaudière bois et pour permettre l'implantation du silo de stockage du combustible.

L'installation d'une chaudière automatique au bois sur un **bâtiment collectif**, tel qu'une école ou une maison de retraite, se heurte à différentes contraintes :

- accessibilité du camion qui viendra livrer le combustible (route étroite, etc.),
- le retournement du camion sur le site pour la livraison du combustible,
- l'implantation du silo,
- le bruit occasionné par la chaudière, la cheminée,
- l'acceptabilité des riverains,
- les autres servitudes (patrimoine culturel, etc.).

## 6.2.2 SYNTHÈSE DES POTENTIELS THÉORIQUES

Les tableaux suivants présentent les potentiels théoriques d'installations bois énergie par typologie de bâtiment. Le recensement des projets potentiels ou en cours via les entretiens avec les acteurs et l'identification de zones à enjeux permet d'estimer un nombre de réseaux de chaleur pouvant **théoriquement** voir le jour sur le territoire (une quinzaine de projets).

INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE AU BOIS						POELES BOUILLEURS (ecs + chauffage)	MICRO-COGENERATION BOIS INDIVIDUELLE	TOTAL HORS COGENERATION
			RENOUVELLEMENT POELES ET INSERTS PERFORMANTS*	NOUVEAUX ACQUEREURS POELES	CHAUDIERE AUTOMATIQUE INDIVIDUELLE**			
dans l'existant	nombre :		15 793	9 784	9 837	9 837	9 837	35 413
	MWh/an :		189 967	79 170	117 635	117 635	107 798	386 772 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :			630			630	630
	MWh/an :			1 890			1 890	1 890 MWh/an

\* 6kW par poêle  
\*\* 9kW par chaudière individuelle

Source : Axceléo

CHAUDIÈRES AUTOMATIQUE AU BOIS ET RESEAU DE CHALEUR									TOTAL HORS COGENERATION
			CHAUDIERE AUTOMATIQUE COLLECTIVE DANS L'HABITAT	CHAUDIERE AUTOMATIQUE COLLECTIVE DANS LE TERTIAIRE	COGENERATION BOIS TERTIAIRE	CHAUDIERE DANS LE SECTEUR AGRICOLE	CHAUDIERE DANS L'INDUSTRIE	RESEAU DE CHALEUR	
dans l'existant	nombre :		74	209	209	1 174	32	15	1 504
	MWh/an :		4 153	16 874	16 874	29 444	64 600	15 000	130 070 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :		40	37	37	43			120
	MWh/an :		472	422	422	700			1 594 MWh/an

Source : Axceléo

### Remarques :

- On considère que l'investissement dans une chaudière automatique individuelle sera trop important au vu des faibles besoins de chauffage des maisons neuves (répondant à la RT 2012). Le gisement « sur le neuf par an » de ce système est donc nul.
- Les chiffres des poêles bouilleurs et de la micro-cogénération sont grisés, ils ne peuvent pas s'additionner avec les poêles ou chaudières sinon il y aurait plusieurs équipements sur la même maison.
- Les réseaux de chaleur potentiels sont indiqués « dans l'existant », car ce sont des installations structurantes réalisées une seule fois d'ici 2030 (et non « par an »). Leur nombre et production ne sont pas exhaustifs.
- Hors cogénération et hors consommation des poêles qui seront renouvelés, ces potentiels théoriques représentent une consommation annuelle 100 394 tonnes/an de bois contre un peu moins de 25 000 tonnes consommées en 2014.

## 7 FILIERE METHANISATION

### 7.1 GISEMENTS BRUTS

La digestion anaérobie, également appelée méthanisation, est la décomposition biologique de matières organiques par une activité microbienne naturelle ou contrôlée, en l'absence d'oxygène. Ce procédé conduit à la production de biogaz.

La formation de biogaz est un phénomène naturel que l'on peut observer par exemple dans les marais. Elle apparaît également dans les décharges contenant des déchets organiques.

Les déchets organiques pouvant être valorisés en méthanisation proviennent de différents types de producteurs :

- Les déchets organiques des **exploitations agricoles** sont principalement des effluents d'élevage (lisiers, fumiers) ainsi que des résidus de cultures (pailles de céréales ou d'oléagineux, cannes de maïs). Il est également possible de dédier certaines parcelles à l'exploitation de cultures.
- Les déchets organiques des **industries agroalimentaires** sont de natures très variées. Par exemple, une industrie de préparation de viande produira des graisses de cuisson, des sous-produits animaux, ainsi que des effluents. Une usine de fabrication de lait produira du lactosérum et des effluents, etc. L'industrie peut également être amenée à produire des boues et graisses si elle dispose d'une station d'épuration des effluents sur son site.
- Les **ménages et collectivités locales** produisent également des déchets organiques de types variés : biodéchets des ménages et des grandes surfaces, boues issues de stations d'épuration, huiles alimentaires usagées produites par la restauration, etc.

La méthanisation consiste à stocker ces déchets dans une cuve hermétique appelée « digesteur » ou « méthaniseur », dans laquelle ils seront soumis à l'action des bactéries, en l'absence d'oxygène. La fermentation des matières organiques peut durer de deux semaines à un mois, en fonction de plusieurs paramètres dont la température de chauffage du mélange<sup>3</sup>.

La méthanisation des ressources organiques permet de produire :

- Du **biogaz** : composé majoritairement de méthane (de l'ordre de 60 à 80%) et de dioxyde de carbone (20 à 40%) ; il contient également des « éléments traces » (hydrogène sulfuré, ammoniac, etc.). Le débit de production et la qualité du biogaz dépendent de la qualité en matière organique et du type de déchet traité. Le biogaz peut être valorisé par combustion sous chaudière, cogénération, comme carburant après épuration, ou encore être injecté sur le réseau de gaz naturel après épuration.
- Un **digestat** : fraction organique résiduelle de la méthanisation. Il a une valeur fertilisante et amendante. Il peut subir une séparation de phase solide / liquide. La fraction liquide peut être utilisée en engrais, et la fraction solide en compost.

La figure suivante met en évidence les différentes étapes de la méthanisation, de la collecte des déchets à la valorisation de l'énergie produite.

---

<sup>3</sup> La flore bactérienne indispensable à la méthanisation est influencée par le pH et la température du milieu de réaction, ainsi que son potentiel d'oxydoréduction. La quantité de biogaz produite et sa teneur en méthane dépendent de la teneur en matières organiques, de la nature et granulométrie de ces matières ainsi que de la technique de brassage du mélange.

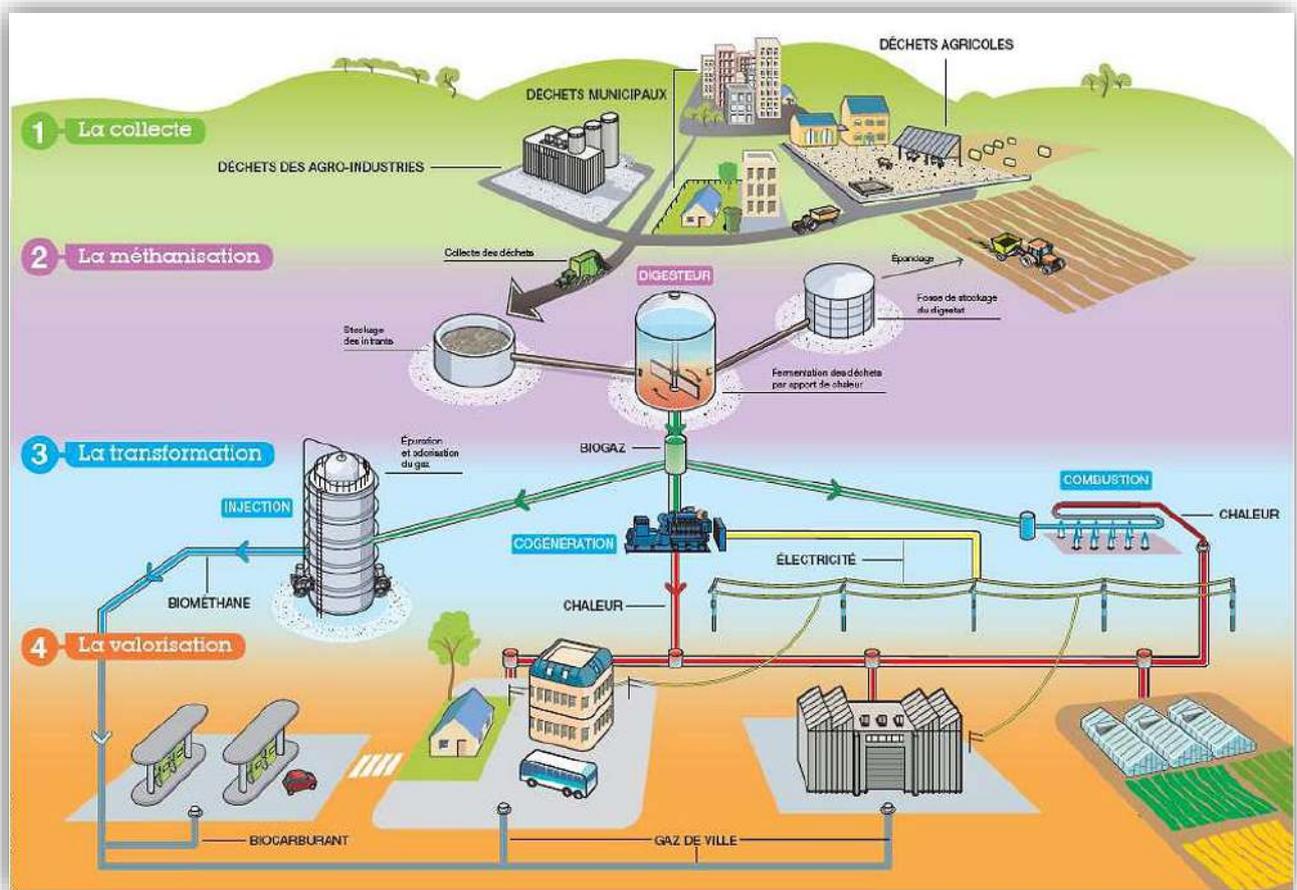
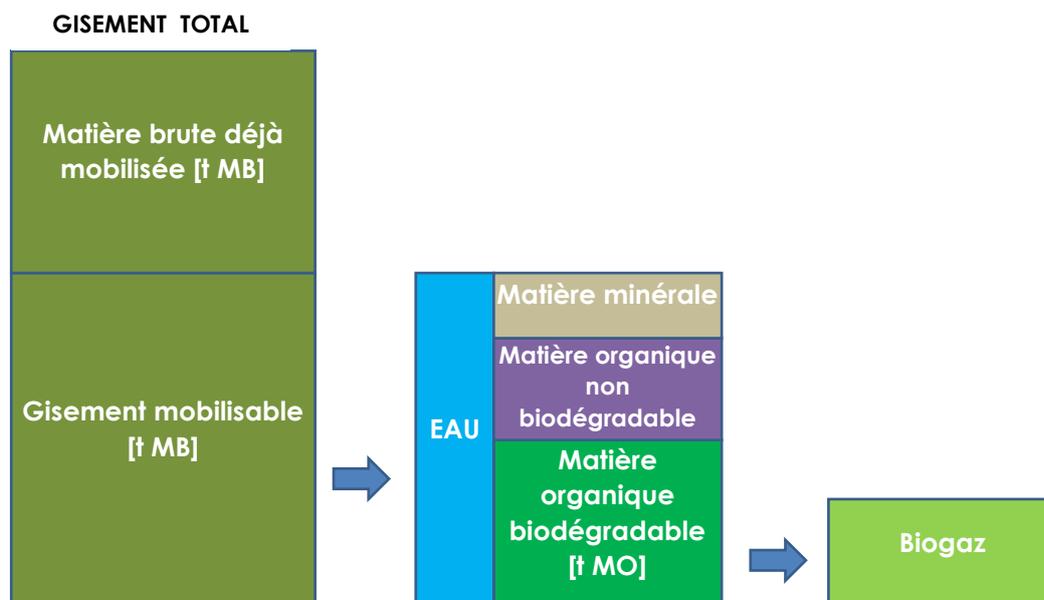


Figure 24 : Les étapes de la méthanisation (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement)

La quantification des gisements fait appel à une succession d'opération consistant à ne conserver que la part réellement exploitable compte tenu des filières actuellement en place ou de l'utilisation actuelle des entrants.



**Gisement total (t MB)** (en tonne de matière brute) : c'est la quantification des quantités actuelles de déchets sur la base de ratios connus (par hectare cultivé ou par tête de bétails).

**Gisement mobilisable (t MB)** (en tonne de matière brute) : c'est la part du gisement que l'on peut récupérer compte tenu d'un usage actuel de ce gisement (par exemple pour les pailles de céréales, on conserve près de 70% du gisement pour un retour au sol pour la fertilisation et on ne conserve que 30% du gisement pour la méthanisation).

**Gisement mobilisable (t MO)** (en tonne de matière organique) : seule la matière organique va se décomposer et produire du biogaz. Cette matière organique est présente dans un certain pourcentage dans la matière sèche du produit.

## 7.1.1 RESSOURCES AGRICOLES

Les données de base permettant d'évaluer les ressources méthanisables de l'agriculture sont issues du recensement agricole 2010 de l'AGRESTE. Les données sont disponibles à la maille régionale, départementale, cantonale et communale. Nous avons utilisé les données à la maille communale malgré un nombre d'ICS plus important qu'à l'échelle cantonale. Suite au redécoupage cantonal de 2014, il nous est en effet impossible d'utiliser les données cantonales.

### 7.1.1.1 Effluents d'élevage

Sous forme de lisiers, fumiers ou fientes, ils sont constitués de matière organique et présentent un potentiel de méthanisation intéressant en co-digestion avec d'autres produits (résidus de céréales, déchets verts non ligneux, déchets de l'industrie agro-alimentaire, etc.).

Le graphique ci-contre présente la répartition des effectifs animaux sur le territoire.

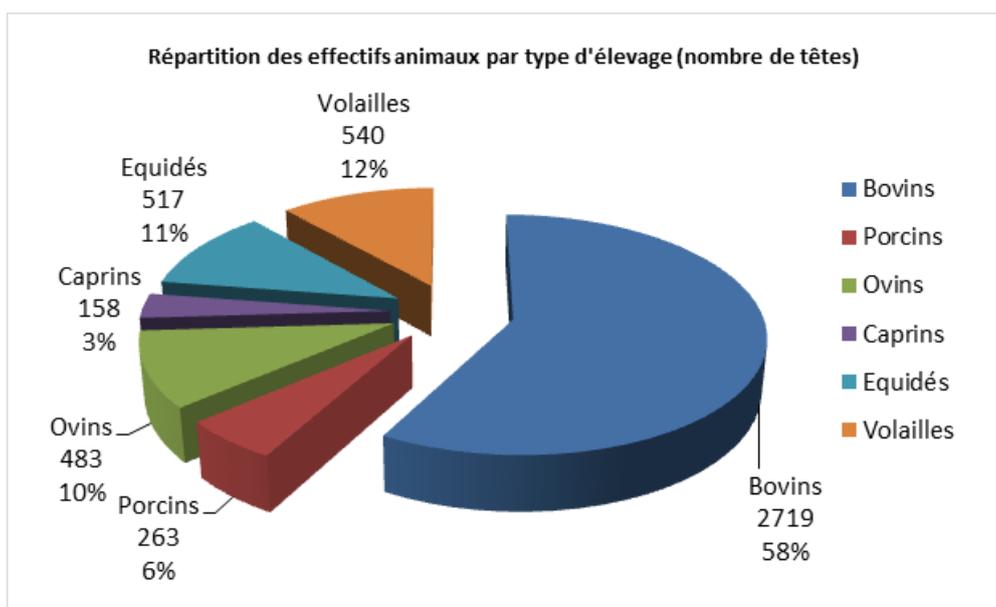


Figure 25 : Effectifs animaux sur le territoire (Recensement agricole 2010, AGRESTE)

Les effectifs présentés ci-dessous sont des effectifs à minima puisque l'on devrait rajouter les valeurs des effectifs soumis au secret statistique.

La production d'effluents est estimée à partir de ratios issus de diverses sources (Solagro, Chambre d'agriculture, Institut de l'élevage), prenant en compte les effluents non mobilisables, car émis au champ. Les gisements mobilisables sont donnés ci-dessous (en tonne de matière brute) de même que le gisement en tonne de matière organique :

TYPE D'ELEVAGE	TYPE DE GISEMENT	Nb de tête	GISEMENT TOTAL [t MB]	GISEMENT MOBILISABLE [t MB]	GISEMENT MOBILISABLE [t MO]
Vaches	Lisier	2719	5 670	2 551	204
Bovins	Lisier	2829	5 899	2 655	212
Porcins	Lisier	263	327	327	8
Volailles	Lisier / Fientes	540	14	14	4
Vaches	Fumier				
Bovins	Fumier	2719	26 643	11 989	2 163
Porcins	Fumier	263	108	108	25,2
Ovins	Fumier	483	483	387	85
Caprins	Fumier	158	203	203	28
Equidés	Fumier	517	3 619	1 508	875
Volailles	Fumier	540	26	26	12
<b>Total</b>			<b>42 991</b>	<b>19 767</b>	<b>3 616</b>

### 7.1.1.2 Pailles et menues-pailles

La paille est la partie de la tige de certaines graminées coupée lors de la moisson et rejetée, débarrassée des graines sur-le-champ par la moissonneuse-batteuse. La paille est la partie résiduelle du battage des céréales.

Les pailles peuvent être laissées sur les parcelles pour servir d'engrais, être brûlées, ou être exportées pour une utilisation en litière ou fourrage. Elles peuvent également être valorisées sous

forme énergétique, par combustion en chaudière, ou en tant que co-substrat pour la méthanisation.

La « menue paille » est composée de débris de paille, des enveloppes qui entourent les graines de céréales et qu'on appelle les « balles », de parties (tiges, graines ...) de mauvaises herbes. La menue paille peut être valorisée en litière animale, en compléments pour l'alimentation animale, mais également en combustion ou en co-substrat pour la méthanisation.

La production de pailles et de menues-pailles est estimée à partir de ratios issus de diverses sources (Solagro, Observatoire de la Biomasse), prenant en compte la part non mobilisable, car laissée au sol (apport de matières organiques) ou utilisée en litière. Les gisements mobilisables sont présentés dans le tableau ci-contre.

TYPE DE RESIDUS DE CULTURES	SURFACES CULTIVEES (hectares)	GISEMENT TOTAL [t MS]	GISEMENT MOBILISABLE [t MS]	GISEMENT MOBILISABLE [t MO]
Pailles de blé				
Pailles d'orge				
Pailles de céréales	33 899	135 935	40 780	34 541
Pailles d'oléagineux	371	834	469	424
Pailles de tournesol				
Cannes de maïs				
Menues pailles de blé	6 204	9 306	9 306	8 413
Menues pailles d'orge				
Menues pailles de colza	263	395	395	357
<b>Total</b>		<b>146 469</b>	<b>50 950</b>	<b>43 735</b>

Figure 26 : Surfaces cultivées sur le territoire et gisement mobilisable pour la méthanisation (AGRESTE)

### 7.1.1.3 Issues de silo

Ce sont les restes de silos de coopératives agricoles (poussières, balles, grains cassés, des lots défectueux). Les issues de silos sont produites toute l'année au niveau des plates-formes de stockage des coopératives. Elles présentent une faible humidité et un bon pouvoir méthanogène. En revanche, leur faible densité entraîne des difficultés de manutention et de transport, qui nécessitent une valorisation des issues à proximité des silos.

## 7.1.2 RESSOURCES AGRO-ALIMENTAIRES

Les déchets issus des industries agro-alimentaires sont très diversifiés, de même que leurs caractéristiques : par exemple, les graisses ou déchets d'abattoirs ont des potentiels méthanogènes très élevés, tandis que les effluents ou eaux de lavage sont très peu chargés en matières organiques.

Ayant connaissance de ratios de tonnes de déchets par employé en fonction de l'activité, nous avons pu estimer, en première approche, un gisement de déchets agroalimentaires de 37 845 tonnes sur le territoire.

Nous avons ensuite considéré que 80% du gisement était réellement mobilisable, pour obtenir finalement le gisement mobilisable en tonnes de matières organiques. Celui-ci s'élève à 12 110 tonnes.

Pour aller plus loin, notamment si cette filière est prioritaire, il faudrait contacter directement les industries agroalimentaires afin de mieux connaître leur politique de traitement des déchets.

## 7.1.3 RESSOURCES URBAINES

Le tableau ci-dessous présente les déchets issus de producteurs urbains et pouvant être valorisés dans une unité de méthanisation :

Producteur de déchets	Types de déchets
Ménages, collectivités, entreprises	Biodéchets, déchets verts
Marchés	Biodéchets
Restauration (traditionnelle, collective et rapide)	Biodéchets et huiles alimentaires usagées
Grandes et moyennes surfaces	Biodéchets
Petits commerces	Biodéchets
Assainissement	Boues et graisses de STEP

Nous nous sommes principalement intéressés aux biodéchets et déchets verts qui représentent généralement le gisement le plus intéressant (les autres déchets étant souvent déjà valorisés).

### 7.1.3.1 Biodéchets et déchets verts

Erreur ! Liaison incorrecte. **tonnes** de biodéchets et déchets verts sont collectées et traitées sur une des plateformes de compostage ou co-compostage du département.

Ces ressources de biodéchets ou déchets verts pourraient être valorisées en méthanisation, en enlevant la part ligneuse des déchets verts.

### 7.1.3.2 Biodéchets de la restauration

Les biodéchets de la restauration n'ont pas été quantifiés sur le territoire.

**Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012, la collecte et la valorisation organique des biodéchets et des huiles alimentaires usagées est une obligation pour les gros producteurs (hors ménages).**

Le « décret n°2011-828 du 11 juillet 2011 portant diverses dispositions relatives à la prévention et à la gestion des déchets » rend obligatoire le tri à la source et la valorisation organique des biodéchets et des huiles alimentaires usagées pour les gros producteurs. L'entrée en vigueur de cette réglementation est progressive, en fonction des tonnages de biodéchets produits :

- Du 1<sup>er</sup> janvier 2012 au 31 décembre 2012, les producteurs de plus de 120 t/an sont concernés,
- Du 1<sup>er</sup> janvier 2013 au 31 décembre 2013, les producteurs de plus de 80 t/an sont concernés,
- Du 1<sup>er</sup> janvier 2014 au 31 décembre 2014, les producteurs de plus de 40 t/an sont concernés,
- Du 1<sup>er</sup> janvier 2015 au 31 décembre 2015, les producteurs de plus de 20 t/an sont concernés,
- **À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2016, les producteurs de plus de 10 t/an sont concernés.**

Cette réglementation facilitera la collecte et la valorisation des biodéchets des professionnels actuellement collectés avec les ordures ménagères.

Ce décret entraîne l'obligation pour les gros producteurs de trier leurs déchets pour que les biodéchets soient valorisés dans une filière de compostage ou de méthanisation, dissociée de l'ISDND.

De même, l'entrée en vigueur de cette réglementation pour les huiles alimentaires est progressive, en fonction des quantités produites :

- Du 1<sup>er</sup> janvier 2012 au 31 décembre 2012, les producteurs de plus de 1 500 litres par an sont concernés,
- Du 1<sup>er</sup> janvier 2013 au 31 décembre 2013 : les producteurs de plus de 600 litres par an,
- Du 1<sup>er</sup> janvier 2014 au 31 décembre 2014 : les producteurs de plus de 300 litres par an,
- Du 1<sup>er</sup> janvier 2015 au 31 décembre 2015 : les producteurs de plus de 150 litres par an,
- À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2016, les producteurs de plus de 60 litres par an.

Remarque concernant les huiles alimentaires : malgré un pouvoir méthanogène important (de 800 à 850 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/t MO), les huiles alimentaires usagées présentent plusieurs contraintes pour la méthanisation :

- Le pH de la solution présente dans le digesteur risque d'être abaissé par une concentration trop forte en acides gras,
- Le fonctionnement du digesteur peut être entravé par la mousse formée par les huiles usagées, qui s'accumulent en surface de la solution,
- La digestion incomplète des corps gras peut avoir un impact négatif sur la perméabilité des sols (à travers l'épandage du digestat).

D'autre part, elles sont actuellement orientées vers des filières de production de carburant, cette tendance devant s'accroître dans les années à venir.

### 7.1.3.3 Biodéchets des grandes et moyennes surfaces (GMS)

Les déchets des supermarchés et des hypermarchés sont actuellement collectés avec les ordures ménagères. La grande distribution est soumise à la même obligation de traitement des biodéchets que la restauration.

Les biodéchets des grandes et moyennes surfaces n'ont pas été quantifiés dans le cadre de cette approche.

### 7.1.3.4 Boues et graisses de stations d'épuration

La plupart des boues de STEP sont actuellement valorisées en compostage, valorisation industrielle ou épandage.

## 7.1.4 SYNTHÈSE

Le tableau suivant synthétise les gisements identifiés ci-dessus.

Type de ressource	Gisement total [t MB]	Gisement mobilisable [t MB]	Gisement mobilisable [t MO]	Production de méthane [Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ]	Energie primaire [MWh]	Production d'électricité [MWh]	Production de chaleur [MWh]
Effluents d'élevages	42 991	19 767	3 616	792 545	7 878	2 915	3 466
Résidus de culture	167 858	58 415	43 735	11 059 329	109 930	40 674	48 369
Issues de silos	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Déchets des IAA	37 845	30 276	12 110	5 570 784	55 374	20 488	24 364
Boues de STEP	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Graisses de STEP	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Biodéchets des ordures ménagères et déchets verts	11 835	11 835	3 653	1 125 237	11 185	4 138	4 921
Déchets verts	6 746	6 746	1 736	545 138	5 419	2 005	2 384
Huiles alimentaires usagées	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Biodéchets de la restauration ( <i>hors HAU</i> )	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Biodéchets des grandes et moyennes surfaces	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
<b>TOTAL</b>	<b>267 275</b>	<b>127 039</b>	<b>64 851</b>	<b>19 093 033</b>	<b>189 785</b>	<b>70 220</b>	<b>83 505</b>

Figure 27 : Synthèse des différents gisements de méthanisation

En conclusion, **189 785 MWh d'énergie primaire** pourraient être produits via la méthanisation des ressources du territoire. La majorité de cette production proviendrait des résidus de culture, suivis des déchets des industries agroalimentaires et des biodéchets des ménages.

Pour information les projets en cours de réflexion sur le territoire correspondent environ à **45 000 MWh d'énergie primaire**

Plusieurs remarques peuvent être faites :

- Il s'agit ici d'un potentiel de production d'énergie primaire théorique, calculé à partir des tonnages de matières organiques considérées mobilisables et de leur potentiel méthanogène. Ce potentiel est théorique, car :
  - en pratique, il est nécessaire d'étudier précisément les caractéristiques physico-chimiques des intrants et leurs interactions au sein du digesteur pour définir une ration équilibrée.
  - l'évaluation repose sur des études statistiques, comportant chacune leurs limites.
  - les potentiels méthanogènes sont issus de la littérature, et ne correspondent pas nécessairement aux potentiels réels des ressources du territoire.
  - la saisonnalité des intrants n'a pas été prise en compte.
  - ce potentiel n'est pas forcément mobilisable dans la réalité : la réticence des acteurs, les contraintes techniques, la qualité des ressources ou encore la concurrence de certains gisements avec d'autres filières peuvent limiter le potentiel. Pour mémoire, les résidus de culture constituent la principale ressource, mais peuvent également être valorisés en chaudière. Les biodéchets et les déchets verts sont aujourd'hui valorisés en compostage.
- Les ressources ont été évaluées sur le périmètre du territoire (PETR Centre Ouest Aveyron). Cependant, il est tout à fait possible de mobiliser certaines ressources situées hors du territoire : les résidus de culture peuvent être collectés dans un périmètre d'environ 20 à 30 km, les biodéchets des industries agro-alimentaires et des gros producteurs dans un périmètre d'une cinquantaine de kilomètres.

## 7.2 POTENTIELS THEORIQUES

### 7.2.1 INJECTION SUR LE RESEAU DE GAZ NATUREL

Le réseau de gaz naturel est un vecteur de développement de la méthanisation : le biogaz produit par méthanisation peut être injecté dans le réseau après avoir été épuré (on parle alors de biométhane), compressé et odorisé. Le biométhane peut être injecté sur le réseau de transport ou sur le réseau de distribution.

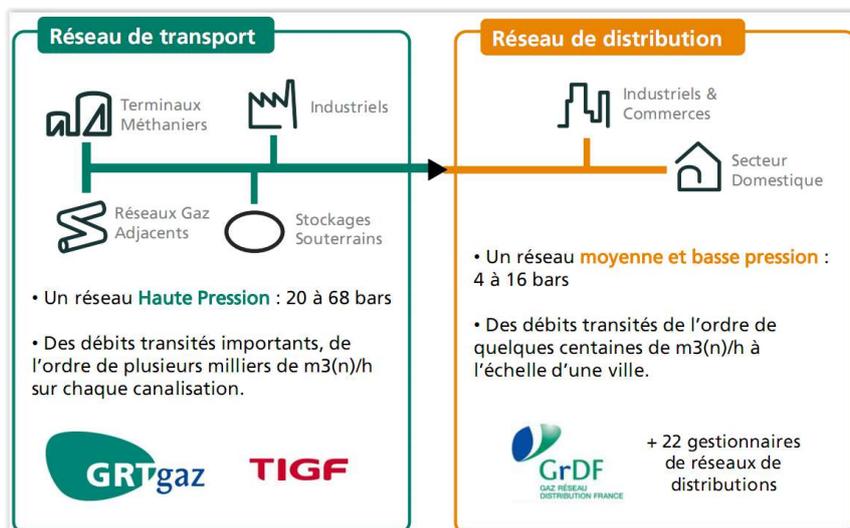


Figure 28 : Caractéristiques du réseau de transport et du réseau de distribution au niveau national (GRTgaz)

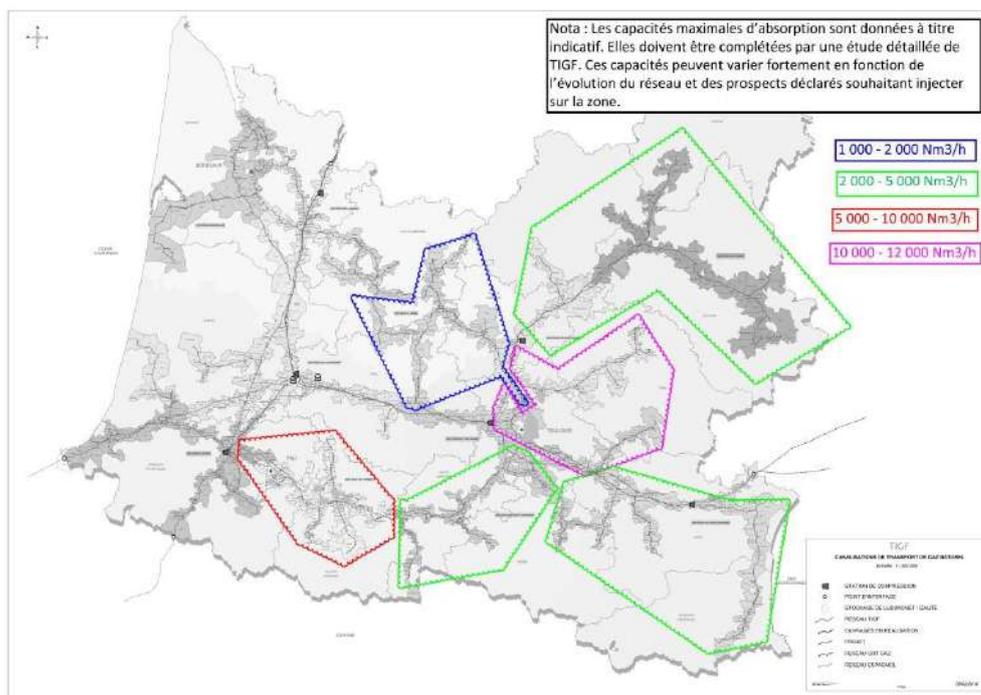


Figure 29 : Potentiel d'injection sur le réseau de transport (TIGF)

**!** La capacité maximale d'absorption du réseau est donnée à titre indicatif. Elle doit être complétée par une étude détaillée de TIGF. L'ensemble de la procédure à suivre est précisée sur le site internet suivant : [https://www.tigf.fr/fileadmin/Nos\\_offres/Raccordement/2014-07\\_proc\\_rac\\_biom%C3%A9thane.pdf](https://www.tigf.fr/fileadmin/Nos_offres/Raccordement/2014-07_proc_rac_biom%C3%A9thane.pdf)

Le territoire est sur la zone verte soit une capacité d'absorption entre 2000 et 5000 Nm<sup>3</sup>/h (normaux mètres cubes / heure) sur le réseau de transport.

Les capacités d'injection sur le réseau de distribution dépendent des consommations de gaz naturel, qui peuvent varier d'une année sur l'autre pour une même canalisation.

### 7.2.1 LES PROJETS EN COURS DE DEVELOPPEMENT

COMMUNE	NOM EPCI	Production de Biogaz MWh/an	Production d'électricité MWh/an	Production de chaleur MWh/an
CENTRES	CC du Pays Ségali		1 992	
DURENQUE	CC du Réquistanais		8 800	10 400
RULLAC-SAINT-CIRQ	CC du Réquistanais		2 000	2 160
SEBRAZAC	CC Comtal Lot et Truyère		2 000	2 160
PREVINQUIERES	CC Aveyron Ségala Viaur			1 040
MONTBAZENS	CC du Plateau de Montbazens	16 100		
NAUCELLE	CC du Pays Ségali	4 700		



peut trouver des arbres, un jardin, etc. Cependant, les investissements à consentir pour ce type de chauffage ne sont plus justifiés au regard des faibles besoins de chauffage des maisons neuves.

Sur le département de l'Aveyron on compte environ 400 installations de sondes à l'horizontale réalisées chez les particuliers. Pour la plupart de ces installations, les capteurs ont été enterrés à 70 cm alors qu'il aurait fallu les placer à 1 m30 sous terre.

### 8.1.2 LES POMPES A CHALEUR SUR CAPTEURS VERTICAUX

La géothermie sur capteurs verticaux (ou géothermie sur sondes) peut être envisagée dans les terrains aquifères comme non aquifères.

L'intérêt de l'opération dépend essentiellement de la conductivité thermique des terrains traversés. Celle-ci varie selon l'humidité et la texture du terrain. Le tableau suivant présente des valeurs empiriques pour le «dimensionnement sommaire» d'une installation de sondes géothermiques dans différentes roches :

Sous-sol	Conductivité thermique (W/m K)	Puissance d'extraction (W/m)	Longueur de sonde géothermique par kW de puissance de chauffe (m)	
			COP = 3	COP = 3,5
Roches indurées à conductibilité thermique élevée	> 3,0	70	19,5	10
Roches indurées ou roches meubles saturées d'eau	1,5 à 3,0	50	13	14
Sous-sol de mauvaise qualité (roches meubles sèches)	< 1,5	20	33	36
Gravier, sable, aquifère	1,8 à 2,4	55 à 65	10 à 12	11 à 13
Argile, limon, humide	1,7	30 à 40	17 à 22	18 à 24
Gravier, sable, sec	0,4	< 20	> 33	> 36
Calcaire, massif	2,8	45 à 60	11 à 15	12 à 16
Grès	2,3	55 à 65	10 à 12	11 à 13
Gneiss	2,9	60 à 70	9,5 à 11	10 à 16
Granite	3,4	55 à 70	9,5 à 12	10 à 13
Basalte	1,7	35 à 55	12 à 19	13 à 20

Figure 30 : Sondes géothermiques – dimensionnement sommaire (ADEME)

)

La réalisation de **tests de réponse thermique** devra être prévue dans le cadre des projets afin de préciser ces valeurs. D'une manière générale, la puissance qui peut être fournie par les sondes est en moyenne de l'ordre de 30 à 40 W par mètre de sonde ».

Sur le département de l'Aveyron et d'après les professionnels, il y a un bon échange thermique, les terrains sont propices à l'utilisation de sondes verticales. Seule la zone de Decazeville présente des

difficultés du fait de l'ancienne exploitation des mines de charbon et des terrains présentant des risques sur des cavités et des zones structurales faillées ou bréchifiées.

Nous présentons l'analyse du BRGM sur le potentiel des SGV (Sonde Géothermiques Verticales) pour le département de l'Aveyron (source : Part de la géothermie dans le volet Energies Renouvelables du Schéma Régional Climat Air Energie de Midi-Pyrénées – Novembre 2011) :

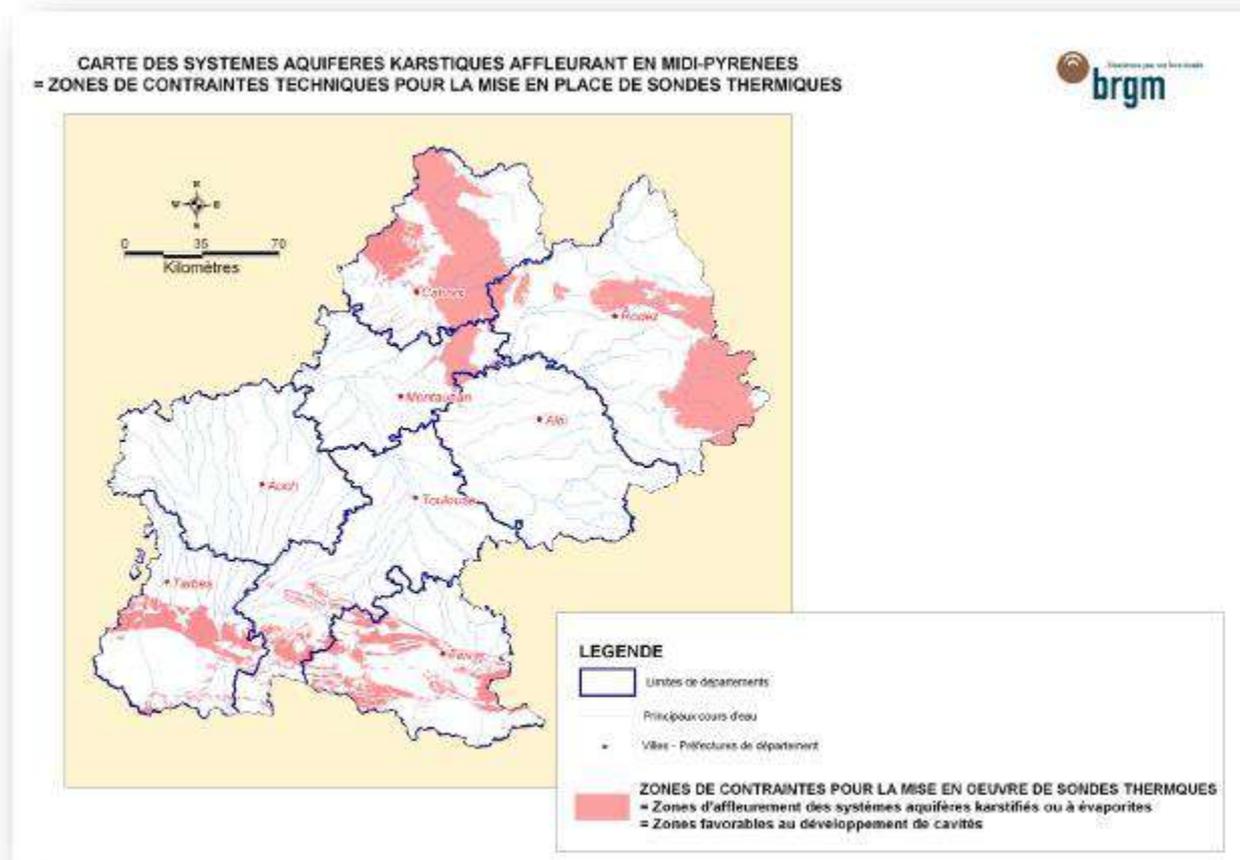
"Les sondes géothermiques verticales (SGV) peuvent être installées indépendamment de la ressource en eau souterraine, dans la mesure où elles exploitent la chaleur du sous-sol et le gradient géothermique terrestre. Contrairement aux PAC sur aquifères superficiels, il est possible de multiplier le nombre de sondes (champ de sondes) pour atteindre la puissance souhaitée pour le projet.

L'espace disponible constitue une contrainte technique majeure à la mise en œuvre de ce procédé, dans la mesure où les sondes doivent être écartées les unes des autres d'environ 10 m. L'autre contrainte principale est liée aux formations géologiques rencontrées lors de la foration.

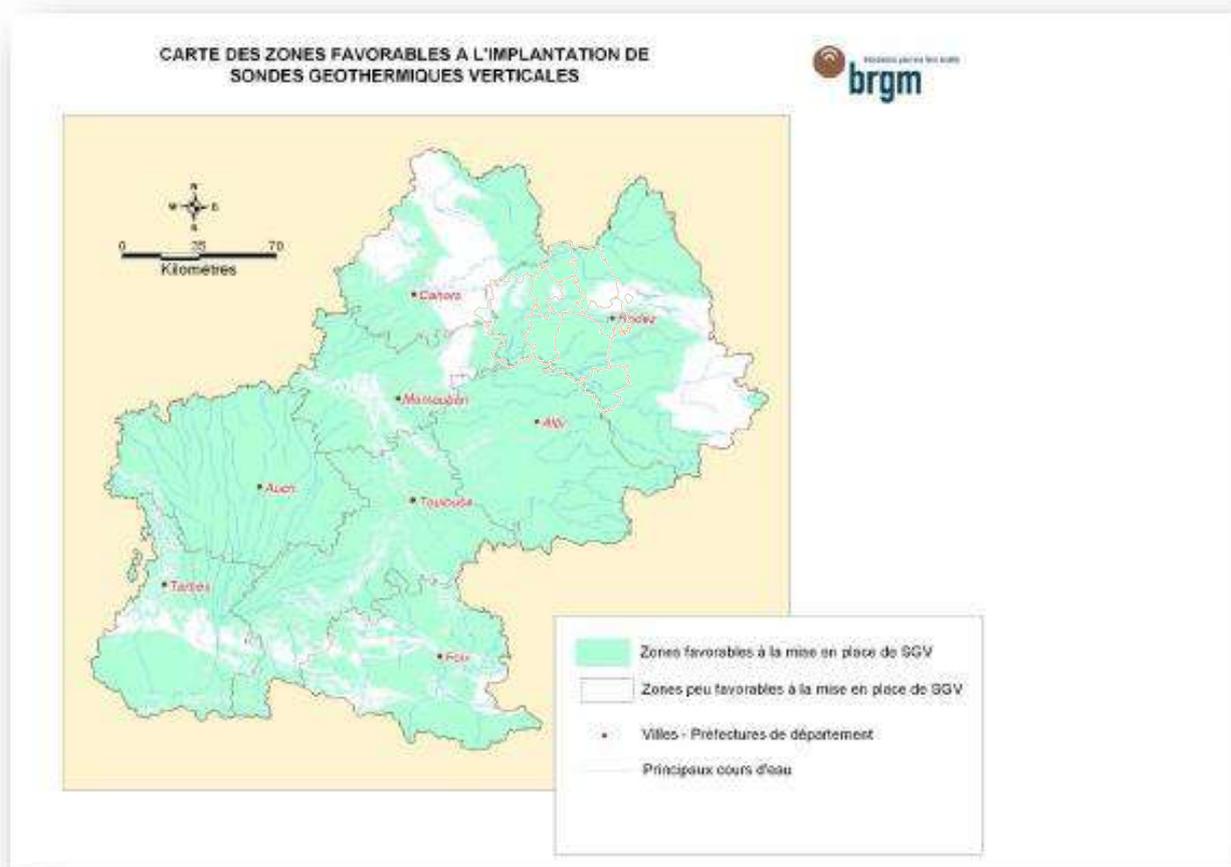
Certains contextes géologiques sont peu favorables<sup>4</sup> au développement de SGV, comme les terrains présentant une forte hétérogénéité, les zones structurales intensément fissurées, faillées ou bréchifiées, ou encore les zones présentant des cavités naturelles comme les karsts ou des cavités anthropiques. En effet, dans ces types de terrains la mise en œuvre de la cimentation du forage présentera d'importantes difficultés et il sera difficile d'obtenir un scellement des sondes efficace et conforme à la norme.

De plus, des précautions particulières et le recours à l'avis d'un expert du sous-sol (géologue, hydrogéologue) sont vivement recommandés dans les zones où l'on rencontre des roches meubles instables (roches volcano-sédimentaires, pouzzolanes) ainsi que des roches présentant des risques de dissolution (évaaporites) ou de retrait-gonflement (argiles).

Les zones de contraintes pour l'implantation de sondes géothermiques ont été identifiées sur le territoire de la région Midi-Pyrénées. Les zones karstiques se rencontrent essentiellement dans les Causse du Quercy (Lot), l'est de l'Aveyron, et les contreforts de Pyrénées. La carte de l'illustration 32 permet de localiser ces zones de contraintes."



En considérant uniquement les mailles de 250 m de côté, où les taux d'adéquation des besoins de chauffage par la géothermie est inférieur à 100 %), ainsi que l'ensemble des secteurs où il n'existe pas de contrainte géologique, il est possible de réaliser une carte des secteurs favorables à l'implantation des SGV.



→ Le **potentiel de la géothermie sur sondes est donc a priori intéressant sur tout territoire hormis des zones spécifiques sur le Grand Villefranchois le nord de Rodez et le Sud de Conques-Marcillac**. Un test de réponse thermique permettra de connaître précisément la ressource disponible lors du développement d'un projet.

### 8.1.3 LES POMPES A CHALEUR SUR NAPPE

Entre 0 et 40m de profondeur les aquifères superficiels alluviaux sont très peu présents dans le département de l'Aveyron. Les contacts avec les professionnels de la géothermie nous confirment qu'ils ne font plus de projet en puisant dans la nappe et préfèrent des installations sur sondes verticales. Le potentiel dans le département de l'Aveyron n'a d'ailleurs pas été étudié par le BRGM lors de la rédaction du volet géothermie du SRCAE de la région Midi-Pyrénées.

→ Le **potentiel de la géothermie sur nappe doit être étudié au cas par cas**. Le choix de la nappe exploitée se fera en fonction de la localisation du projet ainsi que de ses besoins.

## 8.2 POTENTIELS THEORIQUES

### 8.2.1 CONTRAINTES

#### GEOTHERMIE DE MINIME IMPORTANCE

Il existe plusieurs contraintes à la mise en place d'installations géothermiques : risques de mouvement de terrain, présence de cavités, risque de remontée de nappe, etc.

Le BRGM et le CEREMA ont établi une carte des zones relatives à la géothermie de minime importance<sup>4</sup> pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. Cette carte s'appuie sur une méthodologie d'élaboration prenant en compte neuf phénomènes redoutés pouvant apparaître lors d'un forage géothermique de minime importance :

- Affaissement / surrection lié aux niveaux d'évaporites,
- Affaissement / effondrement lié aux cavités (minières ou non minières),
- Mouvement ou glissement de terrain,
- Pollution des sols et des nappes,
- Artésianisme,
- Mise en communication d'aquifères,
- Remontée de nappe.

La carte distingue trois zones selon l'importance des phénomènes. Celles-ci sont définies dans l'article 22-6 du décret n°2006-649 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains (article créé par le décret n°2015-15 du 8 janvier 2015) :

- Zones rouges : zones dans lesquelles la réalisation d'ouvrages de géothermie est réputée présenter des dangers et inconvénients graves et ne peut pas bénéficier du régime de la minime importance.
  - ➔ Une installation géothermique dans ce type de zone relèvera alors de la géothermie de basse température et nécessitera donc le dépôt d'une demande d'autorisation.
- Zones oranges : zones dans lesquelles les activités géothermiques ne sont pas réputées présenter des dangers et inconvénients graves et dans lesquelles est exigée la production d'une attestation d'un expert agréé. Celle-ci doit constater la compatibilité du projet au regard du contexte géologique de la zone d'implantation et de l'absence de dangers et inconvénients graves.
  - ➔ Le régime déclaratif s'applique. La réalisation de l'ouvrage nécessite l'avis d'un expert géologue ou hydrogéologue et le recours à un foreur qualifié.
- Zones vertes : zones dans lesquelles les activités géothermiques de minime importance sont réputées ne pas présenter des dangers et inconvénients graves.
  - ➔ Le régime déclaratif s'applique. Il est nécessaire de recourir à un foreur qualifié.

---

<sup>4</sup> Sont considérées comme des exploitations de gîtes géothermiques à basse température relevant du régime de la minime importance :

- Les activités recourant à des échangeurs géothermiques fermés (géothermie sur capteurs verticaux) dont la profondeur de forage est inférieure à 200m et dont la puissance thermique maximale prélevée du sous-sol et utilisée pour l'ensemble de l'installation est inférieure à 500 kW.
- Les activités recourant à des échangeurs géothermiques ouverts (géothermie sur nappe) dont la température de l'eau prélevée est inférieure à 25°C, dont la profondeur de forage est inférieure à 200m et dont la puissance thermique maximale prélevée du sous-sol et utilisée pour l'ensemble de l'installation est inférieure à 500 kW. Les eaux prélevées doivent être en totalité réinjectées dans le même aquifère. Les débits prélevés ou réinjectés doivent être inférieurs à 80 m<sup>3</sup>/h.

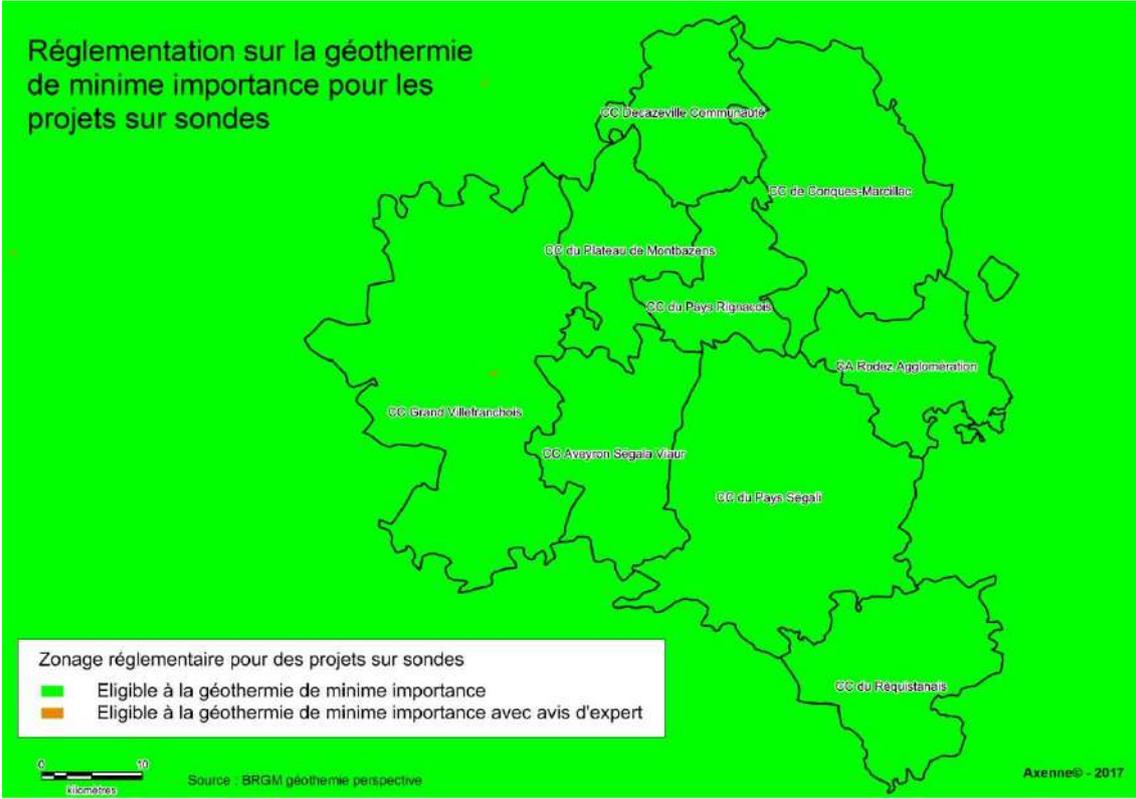


Figure 31 : Zonage réglementaire pour la géothermie de minime importance sur sondes

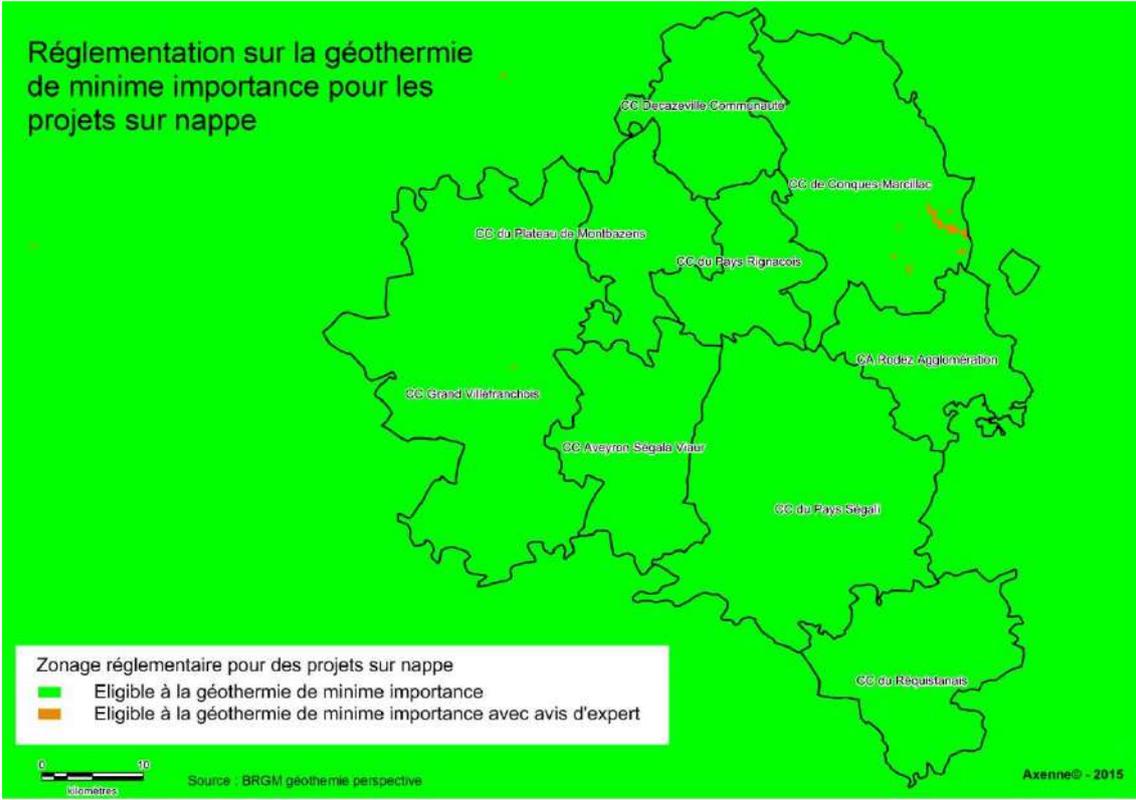


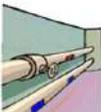
Figure 32 : Zonage réglementaire pour la géothermie de minime importance sur nappe

Très peu de contraintes vis-à-vis de la réglementation, seules quelques zones sur la communauté de Conques-Marcillac et une zone sur le grand Villefrancois.

## 8.2.2 SYNTHÈSE DES POTENTIELS THÉORIQUES

Le tableau suivant présente la synthèse des potentiels théoriques pour la filière géothermie.

Cette technologie est particulièrement bien adaptée sur les bâtiments neufs qui ont des besoins de chaleur et de refroidissement en été. Il est plus difficile de la mettre en œuvre sur une rénovation (on place généralement les sondes dans les fondations du bâtiment). Elle doit être privilégiée à la place des pompes à chaleur air/air qui ont un coefficient de performance énergétique bien inférieur.

INSTALLATIONS GÉOTHERMIQUES							
		CAPTEURS VERTICAUX	IMMEUBLES DE LOGEMENTS	BÂTIMENTS TERTIAIRES	BÂTIMENTS INDUSTRIELS	RESEAU DE CHALEUR	TOTAL
<b>dans l'existant</b>	nombre : MWh/an* :	10 686 <b>87 826</b>	460 <b>14 655</b>	506 <b>20 769</b>	273 <b>102 218</b>	15 <b>4 500</b>	11 940 <b>240 280 MWh/an</b>
<b>sur le neuf par an</b>	nombre : MWh/an* :	626 <b>1 408</b>	40 <b>352</b>	74 <b>668</b>			739 <b>2 428 MWh/an</b>
* Il s'agit de la quantité de chaleur renouvelable et non de la quantité de chaleur produite au total							Sources : Axceléo

### Remarques et précisions :

- Seuls les bâtiments tertiaires existants ayant des besoins de rafraîchissement en été ont été sélectionnés (maison de retraite, hôtels, bureaux, etc.)
- Il en est de même sur les bâtiments tertiaires neufs qui présentent des besoins de chauffage et de refroidissement plus important qu'une maison et qui justifient cet investissement.
- Au vu de l'investissement important à mobiliser ainsi que des démarches réglementaires à réaliser, on suppose que les réseaux de chaleur géothermiques ne se développeront que sur les communes présentant des équipements structurants (collège, lycée, etc.) et/ou des zones d'aménagement de tailles et consommations importantes.

## 9 FILIERE AEROTHERMIE

### 9.1 GISEMENTS BRUTS

L'aérothermie regroupe les systèmes de production de chaleur, d'eau chaude sanitaire et de climatisation à partir des calories prélevées dans l'air. Ces systèmes font le plus souvent appel à des pompes à chaleur qui récupèrent les calories de l'air extérieur pour produire de l'énergie. Ils sont toutefois intégrés au bilan des énergies renouvelables conformément à la directive européenne et à sa transposition française.

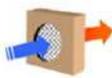
Il n'y a que peu de contraintes à l'installation des systèmes utilisant des pompes à chaleur (air/air et air/eau).

Par contre, ils présentent plusieurs inconvénients :

- L'impact sur le réseau électrique n'est pas neutre aussi bien en hiver qu'en été puisque la plupart du temps ces systèmes sont également utilisés pour la climatisation des locaux.
- Les modules placés à l'extérieur des bâtiments ou des maisons sont générateurs de bruit.
- L'intégration architecturale de ce module peut, en outre, poser des problèmes dans des secteurs protégés au titre du patrimoine culturel.
- Le Coefficient de Performance (COP) qui représente la performance énergétique de la pompe à chaleur fonctionnant en mode chauffage est donné pour une température extérieure de 7°C. Plus le milieu est froid et plus l'efficacité énergétique de la PAC diminue. Par exemple, une pompe à chaleur présentant un COP de 4 par 7°C extérieur verra son COP chuter à 3,2 à 0°C. Pour une même fourniture de chaleur, l'électricité consommée sera plus importante.

### 9.2 SYNTHÈSE DES POTENTIELS THÉORIQUES

Le tableau suivant présente les potentiels théoriques de l'aérothermie par typologie de bâtiment. Il s'agit du nombre total de maisons et d'immeubles du territoire qui ne sont pas encore équipés d'une pompe à chaleur air/air ou air/eau.

INSTALLATIONS AEROTHERMIQUES (AIR/AIR et AIR/EAU)						<b>TOTAL</b>
			Maison	Immeuble	Immeubles tertiaires	
<b>dans l'existant</b>		nombre :	47 595	266	768	47 861
		MWh/an :	<b>165 584</b>	<b>3 524</b>	<b>26 633</b>	195 741 MWh/an
<b>sur le neuf par an</b>		nombre :	630	40	370	670
		MWh/an :	<b>945</b>	<b>236</b>	<b>652</b>	<b>1 833 MWh/an</b>

\* Il s'agit de la quantité de chaleur renouvelable et non de la quantité de chaleur produite au total

Sources : Axceléo

# 10 FILIERE RECUPERATION DE CHALEUR

## 10.1 GISEMENTS BRUTS

L'énergie fatale est une **production de chaleur dérivée d'un site de production qui n'en constitue pas l'objet premier**, et qui, de ce fait, **n'est pas nécessairement récupérée**. Les sources de chaleur fatale sont très diversifiées. Il peut s'agir de sites de production d'énergie (les centrales nucléaires), de sites de production industrielle, de bâtiments tertiaires d'autant plus émetteurs de chaleur qu'ils en sont fortement consommateurs, comme les hôpitaux, les réseaux de transport en lieu fermé, ou encore les sites d'élimination comme les unités d'incinération de déchets.

(Source : Programmation Pluriannuelle des Investissements Chaleur).

Nous allons étudier les principales sources de chaleur suivantes :

- La valorisation de l'air vicié pour la production d'eau chaude sanitaire (technologie des chauffe-eau thermodynamiques)
- la valorisation de la chaleur fatale des eaux usées, au pied des bâtiments, dans la voirie et en sortie de station d'épuration,
- les sites industriels, qui disposent d'une chaleur fatale sur les équipements tels que les compresseurs, les fours, les chaudières, les groupes froids et les sécheurs,

### 10.1.1 LA VALORISATION DE L'AIR VICIE

La réglementation thermique 2012 impose le recours à une source d'énergie renouvelable pour toutes les maisons neuves, dont l'installation d'un système solaire ou d'un système thermodynamique pour la production d'eau chaude sanitaire.

Cette réglementation a obligé les constructeurs de cumulus électriques à développer des chauffe-eau thermodynamiques.

Le chauffe-eau thermodynamique est un équipement de production d'eau chaude sanitaire constitué d'un ballon d'eau chaude et d'une mini pompe à chaleur située le plus souvent en partie haute du ballon.

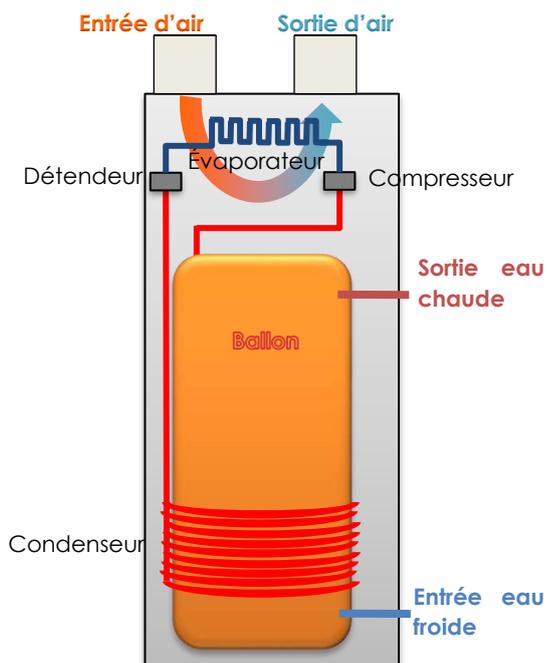


Schéma du CET (source : Axenne)

La pompe à chaleur est constituée d'un circuit fermé dans lequel circule un fluide, appelé « fluide frigorigène ». Le circuit est composé de quatre éléments :

- un évaporateur : le fluide frigorigène capte la chaleur de l'air du local et s'évapore,
- un compresseur : la vapeur du fluide frigorigène est comprimée, ce qui augmente sa température,
- un condenseur : le fluide frigorigène se condense en liquide et cède sa chaleur, via un échangeur, au ballon d'eau chaude,
- un détendeur : le fluide est ramené à la pression d'entrée dans l'évaporateur.

La pompe à chaleur puise les calories dans la source froide (le plus souvent de l'air) pour les restituer à l'eau (la source chaude).

La performance d'un chauffe-eau thermodynamique est mesurée par son Coefficient de Performance (COP) : c'est le rapport entre l'énergie produite par la pompe à chaleur et l'énergie qui lui a été fournie en entrée.

Quand la pompe à chaleur ne suffit pas (en hiver ou lors de fortes consommations d'eau chaude sanitaire), une résistance électrique interne prend le relais. Certains modèles sont équipés d'un échangeur de chaleur supplémentaire, permettant le raccordement à une autre source de production – une installation solaire thermique ou la chaudière du chauffage central par exemple.

Cet équipement pose la plupart du temps de nombreux problèmes liés à son mode de fonctionnement et à sa mise en œuvre :

- contrairement au cumulus électrique qui fonctionne en heure creuse<sup>5</sup> ou à des moments opportuns (mise en route sur consigne de production photovoltaïque par exemple), le chauffe-eau thermodynamique possède une petite pompe à chaleur qui fonctionne tout le temps (à juste titre, il peut remplacer la ventilation mécanique contrôlée). Par ce fonctionnement et en remplaçant tous les cumulus électriques actuels, on va transférer une puissance qui fonctionnait en heure creuse la nuit par une puissance en base toute la journée et ainsi perdre le bénéfice du plus grand système de stockage d'énergie que possède la France : ses millions de cumulus électriques.
- A l'échelle d'une maison, le cumulus électrique représentait un des rares équipements (avec le lave-vaisselle et le lave-linge) qui aurait permis de réguler la production d'énergie de la maison (panneau photovoltaïque) avec la consommation. Le chauffe-eau thermodynamique ne permettra plus cette régulation.
- La mise en œuvre de ces équipements se fait souvent sans récupération de l'air vicié. Le chauffe-eau thermodynamique est installé dans une buanderie ou un garage et il absorbe l'air ambiant. Le coefficient de performance chute alors bien souvent en dessous de 2<sup>6</sup>.
- le seul cas de figure où cet équipement peut être préconisé est dans les constructions neuves. S'il est intégré au départ dans une construction neuve, tous les conduits de ventilation de l'air vicié vont converger vers l'appareil et capter toutes les calories de l'air vicié. Le COP est alors de 3,5 à 4 et l'équipement fonctionne correctement. On peut regretter qu'il n'ait plus de fonction de stockage et régulation puisqu'il n'est pas possible de l'arrêter ou de le mettre en route au moment opportun et notamment en conjonction avec l'énergie photovoltaïque.

Pour information un chauffe-eau solaire individuel conserve entièrement les bénéfices d'un cumulus électrique puisqu'il est la plupart du temps associé en appoint à une résistance électrique qui fonctionne en heure creuse ou peut être pilotée.

---

<sup>5</sup> EDF a inventé il y a plus de 30 ans les heures creuses pour consommer le courant nucléaire la nuit. Ainsi au-delà d'un tarif avantageux pour les particuliers les incitant à mettre en route leurs cumulus électriques en heure creuse, EDF a aussi subventionné toutes les communes de France pour l'éclairage des monuments historiques (églises, etc.)

<sup>6</sup> Le COSTIC a publié une note sur les performances réelles des chauffe-eau thermodynamique : [http://www.doc-transition-energetique.info/GEIDFile/syntheseessaisceT.pdf?Archive=191160291934&File=syntheseEssaisCET\\_pdf](http://www.doc-transition-energetique.info/GEIDFile/syntheseessaisceT.pdf?Archive=191160291934&File=syntheseEssaisCET_pdf)

## 10.1.2 LA VALORISATION DES EAUX USEES

### 10.1.2.1 Technologie

La température des eaux usées oscille entre 10°C et 20°C toute l'année. En hiver, les eaux usées sont plus chaudes que l'air extérieur, constituant ainsi une source de chaleur. Le cas inverse se produit en été ; les bâtiments peuvent être rafraîchis grâce aux eaux usées.

La récupération de chaleur (ou de froid) se fait de manière simple : un fluide caloporteur capte l'énergie des eaux usées par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur, et conduit les calories vers une pompe à chaleur qui va élever (ou abaisser) la température de l'eau chauffant (ou refroidissant) les bâtiments. L'énergie peut être récupérée à différents niveaux : au niveau du bâtiment, au niveau de la station d'épuration, ou au niveau des collecteurs d'eaux usées.

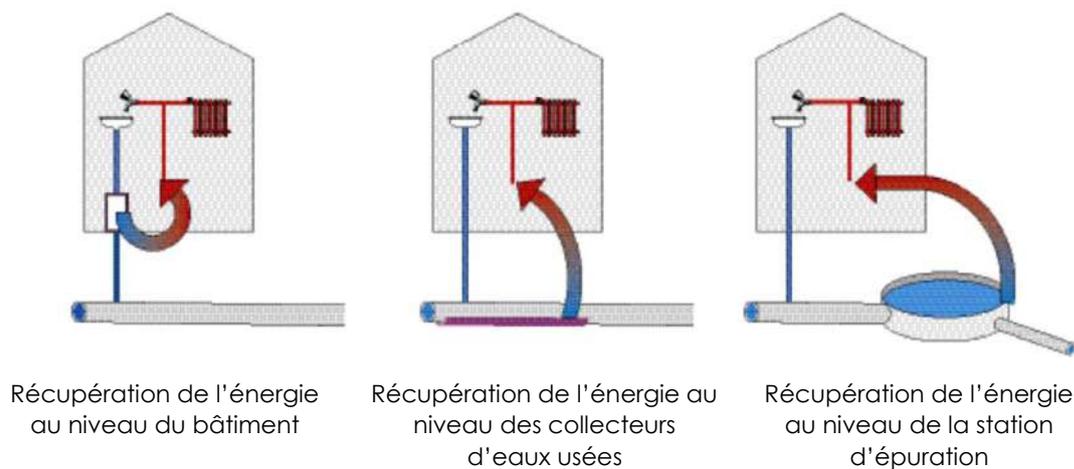


Figure 33 : Récupération de l'énergie des eaux usées (Gestion et services publics, Suisse)

### 10.1.2.2 La récupération de l'énergie des eaux usées au niveau des collecteurs

#### PRESENTATION

Le chauffage collectif des bâtiments peut se faire de manière centralisée ou décentralisée. Dans le premier cas, la chaleur est produite au sein d'une unique chaufferie puis l'eau est acheminée à haute température vers les lieux de consommation via des canalisations isolées. Ce système est idéal lorsque les consommateurs sont proches les uns des autres.

Dans le cas d'un système décentralisé, l'eau est acheminée à basse température (entre 7 et 17°C) vers les chaufferies présentes dans chaque bâtiment. Cette solution présente l'avantage d'utiliser des canalisations non isolées et donc meilleur marché, ainsi que de réduire les pertes de chaleur. Elle est adaptée dans le cas de consommateurs éloignés de la source de captage de l'énergie. En revanche, les coûts d'installation et de maintenance de plusieurs chaufferies seront plus importants.

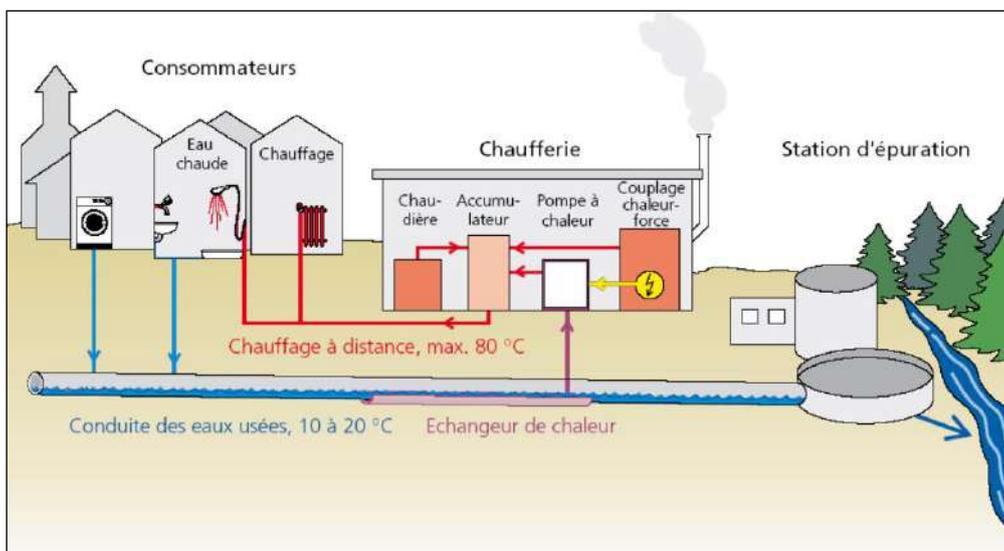


Figure 34 : Principe de fonctionnement de la récupération de chaleur des eaux usées sur les canalisations (Susanne Staubli)



Dans le cas d'un réseau d'assainissement neuf ou lors d'une rénovation de tronçons, les échangeurs de chaleur peuvent être intégrés à la canalisation. Dans le cas inverse, les systèmes sont réalisés au cas par cas et déposés au fond des canalisations. Cependant, la mise en place de ce système, qui est aisée pour des constructions nouvelles, sera difficile et chère pour des canalisations anciennes et de petits diamètres.

Figure 35 : Canalisation préfabriquée avec échangeur de chaleur intégré (Guide pour les maîtres d'ouvrages et les communes, OFEN)



Figure 36 : Échangeur installé dans un ovoïde existant (Rabtherm), échangeur pour collecteur existant (Uhrig) (Lyonnaise des eaux)

### PERFORMANCE DU SYSTEME ET ECONOMIES D'ENERGIE

La performance du système est conditionnée par le système de chauffage des bâtiments alimentés (haute ou basse température), le débit des eaux, leur température et la configuration du réseau des eaux usées.

Suez Environnement indique une diminution de 30 à 60% de la consommation d'énergie non renouvelable grâce au système Degrés Bleus.

Le système de chauffage influence la performance de la pompe à chaleur, le COP. Celui-ci dépend de la différence entre la température de condensation et la température d'évaporation du fluide frigorigène. Les meilleurs COP sont obtenus avec de faibles différences de température. Un réseau d'eau chaude basse température est donc préférable pour obtenir une bonne performance du système.

Selon le bureau d'études BPR-Europe, la performance varie de 2 à 5 kW de puissance de chauffage/m<sup>2</sup> d'échangeur à chaleur, soit 1,8 à 8,4 kW par mètre linéaire d'échangeur. La longueur de l'échangeur est généralement comprise entre 40 et 80 m.

## CONTRAINTES ET RECOMMANDATIONS

La mise en œuvre de la récupération de chaleur sur eaux usées nécessite que certaines conditions soient respectées par le réseau d'eaux usées et le ou les bâtiments à alimenter.

*Sur les bâtiments à chauffer/rafraichir :*

Paramètre	Contrainte/Recommandation
<u>Type de bâtiment</u>	La demande de chauffage ou d'ECS doit être régulière pour assurer un temps d'exploitation élevé des pompes à chaleur, et améliorer leur rentabilité. Bâtiments les plus adaptés : piscines, résidence de logements, hôpitaux, maisons de retraite, hôtels. Les salles de sports, salles de spectacles et centres commerciaux sont à éviter.
<u>Distance collecteur/bâtiments</u>	Préférable : inférieure à 350 m Cas favorable : distance inférieure à 200 m
<u>Température de fonctionnement</u>	Une température d'exploitation basse permet une meilleure efficacité des pompes à chaleur utilisées par la récupération de chaleur sur eaux usées. Les systèmes de chauffage basse température sont préconisés dans le cas de constructions neuves ( $T < 55^{\circ}\text{C}$ )
<u>Puissance thermique</u>	Minimum 150 kW
<u>Volume de consommation</u>	Une consommation supérieure à 1 200 MWh/an est très favorable à la mise en place de l'installation de récupération de chaleur. Une consommation inférieure à 800 MWh/an est plutôt défavorable.
<u>Climatisation</u>	Utiliser des pompes à chaleur réversibles pour climatiser le bâtiment en été permet d'augmenter la rentabilité de l'installation.

Figure 37 : Contraintes et recommandations sur les bâtiments alimentés par la chaleur des eaux usées (OFEN<sup>7</sup>, Lyonnaise des Eaux)

---

<sup>7</sup> Office Fédéral de l'Énergie Suisse. Un « Guide pour les Maîtres d'Ouvrage et les communes » sur l'utilisation des eaux usées comme source de chauffage ou de rafraîchissement est mis à disposition.

Sur le réseau de collecte des eaux :

Paramètre	Contrainte/Recommandation
<u>Débit des eaux usées</u>	<b>Débit minimum 12 L/s</b> (moyenne quotidienne par temps sec). Ce débit est atteint pour 8 000 à 10 000 personnes raccordées au réseau. Débit favorable : entre 15 et 30 L/s Débit très favorable : supérieur à 50 L/s
<u>Diamètre du collecteur</u>	<b>Collecteur existant : diamètre minimum de 800 mm</b> pour que l'échangeur de chaleur puisse être installé. <b>Renouvellement ou extension de réseau : un diamètre de 400 mm</b> est suffisant (l'échangeur est intégré directement à la canalisation, il existe également des échangeurs en 200 mm). Installation impossible : diamètre inférieur à 200 mm.
<u>Température des eaux usées</u>	La température des eaux en entrée de la station d'épuration doit de préférence être supérieure à 12°C <sup>8</sup> . L'abaissement de la température des eaux usées peut avoir des effets négatifs sur la nitrification et l'élimination de l'azote dans les STEP à boues activées. Cet aspect doit être étudié lors de l'étude de faisabilité.
<u>Âge des conduites</u>	L'installation d'un échangeur de chaleur est plus avantageuse dans le cas où la canalisation doit être rénovée ou remplacée.

Figure 38 : Contraintes et recommandations sur les canalisations d'eaux usées (OFEN, VSA (Association Suisse des professionnels de la protection des eaux), Lyonnaise des Eaux)

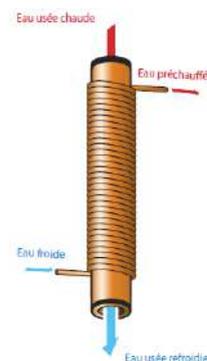
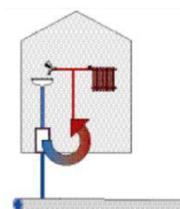
Nous n'avons pas comptabilisé de gisement sur ce type de projet, sur le PETR Centre-Ouest-Aveyron, seule la commune de Rodez compte une population suffisante pour éventuellement disposer d'un gisement pour ce type de projet; Onet-le-Château et Villefranche-de-Rouergue avec près de 12 000 habitants peuvent également disposer d'une telle ressource.

### 10.1.2.3 La récupération de l'énergie des eaux usées au niveau du bâtiment

Il est également possible de récupérer la chaleur des eaux usées avant que celles-ci n'atteignent le collecteur. La récupération se fait au niveau du bâtiment.

Les eaux usées issues des usages quotidiens (douches, vaisselle, lave-linge..) sont généralement tièdes lorsqu'elles sont évacuées par le collecteur d'eaux usées de la maison ou de l'immeuble. Ces calories perdues peuvent être récupérées afin de préchauffer l'eau chaude sanitaire. Plusieurs systèmes existent pour cela :

- Le système le plus simple consiste en un serpentin métallique enroulé autour de la canalisation d'eaux usées et dans lequel circule l'eau froide à contre-courant (schéma ci-contre). Ces systèmes, tels que le ThermoDrain du fabricant canadien Eco Innovation et le Power Pipe de Solenove Energie, fonctionnent seulement lorsque l'eau est évacuée et utilisée en même temps (cas des douches dans un hôtel ou une maison de retraite par exemple) et permettent le préchauffage de l'ECS. La société Gaïa Green propose plusieurs variantes de ce type de système, depuis le simple échangeur intégré au bac de douche jusqu'à une solution à échangeurs multiples adaptée aux logements collectifs.



<sup>8</sup> Rabtherm, société ayant développé le procédé de récupération de chaleur sur eaux usées, a étudié l'impact de ce procédé sur la température des eaux usées. Pour un débit de 60 L/s et une puissance de chauffage de 500 kW, la température est diminuée de 1°C pour un gain de 4°C du fluide caloporteur. À l'inverse, en mode froid, les eaux usées sont réchauffées de 4°C (de 24 à 28°C) alors que le fluide caloporteur perd 6°C

- Plus évolués, des systèmes à échangeur externe permettent d'augmenter les échanges de chaleur, mais doivent intégrer une solution de filtrage des eaux usées afin de limiter les pertes de charge et l'encrassement. Ce type de système est proposé par la société Domelys sous l'appellation CalH<sub>2</sub>O. Le système Thermocycle de Forstner permet en plus un stockage tampon des eaux usées afin de décorrélérer l'utilisation et l'évacuation d'eau chaude. Ces solutions sont plus adaptées aux logements collectifs.

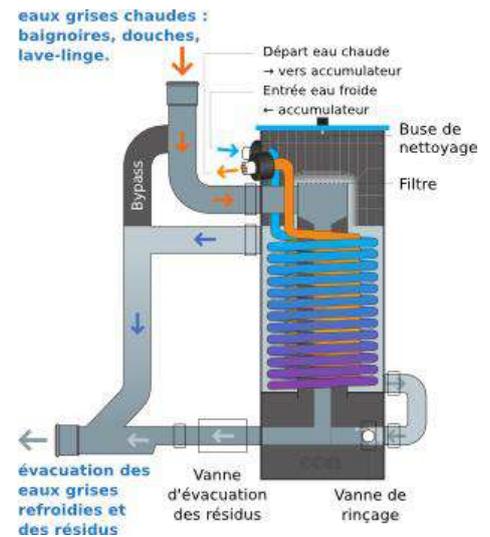


Figure 39 : Echangeur de chaleur externe avec filtration Thermocycle de Forstner

- Enfin, il existe des systèmes, intégrant une PAC afin d'optimiser la récupération de chaleur, tels que l'Energy Recycling System de l'entreprise française Biofluide Environnement. Ce système plus complexe est réservé aux usages collectifs ayant une consommation d'eau chaude élevée.

Les eaux usées des cuisines, salles de bain, lave-linge et lave-vaisselle sont acheminées à une température moyenne de 28 °C vers l'Energy Recycling System (ERS). L'ERS est composé d'un échangeur inox à forte inertie et d'une pompe à chaleur. Un système de filtration automatique et d'auto-nettoyage améliore le rendement de l'échangeur à chaleur. Les calories des eaux usées sont transférées à la pompe à chaleur via l'échangeur. Les eaux usées ressortent ainsi à 9 °C. L'écoulement des eaux grises n'est pas interrompu.

En parallèle, l'eau en provenance d'un ballon de préchauffage est chauffée à 45 °C par le circuit condenseur de la pompe à chaleur de l'ERS. Une chaudière augmente ensuite la température de cette eau jusqu'à 55 °C, température nécessaire à l'eau chaude sanitaire.

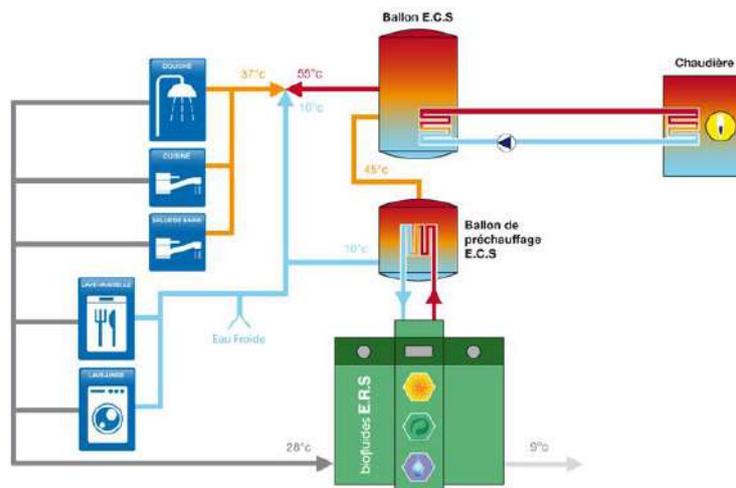


Figure 40 : Schéma de principe de la récupération de chaleur sur eaux usées au niveau du bâtiment (Procédé ERS, Biofluide Environnement)

Une réduction de 40 à 60 % de la consommation énergétique en eau chaude sanitaire est envisageable. Ce type d'installation peut être couplé à une installation solaire thermique, pouvant alors couvrir jusqu'à 80 % de la demande en ECS.

### CONTRAINTES

Il est nécessaire de séparer les eaux grises des eaux-vannes avant le dispositif de récupération de chaleur. Ceci peut nécessiter la mise en place d'un nouveau collecteur. Dans certains cas, il peut être impossible de séparer les eaux usées.

#### 10.1.2.4 La récupération de l'énergie des eaux usées au niveau de la station d'épuration

La récupération de chaleur en sortie de station d'épuration (STEP) est un procédé présentant un potentiel énergétique important. Cette énergie peut être utilisée sur le site ou peut assurer le chauffage de bâtiments situés à une distance acceptable de la STEP. La puissance disponible dépend de différents facteurs :

- le débit minimal par temps sec hivernal en sortie de STEP,
- la température minimale de l'eau en sortie de STEP,
- la température minimale de rejet des eaux épurées dans le milieu naturel, si une valeur limite est imposée par l'autorité compétente (protection des eaux de rivières, etc.).

La récupération de chaleur sur les eaux usées se fait via un échangeur de chaleur (échangeurs à plaques, échangeurs tubulaires, etc.). Positionner l'échangeur en sortie de STEP permet de réduire l'encrassement de celui-ci, par rapport à une installation en entrée de STEP ou au sein du processus de celle-ci. En effet, les eaux en sortie de STEP ont été épurées et contiennent donc moins d'éléments susceptibles d'encrasser l'échangeur (particules, boues, sables, feuilles, etc.).



Figure 41: Echangeur tubulaire en sortie de STEP (Lyonnaise des Eaux, ISTINOX, ANTEA)

### ATOUTS

Cette solution de récupération de chaleur des eaux usées présente de nombreux atouts :

- Très fort potentiel de puissance thermique,
- Simplicité de mise en œuvre (génie civil limité, pas d'arrêt d'exploitation du réseau en amont, pas de contrainte d'installation d'équipements sur le domaine public, nombre d'acteurs généralement plus restreint que pour une installation sur le réseau d'eaux usées, etc.),
- Elle s'applique parfaitement aux solutions de production de chaleur centralisée, sous réserve que des besoins de chaleur suffisants existent à proximité,
- Pas d'effet sur la STEP (pas de problème de refroidissement des eaux usées avant rejet),
- Retours d'expérience positifs (une trentaine de stations d'épuration sont équipées en Suisse).

## CONTRAINTES ET RECOMMANDATIONS

Des contraintes sont néanmoins à prendre en compte :

- Les besoins de chaleur à proximité de l'installation doivent être suffisants pour que celle-ci soit viable. Le réseau de chaleur permettant de chauffer ces consommateurs doit avoir une densité énergétique minimale de 1,5 MWh/mètre linéaire de canalisations. Cette valeur correspond au critère de l'ADEME pour bénéficier du Fonds chaleur.
- La STEP doit avoir une capacité minimale de 20 000 équivalent-habitants, afin que le débit des eaux épurées soit suffisant. Un débit hivernal par temps sec minimal de 15 L/s est recommandé.
- Il doit y avoir une adéquation entre les variations du débit des eaux usées et les variations des besoins en chaleur des consommateurs.
- La STEP doit disposer d'un espace suffisant pour implanter les éléments nécessaires à la récupération de chaleur. En effet, la taille des échangeurs est importante.
- Cette solution ne convient pas aux territoires d'altitudes élevées, pour lesquels les températures de rejet des eaux usées sont trop faibles.
- Il est préférable de mettre en place un circuit intermédiaire entre les eaux usées épurées et la pompe à chaleur, car celle-ci n'est pas conçue pour travailler avec des fluides agressifs.
- Une bonne conception et une bonne exploitation permettent d'éviter la corrosion et l'encrassement des échangeurs de chaleur.

## STATIONS D'ÉPURATION DU TERRITOIRE

Le territoire compte 4 stations d'épuration dont les capacités nominales sont supérieures à 20 000 équivalent-habitants (EH). Le tableau suivant présente les caractéristiques de ces stations.

Commune	Nom de la station	Nature de la station	Mise en service	Capacité nominale (EH)	Débit de référence (m <sup>3</sup> /j)	Charge maximale en entrée (EH)	Débit moyen entrant (m <sup>3</sup> /j)
						Données 2015	
OLEMPS	BENECHOU	Urbaine	1977	132 500	24515	80 595	10 285
ONET-LE-CHATEAU	CANTARANNE	Urbaine	1981	120 000	6 000	68 293	3 299
VILLEFRANCHE de ROUERGUE	VILLEFRANCHE de ROUERGUE	Urbaine	1994	36 083	4 715	36 271	2 046
VIVIEZ	VIVIEZ	Urbaine	1985	25 000	5 000	14 033	3 716

Figure 42: Caractéristiques des stations d'épuration du territoire (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, Grand Montauban)

Ces 4 stations d'épuration peuvent être retenues comme zone à enjeu au titre de la valorisation de chaleur fatale.

Si on retient les débits moyens entrants (données 2015) et un fonctionnement annuel de 2 200 heures le potentiel est de 10 310 MWh/an.

### 10.1.3 LA CHALEUR FATALE DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

Les industries peuvent être génératrices de chaleur fatale au niveau des équipements qu'elles utilisent : fours, séchoirs, groupes froids, chaudières, compresseurs, colonnes de distillation, etc.

Nous avons identifié 93 industries susceptibles d'avoir une chaleur fatale à valoriser.

La production d'énergie fatale estimée est présentée ci-dessous pour les compresseurs, les groupes froids, les chaudières, les fours et les séchoirs.

RECUPERATION DE CHALEUR FATALE DANS L'INDUSTRIE (T > 100°C)	Compresseur	Groupe froid	Chaudière	Four	Séchage
Gisement théorique en MWh/an	7 813	17 617	3 023	5 299	11 922

Source : Axenne

Figure 43 : Estimation de la chaleur fatale des entreprises industrielles les plus émettrices du territoire

Le potentiel de chaleur fatale serait conséquent, de l'ordre de **45 674 MWh**. **Les chiffres présentés ci-dessus sont approximatifs**. Ils sont issus d'une étude nationale sur les gisements de chaleur fatale menée par AXENNE pour le compte de l'ADEME.

Un ratio de puissance installée par type d'équipement et par employé est estimé. Il s'agit donc d'une approche sur les puissances installées dans les industries en fonction du nombre d'employés. À partir de ces puissances, la consommation de l'équipement est estimée, de même que le pourcentage de chaleur fatale récupérable. Par exemple, il est en théorie possible de récupérer 20% de la consommation du four sur les fumées.

Pour déterminer l'économie actuelle et l'économie possible en 2030, un taux de pénétration a été pris en compte. Cela signifie que nous avons considéré qu'une partie des industriels seulement va valoriser le gisement de chaleur fatale. Le taux de pénétration pour l'économie d'énergie actuelle provient d'une étude du CEREN en 2007.

La chaleur fatale des entreprises industrielles peut être valorisée en interne (besoins de chaleur de l'entreprise) ou en externe (besoins de chaleur d'une autre entreprise, un réseau de chaleur), mais se heurte actuellement à plusieurs contraintes et freins, d'ordre technique, économique ou encore réglementaire, ainsi qu'à un manque d'informations et des réticences de la part des acteurs.

L'ensemble des contraintes présentées ci-dessous ont été identifiées via des entretiens avec des industriels au plan national.

### 10.1.3.1 Contraintes techniques

#### LA TEMPERATURE DU FLUIDE

La température du fluide contenant la chaleur fatale varie énormément en fonction des sites de production considérés (aciéries, industries agro-alimentaires, etc.). La qualité du fluide (sa température) influe sur la faisabilité et l'intérêt de sa valorisation.

Les contraintes suivantes s'appliquent aux fluides 'basse température' (eaux usées de nettoyage, etc.) :

- La récupération de la chaleur fatale : il est difficile d'obtenir une énergie utilisable à partir d'une source de chaleur basse température. La faible différence de température entre la source et le puits de chaleur entraîne un transfert de chaleur réduit, et nécessite donc une surface d'échangeur accrue.
- Les techniques de valorisation : les techniques permettant d'augmenter significativement la température du fluide chauffé par le vecteur de chaleur fatale sont encore en phase de développement (pompes à chaleur haute température), et présentent donc des coûts d'investissement plus élevés.
- Les techniques permettant de générer de l'électricité à partir de basse température sont également en phase de développement.
- Les débouchés sur site : de nombreuses industries n'ont pas de débouché sur site pour la chaleur basse température.

- Les débouchés extérieurs au site : il est difficile de valoriser la chaleur industrielle basse température auprès des collectivités, pour un usage de type chauffage ou eau chaude sanitaire. Les niveaux de température nécessaires sont élevés, de l'ordre de 70 à 90°C.

A l'inverse, un fluide à très haute température nécessite d'utiliser des matériaux adéquats tolérant ses propriétés mécaniques et chimiques. Ceux-ci sont coûteux, c'est pourquoi la chaleur fatale est souvent mélangée avec de l'air extérieur pour réduire sa température. Cela réduit de même la qualité de l'énergie disponible pour la récupération.

### **LA COMPOSITION CHIMIQUE DU FLUIDE**

Une grande part de chaleur fatale est disponible sous la forme de gaz à haute température, pouvant contenir des éléments corrosifs. L'échangeur de chaleur permettant d'en récupérer les calories doit être constitué de matériaux résistants à la corrosion, ce qui implique des coûts d'investissement accrus.

Ces coûts sont dissuasifs dans le cas où le fluide corrosif n'est disponible qu'à basse température.

Il faut en outre faire particulièrement attention à ce qu'aucun échange n'ait lieu entre les gaz de combustion corrosifs et le fluide à réchauffer lors de l'échange thermique, pour éviter toute contamination.

Enfin, ces flux sont susceptibles d'endommager les surfaces des équipements, entraînant des coûts de maintenance accrus.

### **L'ACCESSIBILITE DE LA SOURCE DE CHALEUR FATALE**

La mise en œuvre d'un équipement pour récupérer la chaleur fatale produite nécessite de l'espace, qui n'est pas toujours disponible dans le cas d'une installation existante.

D'autre part, il est difficile d'accéder et de récupérer la chaleur fatale de sources non 'conventionnelles', telles que la chaleur issue des surfaces chaudes d'équipements.

### **LA LOCALISATION DU PROCÉDE / DU SITE DE VALORISATION DE LA CHALEUR FATALE**

Certaines sources de chaleur fatale ne peuvent pas être valorisées directement par le procédé dont elles sont issues. Elles peuvent être valorisées par un autre procédé industriel, voire sur un site extérieur. Il est nécessaire d'évaluer les pertes thermiques résultant du transport du fluide réchauffé par le vecteur de chaleur fatale, ainsi que l'énergie éventuellement consommée pour ce transport, afin de s'assurer que cette valorisation est pertinente (notamment dans le cadre de chaleur basse température).

### **LA DISPONIBILITE DE LA CHALEUR FATALE**

La disponibilité temporelle de la chaleur fatale est une contrainte technique supplémentaire à sa valorisation:

- Un procédé industriel ne fonctionnant qu'une partie de l'année ne pourra fournir de la chaleur que sur une période définie. Il est nécessaire que le procédé permettant de valoriser cette chaleur ait des besoins concordants dans le temps, ou de mettre en œuvre une technologie de chauffage prenant le relais lorsqu'il n'y a pas de production de chaleur fatale.  
A l'inverse, si la chaleur fatale est produite toute l'année, mais valorisée par un débouché ponctuel, par exemple le chauffage de locaux en hiver, il faudra mettre en œuvre une solution de stockage ou d'élimination de la chaleur fatale le reste du temps.
- La livraison de la chaleur à des collectivités nécessite la passation de contrats de fourniture, sur des durées importantes (de l'ordre de plusieurs années). Or, il peut être difficile pour un industriel de s'engager sur la durée.

#### **10.1.3.2 Contraintes économiques**

Outre les contraintes techniques présentées ci-dessus, le manque de rentabilité constitue un frein majeur à la mise en place de solutions de valorisation de la chaleur fatale.

L'ingénierie, l'équipement de récupération de chaleur, mais également les auxiliaires associés (pompes, etc.) représentent un investissement important. Les temps de retour sur investissement sont jugés trop longs par les industriels. Certaines installations mises en place dans les années 1980

ne sont pas renouvelées aujourd'hui, à cause de temps de retours dégradés. Dans le contexte actuel, un TRI supérieur à 2-3 ans ne serait pas accepté.

Le manque de rentabilité est d'autant plus grand en cas de valorisation de chaleur de 'faible' qualité (basse température).

Les marges des PME sont souvent faibles. En conséquence, les ressources humaines et financières sont concentrées sur les principales activités de production. Les employés n'ont pas de temps dédié aux formations. Les dépenses énergétiques représentent une faible part des dépenses globales, et les investissements dédiés à l'activité principale de l'industrie sont prioritaires par rapport aux investissements d'efficacité énergétique. De plus, les coûts d'investissement représentent un défi pour les petites installations.

Il faudrait dépasser l'approche purement économique pour intégrer l'approche environnementale (diminution des émissions de gaz à effet de serre).

### 10.1.3.3 Manque d'informations et réticences

Il semblerait que les industriels soient confrontés à un manque de connaissances :

- sur les gisements de chaleur fatale et leurs valorisations possibles

Il semblerait que les industriels ne possèdent pas suffisamment de connaissances sur les gisements de chaleur fatale issue de leurs procédés. Un audit énergétique détaillé permettant de pallier ce manque de connaissances est jugé trop coûteux.

Lorsque les gisements sont connus, les techniques permettant de valoriser cette chaleur ne sont pas appréhendées.

Il faudrait renforcer la communication sur la récupération de chaleur ainsi que les échanges entre les équipementiers proposant des solutions de valorisation et les industriels. Il faut s'assurer en parallèle que suffisamment de bureaux d'études indépendants soient à même d'apporter une expertise sur le sujet.

- sur les aides et mécanismes de soutiens existants

Les petites structures auraient besoin d'accompagnement dans leurs démarches d'innovation et de constitution de dossiers de demande d'aide.

Il semblerait qu'il manque aujourd'hui un mécanisme de financement entre la phase de recherche et le passage à l'échelle industrielle.

Du fait du manque de connaissance du gisement d'économies d'énergie, le budget et le temps alloué à l'optimisation énergétique des procédés sont souvent limités.

Les industriels seraient également réticents à mettre en œuvre des solutions de récupération et valorisation de la chaleur fatale par manque de retours d'expérience chiffrés. Ils seraient sceptiques face à la faisabilité et la rentabilité de ces solutions.

De plus, toute modification liée au procédé de fabrication implique de fortes contraintes : nécessité de faire re-certifier le procédé pour répondre aux exigences des clients, de stopper la production pendant l'installation de nouveau matériel, inquiétudes quant à l'impact sur la qualité du produit, etc. En conséquence, les industriels préfèrent en général récupérer la chaleur fatale générée par les utilités produisant de l'air comprimé, de l'électricité, etc. plutôt que celle générée par les procédés.

Enfin, les échanges entre les industriels et les collectivités sur la valorisation de chaleur fatale seraient compliqués par un manque d'interactions au quotidien.

### 10.1.3.4 Contraintes contractuelles et réglementaires

Dès lors que les flux sont valorisés en dehors de l'industrie, il est nécessaire de définir un certain nombre d'éléments : qui finance les équipements mettant en relation deux sites industriels de propriétaires différents ? Qui est propriétaire de ces équipements ? Qui en assure les risques et les responsabilités ?

Ces aspects doivent être définis de manière contractuelle. Le manque de dialogue et de coopération entre les industriels ainsi que les difficultés à contractualiser et à répartir les responsabilités représentent des freins à une valorisation externe de la chaleur fatale.

## **10.2 POTENTIELS THEORIQUES**

### **10.2.1 VALORISATION DE L'AIR VICIE POUR LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE**

Le potentiel théorique regroupe toutes les maisons existantes ainsi que la totalité des maisons neuves, les futurs propriétaires préférant généralement l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique plutôt qu'une installation solaire thermique plus coûteuse.

### **10.2.2 VALORISATION DE LA CHALEUR DES EAUX USEES AU NIVEAU DES COLLECTEURS**

Nous n'avons pas retenu de site potentiel, la cartographie du réseau ne présentant pratiquement aucun collecteur de plus de 800 mm de diamètre.

### **10.2.3 VALORISATION DE LA CHALEUR DES EAUX USEES EN PIED DE BATIMENT**

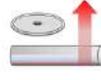
Les contraintes à l'installation d'un système de récupération de chaleur sur eaux usées sont la nécessité de séparer les eaux grises des eaux-vannes avant le dispositif qui devra être en amont d'un chauffage de l'eau chaude collective. Si cela peut conduire à des coûts importants sur des bâtiments existants, cette contrainte engendre peu de surcoûts pour des bâtiments à construire. L'utilisation de ces systèmes est réservée aux immeubles dont l'eau chaude est produite et distribuée collectivement.

### **10.2.4 VALORISATION DE LA CHALEUR DES EAUX AU NIVEAU DE LA STATION D'EPURATION**

Nous retiendrons en première approche le chiffre théorique de 4 projets pour une production de **10 310 MWh/an**.

## 10.2.5 SYNTHÈSE DES POTENTIELS THÉORIQUES

Le tableau suivant présente les potentiels théoriques d'installations de récupération de chaleur par typologie de bâtiment.

INSTALLATIONS DE RECUPERATION DE CHALEUR (EAUX USEES/AIR VICIE/PROCEDES INDUSTRIELS)		 Maison Chauffe-eau thermodynamique récup. air vicié	 Maison récup. eaux usées système statique	 récup. eaux usées logements (ECS)	 récup. eaux usées tertiaire (ECS)	 récup. sur les stations d'épuration	 Récupération de chaleur fatale dans l'industrie	TOTAL
								<b>dans l'existant</b>
<b>sur le neuf par an</b>	nombre : MWh/an :	567 612	567 284	32 193	30 55			1 196 1 144 MWh/an

\* Il s'agit de la quantité de chaleur renouvelable et non de la quantité de chaleur produite au total

Sources : Axceléo

# 11 FILIERE EOLIEN

## 11.1 GISEMENTS BRUTS

### 11.1.1 LE GRAND EOLIEN

Le schéma régional éolien fournit une cartographie par classe des vitesses moyennes du vent à 50 m de hauteur.

La vitesse moyenne sur l'ensemble de la région est d'environ 4 à 4,5 m/s. La cartographie nous indique que les zones les plus ventées se situent à la frontière avec le Languedoc-Roussillon.

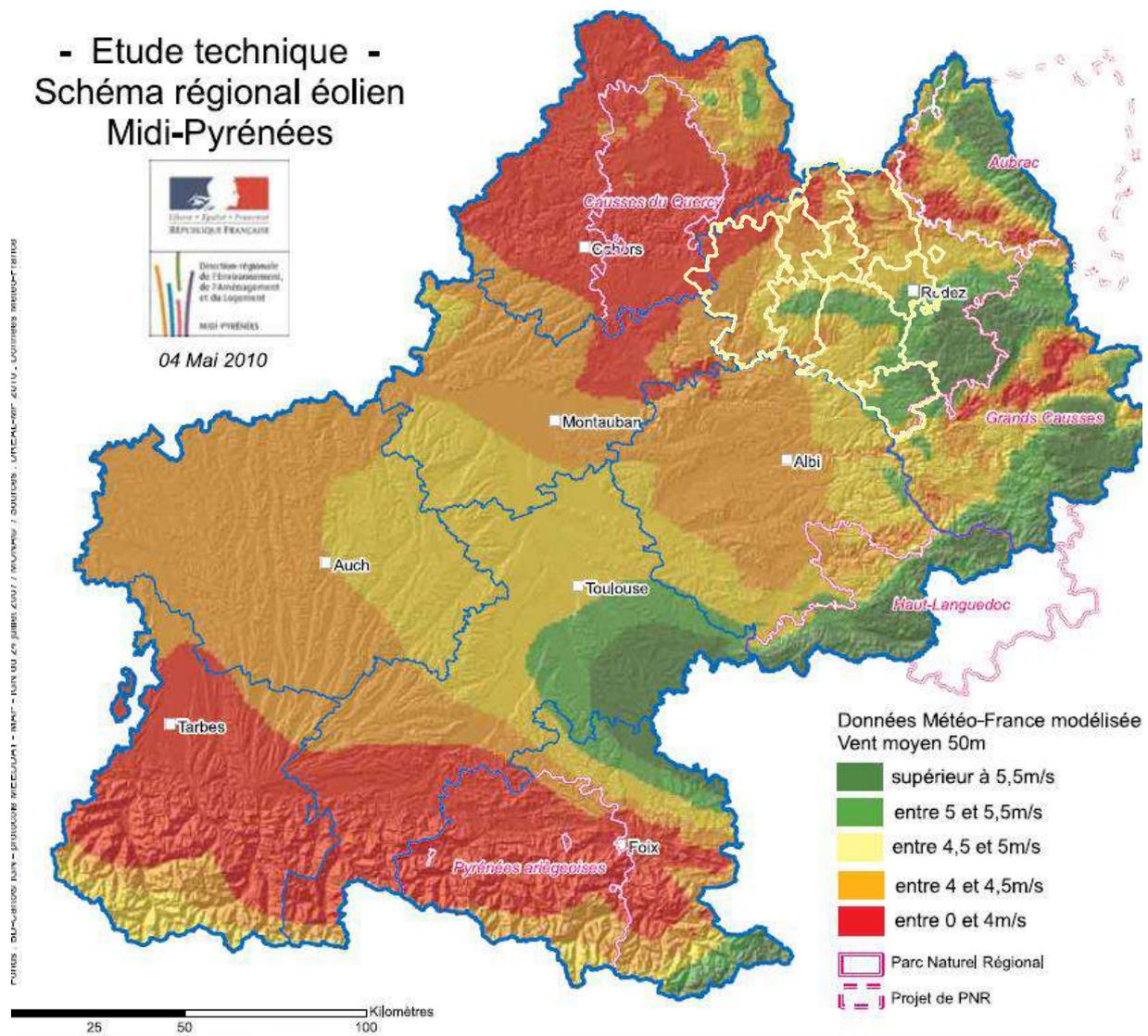


Figure 44 : Vitesse du vent à 50 mètres de hauteur (SRE Midi-Pyrénées)

La vitesse du vent varie fortement sur le territoire du PETR COA avec des valeurs très faibles au nord du Grand Villefranchois et sur Decazeville Communauté et des valeurs très intéressantes au sud-est du territoire ainsi que sur une bande à l'ouest de Rodez jusque sur la communauté de communes Aveyron-Ségala-Viaur.

! Le SRE souligne que « cette cartographie des vents à l'échelle régionale n'est qu'indicative; des effets locaux peuvent influencer les conditions de vent et seules des études « in situ » dans le cadre des études réalisées préalablement aux demandes de permis de construire éoliens, permettront d'établir les vitesses réelles de vent. »

### 11.1.2 LE PETIT EOLIEN

Certains concepteurs ont créé des éoliennes dites urbaines, adaptées aux conditions particulières que sont la turbulence, les vitesses de vent affectées par l'environnement, les vibrations, le bruit ou encore les considérations d'aménagement. Elles peuvent se classer en deux grandes catégories suivant l'orientation de l'axe de leurs pales, horizontal ou vertical.

#### ÉOLIENNES A AXE HORIZONTAL

Les éoliennes urbaines à axe horizontal sont similaires aux éoliennes classiques quant à leur principe de fonctionnement. Les pales mises en rotation par l'énergie cinétique du vent entraînent un arbre raccordé à une génératrice qui transforme l'énergie mécanique créée en énergie électrique.

Les éoliennes urbaines à axe horizontal se caractérisent par leur petite taille, allant de 5 à 20 mètres, par le diamètre des pales (2 à 10 m) et par leur puissance atteignant pour certaines 20 kW.



#### ÉOLIENNES A AXE VERTICAL

Ces éoliennes à axe vertical ont été conçues pour répondre au mieux aux contraintes engendrées par les turbulences du milieu urbain. Grâce à ce design, elles peuvent fonctionner avec des vents provenant de toutes les directions et sont moins soumises à ces perturbations que les éoliennes à axe horizontal. Elles sont relativement silencieuses et peuvent facilement s'intégrer au design des bâtiments ou équipements publics (éclairage public). Leur faiblesse réside principalement dans la faible maturité du marché qui engendre des coûts d'investissement relativement importants. En raison de leur petite taille, l'énergie produite est faible.

En milieu urbain, la vitesse du vent et sa direction sont imprévisibles surtout près des bâtiments. Là où la turbulence ne peut être évitée, les éoliennes à axe vertical peuvent plus facilement capter la ressource éolienne.

Il existe deux grands types d'éoliennes à axe vertical : le type Darrieus et le type Savonius.

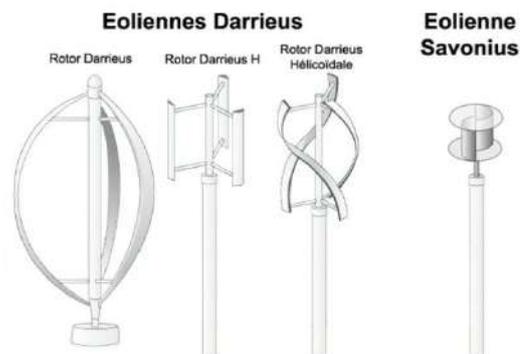


Figure 45 : Éoliennes de type Darrieus et Savonius

Les **avantages** de l'éolienne verticale type **Darrieus** sont nombreux :

- Elle peut être installée dans des zones très venteuses, puisqu'elle peut subir des vents dépassant les 220 km/h.
- En outre, cette éolienne émet moins de bruit qu'une éolienne horizontale et occupe moins de place. De plus, il est possible de l'installer directement sur le toit.
- Autre aspect pratique, son générateur peut ne pas être installé en haut de l'éolienne, au centre des rotors, mais en bas de celle-ci. Ainsi plus accessible, il peut être vérifié et entretenu plus facilement.

Les **inconvénients** de l'éolienne verticale **Darrieus** sont un faible rendement et son démarrage difficile dû au poids du rotor sur le stator.

Les **avantages** de l'éolienne de type **Savonius** sont :

- d'une part, son esthétisme et la possibilité de l'installer sur une toiture,
- d'autre part, le fait qu'elle fonctionne même avec un vent faible (contrairement au système Darrieus), quelle que soit sa direction.

Comme l'éolienne de type Darrieus, l'éolienne Savonius n'émet que peu de bruits, mais a un faible rendement.

Il est possible d'envisager deux types d'applications, une éolienne "indépendante" et raccordée au réseau (exemple ci-dessous de l'écoquartier La Marlière) ou une éolienne intégrée aux équipements publics (exemple ci-dessous des lampadaires sur la commune de Bouvron).



Figure 46 : Lampadaires alimentés par une éolienne mixte (Darrieus / Savonius) sur la commune de Bouvron



Figure 47 : Éolienne à axe vertical installée sur l'écoquartier La Marlière à Courcelles-lès-Lens

## PRODUCTIBLE

Il est difficile de déterminer précisément le gisement d'un site sans une étude de vent (mesures) d'au moins une année sur le lieu même pressenti pour l'implantation de l'éolienne. Cependant, le coût d'une telle étude peut être prohibitif par rapport à la production attendue de l'éolienne ; il est alors préférable de se référer au retour d'expérience des projets existants et aux enseignements qu'il en découle sur l'implantation conseillée des éoliennes urbaines.

Une éolienne de type Darrieus H de 4,7 m de diamètre et une hauteur de pôle de 2,5 m (voir photo ci-contre), pourra produire **environ** 15 MWh/an (avec un vent moyen de 6m/s).

L'investissement est de 47 k€, soit sur une période de 15 ans, un coût de kWh produit à 28 cts€/kWh.



Figure 48 : éolienne Darrieus H de 6 kW

Une éolienne de type mixte (Darrieus / Savonius) pour l'éclairage public, de diamètre 1,4 m et d'une hauteur de 1,5m sera en mesure de produire environ 750 kWh/an. Le lampadaire à 6m de hauteur développe, sur une surface de 25 m X 6 m, 23 lux avec un candélabre à LEDs de 48 Watts.

## 11.2 POTENTIELS THEORIQUES

### 11.2.1 LE GRAND EOLIEN

Outre la vitesse du vent, plusieurs facteurs sont à prendre en compte afin de définir des zones favorables à l'énergie éolienne : le paysage, le patrimoine, les servitudes (radars militaires, aéroports, forêts, etc.), les milieux naturels et la biodiversité, ainsi que le raccordement électrique.

L'ensemble de ces contraintes sont cartographiées dans le Schéma Régional Éolien afin de déterminer les zones favorables au développement de l'éolien.

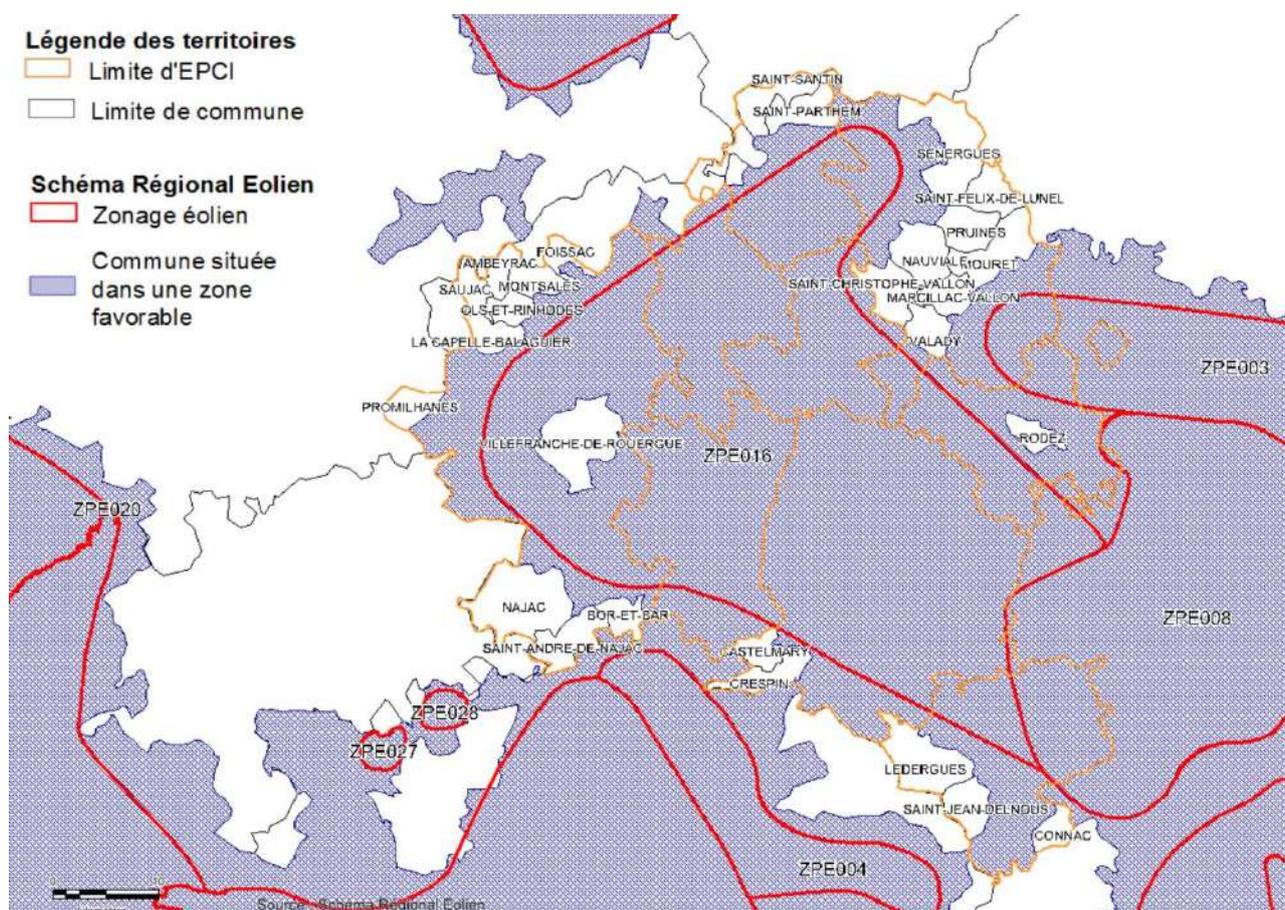


Figure 49 : Zones propices à l'installation d'éoliennes (Schéma Régional Éolien)

La majorité des communes du PETR COA sont comprises dans la zone favorable du SRE pour l'installation d'éoliennes.

- « La ressource en vent est correcte et se situe entre 5 et 6 m/s.
- Les enjeux en ce qui concerne les milieux naturels et la biodiversité sont faibles. »

Le SRE indique que la zone 016 pourrait accueillir dans un objectif ambitieux 15MW (0 MW pour un objectif minimum).

## 11.2.2 LE PETIT EOLIEN

### 11.2.2.1 Réglementation

Si la hauteur du mât ne dépasse pas 12 m (sans les pales) alors il n'est pas nécessaire de déposer un permis de construire, il n'y a donc pas non plus d'enquête publique et il n'y a strictement aucune modalité d'évaluation de l'impact sur l'environnement.

Il est toutefois nécessaire de respecter la réglementation en vigueur, même si aucune autorisation n'est nécessaire. Cette remarque prévaut en particulier pour le respect de la réglementation contre le bruit de voisinage.

### 11.2.2.2 Contraintes

Afin d'identifier les conditions nécessaires à une meilleure intégration des éoliennes en milieu urbain et de promouvoir l'émergence de la technologie en tant que moyen de production d'électricité à l'échelle des villes en Europe, un projet européen, WINEUR, a vu le jour en 2005. Ce projet a permis d'obtenir les premiers éléments de réponse par rapport à cette technologie. Les conclusions que l'on peut tirer de cette expérience en termes de potentiel sont les suivantes :

- Le vent soufflant autour d'un bâtiment est dévié en atteignant le haut du bâtiment. Afin d'utiliser de manière optimale le vent soufflant au-dessus du bâtiment, il faut une certaine marge entre le bord du bâtiment et la flèche de l'éolienne. Cela doit être calculé pour chaque site. Cela est traduit par la simulation réalisée par un bureau d'études hollandais, DHV.

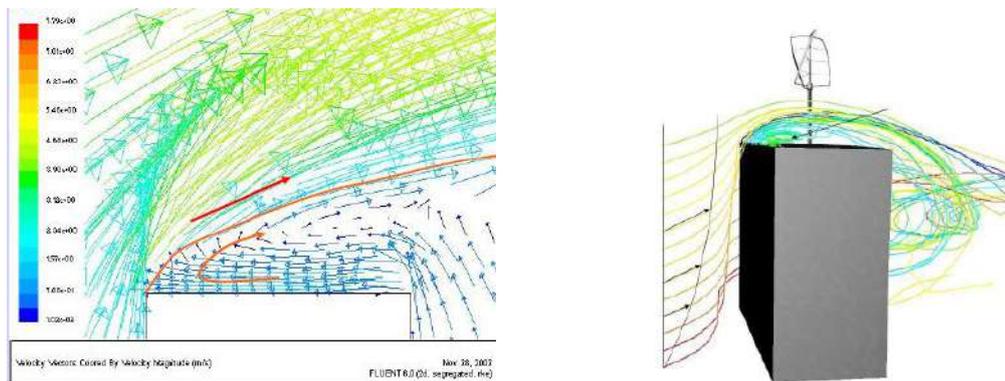


Figure 50 : Comportement du vent dans un environnement urbain

Source : DVH

- La turbulence en milieu urbain en dessous du toit peut pousser les éoliennes à axe horizontal à chercher le vent sans réussir à capter un flux d'air lui permettant de générer de l'électricité.
- Là où les directions de vent dominant convergent, l'utilisation d'éolienne à axe vertical fixe peut être possible, cependant elle doit être placée de manière à récupérer le vent au-dessus du bâtiment et donc placée pas trop bas.
- Lors de la sélection d'une éolienne, la courbe de puissance doit être évaluée en considérant le profil du vent. Cependant, une vitesse de vent moyenne ne permettra pas forcément d'obtenir des informations adéquates, même si celle-ci est mesurée à un endroit précis pour une installation spécifique. Idéalement, la durée relative à une gamme de vent doit être considérée avec la courbe de puissance.

Nous avons pu voir qu'il est difficile de calculer le productible de l'éolienne et de définir la position optimale de celle-ci. Quelques règles permettent de choisir un emplacement pour une meilleure récupération de la ressource :

- Le toit où sera installée l'éolienne doit être bien au-dessus de la hauteur moyenne des constructions environnantes (environ 50 %) ;
- Dans un contexte urbain présentant une importante rugosité, une turbine à axe horizontal sera installée à une hauteur supérieure de 35 % à la hauteur du bâtiment. Cela permet d'éviter les phénomènes de turbulence. Cependant, des turbines à axe vertical adaptées aux flux turbulents peuvent permettre d'éviter cette contrainte de hauteur ;
- Pour sélectionner un site adéquat, la rose des vents doit indiquer une vitesse moyenne de 5 m/s ;
- Le site sélectionné doit présenter une productivité énergétique de 200 à 400 kWh/m<sup>2</sup>.an, mais cela peut varier d'un facteur 2 à 5 en fonction du site. Le choix du site est donc particulièrement décisif, mais difficile.

À basse altitude, le régime aérodynamique est extrêmement perturbé par la proximité du sol, mais aussi par les nombreux obstacles (arbres, bâtiments, etc.), ce qui rend la réalisation d'un atlas de vent à faible altitude sur un territoire impossible.

On peut donc noter que l'évaluation du potentiel énergétique est particulièrement difficile à l'heure actuelle et doit être réalisée au cas par cas.

Enfin, les recommandations de l'ADEME sur le petit éolien sont les suivantes<sup>9</sup> :

- le soutien à la rénovation thermique et à la maîtrise de la consommation semble plus pertinent à privilégier en zones urbaines et péri-urbaines par rapport au petit éolien,
- même pour des petites machines de quelques kW, une hauteur minimale (~12 m) est nécessaire pour assurer le facteur de charge, ce qui nécessite un permis de construire et une déclaration au titre des ICPE.

Typologie	Constat	Recommandations ADEME
Eoliennes rattachées au pignon des habitations	Peuvent mettre en danger la stabilité du bâtiment	Déconseiller systématiquement
Eoliennes en milieu urbain ou péri-urbain	Le vent est en général trop faible ou trop turbulent pour une exploitation rentable. Risque élevé de modification du paysage urbain, impactant la ressource en vent.	Déconseiller les installations
Eolienne en zone rurale (connectée ou non au réseau électrique)	La ressource est plus facilement accessible. Les éoliennes à installer en milieu rural sont globalement plus homogènes, techniquement plus matures. Un soutien au déploiement sur ce secteur permettrait de suivre une courbe d'apprentissage plus rapide que pour des plus petites machines.	Secteur cible pour les petites et moyennes éoliennes. Etudes de faisabilité ou opération exemplaire pour un bouquet de travaux EnR- efficacité énergétique.

Figure 51 : Catégorisation du petit éolien par secteur d'application et recommandations correspondantes (ADEME)

<sup>9</sup> Fiche technique « Petit éolien », ADEME, février 2015

### 11.2.3 SYNTHÈSE DES POTENTIELS THÉORIQUES

- **Grand éolien** : au vu des zones identifiées par le SRE et des projets en cours de réflexion ainsi que ceux qui ont été abandonnés, un gisement théorique maximum de 121 MW pour 40 machines de 3 MW pourrait éventuellement être installé sur le territoire.
- **Petit éolien** : en première approche, on considère un potentiel théorique d'une petite éolienne par commune. Ces hypothèses supposent qu'une technologie mature avec un bilan économique favorable verra le jour d'ici 2030.

INSTALLATION EOLIENNE				
		Eolienne	Petit éolien	TOTAL
<b>potentiel global</b>	Nb de machines	40	120	160
	Puissance (MW)	121	3	124
	Production (MWh/an)	<b>266 200</b>	<b>6 600</b>	<b>272 800</b>

## 12 FILIERE HYDROELECTRICITE

### 12.1 HYDROELECTRICITE SUR LES COURS D'EAU - POTENTIEL

Le potentiel est faible sur le territoire. Une étude sur l'évaluation du potentiel hydroélectrique du bassin Adour-Garonne indique un potentiel mobilisable très faible sur les zones O5 et O8 et nul sur les zones O7 et O3.

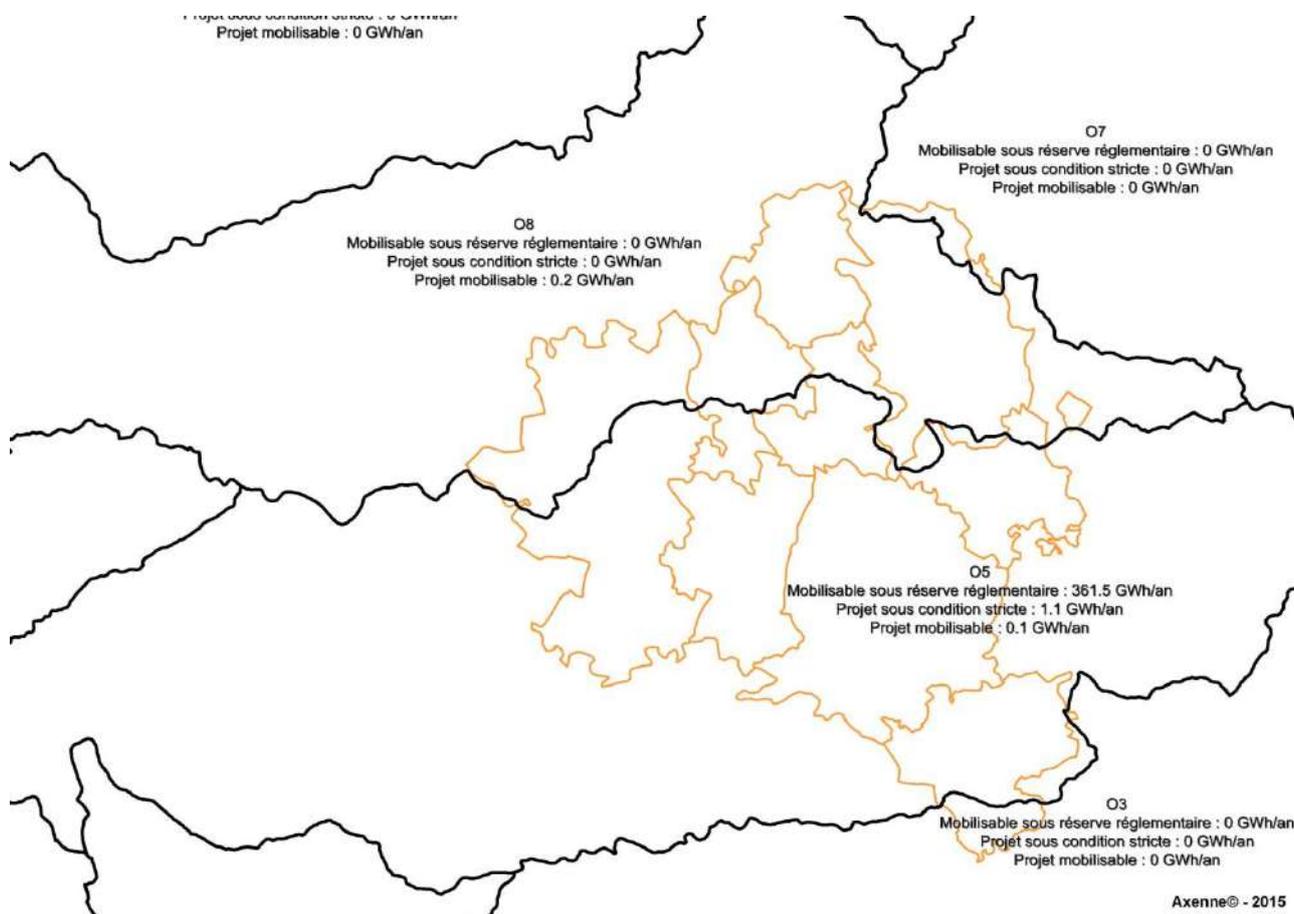


Figure 52 : potentiels mobilisables sous différentes conditions (source : Agence de l'eau Adour-Garonne)

Le tableau ci-contre précise les enjeux pris en compte pour indiquer les différents potentiels mobilisables.

Depuis cette étude réalisée par l'agence de l'eau, un nouveau classement des cours d'eau est entré en vigueur.

Réglementations	Catégories de potentiel correspondant à un champ de BD Carthage		
	⊖ Potentiel non mobilisable	⊗ Potentiel sous réserve réglementaire	Ⓢ Potentiel mobilisable sous conditions strictes
Cours d'eau réservés (article 2 loi 1919)	X		
Cœur de parcs nationaux	X		
Réserves naturelles nationales		X	
Sites Natura 2000 avec espèces/habitats prioritaires liés aux amphihalins		X	
Sites inscrits / sites classés		X	
Cours d'eau classés avec liste d'espèces comprenant des migrateurs amphihalins		X	
Aire d'adhésion parcs nationaux			X
Autres sites Natura 2000			X
Cours d'eau classés sans liste d'espèces publiées ou sans amphihalins			X
Arrêtés préfectoraux de biotope			X
Réserves naturelles régionales			X
Délimitations zones humides			X
Dispositions particulières des SAGE et SDAGE relatives aux cours d'eau (axe bleu)			X
Parcs naturels régionaux			X

## 12.2 HYDROELECTRICITE SUR LES COURS D'EAU - REGLEMENTATION

La nouvelle réglementation issue de la loi sur l'eau du 31 décembre 2006 introduit deux nouveaux types de classement qui se substituent aux "cours d'eau réservés" et aux "cours d'eau classés à migrants".

Ainsi, le nouveau classement institue les trois enjeux suivants :

- les cours d'eau à migrants,
- les cours d'eau en très bon état,
- les cours d'eau jouant le rôle de réservoirs biologiques.

A partir de ces enjeux, les cours d'eau sont classés en deux catégories :

**Sur un cours d'eau classé en liste 1<sup>o</sup>**, de l'article L214-17-I du code de l'environnement, « aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique », ce qui ne signifie pas pour autant que l'hydroélectricité est exclue, il existe aujourd'hui des turbines ichtyophiles (respectueuses de la libre circulation des poissons). Sur ces mêmes cours d'eau, les aménagements hydroélectriques existants devront prévoir la mise en place de dispositifs permettant d'assurer la continuité écologique (libre circulation des espèces biologiques, le transport naturel des sédiments, etc.)

**Les cours d'eau qui relèvent de la liste 2<sup>o</sup>**, de l'article L214-17-I du code de l'environnement, peuvent être équipés d'aménagements hydroélectriques "traditionnels" pourvu que l'ouvrage soit « géré, entretenu et équipé » afin « d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrants ».

Le territoire est impacté par cette nouvelle réglementation. En effet, la carte suivante indique que de nombreux cours d'eau se trouvent en classement liste 1.

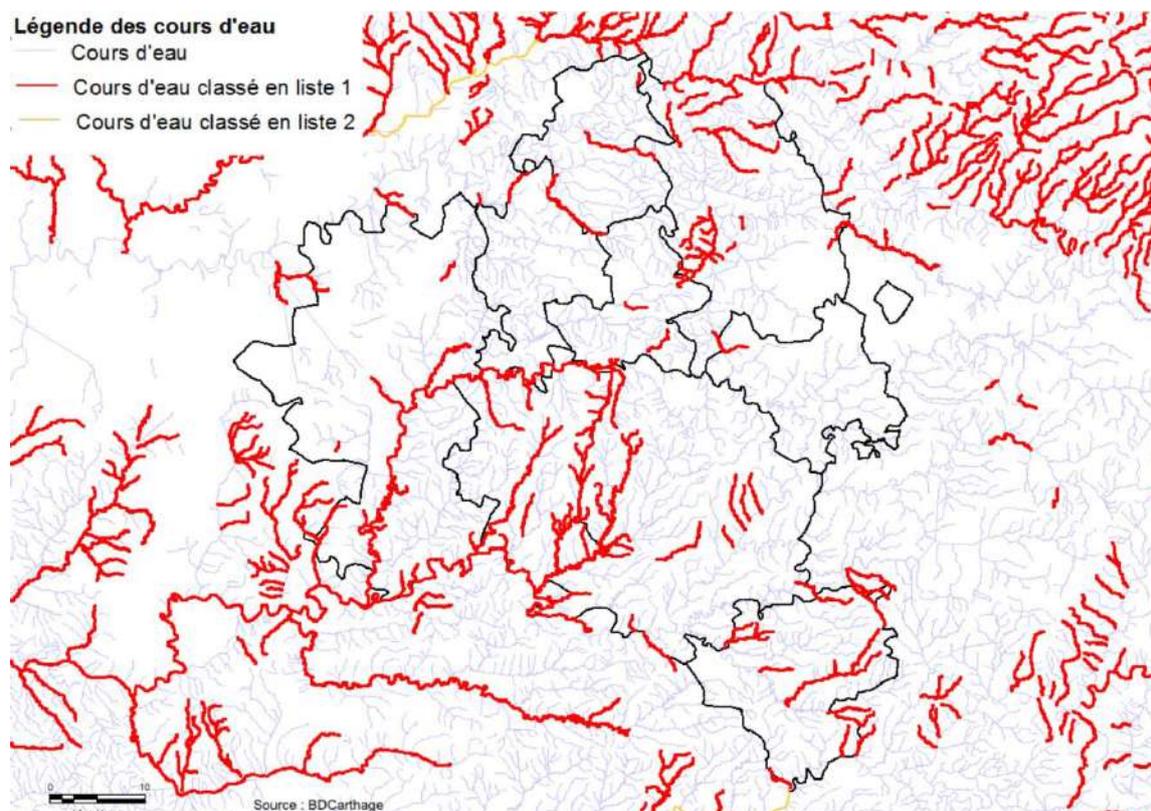


Figure 53 : classement des cours d'eau

## 12.3 HYDROLIENNES FLUVIALES

L'hydrolien fluvial est aujourd'hui à un stade de développement avancé et bénéficie d'un avenir prometteur.

Toutefois, les retours d'expérience sont limités. La filière souffre donc de profondes incertitudes quant à des conditions de fonctionnement en conditions réelles et sa durée de vie, et les expériences en cours ou à venir prochainement devraient permettre d'éclairer ces éléments.

Une hydrolienne de la société Hydroquest composée de deux étages de 40 kW a été installée en novembre 2014 dans la Loire, sur un site classé Natura 2000 à proximité d'Orléans. Les turbines à axe vertical mesurent environ 6 mètres de large. Le courant est de 3,1 m/s sur le site. L'expérimentation a permis de valider les performances de l'hydrolienne en conditions réelles d'utilisation. Au vu des bons résultats obtenus, l'hydrolienne a été raccordée au réseau d'électricité en septembre 2015.



Hydrolienne Hydroques à deux étages

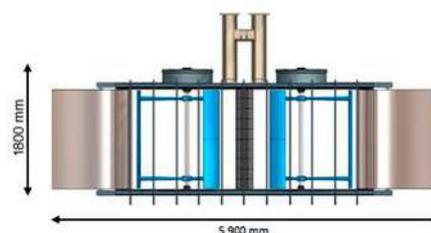
Les conditions d'utilisation de cette technologie sont une profondeur minimale de 2,2 m pour une installation à un étage, et de 4,2 m pour deux étages. La vitesse minimale nécessaire pour rentabiliser l'installation est de 1,5 m/s. L'implantation des hydroliennes se fait idéalement en parc pour optimiser la production d'un site et les coûts. Des puissances représentant plusieurs MW peuvent être obtenues par l'installation de dizaines de machines. Une ferme opérationnelle compterait de l'ordre de 10 à 20 hydroliennes. La puissance totale varierait donc de 800 à 1 600 kW.

### Hydroquest River 1.40

Hydrolienne avec un étage de deux roues. Elle est constituée d'une turbine, de génératrices et d'une barge de support.

#### Caractéristiques principales :

- Profondeur minimale du cours d'eau 2,2 m
- Roues diamètre 1500 mm et hauteur 1500 mm ;
- Hauteur totale 1,8 m
- Largeur totale 5,9 m
- Puissance nominale électrique 40 kW par hydrolienne avec une vitesse d'écoulement de 3,1 m/s.

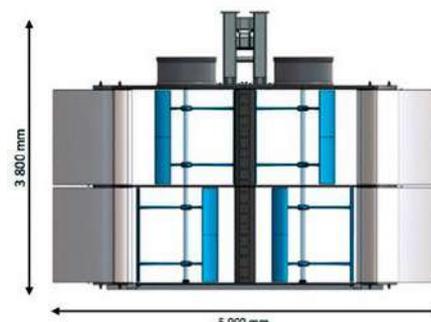


### Hydroquest River 2.80

Hydrolienne avec deux étages de deux roues. Elle est constituée d'une turbine, de génératrices et d'une barge de support.

#### Caractéristiques principales :

- Profondeur minimale du cours d'eau 4,2 m
- Roues diamètre 1500 mm et hauteur 1500 mm ;
- Hauteur totale 3,6 m
- Largeur totale de 5,9 m



Hydrolienne sur barge flottante en position relevée

- Puissance nominale électrique 80 kW par hydrolienne avec une vitesse d'écoulement de 3,1 m/s



Hydrolienne sur barge flottante en position de marche

L'Aveyron possède des caractéristiques compatibles avec ce type d'installation, nous avons pris une hypothèse d'un parc de 10 hydroliennes pour une puissance de 800 kW.

### 12.3.1 SYNTHÈSE DES POTENTIELS THÉORIQUES

Compte tenu du faible potentiel pour l'hydroélectricité traditionnelle, nous n'avons comptabilisé qu'une augmentation des rendements des centrales existantes d'ici 2030 (elles seront à juste titre renouvelées d'ici là) et nous avons pris une hypothèse de rénovation d'une dizaine d'anciens moulins.

INSTALLATION HYDROÉLECTRIQUES								TOTAL
potentiel global	Nombre : 10 puissance (kW) : 1 000 MWh/an : 45 000	10		41	0	0	0	5 444
		1 000		4 444	0	0	0	52 487 MWh/an
		45 000		7 487	0	0	0	

# 13 ANALYSE DU RESEAU ELECTRIQUE

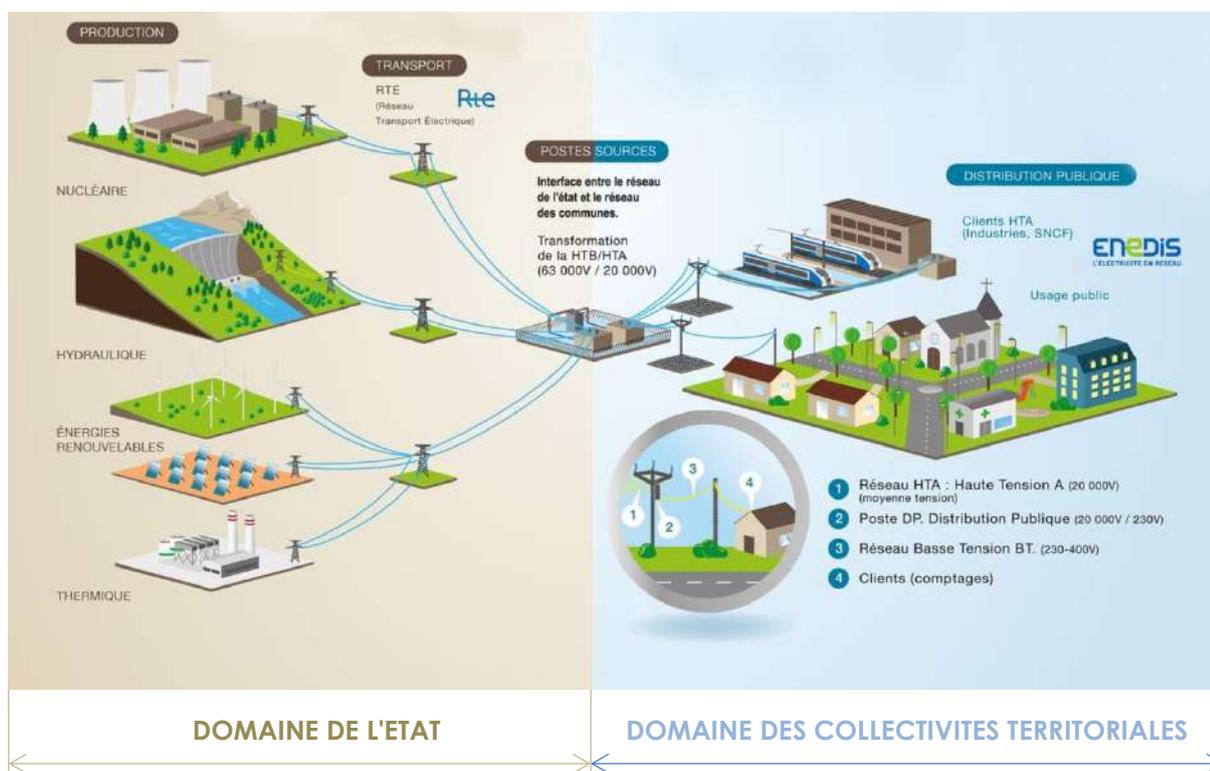
## 13.1.1 ORGANISATION DU RESEAU ELECTRIQUE FRANÇAIS

**La production** (centrale nucléaire, thermique, hydraulique et la production d'EnRs) est une activité concurrentielle.

**Le transport** est une activité régulée à la charge exclusive de RTE, le réseau appartient à l'état.

**Les postes sources** font l'interface entre le réseau de l'état (réseau de transport) et le réseau appartenant aux communes. Historiquement les communes se sont regroupées à l'échelle départementale dans un ou plusieurs Syndicats d'électrification, afin de délégué leur compétence d'électrification. Pour les 286 communes du département, le Syndicat Intercommunal d'Energies du Département de l'Aveyron (SIEDA) assure en tant qu'autorité organisatrice et concédante, le contrôle de la concession et réalise, sous la maîtrise d'ouvrage, des travaux sur le réseau électrique. Ce même réseau est sous concession départementale d'ENEDIS.

**La distribution publique** est donc assurée par ENEDIS qui en assure l'exploitation et l'entretien.



L'analyse du réseau électrique est étudiée à deux échelles : l'échelle régionale grâce au Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables (S3REnR) ; l'échelle locale avec les données d'ENEDIS et du Syndicat d'Energie de l'Aveyron.



Sur le **PETR Centre Ouest Aveyron** le S3RENR prévoit ainsi 44MW supplémentaires essentiellement grâce au nouveau transformateur sur Onet-le-Château:

- Baraqueville +8 MW,
- Goutrens +8 MW,
- Pradinas +5 MW
- Rodez +5 MW,
- Onet-le-Château +13 MW
- Requisita +5 MW (ajout d'un transformateur à Saint Victor)

Code	Nom du Poste	Dépt.	Tension (kV)	Potentiel de raccordement (MW) au 15/11/2012	Transformation HTB/HTA disponible (MW) au 7/12/2012	Capacité réservée (MW)	Capacité réservée disponible à T0 (MW)	Evolution de la capacité réservée disponible	Etat initial (Hors S3RENR)		Ouvrages à renforcer ou à créer		
									RTE <small>En bleu : adaptation en dehors du poste de transformation</small>	ERDF	RTE <small>En bleu : adaptation en dehors du poste de transformation</small>	ERDF	
ARVIE	ARVIEU	12	20 / 63	20	4,5	4	4						
B.AIR	BEL-AIR	12	20 / 63	50	32,8	5	5						
BARAQ	BARAQUEVILLE	12	20 / 63	12	23,5	8	3	2016 8 MW				2016 : ajout TR ONET	
BERTH	BERTHOLENE	12	20 / 63	1	10,2	1	1			2014 : remplacement TR 2014 : ajout TR			
BROMM	BROMMAT	12	225	88		100	88	2016 100 MW	2016 : création SUD AVEYRON				
BRUSQ	BRUSQUE	12	20 / 225	Poste à créer		80	0		2016 : création SUD AVEYRON			création liaison BRUSQUE / COUFRAU	Création
FONDA	FONDAMENTE	12	20 / 63	Poste à créer		25	0		2016 : ajout TR ST VICTOR 2016 : création SUD AVEYRON			accordement poste FONDAMENTE	Création
GODIN	GODIN	12	20 / 63	60	49,9	5	5						
GOUTR	GOUTRENS	12	20 / 63	22	17,7	8	3	2016 8 MW				2016 : ajout TR ONET	Ajout ½ rame
LARDI	LARDIT	12	20 / 63	0	9,8	1	1						
LAURA	LAURAS	12	20 / 63	0	17,9	36	0	2016 36 MW	2016 : ajout TR ST VICTOR	2014 : remplacement TR			
MILLA	MILLAU	12	20 / 63	0	69,0	20	0	2016 20 MW	2016 : ajout TR ST VICTOR	2014 : ajout ½ rame			
MIST6	MISTROU	12	20 / 63	22	32,0	6	3	2016 6 MW				2016 : ajout TR ONET	
O.CHA	ONET-LE- CHÂTEAU	12	20 / 63	22	31,4	13	3	2016 13 MW			2015 : ajout TR	2016 : ajout TR	
POUGE	POUGET	12	225	160		29	29						
PRAD5	PRADE	12	20 / 63	22	70,2	5	3	2016 5 MW				2016 : ajout TR ONET	
PRAD6	PRADINAS	12	20 / 63	12	11,5	5	3	2016 5 MW		2013 : ajout ½ rame		2016 : ajout TR ONET	
REQUI	REQUISTA	12	20 / 63	0	12,2	6	0	2016 5 MW	2016 : ajout TR ST VICTOR				
RODEZ	RODEZ	12	20 / 63	22	82,3	6	3	2016 5 MW				2016 : ajout TR ONET	
RUEYR	RUEYRES	12	20 / 63	0	2,0	5	0	2016 / 2MW ou 2016 / 5 MW si 2 MW mini de DEP dont 1 PTF acceptée d'ici 2014				2016 : ajout TR ONET	Remplacement TR
SEVER	SEVERAC*	12	20 / 63	0	4,8	20	0	2016 20 MW	2016 : ajout TR ST VICTOR	2014 : remplacement TR			
SSVIC	ST-VICTOR	12	20 / 63	0	4,2	4	0	2016 4 MW	2016 : ajout TR			Remplacement TR	
V.ROU	VILLEFRANCHE- DE-ROUERGUE	12	20 / 63	60	50,0	5	5						
<b>Total AVEYRON</b>						<b>395</b>	<b>159</b>						

Figure 55 : Recensement des travaux liés au S3RENR sur les postes électriques du Tarn-et-Garonne (Source : S3RENR, RTE)

**Légende**

 La totalité de la capacité réservée à terme d'un poste est disponible immédiatement

La réalisation des travaux nécessaires à dégager la totalité de la capacité réservée à terme est conditionnée par la signature d'une PTF où l'atteinte d'un volume suffisant de projet en file d'attente, les travaux sont à la charge :

 travaux ENEDIS

 travaux RTE

 travaux communs

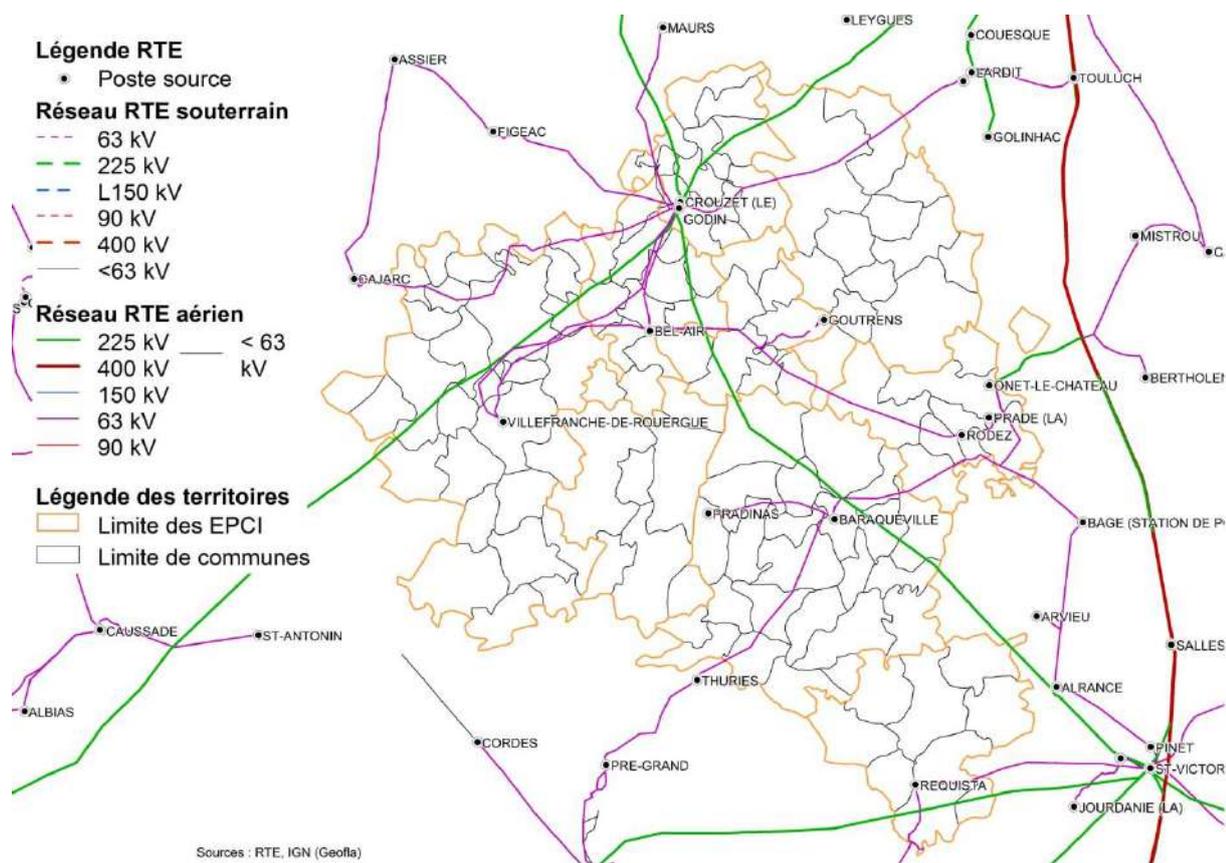


Figure 56 : Carte du réseau de transport d'électricité gérée par RTE

Sur la communauté de commune du **Grand Villefranchois** ce sont 5MW de réservé disponible immédiatement (sans travaux). A noter que le poste de Carjac situé dans le lot, mais très proche du Grand Villefranchois dispose également de 5MW.

Sur la communauté de commune **Decazeville Communauté** ce sont 5MW de réservés disponibles immédiatement (sans travaux) au poste source de Godin. Cette puissance est disponible en plus des 12MW de la centrale au sol raccordée récemment.

En termes de dynamique de raccordement sur la région Midi-Pyrénées, voici les chiffres pour 2014. On constate que la file d'attente pour les projets photovoltaïques se réduit et aucun projet éolien n'a été raccordé.

	Raccordement de la production EnR en région Midi Pyrénées au 31/12/2013			Raccordement de la production EnR en région Midi Pyrénées au 31/12/2014		
	Eolien	Photovoltaïque	Autres filières	Eolien	Photovoltaïque	Autres filières
Projets éoliens en file d'attente	156,5 MW			293,3 MW		
Installations éoliennes en service	403 MW			403 MW		
Projets photovoltaïques en file d'attente		208,0 MW			140,5 MW	
Installations photovoltaïques en service		483,0 MW			564,8 MW	
Autres projets en file d'attente			12,2 MW			13,4 MW
Autres installations en service			342,4 MW			350,3 MW
<b>Total</b>	<b>559,5 MW</b>	<b>691,1 MW</b>	<b>354,6 MW</b>	<b>696,3 MW</b>	<b>705,3 MW</b>	<b>363,8 MW</b>

Figure 57 : Etat des lieux des puissances raccordées et celles en attente pour Midi-Pyrénées (Source : Bilan technique de mise en œuvre du S3REN 2014)

Cela nous amène au bilan suivant au 31/12/2014 : 82% des capacités réservées par le S3REN de Midi-Pyrénées sont encore disponibles. 17% des capacités réservées sont destinées à des projets d'énergies renouvelables en file d'attente en termes de raccordement.

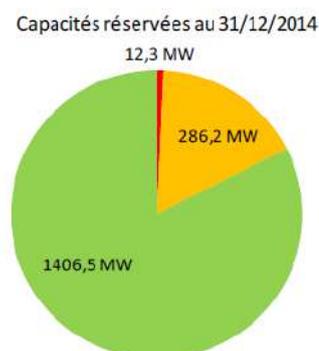
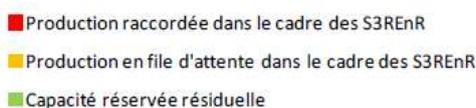


Figure 58 : Bilan des capacités réservées (Midi-Pyrénées) via le S3REN au 31/12/2014 (Source : Bilan technique de mise en œuvre du S3REN 2014)

Au regard des gisements théoriques, la capacité du réseau et les perspectives indiquées dans le SRCAE sont très faible puisque 44MW supplémentaires sont réservés sur le territoire tandis que 232 MW ont été identifiés pour des centrales photovoltaïques au sol, 16 MW pour des ombrières photovoltaïques et 121 MW pour des projets de parcs éoliens.

Toutefois, il s'agit bien là de potentiels maximums théoriques et nous verrons dans l'élaboration du scénario tendanciel que seules les puissances suivantes ont été estimées :

- 24 MW en éolien,
- 6 MW pour des ombrières photovoltaïques
- 10 MW pour des centrales au sol

Soit un total de 40MW inférieurs à la capacité réservée au titre du S3REN.

Rappelons également que ce schéma devra être révisé, les capacités d'accueil des énergies renouvelables étant amenées à évoluer à la hausse avec l'objectif d'une réduction de l'énergie nucléaire à l'horizon 2025.

## 14 SYNTHÈSE DES POTENTIELS THÉORIQUES

Le tableau suivant présente une synthèse des potentiels théoriques par système énergétique. Les premières colonnes du tableau représentent ce qu'il est possible de réaliser sur le parc existant, ou les projets que l'on ne réalisera qu'une seule fois. Les quatre dernières colonnes présentent les installations d'énergies renouvelables qu'il est possible de réaliser chaque année sur le parc neuf. Les filières innovantes sont indiquées en rouge.

Bilan des gisements d'énergies renouvelables	Gisement identifié sur l'existant (nb d'inst.)	Gisement identifié sur l'existant	Gisement identifié sur l'existant ou réalisé une seule fois (inst. décentralisées) (MWh/an)	Production de chaleur		
				Gisement identifié sur le neuf (nb d'inst./an)	Gisement identifié sur le neuf chaque année	Gisement identifié sur le neuf chaque année (MWh/an)
<b>Solaire thermique</b>						
CESI (chauffe-eau solaire individuel)	34 193	69 343 m <sup>2</sup>	31 898 MWh/an	583	1 642 m <sup>2</sup>	755 MWh/an
SSC (système solaire combiné)	25 098	435 218 m <sup>2</sup>	152 326 MWh/an			
CESC sur les logements privés	1 544	19 458 m <sup>2</sup>	9 729 MWh/an	22	212 m <sup>2</sup>	106 MWh/an
CESC sur les logements HLM	352	4 420 m <sup>2</sup>	2 210 MWh/an			
CESC hors habitat	330	9 690 m <sup>2</sup>	4 845 MWh/an	29	85 m <sup>2</sup>	43 MWh/an
Agricole (ECS et séchage)	2 361	18 891 m <sup>2</sup>	9 445 MWh/an	44	344 m <sup>2</sup>	172 MWh/an
<i>Clim. Solaire (tertiaire)</i>	<i>209</i>	<i>6 574 m<sup>2</sup></i>	<i>18 409 MWh/an</i>	<i>74</i>	<i>256 m<sup>2</sup></i>	<i>179 MWh/an</i>
Haute T° (industrie)	111	6 645 m <sup>2</sup>	4 651 MWh/an	6	363 m <sup>2</sup>	254 MWh/an
Chauffage de l'eau des piscines	15	1 975 m <sup>2</sup>	593 MWh/an			
Réseau de chaleur solaire thermique	0	0 m <sup>2</sup>	0 MWh/an			
<b>Sous-total solaire thermique :</b>	<b>64 214</b>	<b>572 214 m<sup>2</sup></b>	<b>234 106 MWh/an</b>	<b>758</b>	<b>2 901 m<sup>2</sup></b>	<b>1 509 MWh/an</b>
<b>Bois énergie - Chaudières automatiques</b>						
Maison - chaudière automatique	9 837	43 520 kW	117 635 MWh/an			
Chaudière collective (immeubles logts)	74	1 536 kW	4 153 MWh/an	40	175 kW	472 MWh/an
Chaudières collectives (tertiaire)	209	6 395 kW	16 874 MWh/an	37	260 kW	422 MWh/an
Chaudières dans l'industrie	32	16 150 kW	64 600 MWh/an			
Chaudière secteur agricole	1 174	10 893 kW	29 444 MWh/an	43	259 kW	700 MWh/an
Réseaux de chaleur	15	3 750 kW	15 000 MWh/an			
Micro-cogénération bois (tertiaire)	209	6 395 kW	16 874 MWh/an	37	260 kW	422 MWh/an
Micro-cogénération bois (individuelle)	9 837	39 881 kW	107 798 MWh/an	630	2 268 kW	1 890 MWh/an
<b>Sous-total bois énergie (hors cogénération) :</b>	<b>11 341</b>	<b>82 245 kW</b>	<b>247 705 MWh/an</b>	<b>120</b>	<b>694 kW</b>	<b>1 594 MWh/an</b>
<b>Inserts et Poêles performants</b>						
Poêles et inserts renouvellement	15 793	70 280 kW	189 967 MWh/an	630	2 268 kW	1 701 MWh/an
Poêles et inserts nouveaux équipements	9 784	29 290 kW	79 170 MWh/an			
Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)	9 837	43 520 kW	117 635 MWh/an			
<b>Sous-total chauffage au bois (hors poêles bouilleurs) :</b>	<b>25 577</b>	<b>99 570 kW</b>	<b>269 137 MWh/an</b>	<b>630</b>	<b>2 268 kW</b>	<b>1 701 MWh/an</b>
<b>Géothermie - PAC</b>						
Maison géothermie verticale	10 686	24 369 kW	87 826 MWh/an	626	391 kW	1 408 MWh/an
Immeubles collectifs (nappe ou sondes)	460	4 066 kW	14 655 MWh/an	40	98 kW	352 MWh/an
Immeubles tertiaires (nappe ou sondes)	506	6 000 kW	20 769 MWh/an	74	193 kW	668 MWh/an
Immeubles industriels	273	6 389 kW	102 218 MWh/an			
Réseau de chaleur géothermique	15	281 kW	4 500 MWh/an			
<b>Sous-total géothermie PAC :</b>	<b>11 940</b>	<b>41 105 kW</b>	<b>229 969 MWh/an</b>	<b>739</b>	<b>681 kW</b>	<b>2 428 MWh/an</b>
<b>Aérothermie - PAC</b>						
Maison aérothermie (air/air, air/eau)	47 595	30 630 kW	165 584 MWh/an	630	175 kW	945 MWh/an
Immeuble aérothermie (air/air)	266	652 kW	3 524 MWh/an	40	44 kW	236 MWh/an
Bâtiments tertiaires	768	4 926 kW	26 633 MWh/an	370	121 kW	652 MWh/an
<b>Sous-total aérothermie PAC :</b>	<b>48 629</b>	<b>36 208 kW</b>	<b>195 741 MWh/an</b>	<b>1 040</b>	<b>339 kW</b>	<b>1 833 MWh/an</b>
<b>Récupération de chaleur fatale</b>						
Maisons (chauffe-eau thermodyn)	36 304	25 413 kW	28 072 MWh/an	567	397 kW	612 MWh/an
Maisons (ECS - eaux usées)	36 304		18 152 MWh/an	567		284 MWh/an
Immeubles collectifs (ECS - eaux usées)	198		1 520 MWh/an	32		193 MWh/an
Immeubles tertiaires (ECS - eaux usées)	260		4 639 MWh/an	30		55 MWh/an
Stations d'épuration	4		10 310 MWh/an			
Chaleur fatale industrie	93		45 674 MWh/an			
<b>Sous-total récup. chaleur :</b>	<b>73 163</b>		<b>108 367 MWh/an</b>	<b>1 196</b>		<b>1 144 MWh/an</b>
<b>Biogaz chaleur</b>						
Projet à la ferme			51 835 MWh/an			
Injection de biogaz dans le réseau	1	8 400 kW	71 977 MWh/an			
<b>Sous-total biogaz :</b>	<b>1</b>		<b>123 812 MWh/an</b>	<b>0</b>	<b>0 kW</b>	<b>0 MWh/an</b>
<b>Valorisation des déchets en chaleur</b>						
Unité de valorisation des déchets			0 MWh/an			
<b>Sous-total incinération :</b>			<b>0 MWh/an</b>	<b>0</b>	<b>0 kW</b>	<b>0 MWh/an</b>

	Bilan des gisements d'énergies renouvelables	Gisement identifié sur l'existant (nb d'inst.)	Gisement identifié sur l'existant	Gisement identifié sur l'existant ou réalisé une seule fois (inst. décentralisées) (MWh/an)	Gisement identifié sur le neuf (nb d'inst./an)	Gisement identifié sur le neuf chaque année	Gisement identifié sur le neuf chaque année (MWh/an)
Production d'électricité	<b>Photovoltaïque</b>						
	Maison individuelle 	34 193	92 322 kW	108 940 MWh/an	583	1 573 kW	1 856 MWh/an
	Immeubles de logements	563	18 000 kW	21 240 MWh/an	21	342 kW	403 MWh/an
	Bâtiments tertiaires	7 007	224 086 kW	264 421 MWh/an	6	95 kW	112 MWh/an
	Equipements sportifs, culture, loisirs	49	3 954 kW	4 666 MWh/an	0,8	65 kW	77 MWh/an
	Grandes toitures (industrielles, stockage)	1 090	348 861 kW	383 747 MWh/an	4	1 387 kW	1 571 MWh/an
	Bâtiments agricoles	1 620	110 958 kW	130 930 MWh/an	16	5 079 kW	5 994 MWh/an
	Ombrières de parking	91	15 942 kW	24 910 MWh/an			
	Centrales photovoltaïques	9	232 083 kW	290 103 MWh/an			
	<b>Sous-total photovoltaïque :</b>	<b>44 622</b>	<b>1 046 205 kW</b>	<b>1 228 957 MWh/an</b>	<b>630</b>	<b>8 542 kW</b>	<b>10 013 MWh/an</b>
<b>Hydroélectricité</b>							
Anciens moulins 	10	1 000 kW	45 000 MWh/an				
Nouveaux sites	0	0 kW	0 MWh/an				
Otpimisation, suréquipement	41	4 444 kW	7 487 MWh/an				
Turbinage eau potable	0	0 kW	0 MWh/an				
Turbinage eaux usées	0	0 kW	0 MWh/an				
Hydroliennes	0	0 kW	0 MWh/an				
<b>Sous-total hydroélectricité :</b>	<b>51</b>	<b>5 444 kW</b>	<b>52 487 MWh/an</b>	<b>0</b>	<b>0 kW</b>	<b>0 MWh/an</b>	
<b>Eolien</b>							
Parc éolien (nb de machines) 	40	121 000 kW	266 200 MWh/an				
Petites éoliennes	120	3 000 kW	6 600 MWh/an				
<b>Sous-total éolien :</b>	<b>160</b>	<b>124 000 kW</b>	<b>272 800 MWh/an</b>	<b>0</b>	<b>0 kW</b>	<b>0 MWh/an</b>	
<b>Biogaz électricité</b>							
Projet à la ferme			43 589 MWh/an				
Injection de biogaz dans le réseau							
<b>Sous-total biogaz :</b>		<b>0 kW</b>	<b>43 589 MWh/an</b>	<b>0</b>	<b>0 kW</b>	<b>0 MWh/an</b>	
<b>Valorisation de déchets &amp; de la biomasse en électricité</b>							
Unité de valorisation des déchets 		0 kW	0 MWh/an				
Micro-cogénération bois tertiaire	209	1 066 kW	2 812 MWh/an				
Micro-cogénération bois individuelle	9 837	13 294 kW	35 933 MWh/an	37	43 kW	70 MWh/an	
<b>Sous-total incinération et micro-cogénération :</b>		<b>14 360 kW</b>	<b>38 745 MWh/an</b>	<b>630</b>	<b>756 kW</b>	<b>630 MWh/an</b>	

Le tableau suivant présente les potentiels théoriques d'énergies renouvelables par filière **à l'horizon 2030**. Ces gisements sont comparés aux installations existantes à fin 2014. Cela permet de voir l'avancée des filières à fin 2014 par rapport à leur potentiel. Par exemple, 1,1% du potentiel théorique de production solaire thermique était exploité à fin 2014.

Les **emplois potentiels**<sup>10</sup> correspondant **à la mise en œuvre des potentiels théoriques à 2030** sont également indiqués. C'est un **potentiel maximum théorique** dans la mesure où ils sont calculés à partir des potentiels théoriques.

	Bilan des gisements maximums théoriques d'énergies renouvelables à l'horizon 2030	Gisement identifié sur l'existant ou réalisé qu'une seule fois (installations décentralisées)	Gisement identifié sur le neuf entre 2015 et 2030 soit pendant 16 ans	Gisement total sur l'existant et le neuf entre 2013 et 2030	Exploitation du gisement à fin 2014	Les emplois potentiels théoriques (pour la fabrication et l'installation puis chaque année pour l'exploitation)	
		MWh/an en 2030	MWh/an en 2030	MWh/an en 2030		Fabrication & install.	Exploitation
Production de chaleur & de froid	Solaire thermique production d'eau chaude sanitaire chauffage des habitations	234 106 MWh/an 64 214 installations	24 136 MWh/an 12 124 installations	258 242 MWh/an 76 339 installations	1,1% 1377 installations	7 679	108
	Bois énergie poêles à bois, inserts, chaudière auto. réseau de chaleur bois énergie	516 842 MWh/an 36 917 installations	52 724 MWh/an 12 001 installations	569 566 MWh/an 48 918 installations	52% à la ressource	236	219
	Géothermie très basse T° capteurs horizontaux ou verticaux captage sur nappe	229 969 MWh/an 11 940 installations	38 846 MWh/an 11 823 installations	268 815 MWh/an 23 762 installations	5% 335 installations	3 233	622
	Aérothermie pompe à chaleur air/air pompe à chaleur air/eau	195 741 MWh/an 48 629 installations	29 321 MWh/an 16 642 installations	225 062 MWh/an 65 272 installations	14% 1471 installations	2 575	520
	Récup. chaleur (eaux usées, air vicié) récup. de chaleur sur air vicié récup. de chaleur sur les eaux usées	108 367 MWh/an 73 163 installations	18 308 MWh/an 19 137 installations	126 675 MWh/an 92 299 installations	0%	1 973	293
	Biogaz	123 812 MWh/an		123 812 MWh/an	0,3%	222	75
	Valor. des déchets - chaleur	0 MWh/an			0%	0	0
Production d'électricité	Photovoltaïque installation sur les bâtiments centrale au sol	1 228 957 MWh/an 44 622 installations	160 215 MWh/an 10 078 installations	1 389 172 MWh/an 54 700 installations	5% 1612 installations	33 266	998
	Eolien parc onshore et petit éolien	272 800 MWh/an <small>160 petites éoliennes 40 grandes éoliennes</small>		272 800 MWh/an <small>160 petites éoliennes 40 grandes éoliennes</small>	0%	963	42
	Hydroélectricité	52 487 MWh/an 51 installations		52 487 MWh/an 51 installations	59% 41 installations	109	4
	Valor. des déchets - élec. & micro-cogénération	38 745 MWh/an 10 046 installations	11 206 MWh/an 10 671 installations	49 951 MWh/an 20 717 installations	0%	70	41
	Géothermie Profonde	0 MWh/an			0%		
Agrocarburant	0 MWh/an			0%			

Figure 59 : Potentiels théoriques par filière d'énergie renouvelable

<sup>10</sup> Les emplois liés à la fabrication et l'installation des équipements n'interviennent qu'une fois et ne sont pas forcément locaux (les équipements ne sont généralement pas fabriqués sur le territoire), tandis que les emplois liés à la maintenance et l'exploitation sont pérennes et généralement locaux. Ils sont estimés via l'étude «Marché, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables » (ADEME, 2012).

Le graphique suivant met en évidence les potentiels théoriques identifiés à 2030, ainsi que leur exploitation à fin 2014.

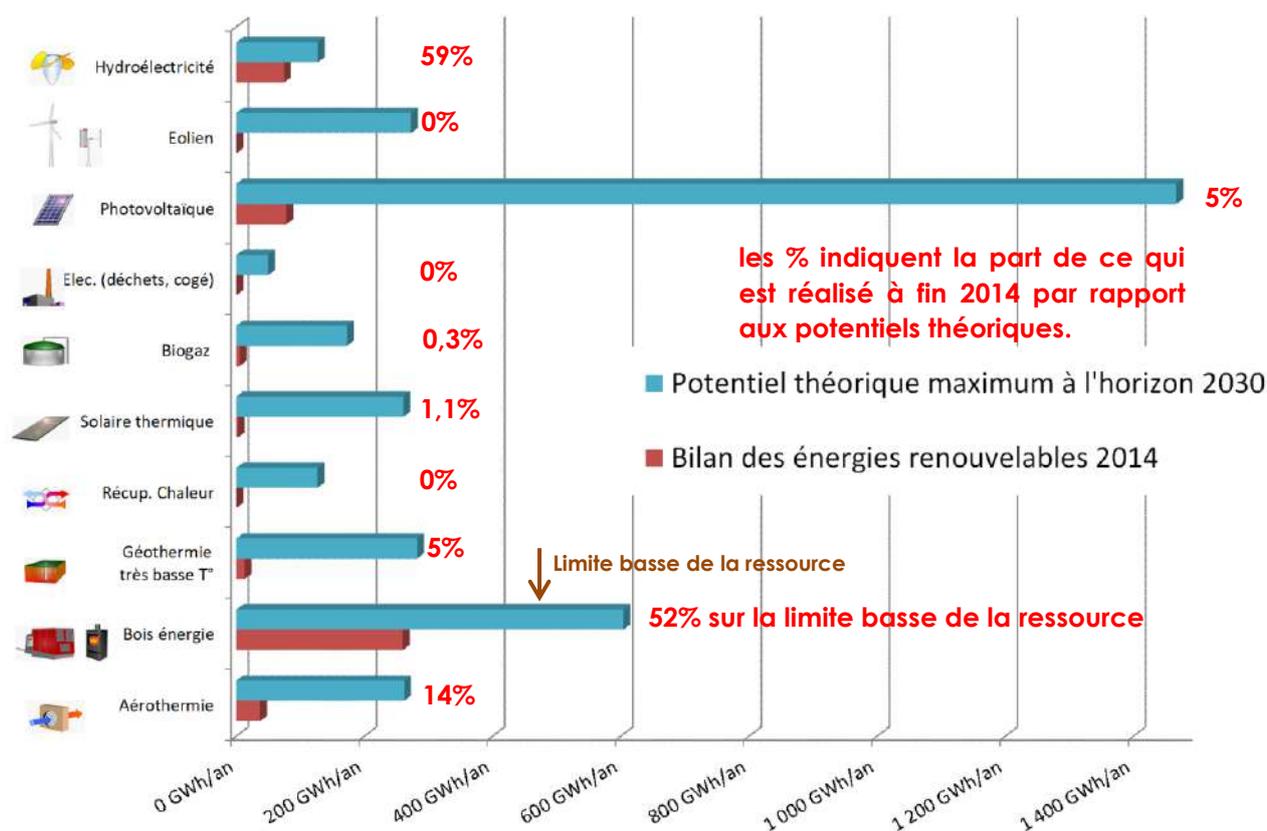


Figure 60 : Potentiels théoriques par filière à 2030 et production à fin 2014 par énergie renouvelable

**Le potentiel théorique sur le photovoltaïque** est très élevé, d'une part toutes les maisons, tous les bâtiments industriels, les immeubles, centre commerciaux, etc. pourraient être équipés d'un générateur (il n'y a pas de lien avec un besoin énergétique contrairement à la chaleur renouvelable), mais d'autre part les ombrières photovoltaïques, les centrales au sol représentent un gisement important (23% du potentiel théorique). Ce potentiel est aussi à mettre en regard des capacités du réseau électrique, il n'est pas concevable à court terme, mais pourrait s'envisager sur du très long terme (2050).

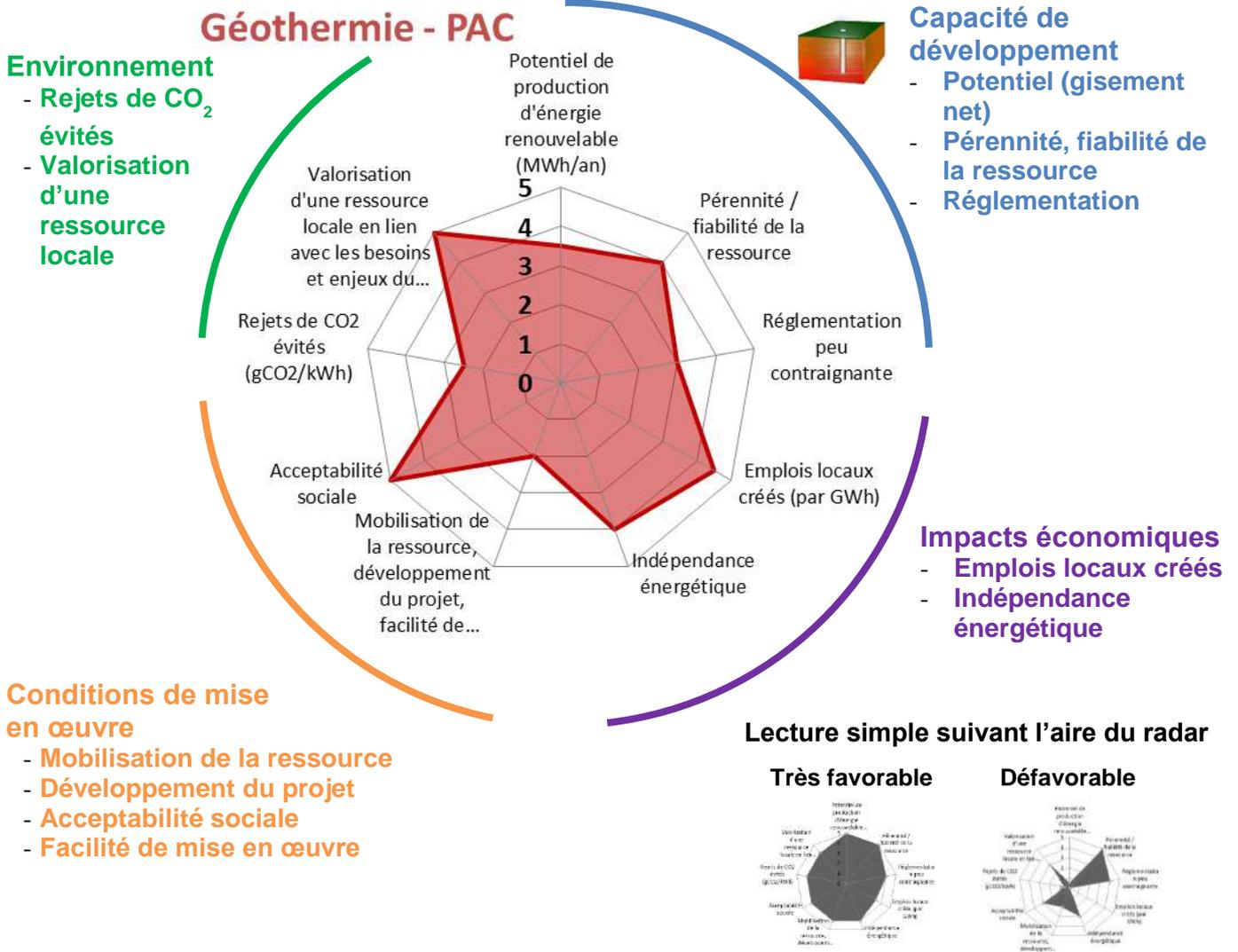
Le graphique met en évidence **l'importance du potentiel pour le bois énergie**, dû au faible contrainte sur cette filière (on pourrait équiper toutes les maisons d'un poêle à bois). Il n'en demeure pas moins que pour cette filière, il faut faire appel à un combustible et si celui-ci devait être local le gisement théorique serait donc limité par la ressource du territoire. Le potentiel sur la limite basse de la ressource reste toutefois intéressant puisqu'il serait possible de consommer deux fois plus de bois énergie que la consommation à fin 2014.

**L'aérothermie dispose également d'un potentiel important** (nous n'avons considéré ici que les pompes à chaleur très performantes avec un COP supérieur à 2,7). L'absence de contrainte sur cette filière et son coût la place d'ailleurs parmi les filières les plus développées à fin 2014. Il n'en demeure pas moins qu'il faudrait avantageusement privilégier d'autres filières thermiques qui présentent de bien meilleurs rendements. C'est le cas de la **géothermie** et de la filière **solaire thermique** qui ont toutes les deux des potentiels importants, mais sont actuellement sous-exploités.

**Les gisements pour des projets de méthanisation et des parcs éoliens** sont également très importants, ils ne sont pratiquement pas valorisés à fin 2014.

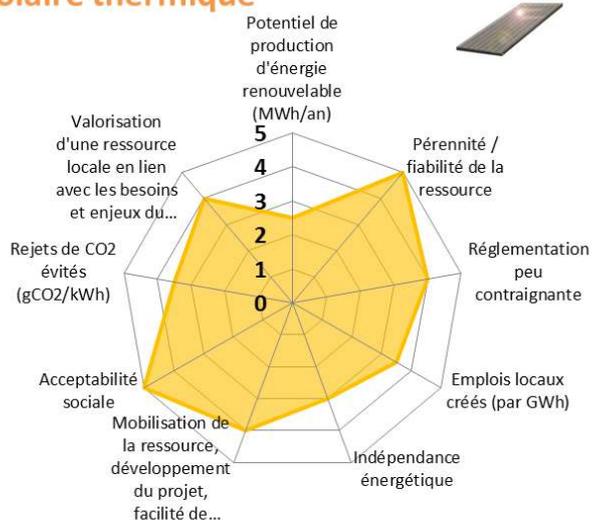
Les graphiques en radar à la page suivante permettent d'apporter un éclairage sur les filières les plus intéressantes au vu du contexte local et de leur potentiel.

9 critères regroupés en 4 principaux enjeux sont présentés dans ces graphiques :

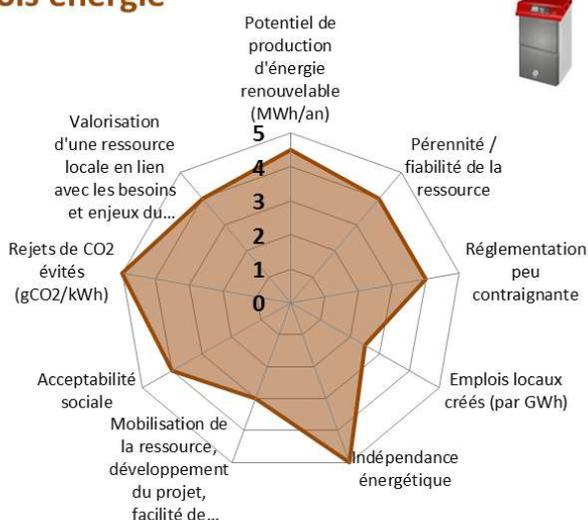


La présentation d'un graphique en radar défavorable peut parfois être lié à des difficultés de mise en œuvre des projets conjugués à une réglementation contraignante et une acceptabilité sociale délicate ;c'est le cas des projets de parc éoliens et d'unité de méthanisation qui pour autant peuvent revêtir d'un caractère stratégique pour le territoire dans le cadre d'une indépendance énergétique et de la valorisation d'une ressource locale.

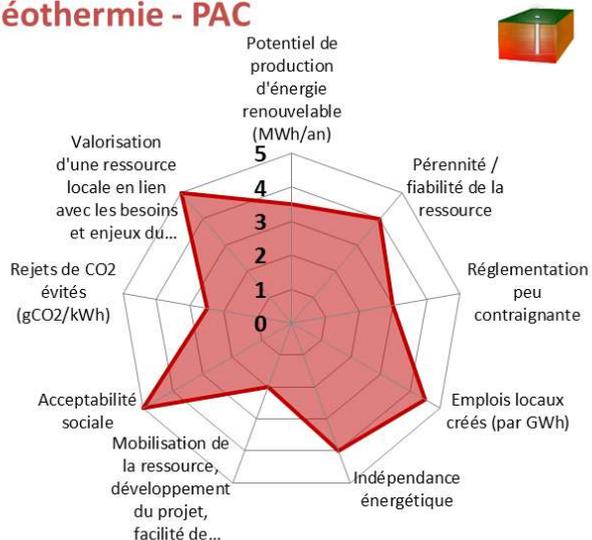
## Solaire thermique



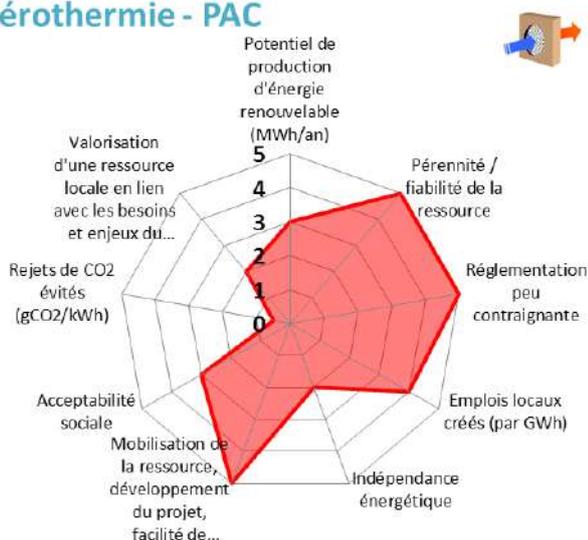
## Bois énergie



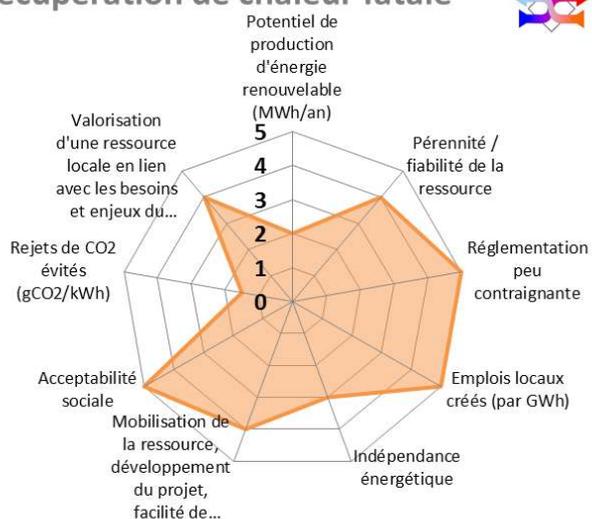
## Géothermie - PAC



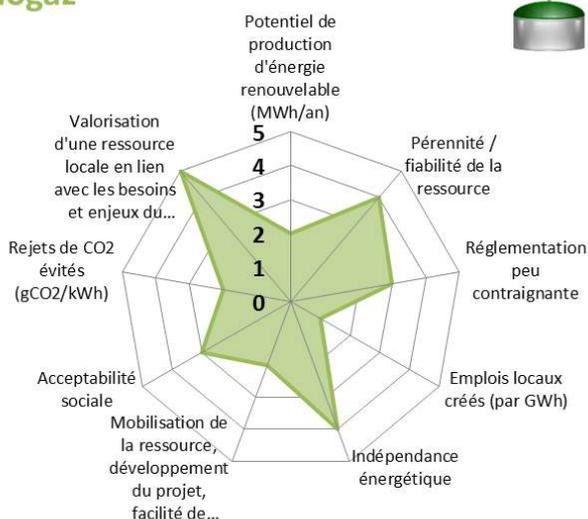
## Aérothermie - PAC



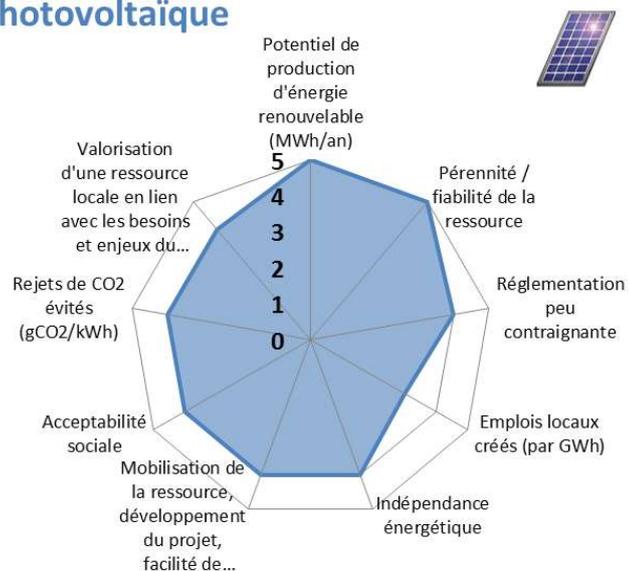
## Récupération de chaleur fatale



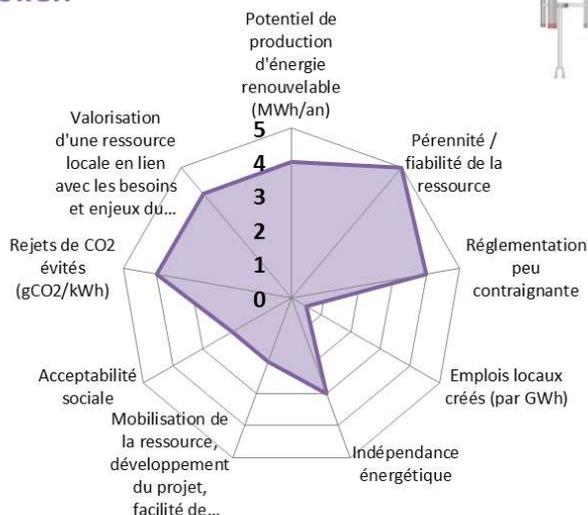
## Biogaz



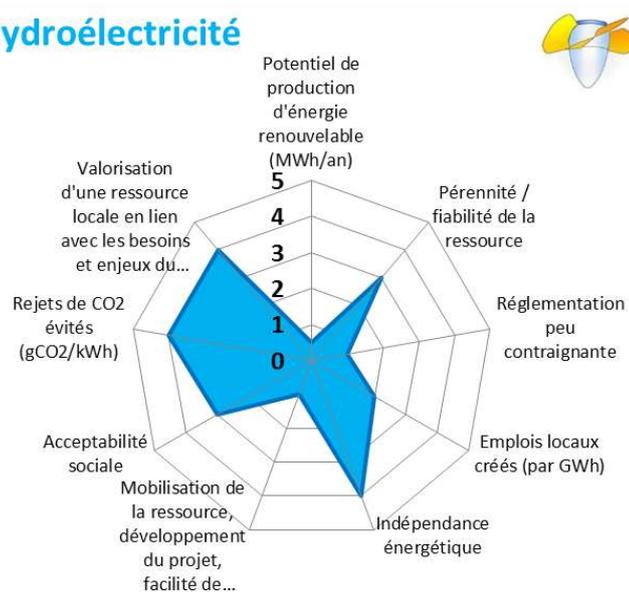
## Photovoltaïque



## Eolien



## Hydroélectricité



Les filières suivantes méritent un intérêt tout particulier au vu des graphiques :

Pour la chaleur renouvelable :

- La filière solaire thermique,
- La filière géothermie,
- La filière bois énergie.

Pour la production d'électricité :

- Le photovoltaïque,
- L'éolien.

Pour la production de biogaz, les unités de méthanisation.

Le scénario tendanciel qui suit viendra confirmer l'intérêt de suivre plus précisément ces filières (soit pour mieux les développer, soit pour les accompagner).

## 15 SCENARIO TENDANCIEL

Il s'agit maintenant de passer d'un potentiel théorique (les gisements nets) à un potentiel plausible pour toutes les installations d'énergies renouvelables, que ce soit sur les bâtiments ou pour des installations décentralisées. L'exercice consiste à se fixer des objectifs pour chaque filière qui tiennent compte des dynamiques déjà engagées<sup>11</sup>, des réglementations thermiques actuelles et futures, du statut des occupants des maisons (propriétaires ou locataires), des capacités financières des ménages<sup>12</sup>, de l'attractivité des installations auprès des maîtres d'ouvrage et des propriétaires, etc.

Illustration de la méthodologie pour les chauffe-eau solaires individuels :

Figurer les valeurs	Copier_colle Obj	%	Dyn. Act.	nb d'inst.	MWh/an	%	nb d'inst.	MWh/an
<b>Solaire thermique</b>								
CESI (chauffe-eau solaire individuel)		6%	844	844	787 MWh/an	10%	53	76 MWh/an

On ne compte que 1156 CESI sur le territoire à fin 2014. La dynamique en Région Midi-Pyrénées pour 2013 est de 1 920 CESI installés sur le neuf et l'existant. Si l'on rapporte cette dynamique sur le territoire (au prorata des habitants), cela correspond à 105 CESI par an soit, en considérant que 50% sont installés sur le parc existant, 840 en 16 ans. Cela correspond à 8 % des gisements théoriques incluant le statut d'occupation et le revenu des ménages.

La dynamique régionale rapportée au territoire correspond à environ 53 installations réalisées chaque année sur les maisons neuves (105 installations x 50%).

La cohérence globale entre les installations sur les bâtiments est vérifiée à l'issue de la définition des ratios d'équipements (il ne s'agit pas de se retrouver avec trois types de chauffage différents sur les habitations du fait de ratios mal appropriés).

Ce scénario est appelé tendanciel dans la mesure où il reflète la situation énergétique en 2030 si **aucune mesure n'est prise par la collectivité pour favoriser les installations les plus vertueuses**. Les maîtres d'ouvrages guident leur choix vers les solutions les plus simples et les moins onéreuses à l'achat. C'est ainsi qu'une bonne partie des filières énergies renouvelables ne seront pas valorisées à leur juste valeur pour les citoyens et les collectivités :

- l'énergie solaire thermique se maintient à un très faible niveau dans l'existant. Quelques opérations voient le jour dans les maisons neuves, du fait de l'article 16 de l'Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments,
- le renouvellement des systèmes de chauffage au bois individuels et leur développement dans les constructions neuves suit son cours,

<sup>11</sup> Pour l'existant, on se base sur ce qui est réalisé à fin 2014 sur le territoire ainsi que sur les ventes d'équipements (pompes à chaleur, poêles à bois) réalisées au niveau national. Pour le neuf, on se base sur les ventes d'équipements ainsi que sur les premiers retours d'expérience de systèmes énergétiques installés dans les maisons individuelles et logements collectifs répondant à la RT 2012.

<sup>12</sup> Tous les propriétaires de maisons individuelles n'auront pas des revenus permettant d'investir dans une installation d'énergie renouvelable. On pondère les gisements nets par un coefficient afin de ne considérer que les ménages à même de réaliser cet investissement. Ce coefficient est estimé via les revenus fiscaux localisés des ménages donnés par l'INSEE. Ces « gisements nets pondérés » sont présentés en annexe de ce rapport.

- la géothermie n'est pas privilégiée par les maîtres d'ouvrages, ce sont les pompes à chaleur air/air et air/eau qui sont privilégiés,
- les installations de micro-cogénération bois ne sont pas développées à leur juste valeur,
- le chauffe-eau thermodynamique (récupération de la chaleur fatale sur l'air vicié), poursuit une croissance de vente très importante en remplacement des cumulus électriques traditionnels et dans les maisons neuves,
- les collectivités ne sont pas pro-actives sur le développement des énergies renouvelables aussi bien pour leur patrimoine qu'en termes d'incitation auprès des autres maîtres d'ouvrages,
- Par contre, les projets de réseau de chaleur en cours de réflexion, les projets de centrales photovoltaïques au sol et sur ombrières, ainsi qu'une partie des projets d'unité de méthanisation et de parcs éoliens sont pris en compte dans le scénario tendanciel.

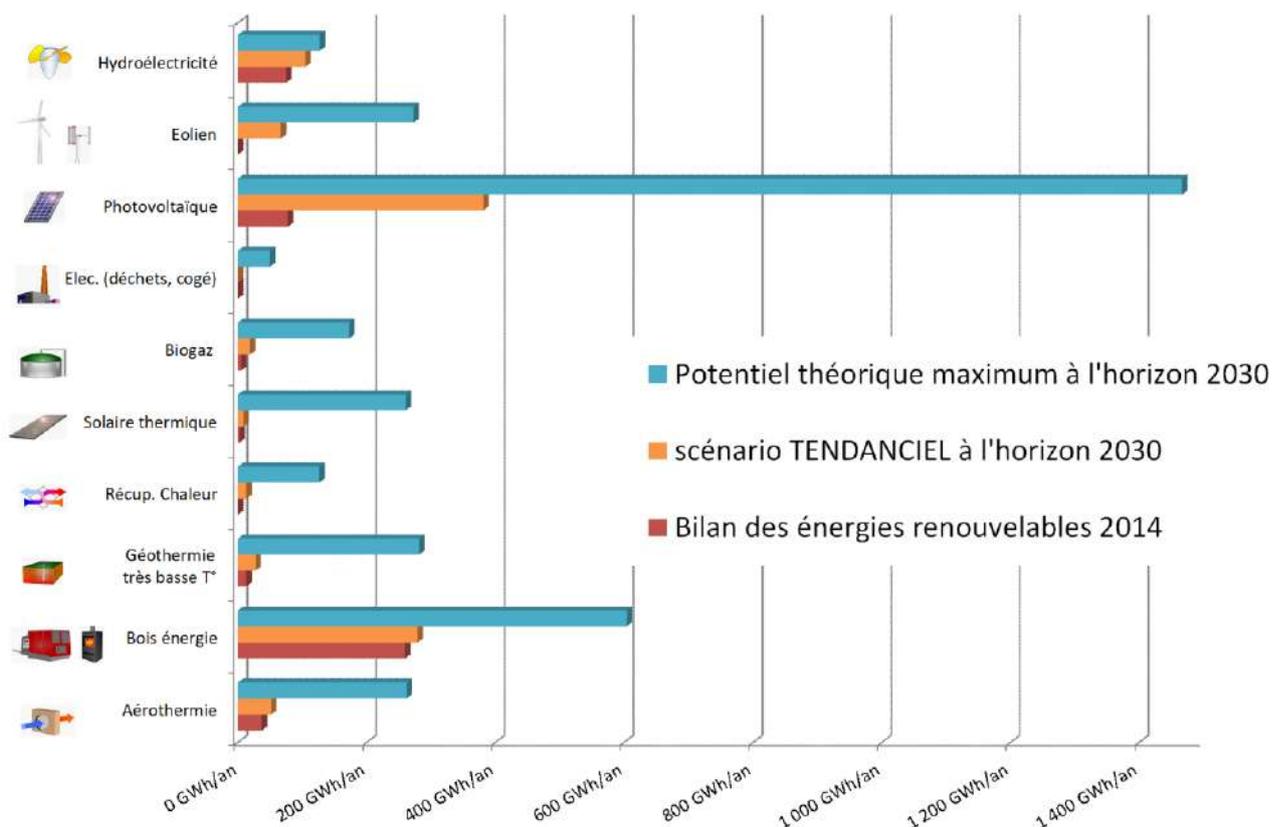
Toutes les hypothèses par filières sont présentées en annexe.



Accueil		2030		Proposition d'un objectif en % du gisement identifié				Réalisation à fin	Réalisation entre	Réalisations par an entre	Production totale en	Production totale en tep/an	t CO <sub>2</sub> évité/an en	Nb d'emplois liés à la fabric. et l'inst.	Nb d'emplois annuels liés à l'exploit.			
TENDANCIEL		SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois				SUR LE NEUF (réalisation chaque année)				2014	2015	2015	MWh/an	2030	2030			
Figer les valeurs		Copier_collier Obj		%	Dyn. Act.	nb d'inst.	MWh/an	%	nb d'inst.	MWh/an	MWh/an	MWh/an	nb/an	MWh/an	tep/an	t CO <sub>2</sub>	nb d'emplois	nb d'emplois
<b>Photovoltaïque</b>																		
Maison individuelle	18%	1 870	1 870	5 959 MWh/an	61%	362	355	1 130 MWh/an	24 032	471						7 210	571	
Immeubles de logements	41%	228	228	8 611 MWh/an	20%		4	81 MWh/an	9 902	18						2 970	235	
Bâtiments tertiaires	23%	570	1 606	80 605 MWh/an	20%		1	22 MWh/an	60 964	102						18 289	1 449	
Equipements sportifs, culture, loisirs	50%	456	25	2 333 MWh/an	50%		0	39 MWh/an	2 951	2						885	70	
Grandes toitures (industrielles, stockage)	20%	342	218	76 749 MWh/an	20%		1	314 MWh/an	81 775	14						24 533	1 944	
Bâtiments agricoles	42%	685	685	55 343 MWh/an	50%		8	2 997 MWh/an	103 293	51						30 988	2 456	
Ombrières de parking	34%	10	31	8 589 MWh/an					8 589	2						2 577	219	
Centrales photovoltaïques	4%	2	0	12 250 MWh/an					12 250	0						3 675	312	
									0	0						0	0	
<b>Sous-total solaire photovoltaïque :</b>			<b>4 663</b>	<b>230 440 MWh/an</b>			<b>369</b>	<b>4 582 MWh/an</b>	<b>77 809</b>	<b>303 756</b>	<b>660</b>	<b>381 565</b>	<b>32 815</b>	<b>114 470</b>	<b>7 258</b>	<b>272</b>		
<b>Hydroélectricité</b>																		
Anciens moulins	50%		5	22 500 MWh/an					22 500	0						6 750		
Nouveaux sites	0%		0	0 MWh/an					0	0						0		
Otpimisation, suréquipement	100%		41	7 487 MWh/an					7 487	3						2 246		
Turbinage eau potable	0%		0	0 MWh/an					0	0						0		
Turbinage eaux usées	0%		0	0 MWh/an					0	0						0		
Hydroliennes	0%		0	0 MWh/an					0	0						0		
<b>Sous-total hydroélectricité :</b>			<b>46</b>	<b>29 987 MWh/an</b>					<b>74 866</b>	<b>29 987</b>	<b>2,9</b>	<b>104 853</b>	<b>9 017</b>	<b>31 456</b>	<b>99</b>	<b>61</b>		
<b>Eolien</b>																		
Parc éolien (nb de machines)	25%	20	10	66 000 MWh/an					66 000	1						19 800	233	
Petites éoliennes	10%	5	12	660 MWh/an					660	1						198	2,3	
<b>Sous-total éolien :</b>			<b>22</b>	<b>66 660 MWh/an</b>					<b>0</b>	<b>66 660</b>	<b>1</b>	<b>66 660</b>	<b>5 733</b>	<b>19 998</b>	<b>235</b>	<b>10</b>		
<b>Biogaz - Production d'électricité</b>																		
Projet à la ferme	8%			3 431 MWh/an					3 431							1 029	4	1
Injection de biogaz dans le réseau	9%		0	0 MWh/an					0							0	0	0
<b>Sous-total biogaz électricité :</b>				<b>3 431 MWh/an</b>					<b>4 872</b>	<b>3 431</b>	<b>0,0</b>	<b>8 303</b>	<b>714</b>	<b>2 491</b>	<b>8</b>	<b>3</b>		
<b>Valorisation des déchets / biomasse</b>																		
Unité de valorisation des déchets	0%			0 MWh/an					0							0	0	
Micro-cogénération bois tertiaire	0%		0	0 MWh/an	5%	2	4 MWh/an	56	56	2	56					17	0,1	
Micro-cogénération bois individuelle	0%		0	0 MWh/an	5%	32	32 MWh/an	504	504	32	504					151	0,5	
<b>Sous-total incinération :</b>			<b>0</b>	<b>0 MWh/an</b>			<b>33,35</b>	<b>35 MWh/an</b>	<b>0</b>	<b>560</b>	<b>33,3</b>	<b>560</b>	<b>48</b>	<b>168</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
<b>TOTAL ELECTRIQUE (MWh/an)</b>																		
Rappel de la production renouvelable électrique en 2014 : 157 547 MWh/an																		
en 2020 la production est multipliée par : 3,6																		
<b>Agrocarburants</b>																		
Production supplémentaire	100%			0 MWh/an					0									
<b>TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES MWh/an :</b>									<b>357 831</b>	<b>608 980</b>	<b>3 258</b>	<b>966 812</b>	<b>83 146</b>	<b>284 327</b>	<b>9 049</b>	<b>693</b>		

La production totale dans le cadre du scénario tendanciel atteint **966 812 MWh/an** en 2030 contre 484 690 MWh/an à fin 2014. Si la consommation baisse de -10,1% sur le territoire<sup>13</sup>, la production d'énergie renouvelable atteint **28%** de la consommation totale contre 12,8% à fin 2014.

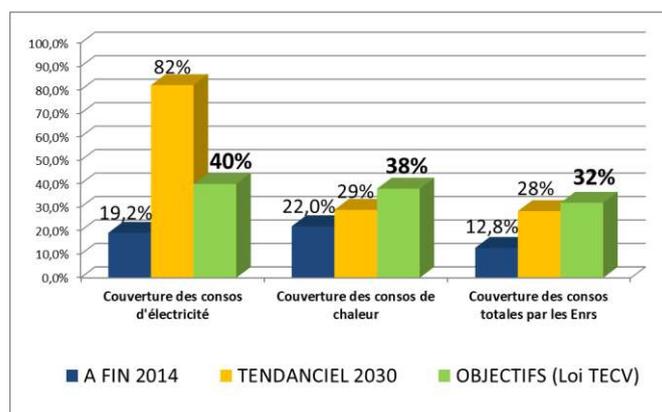
La figure suivante permet de comparer le scénario tendanciel à la production à fin 2014 et aux gisements nets par filière.



**Couverture des consommations totale d'électricité par les EnRs : 82%**

**Couverture des consommations de chaleur par les EnRs : 29%**

**Part d'EnRS & R sur la consommation totale : 28%**



Le tableau suivant permet de comparer la situation à fin 2014 et le scénario tendanciel en termes de production d'énergies renouvelables, d'économie et d'exploitation des gisements. L'« économie qui retourne au territoire » correspond à la facture énergétique évitée grâce aux énergies renouvelables : par exemple, le chauffage de l'eau chaude sanitaire via une installation solaire thermique évite de consommer de l'électricité ou du gaz naturel. Le chiffre présenté pour 2014 correspond à une économie annuelle constatée uniquement pour l'année 2014, tandis que pour le scénario tendanciel il s'agit d'une économie cumulée entre 2014 et 2030.

POTENTIELS PLAUSIBLES EN 2030	Production à fin 2014	TENDANCIEL en 2030
Production d'énergie renouvelables	485 GWh/an	967 GWh/an
Part globale d'enrs sur la consommation	13%	28%
Part des EnRs sur la consommation de chaleur 	<b>22%</b>	<b>29%</b>
Part des EnRs sur la consommation d'électricité 	<b>19%</b>	<b>82%</b>
Rejets de CO <sub>2</sub> évités (milliers de tonnes)	148 589	446 360

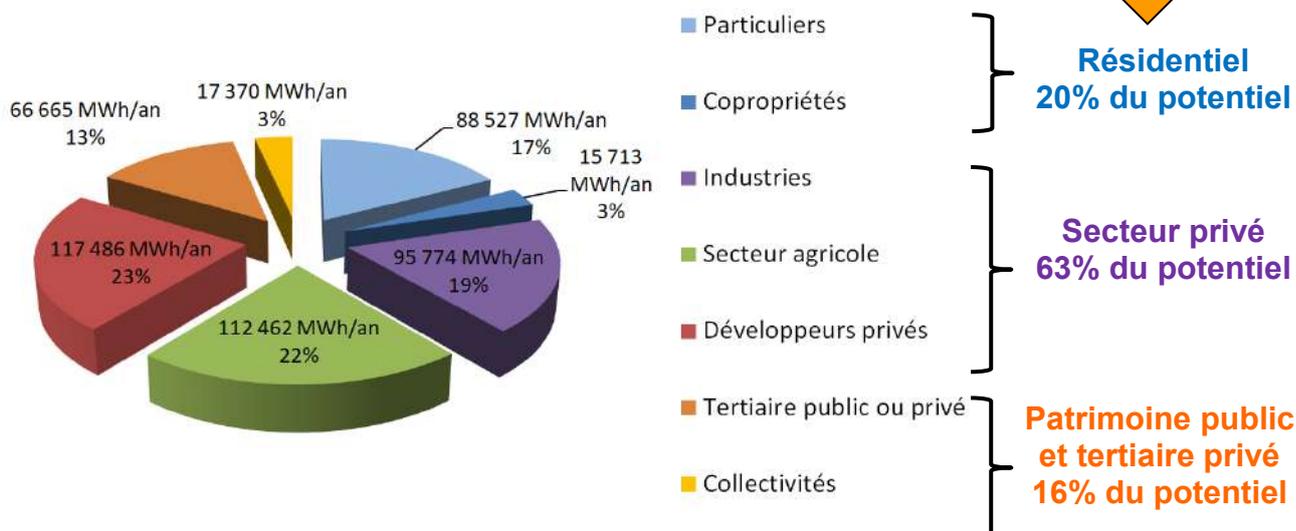
Indicateurs de comparaison du scénario tendanciel et de la production à fin 2013

 Le projet de loi sur la transition énergétique pour la croissance verte fixe un objectif de **32 % d'énergies renouvelables** dans la consommation énergétique finale en 2030. Le territoire atteindrait 967 GWh/an selon un scénario tendanciel.

## 15.1 REPARTION DES GISEMENTS PAR ACTEURS

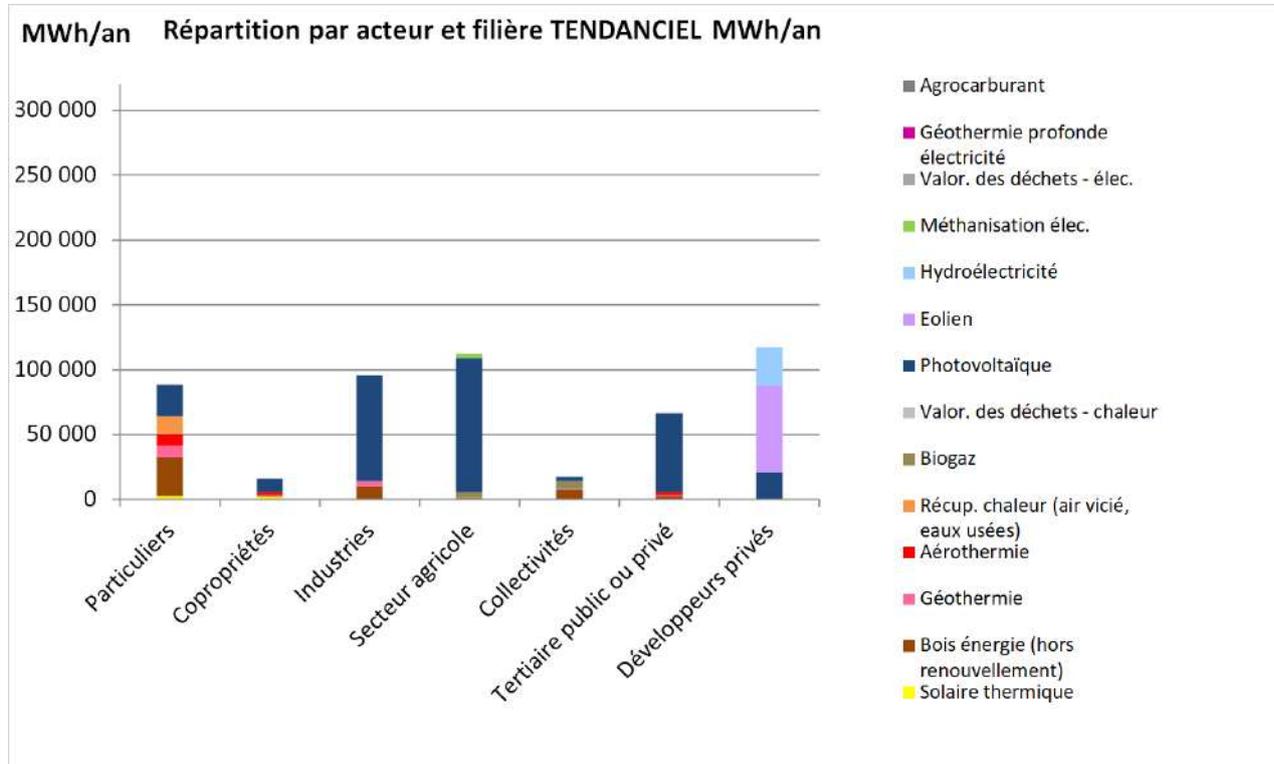
Le graphique ci-dessous présente la répartition des installations par type d'acteur sur le territoire. Cette représentation tient compte uniquement de toutes les installations réalisées entre 2015 et 2030. Il n'y a pas les installations actuellement en fonctionnement sur le territoire, ni les particuliers qui vont renouveler leurs inserts ou poêles à bois.

REPARTITION DE LA PRODUCTION PAR ACTEURS  
SCENARIO TENDANCIEL MWh/an



## 15.2 REPARTITION DES GISEMENTS PAR ACTEURS ET PAR FILIERE

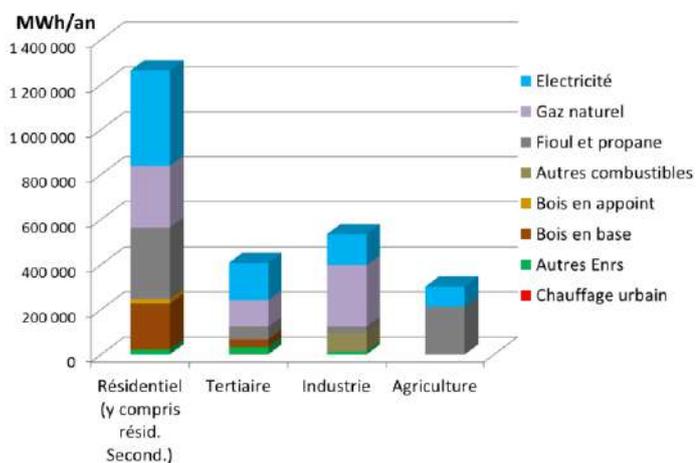
Le graphique suivant présente une répartition des installations réalisées entre 2012 et 2030 par acteurs et par filière (hors renouvellement des poêles à bois).



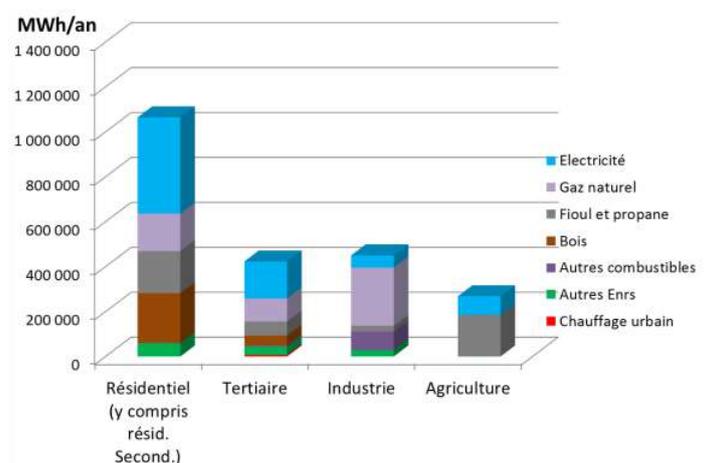
## 15.3 COUVERTURE DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS LES DIFFERENTS SECTEURS

Fin 2014

Fin 2030

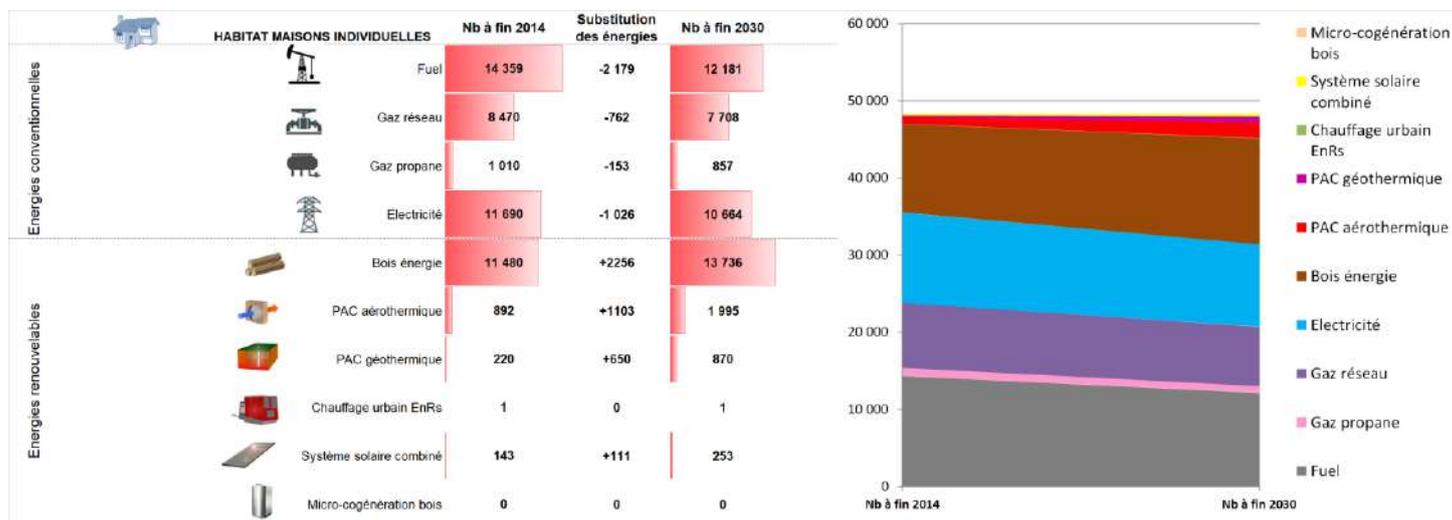


19% 16% 3% 0%



26% 19% 6% 1%

## 15.4 REPARTITION DES MODES DE CHAUFFAGE DES MAISONS INDIVIDUELLES EN 2030



Comme on le voit sur le graphique ci-dessus la substitution des énergies fossiles par les énergies renouvelables n'est pas très importante. Environ 4 000 ménages substituent une énergie conventionnelle (électricité, gaz, fuel) pour un système à énergie renouvelable. Le bois énergie et les pompes à chaleur air/air sont plébiscités.

## 16 CONCLUSION SUR LE SCENARIO TENDANCIEL

Plusieurs constats par rapport au scénario tendanciel et aux potentialités du territoire :

- La production de chaleur renouvelable pourrait être plus importante et représente un enjeu pour l'indépendance énergétique du territoire (l'objectif serait de ne plus consommer du fuel et du gaz propane en 2030).
- Les maisons individuelles existantes conservent en large majorité des énergies conventionnelles (fuel, gaz et électricité) pour se chauffer.
- Malgré la prise en compte de 8 réseaux de chaleur bois énergie et 2 réseaux de chaleur en géothermie, le secteur tertiaire est toujours largement dépendant des énergies conventionnelles (la part des énergies renouvelables atteint 19% dans le secteur tertiaire en 2030).
- Les énergies renouvelables sont assez peu développées dans le secteur agricole et l'industrie.
- La production renouvelable électrique s'appuie sur le développement tendanciel de l'énergie photovoltaïque qui permet d'atteindre une part d'EnRs de 82% en 2030. Dans ce scénario tendanciel, 20% des gisements théoriques ont été retenus pour les parcs éoliens, soit 24 MW (8 machines de 3MW).
- Les potentiels pour les unités de méthanisation tiennent compte de 50% des projets en cours de réflexion sur le territoire, mais cela ne correspond qu'à moins de 10% des gisements identifiés.

## 17 SCENARIO VOLONTARISTE

A l'issue de la concertation avec les acteurs et du positionnement des élus, un scénario volontariste a été coconstruit aussi bien pour la maîtrise de l'énergie que pour les énergies renouvelables. Les résultats de ce scénario sont présentés à la page suivante.



## 17.1 LES OBJECTIFS RETENUS POUR LA MAITRISE DE L'ENERGIE

Maîtrise de l'énergie	Scénario Volontariste 2030	Effort
Habitat individuel 	rénovation (action sur le bâti ou les systèmes de chauffage) : 7 200 maisons/an contre 5 500 maison/an dans le scénario tendanciel.	X 1,3
Habitat collectif 	80% des logements font au moins une action sur le bâti et les systèmes de chauffage (contre 60% en tendanciel).	X 1,3
Citoyens 	78 % adhèrent au actions de sobriété énergétique contre 29% dans le scénario tendanciel.	X 2,5
Tertiaire 	38% des bâtiments font au moins une action sur le bâti et les systèmes de chauffage (contre 27% en tendanciel).	X 1,4
Transport 	Les efforts sont X 2 (accélérer la transition vers le véhicule propre, augmenter le télétravail, le co-voiturage, etc.).	X 2
Industrie et agriculture	Idem scénario tendanciel.	

Secteur	Réduction en 2030 hors conso. supplémentaires		Réduction en 2030 en tenant compte des conso. supplémentaires		Consommation attendue en 2030 en tenant compte des conso. supplémentaires (MWh/an)	
	Tendanciel	Volontariste	Tendanciel	Volontariste	Tendanciel	Volontariste
<b>Résidentiel</b>	<b>-22%</b>	<b>-33%</b>	<b>-14%</b>	<b>-24%</b>	<b>1 069 209</b>	<b>937 651</b>
Habitat individuel	-19%	-29%	-11%	-20%	876 559 MWh/an	784 650 MWh/an
Logement collectif	-34%	-49%	-25%	-41%	192 650 MWh/an	153 000 MWh/an
<b>Tertiaire</b>	<b>-13%</b>	<b>-17%</b>	<b>+3%</b>	<b>-1,2%</b>	<b>419 729</b>	<b>403 219</b>
<b>Transport</b>	<b>-19%</b>	<b>-38%</b>	<b>-7,7%</b>	<b>-26,5%</b>	<b>1 189 616</b>	<b>946 934</b>
<b>Industrie</b>	<b>-16%</b>	<b>-16%</b>	<b>-16%</b>	<b>-16%</b>	<b>448 537</b>	<b>448 537</b>
<b>Agriculture</b>	<b>-12%</b>	<b>-12%</b>	<b>-12%</b>	<b>-12%</b>	<b>266 395</b>	<b>266 395</b>



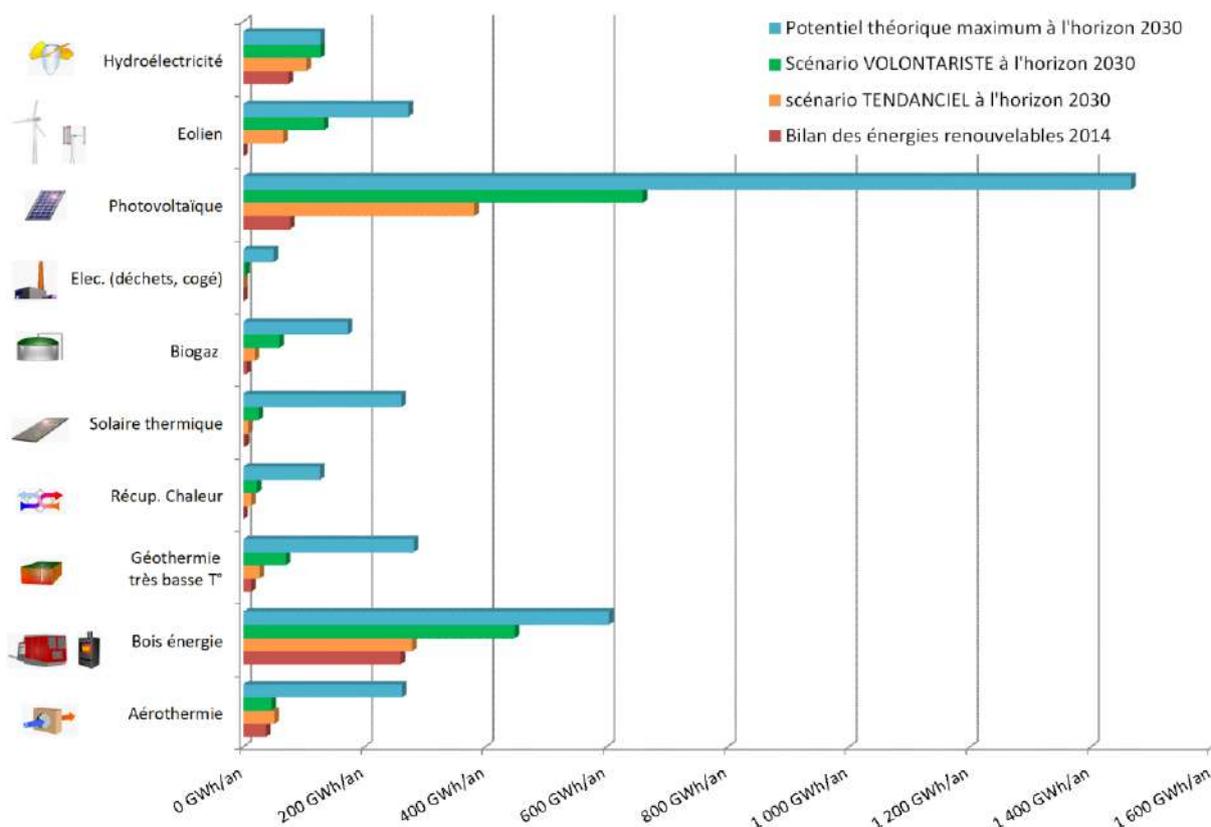
Accueil		2030		Proposition d'un objectif en % du gisement identifié				Réalisation à fin	Réalisation entre	Réalisations par an entre	Production totale en	CO <sub>2</sub> évité/an en	Nb d'emplois liés à la fabric. et l'inst.	Nb d'emplois annuels liés à l'exploit.				
VOLONTARISTE		SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois				SUR LE NEUF (réalisation chaque année)				2014	2015	2015	MWh/an	2030				
Figurer les valeurs		Copier_coller Obj		%	Max	nb d'inst.	MWh/an	%	Max	nb d'inst.	MWh/an	MWh/an	MWh/an	nb/an	MWh/an	t CO <sub>2</sub>	nb d'emplois	nb d'emplois
<b>Photovoltaïque</b>																		
Maison individuelle		27%	10 400	2 805	8 938 MWh/an	91%	583	532	1 694 MWh/an			36 048	707			10 814	857	
Immeubles de logements		61%	563	342	12 917 MWh/an	30%	21	6	121 MWh/an			14 852	28			4 456	353	
Bâtiments tertiaires		34%	7 007	2 409	90 907 MWh/an	30%	6	2	34 MWh/an			91 446	152			27 434	2 174	
Equipements sportifs, culture, loisirs		75%	49	37	3 499 MWh/an	75%	1	1	58 MWh/an			4 426	3			1 328	105	
Grandes toitures (industrielles, stockage)		30%	1 090	327	115 124 MWh/an	30%	4	1	471 MWh/an			122 663	22			36 799	2 916	
Bâtiments agricoles		63%	1 620	1 027	83 015 MWh/an	75%	16	12	4 495 MWh/an			154 940	76			46 482	3 684	
Ombrières de parking		52%	91	47	12 884 MWh/an							12 884	3			3 865	329	
Centrales photovoltaïques		50%	9	5	145 052 MWh/an							145 052	0			43 515	3 699	
												0	0			0	0	
<b>Sous-total solaire photovoltaïque :</b>		<b>1,5</b>		<b>6 999</b>	<b>472 336 MWh/an</b>			<b>553</b>	<b>6 873 MWh/an</b>			<b>77 809</b>	<b>582 311</b>	<b>991</b>	<b>660 120</b>	<b>198 036</b>	<b>14 118</b>	<b>471</b>
<b>Hydroélectricité</b>																		
Anciens moulins		100%	10	0	45 000 MWh/an							45 000	1			13 500		
Nouveaux sites		0%	0	0	0 MWh/an							0	0			0		
Otpimisation, suréquipement		100%	41	0	7 487 MWh/an							7 487	3			2 246		
Turbinage eau potable		0%	0	0	0 MWh/an							0	0			0		
Turbinage eaux usées		0%	0	0	0 MWh/an							0	0			0		
Hydroliennes		0%	0	0	0 MWh/an							0	0			0		
<b>Sous-total hydroélectricité :</b>		<b>2</b>		<b>51</b>	<b>52 487 MWh/an</b>							<b>74 866</b>	<b>52 487</b>	<b>3,2</b>	<b>127 353</b>	<b>38 206</b>	<b>109</b>	<b>74</b>
<b>Eolien</b>																		
Parc éolien (nb de machines)		50%	40	20	132 000 MWh/an							132 000	1			39 600	466	
Petites éoliennes		20%	120	24	1 320 MWh/an							1 320	2			396	4,7	
<b>Sous-total éolien :</b>		<b>2</b>		<b>44</b>	<b>133 320 MWh/an</b>							<b>0</b>	<b>133 320</b>	<b>3</b>	<b>133 320</b>	<b>39 996</b>	<b>471</b>	<b>21</b>
<b>Biogaz - Production d'électricité</b>																		
Projet à la ferme		31%		0	13 724 MWh/an							13 724				4 117	15	3
Injection de biogaz dans le réseau		35%		0	0 MWh/an							0				0	0	0
<b>Sous-total biogaz électricité :</b>					<b>13 724 MWh/an</b>							<b>4 872</b>	<b>13 724</b>	<b>0,0</b>	<b>18 596</b>	<b>5 579</b>	<b>31</b>	<b>5</b>
<b>Valorisation des déchets / biomasse</b>																		
Unité de valorisation des déchets		0%			0 MWh/an							0				0		
Micro-cogénération bois tertiaire		10%		21	281 MWh/an	30%	11	21	21 MWh/an			619	12	619	186	0,6		
Micro-cogénération bois individuelle		30%		898	3 279 MWh/an	10%	63	63	63 MWh/an			4 287	119	4 287	1 286	4,0		
<b>Sous-total incinération :</b>				<b>918</b>	<b>3 560 MWh/an</b>			<b>74</b>	<b>84 MWh/an</b>			<b>0</b>	<b>4 906</b>	<b>131,5</b>	<b>4 906</b>	<b>1 472</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>Rappel de la production renouvelable électrique en 2014 : 157 547 MWh/an</b>												<b>TOTAL ELECTRIQUE (MWh/an)</b>						
<b>en 2020 la production est multipliée par : 6,0</b>												<b>Production électrique (MWh/an)</b>		<b>944 294</b>	<b>283 288</b>	<b>14 733</b>	<b>571</b>	
												<b>équivalent tep/an</b>		<b>81 209</b>				
												<b>rejet de CO2 évité (tCO2/an)</b>		<b>283 288</b>				
<b>Agrocarburants</b>																		
Production supplémentaire		100%			0 MWh/an							0						
														<b>0</b>				
														<b>0</b>				
<b>TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES MWh/an :</b>												<b>484 686</b>	<b>1 280 750</b>	<b>5 242</b>	<b>1 543 597</b>	<b>459 980</b>	<b>17 415</b>	<b>1 121</b>

La production totale dans le cadre du scénario tendanciel atteint **1 543 597 MWh/an** en 2030 contre 484 690 MWh/an à fin 2014. Si la consommation baisse de -20,4% sur le territoire<sup>14</sup>, la production d'énergie renouvelable atteint **51%** de la consommation totale contre 12,8% à fin 2014.

<sup>14</sup>

En tenant compte des nouveaux occupants et des constructions neuves et des actions de maîtrise de l'énergie sur les bâtiments existants.

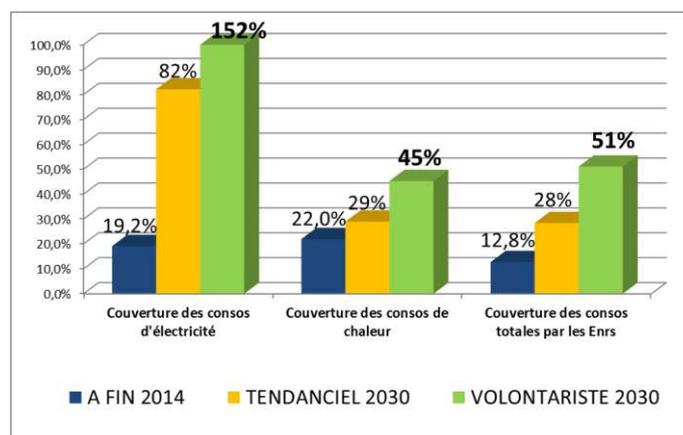
La figure suivante permet de comparer les deux scénarios à la production à fin 2014 et aux gisements nets par filière.



**Couverture des consommations totale d'électricité par les EnRs : 152%**

**Couverture des consommations de chaleur par les EnRs : 45%**

**Part d'EnRS & R sur la consommation totale : 51%**



Le tableau suivant permet de comparer la situation à fin 2014 et les deux scénarios en termes de production d'énergies renouvelables, d'économie et d'exploitation des gisements. L'économie qui retourne au territoire correspond à la facture énergétique évitée grâce aux énergies renouvelables : par exemple, le chauffage de l'eau chaude sanitaire via une installation solaire thermique évite de consommer de l'électricité ou du gaz naturel. Le chiffre présenté pour 2014 correspond à une économie annuelle constatée uniquement pour l'année 2014, tandis que pour le scénario tendanciel il s'agit d'une économie cumulée entre 2014 et 2030.

POTENTIELS PLAUSIBLES EN 2030	Production à fin 2014	TENDANCIEL en 2030	VOLONTARISTE en 2030
Production d'énergie renouvelables	485 GWh/an	967 GWh/an	1 544 GWh/an
Part globale d'enrs sur la consommation	13%	28%	51%
Part des EnRs sur la consommation de chaleur 	<b>22%</b>	<b>29%</b>	<b>45%</b>
Part des EnRs sur la consommation d'électricité 	<b>19%</b>	<b>82%</b>	<b>152%</b>
Rejets de CO <sub>2</sub> évités (milliers de tonnes)	148 589	446 360	726 823
Rejets d'émission de polluants atmosphérique		-5%	-7%
Création d'emplois (fabrication et installation des EnRs)		9 049	17 415
Création d'emplois annuels liés à l'exploitation des EnRs		693	1 121
économie cumulée (M€) entre 2015 et 2030		849 M€	1 623 M€
investissement à consentir (M€)		771 M€	1 513 M€

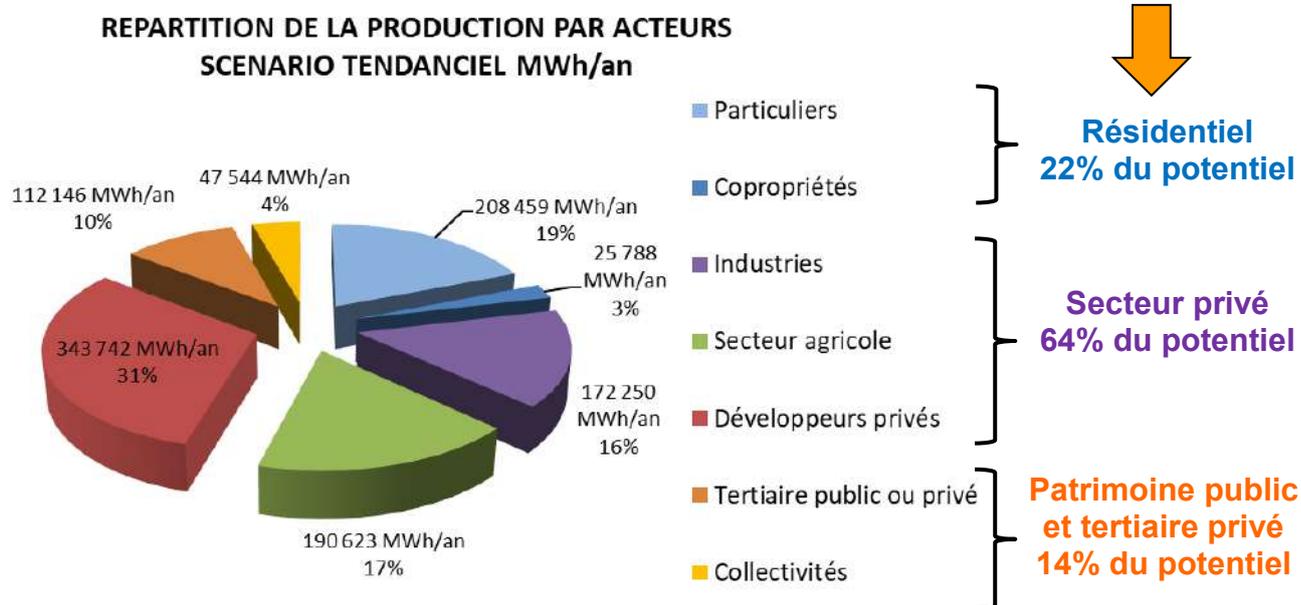
L'augmentation du coût de l'énergie est prise en compte pour calculer l'économie qui retourne au territoire dans l'année 2030  
fuel : 3,6% - Gaz naturel : 2,9% - Elec : 5% - Bois : 2,5%

#### *Indicateurs de comparaison du scénario tendanciel et de la production à fin 2013*

 Le projet de loi sur la transition énergétique pour la croissance verte fixe un objectif de **32 % d'énergies renouvelables** dans la consommation énergétique finale en 2030. Le territoire atteindrait 28% selon un scénario tendanciel.

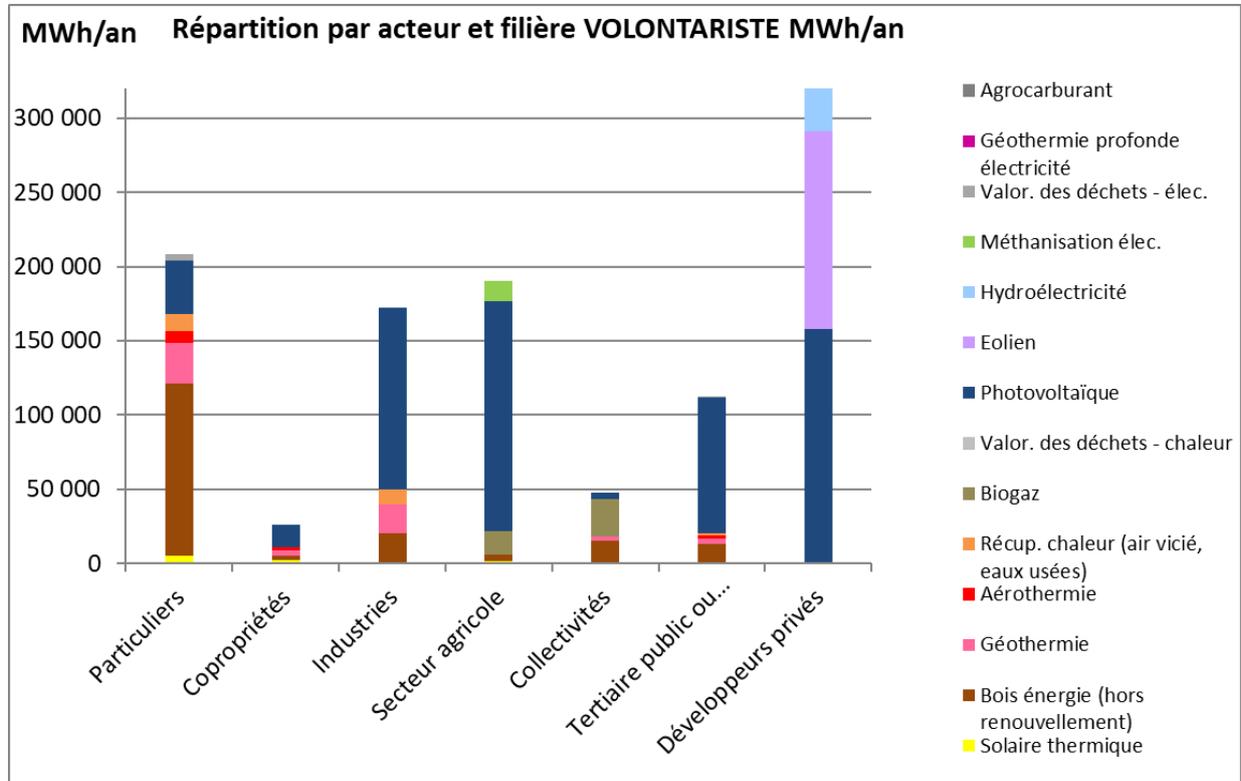
## 17.3 REPARTITION DES GISEMENTS PAR ACTEURS

Le graphique ci-dessous présente la répartition des installations par type d'acteur sur le territoire. Cette représentation tient compte uniquement de toutes les installations réalisées entre 2015 et 2030. Il n'y a pas les installations actuellement en fonctionnement sur le territoire, ni les particuliers qui vont renouveler leurs inserts ou poêles à bois.



## 17.4 REPARTITION DES GISEMENTS PAR ACTEURS ET PAR FILIERE

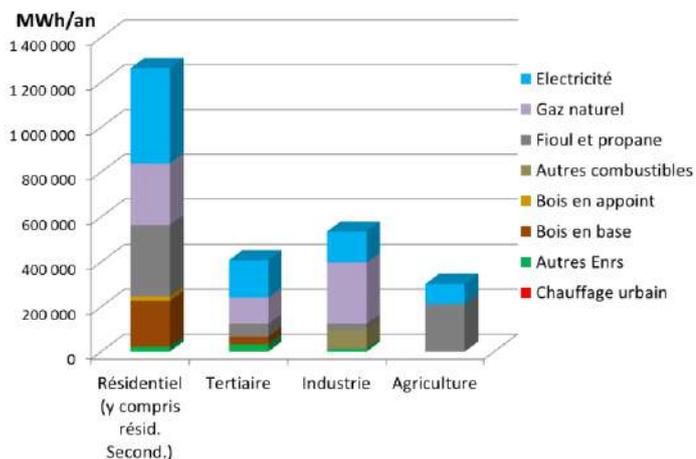
Le graphique suivant présente une répartition des installations réalisées entre 2012 et 2030 par acteurs et par filière (hors renouvellement des poêles à bois).



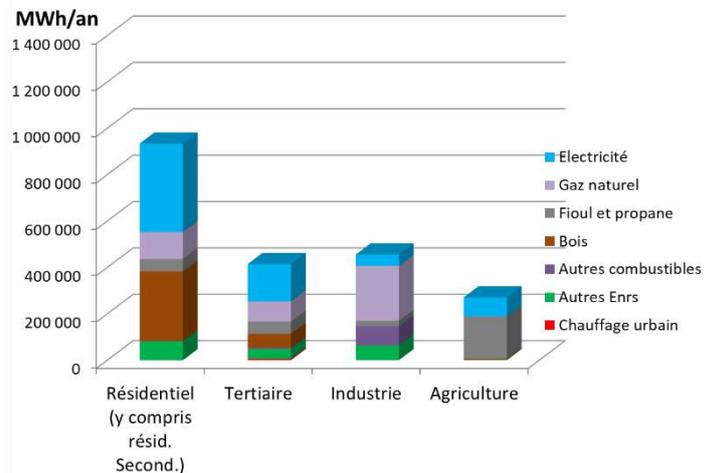
## 17.5 COUVERTURE DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS LES DIFFERENTS SECTEURS

Fin 2014

Fin 2030

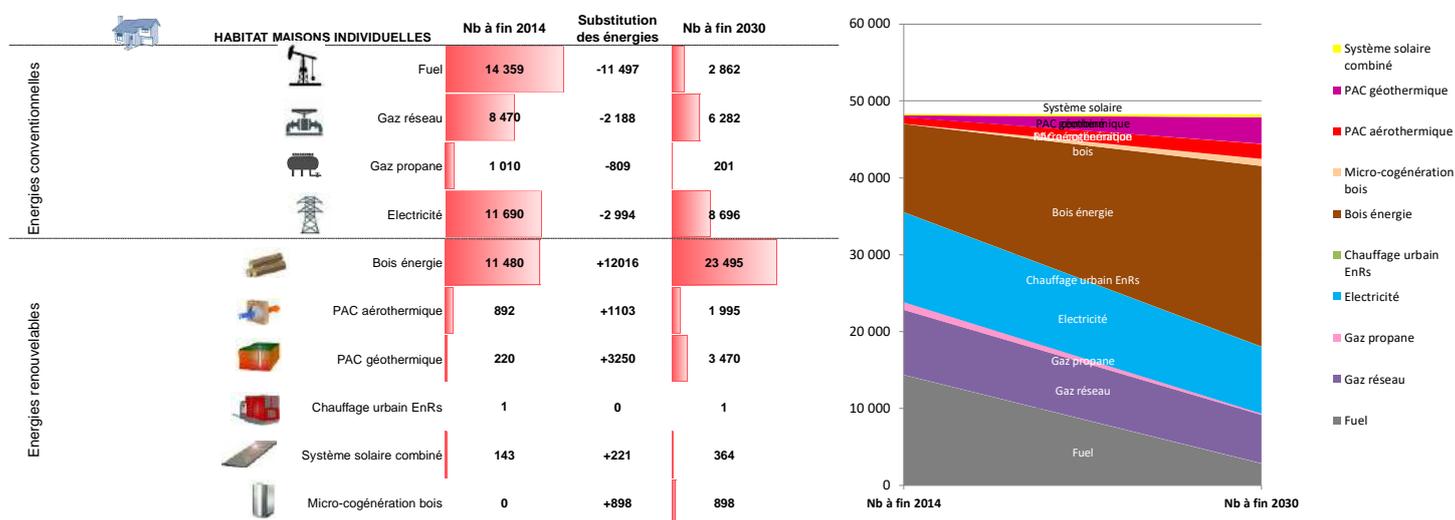


19% 16% 3% 0%



41% 25% 14% 2%

## 17.6 REPARTITION DES MODES DE CHAUFFAGE DES MAISONS INDIVIDUELLES EN 2030



Comme on le voit sur le graphique ci-dessus la substitution des énergies fossiles par les énergies renouvelables devient conséquente. Près de 17 500 ménages substituent une énergie conventionnelle (électricité, gaz, fuel) pour un système à énergie renouvelable. Le bois énergie, la géothermie et les pompes à chaleur air/air sont plébiscités.

## 18 CONCLUSION SUR LE SCENARIO VOLONTARISTE

Plusieurs constats sur ce scénario volontariste :

- La production de chaleur renouvelable devient importante 45% et le fuel et le gaz propane sont en voie de disparition du parc des maisons individuelles.
- La couverture globale des consommations d'énergie (y compris le transport) par les énergies renouvelables atteint 51%. Ce chiffre permet d'entrevoir une trajectoire vers une autonomie énergétique d'ici 2050 en conformité avec les objectifs régionaux et les objectifs du futur SRADDET.
- Les écarts constatés par acteur et par filière nécessitent des actions à engager à tous les niveaux (chambres consulaires, EPCI, EIE, etc.) ainsi qu'un engagement de l'ensemble des acteurs du territoire .
- La production renouvelable électrique largement excédentaire (152%) permet de compenser le secteur du transport et dans le même temps, elle ouvre la voie à la mobilité électrique qui va fortement progresser entre 2030 et 2050.

## 19 ANNEXES

### 19.1 FICHE D'INFORMATION SUR LES INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES

**Votre maison est-elle équipée d'un des chauffages au bois suivants :**

Cheminée

Poêle à bois

Poêle bouilleur<sup>1</sup>

Chaudière au bois<sup>2</sup>

<sup>1</sup> vous produisez l'eau chaude sanitaire avec votre poêle

<sup>2</sup> le chauffage est distribué dans toutes les pièces de la maison par un circuit d'eau chaude depuis la chaudière

**Si votre maison est équipée d'un système de chauffage avec une pompe à chaleur, merci de préciser son type (aérothermie, géothermie) :**

Aérothermie<sup>3</sup>

Géothermie horizontale<sup>4</sup>

Géothermie verticale<sup>5</sup>

Géothermie dans la nappe<sup>6</sup>

<sup>3</sup> vous puisez les calories dans l'air

<sup>4</sup> vous puisez les calories dans le sol par des capteurs positionnés à l'horizontale

<sup>5</sup> vous puisez les calories dans le sol par des capteurs positionnés à la verticale

<sup>6</sup> vous puisez les calories dans la nappe d'eau

**Si votre maison est équipée de panneaux solaires pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire et/ou le chauffage de votre maison, merci de préciser :**

Chauffe-eau solaire

Système solaire combiné<sup>7</sup>

<sup>7</sup> les panneaux solaires assurent non seulement le chauffage de l'eau chaude sanitaire, mais aussi le chauffage de la maison

**Votre maison est équipée d'une installation photovoltaïque**

**Votre maison est équipée d'un chauffe-eau thermodynamique**



## 19.2 REJET DE CO<sub>2</sub> EVITES PAR LES FILIERES ENERGIES RENOUVELABLES

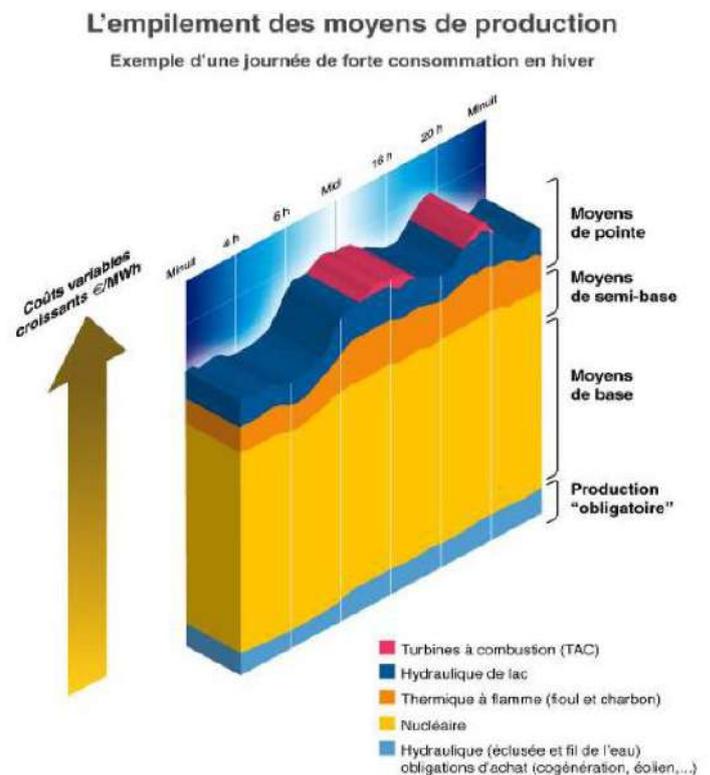
L'objectif est de préciser les hypothèses qui ont été prises et le mode de calcul adopté afin de quantifier les rejets de CO<sub>2</sub> évités par les filières énergies renouvelables.

### LES FILIERES ELECTRIQUES

#### CO<sub>2</sub> évité

Lorsqu'un kilowattheure électrique (kWh) est produit par une installation d'énergie renouvelable, le gain d'émissions CO<sub>2</sub> réalisé dépend directement du moyen de production qui aurait été employé pour satisfaire une demande ou une production équivalente.

Figure 61 : Empilement des moyens de production – source : EDF R&D – Février 2008



Les énergies renouvelables entrent dans la catégorie des productions « obligatoires » qui apparaissent en première place dans l'empilement des moyens de production.

« La sollicitation des moyens de production pour satisfaire la demande respecte un ordre économique établi en fonction des coûts proportionnels de production de chaque installation. Au plus bas de l'empilement se trouvent les productions dites fatales, parmi lesquelles l'éolien et l'hydraulique au fil de l'eau. Suivent le nucléaire, puis le charbon et les cycles combinés au gaz (CCG), et enfin le fioul et les turbines à combustion (TAC). Ainsi, à chaque instant, un accroissement de la demande se traduira par la sollicitation du moyen de production le moins cher disponible à la hausse. Inversement, une baisse de la demande est compensée par la réduction de la puissance du moyen le plus cher démarré. Selon la terminologie courante, c'est le moyen de production marginal. » (ADEME-RTE : note sur le contenu en CO<sub>2</sub> du kWh électrique).

**Aussi, toute énergie renouvelable supplémentaire viendra en substitution des moyens de production les plus chers que l'on trouve en haut de l'empilement. La valeur de 300 gCO<sub>2</sub>évités/kWh a été retenue dans le cadre du Grenelle de l'environnement c'est également la valeur que nous retiendrons.**

## Les filières thermiques

### CO<sub>2</sub> évité

Pour l'eau chaude sanitaire, les valeurs nominales ont été prises pour les énergies fossiles, pour l'ECS électrique, la valeur de 47 gCO<sub>2</sub>/kWh a été retenue (valeur actualisée de la base carbone de l'ADEME).

Pour le calcul de la valeur moyenne des émissions de CO<sub>2</sub> du chauffage, les valeurs nominales ont été prises pour les énergies fossiles :

- 205 gCO<sub>2</sub>/kWh pour le gaz,
- 271 gCO<sub>2</sub>/kWh pour le fioul,
- 196 gCO<sub>2</sub>/kWh pour le réseau de chaleur,
- 389 gCO<sub>2</sub>/kWh pour le charbon,

la valeur de 500 gCO<sub>2</sub>/kWh a été retenue pour le chauffage électrique (note ADEME-RTE sur le contenu CO<sub>2</sub> du chauffage électrique en France).

La répartition des modes de chauffage de l'eau chaude sanitaire et des logements nous indique les rejets de CO<sub>2</sub>/kWh en valeur moyenne pour les maisons et les logements collectifs :

Chiffre du chauffage sur le territoire en 2014	Répartition des modes de chauffage par type d'énergie		Répartition des modes de chauffage de l'ECS par type d'énergie		gCO <sub>2</sub> /kWh chauffage	gCO <sub>2</sub> /kWh ECS	Chauffage gCO <sub>2</sub> /kWh		ECS gCO <sub>2</sub> /kWh	
	Log. collectif	Maison indiv	Log. collectif	Maison indiv			Log. collectif	Maison indiv	Log. collectif	Maison indiv
gaz	48%	20%	48%	19%	198	198	94,2	38,7	93,8	37,9
élec	43%	33%	49%	66%	500	47	214,1	165,1	23,1	31,0
fuel	7%	39%	3%	15%	272	272	17,7	104,8	8,9	40,3
bois	2,9%	8,9%	0%	0%	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
chauffage urba	0%	0,0%	0%	0%	12	12	0,0	0,0	0,0	0,0
	100%	100%	100%	100%	<b>On retient (gCO<sub>2</sub>/kWh) :</b>		<b>326,0</b>	<b>309,0</b>	<b>130,0</b>	<b>110,0</b>

#### Aussi, il est possible de retenir :

- pour les logements collectifs : une valeur moyenne de 130,0 gCO<sub>2</sub>évités/kWh pour la substitution de la production de l'eau chaude sanitaire et de 326,0 gCO<sub>2</sub>évités/kWh pour le chauffage,
- pour les maisons individuelles : une valeur moyenne de 110,0 gCO<sub>2</sub>évités/kWh pour la substitution de la production de l'eau chaude sanitaire et de 309,0 gCO<sub>2</sub>évités/kWh pour le chauffage,

Attention, on ne retient que la part de la production d'énergie renouvelable pour calculer les rejets de CO<sub>2</sub> évités. Ainsi, pour un chauffe-eau solaire, on ne prend que la part de couverture du solaire sur l'année ou encore dans le cadre de la géothermie associée à une pompe à chaleur, il ne faudra retenir que 2/3 de la production en valeur « énergie renouvelable » (si la PAC à un COP de 3 en moyenne).

### **19.3 HYPOTHESES SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES POUR LA CONSTRUCTION DU SCENARIO TENDANCIEL**

FILIERE	Type de bâtiment ou d'équipement		Contrainte réglementaire et orientation des toitures		Cibles technico-économiques		Données socio-économiques		Caractéristique de l'installation	Caractéristique de la production	Dynamique actuelle/an	% sur l'existant	
	Solaire thermique	Source des données	Surface de toiture sans contrainte (orientation, patrimoine)	% du total des surfaces sans contraintes <input checked="" type="checkbox"/>	Cibles privilégiées <input type="checkbox"/>	Statut d'occupation <input checked="" type="checkbox"/>	Revenu fiscalisé des ménages <input checked="" type="checkbox"/>						
CESI (chauffe-eau solaire individuel)	Maisons existantes	Le parc des logements - INSEE - 2013	Analyse cartographique par grande catégorie de bâtiment (maison, immeuble, bâtiment industriel, bâtiment commercial, bâtiment agricole, bâtiment sportif).  Pour les bâtiments existants on tient compte TOUT LE TEMPS de l'orientation et éventuellement du patrimoine culturel en cochant la case.  Pour les bâtiments neufs, uniquement du patrimoine en cochant la case.	70,6%	Toutes les maisons, sauf celles raccordées au réseau de chaleur	100,0%	89%	45%	4 m²	0,46 MWh/an.m²	105	50%	
	Maisons neuves	Dynamique de construction		92,5%	Toutes les maisons, sauf celles raccordées potentiellement à un réseau de chaleur (si existant sur le territoire)	100,0%							
SSC (système solaire combiné)	Maisons existantes hors chauffage au bois, hors chauffage urbain	Le parc des logements - INSEE - 2013		71%	Chauffage au fuel et au gaz propane	73%	89%	34%	13 m²	0,35 MWh/an.m²	6	50%	
CESC sur les logements privés	Logements collectifs existants	Le parc des logements - INSEE - 2013		71%	Immeubles chauffés collectivement (fuel, gaz naturel ou gaz propane)	100%	47%		1,0 m³/lgt	0,50 MWh/an.m²	2	50%	
	Logements collectifs neufs	Dynamique de construction		92%	Tous les nouveaux immeubles de logements								
CESC sur les logements HLM	Logements HLM existants	Le parc des logements - INSEE - 2013		71%	Immeubles chauffés collectivement (fuel, gaz naturel ou gaz propane)	99%	non pris en compte (les bailleur sociaux investissent pour le compte des locataires)					2	50%
CESC hors habitat	Hôtel, maison de retraite, hôpital, crèche, etc. existants	Base permanente des équipements INSEE - 2015		71%	Bâtiments tertiaires existants ayant des besoins d'ECS				Surface de capteurs en fonction du type de bâtiment.	0,50 MWh/an.m²	1	50%	
	Hôtel, maison de retraite, hôpital, crèche, etc. neufs	Dynamique de construction (fichier Sitadel)		92%	Bâtiments tertiaires neufs ayant des besoins d'ECS								
	Equipements sportifs, culture et loisirs existants	Base permanente des équipements INSEE - 2015		64%	Bâtiments existants ayant des besoins d'ECS				1	50%			
	Equipements sportifs, culture et loisirs neufs	Dynamique de construction (fichier Sitadel)		85%	Bâtiments neufs ayant des besoins d'ECS								
Agricole (ECS capteurs plans et séc)	Bâtiments agricoles d'élevage et séchage	DISAR	76%	Tous les bâtiments d'élevage (bovins, ovins, etc.)				8m² pour l'ECS et 500 m² pour le séchage		1	80%		
	Bâtiments agricoles d'élevage	Dynamique de construction (fichier Sitadel)	99%					8 m²	0,50 MWh/an.m²				
Clim. Solaire (tertiaire)	Bâtiments tertiaires existants	Base permanente des équipements INSEE - 2015	71%	Santé, action social, hébergement, bâtiments publics.									
	Bâtiments tertiaires neufs	Dynamique de construction (fichier Sitadel)	92%										
Haute T° (industrie)	Les industries alimentaires et de boissons	ND d'établissements actifs par activité en ARR - INSEE - Dynamique de construction (fichier Sitadel)	81%	50% de la cible				60 m²	0,70 MWh/an.m²	0	80%		
	Toutes les industries	Dynamique de construction (fichier Sitadel)		5% de la cible					0,70 MWh/an.m²				
Chauffage de l'eau des piscines	Piscine et centre aquatique	Ministère de la jeunesse et des sports	Surface >=200	NOM_PNR =PETR Centre Ouest Aveyron	Chauffage_1 <-> Solaire	Chauffage_2 <-> Solaire		230 m²	0,30 MWh/an.m²	Déjà équipées :			
									2				
Réseau de chaleur solaire thermique					Eco-quartier innovant à construire et quartier à rénover								

\* en orange hypothèses déterminées par l'analyse cartographique

FILIERE	Type de bâtiment ou d'équipement	Source des données	Contraintes techniques		Cibles technico-économiques		Données socio-économiques		Caractéristique de l'installation	Caractéristique de la production	
			Contraintes prises en compte	% de la cible retenu <input checked="" type="checkbox"/>	Cibles privilégiées <input checked="" type="checkbox"/>	Statut d'occupation <input checked="" type="checkbox"/>	Revenu fiscalisé des ménages <input checked="" type="checkbox"/>				
Bois énergie Chaudières automatiques	Chaudière automatique	Maisons existantes <u>hors celles déjà chauffées au bois et reliées au réseau de chaleur</u>	Le parc des logements - INSEE - 2013	Maison > 100m <sup>2</sup> au sol (analyse cartographique)	64%	Les maisons chauffées au fuel et au gaz	32%	89%	34%	9 kW	25 MWh/an
		Logements collectifs <u>hors ceux raccordés au réseau de chaleur</u>	Le parc des logements - INSEE - 2013	Accessibilité, silo, implantation de la chaudière.	50%	Immeuble : chauffage collectif au fuel et au gaz propane.	6%			5 kW	14 MWh/an
Chaudières collectives (tertiaire)	Bâtiments existants	Base permanente des équipements INSEE - 2015	Accessibilité, silo, implantation de la chaudière.	30%	Enseignement, santé, bâtiments publics, etc.					Basée sur les conso. prévisionnelles en fonction du type de bâtiment.	
	Bâtiments neufs	Dynamique de construction (fichier Sitadel)	Accessibilité, contrainte des immeubles à proximité (cheminée).	50%	Enseignement, santé, bâtiments publics, etc.					Basée sur la RT2012 en fonction du type de bâtiment.	
Chaudières dans l'industrie		Nb d'établissements actifs par activité en A88 - INSEE - 2014			TRI < 2 ans	10%			500 kW	2 200 h	
Chaudière secteur agricole	Serres et bâtiments agricoles	DISAR			Uniquement les exploitations ayant des besoins de chaleur.	37%					
Réseaux de chaleur	Groupement de bâtiments	Base de données des équipements géolocalisés de l'INSEE			24 équipements retenus sur les 182 pour être éligible à un réseau de chaleur				250 kW	4 000 h	
Poêles et inserts performants	Maisons existantes.	Le parc des logements - INSEE - 2013	Création d'un conduit, intégration d'un insert. Autres contraintes	30%	Les poêles et foyers ouverts existants. Les maisons non équipées.				6 kW	2374 h en moyenne (appoint et base).	
	Maisons neuves	PLH :		100%	Toutes les maisons				4 kW	3 MWh/an	
Micro-cogénération bois (tertiaire)	Bâtiments existants	Base permanente des équipements INSEE - 2015	Accessibilité, silo, implantation de la chaudière.	30%	Enseignement, santé, bâtiments publics, etc.					Basée sur les caractéristiques des typologies de bâtiment (social, santé, etc.)	
	Bâtiments neufs	Dynamique de construction (fichier Sitadel)	Accessibilité, contrainte des immeubles à proximité (cheminée).	50%	Enseignement, santé, bâtiments publics, etc.					Basée sur la RT2012 en fonction du type de bâtiment.	
Micro-cogénération bois (individuelle)	Maisons existantes	Le parc des logements - INSEE - 2013.	Taille de l'installation, raccordement au réseau.	30%			89%	34%		26 MWh/an	
	Maisons neuves	Dynamique de construction		100%	Toutes les maisons neuves.					3 MWh/an	
Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)	Maisons existantes	Le parc des logements - INSEE					89%	34%	12 kW	26 MWh/an	

FILIERE	Type de bâtiment ou d'équipement	Source des données	Contraintes réglementaires	Sur sonde % de la cible retenu	Sur nappe % de la cible retenu	Contraintes techn. % lié à la difficulté technique (forage, etc.)	Cibles technico-économiques Cibles privilégiées	Données socio-économiques Statut d'occupation	Revenu fiscalisé des ménages	Production d'énergie renouvelable	Dynamique actuelle/an	% sur l'existant	
<b>Géothermie</b>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Géothermie sur sonde dans l'habitat	Maisons existantes hors chauffage au bois	Le parc des logements - INSEE - 2013	Réglementation relative à la géothermie de minime importance. Si la contrainte n'est pas prise en compte (casés décochées) les zones éligibles ET éligibles avec avis d'expert sont prises en compte. Sinon, seules les zones éligibles sont prises en compte.	99%	99%	70%	Chauffage au fuel et au gaz propane.	32%	89%	34%	19 MWh/an	4	5%
Géothermie sur nappe pour les immeubles de logements	Logements collectifs existants hors chauffage urbain et autres moyens	Le parc des logements - INSEE - 2013		100%	100%	70%	Chauffage collectif au fuel et au gaz. 8 lgts de 65 m²	25%			85 MWh	4	30%
Géothermie sur sondes ou nappe pour les immeubles de logements	Logements collectifs neufs	Dynamique de construction		100%	100%		Tous les immeubles. 8 lgts de 65 m² en moyenne				8 MWh		
Géothermie sur nappe	Bâtiment tertiaire existant	Base permanente des équipements INSEE - 2015		70%	100%		Santé, action social, hébergement, bâtiments publics.				hypothèse individuelle en fonction du type de bâtiment (source CEREN, Axenne)	2	30%
				80%	100%		Equipements sportifs, culture et loisirs					2	30%
Géothermie sur sondes ou nappe	Bâtiment tertiaire neuf	Dynamique de construction (fichier Stade1)		100%	100%		Santé, action social, hébergement, bâtiments publics.				Basée sur la RT2012 en fonction du type de bâtiment.		
			100%	100%		Equipements sportifs, culture et loisirs							
Bâtiments industriels	Bâtiments existants	Nb d'établissements	% max entre le potentiel sur sonde et sur nappe pour les bâtiments existants et	99%	99%	100%	Industrie alimentaire et des boissons				0	100%	
Réseau de chaleur géothermique	Groupement de bâtiments		Potentiel sur nappe pour les bâtiments existants et	100%			Immeubles résidentiels et tertiaires (idem géothermie sur nappe)						
Thalassothermie	Identique géothermie sur nappe					Distance à la côte <100m	50%						

FILIERE	Type de bâtiment ou d'équipement	Cibles	Source des données	Contraintes techniques Contraintes prises en compte	% de la cible retenu	Données socio-économiques Statut d'occupation	Revenu fiscalisé des ménages	Production d'énergie renouvelable	Dynamique actuelle/an	% sur l'existant
<b>Aérothermie PAC</b>										
Maison aérothermie (air/air, air/eau)	Maison existante	Toutes les maisons sauf celles équipées.	Le parc des logements - INSEE - 2013		100%	89%	34%	15 MWh/an	135	70%
Maison aérothermie (air/air, air/eau)	Maison neuve	Toutes les maisons sauf celles déjà équipées	Dynamique de construction		100%			2 MWh/an		
Immeuble aérothermie (air/air)	Logements collectifs existants		Le parc des logements - INSEE - 2013	Règlement de copropriété qui interdit très souvent l'installation d'une PAC.	10%			68 MWh/an	10	90%
Immeuble aérothermie (air/air)	Logements collectifs neufs		Dynamique de construction		100%			6 MWh/an		

FILIERE Récupération de chaleur		Type de bâtiment ou d'équipement	Cible	Source des données	Contraintes techniques		Données socio-économiques		Production d'énergie renouvelable	Dynamique actuelle/an	% sur l'existant
					Contraintes prises en compte	% de la cible retenu	Statut d'occupation	Revenu fiscalisé des ménages			
Chauffe-eau thermodynamique pour la production d'eau chaude sanitaire	Maisons existantes	Toutes les maisons existantes avec une facilité en substitution du cumulus électrique.	Le parc des logements - INSEE - 2013	Difficulté d'installation (percement d'un conduit sur l'extérieur, installation du cumulus, etc.).	75%			1,5 MWh/an	227	80%	
	Maisons neuves	Toutes les maisons neuves	Dynamique de construction	Très peu de contrainte si c'est étudié en amont.	90%			2,1 MWh/an			
Récupération de chaleur sur eau usée ou air vicié pour la production d'eau chaude sanitaire	Immeubles existants	Les immeubles avec chauffage de l'eau chaude collective (système avec PAC)	Le parc des logements - INSEE - 2013	Présence de la colonne d'eau usée à proximité de la production d'ECS	30%			2,3 MWh/an	227	80%	
	Immeubles neufs	Tous les immeubles neufs (échangeur thermique simple sans PAC)	Dynamique de construction		80%			0,30 MWh/an			
Récupération de chaleur sur eau usée pour la production d'eau chaude sanitaire	Bâtiments tertiaires existants	Les immeubles tertiaires ayant des consommations d'ECS importants (hôtel, maison de retraite, hôpital, etc.)	Base permanente des équipements INSEE - 2015	Présence d'un stockage d'eau chaude collectif et proche de l'évacuation d'eau usée.	50%				227	80%	
	Bâtiments tertiaires neufs		Dynamique de construction (fichier Sitadel)								
Récupération de la chaleur fatale dans l'industrie			AXENNE 2012		100%						

Photovoltaïque	Type de bâtiment ou d'équipement	Cible en m²	Source des données	Contraintes prises en compte	% du total des surfaces sans contraintes	Statut d'occupation	Revenu fiscalisé des ménages	Puissance crête installée ou % de toiture équipée	Production d'énergies renouvelable (MWh par kWc installé)
Maison individuelle	Maison existante		Le parc des logements - INSEE - 2013	Orientation et patrimoine culturel.	70,6%	89%	34%	2,7 kWc	1,18
	Maison neuve		Dynamique de construction	Patrimoine culturel.	92%				
Bâtiments	Logement collectif et bâtiment tertiaire	5 323 439	BDTopo IGN	Orientation et patrimoine culturel.	71%			40%	1,18
	Logements collectifs neufs et immeubles de bureaux		Dynamique de construction	Patrimoine culturel.	92%			40%	
Equipements sportifs, culture, loisirs	Parc existant : bâtiment sportif et tribunes	64 677	BDTopo IGN	Orientation et patrimoine culturel.	64%			60%	1,18
	Parc neuf : équipements concernant la culture et les loisirs		Dynamique de construction (fichier Sitadel)	Patrimoine culturel.	85%			60%	
Enseignement	Parc neuf : collège, lycée, université, etc.		Dynamique de construction	Patrimoine culturel.	92%			40%	
Grandes toitures (industrielles, stockage)	Parc existant : bâtiment industriels et commerciaux	5 450 953	BDTopo IGN	Patrimoine culturel.	80,84% et 73,87%			40%	1,1
	Parc neuf : bâtiment industriels et commerciaux		Dynamique de construction (fichier Sitadel)	Patrimoine culturel.	95,85% et 79,04%			40%	
Bâtiments agricoles	Parc existant : bâtiment agricoles	1 820 252	BDTopo IGN	Patrimoine culturel.	76%			50%	1,18
	Parc neuf : bâtiment agricoles et de stockage.		Dynamique de construction (fichier Sitadel)	Patrimoine culturel.	99%			100%	
Ombrières de parking	Les parking représente 40% des surface de toitures des zones commerciales.	249 095	BDTopo IGN	<input checked="" type="checkbox"/> Enjeu fort pris en compte		<input checked="" type="checkbox"/> Enjeu réhibitoire pris en compte		40%	1,25
Centrales photovoltaïques	Carrières Décharges Autoroute Sites et sols pollués		Corine Land Cover CARENE BDTopo IGN BASOL	Enjeux environnementaux	725%				1,25