

PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL



Pôle d'Equilibre Territorial et Rural



RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTÉ



DIAGNOSTIC DU PCAET - Mars 2020

Étude de potentiel de développement des énergies renouvelables du Pays Graylois

MAÎTRE D'OUVRAGE



PAYS GRAYLOIS

Hôtel de Ville, place Charles de Gaulle
BP 89
70 103 GRAY CEDEX

PRESTATAIRES



AXENNE

73, cours Albert Thomas
Tél. : 04 37 44 15 80



AUXILIA

41, rue du Chemin Vert
75 011 PARIS
Tél. : 01 55 28 00 75

Version	Date de rendu	Nature de la modification	Auteurs
1	06/11/19	Création	C.BOUGARD
2	28/11/19	Révision	C.BOUGARD

FINANCEURS



SOMMAIRE

1. PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE _____ 5

1.1. ÉNERGIES CONVENTIONNELLES _____ 6

1.2. ÉNERGIES RENOUVELABLES _____ 6

1.2.1. MÉTHODOLOGIE _____ 6

1.2.2. SOURCE DES DONNÉES _____ 6

1.2.3. PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DU TERRITOIRE _____ 7

1.2.4. SITUATION DU TERRITOIRE PAR RAPPORT À LA RÉGION _____ 8

1.2.5. PROJETS D'INSTALLATIONS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES _____ 8

1.2.6. POSITIONNEMENT DES COMMUNES VIS-A-VIS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES _____ 10

2. ANALYSE DES RÉSEAUX _____ 11

2.1. RÉSEAU ÉLECTRIQUES _____ 12

2.1.1. ORGANISATION DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE _____ 12

2.1.2. INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES SUR LE RÉSEAU À L'ÉCHELLE RÉGIONALE _____ 12

2.2. RÉSEAU DE GAZ NATUREL _____ 13

2.2.1. RÉSEAU DE DISTRIBUTION _____ 13

2.2.2. RÉSEAU DE TRANSPORT _____ 15

2.3. RÉSEAU DE CHALEUR _____ 15

2.3.1. RÉSEAU DE CHALEUR DE GRAY _____ 15

2.3.2. RÉSEAU DE CHALEUR DE GY _____ 15

2.3.3. RÉSEAU DE CHALEUR DE PESMES _____ 15

3. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES en 2030 _____ 17

3.1. POTENTIELS DE MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE _____ 18

3.2. FREINS & CONTRAINTES À LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE _____ 19

3.2.1. SECTEUR RESIDENTIEL _____ 19

3.2.2. SECTEUR TERTIAIRE _____ 19

3.2.3. SECTEUR INDUSTRIEL _____ 19

3.2.4. SECTEUR AGRICOLE _____ 19

3.2.5. SECTEUR DES TRANSPORTS _____ 19

4. POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES _____ 21

4.1. MÉTHODOLOGIE _____ 22

4.1.1. GISEMENTS BRUTS _____ 22

4.1.2. GISEMENTS NETS _____ 22

4.2. TYPOLOGIE DU TISSU URBAIN _____ 22

4.3. FILIÈRE SOLAIRE _____ 23

4.3.1. GISEMENTS BRUTS _____ 23

4.3.2. PRODUCTIBLE SOLAIRE THERMIQUE _____ 23

4.3.3. PRODUCTIBLE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE _____ 23

4.3.4. GISEMENTS NETS _____ 23

4.4. FILIÈRE BIOMASSE COMBUSTIBLE _____ 27

4.4.1. GISEMENTS BRUTS _____ 27

4.4.2. GISEMENTS NETS _____ 30

4.5. FILIÈRE MÉTHANISATION _____ 31

4.5.1. GISEMENTS BRUTS _____ 31

4.5.2. GISEMENTS NETS _____ 33

4.6. FILIÈRE GÉOTHERMIE _____ 34

4.6.1. GISEMENTS BRUTS _____ 34

4.6.2. GISEMENTS NETS _____ 35

4.7. FILIÈRE AÉROTHERMIE _____ 37

4.7.1. GISEMENTS BRUTS _____ 37

4.7.2. GISEMENTS NETS _____ 37

4.8. FILIÈRE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR _____ 37

4.8.1. GISEMENTS BRUTS _____ 37

4.8.2. GISEMENTS NETS _____ 39

4.9. FILIÈRE ÉOLIEN _____ 42

4.9.1. GISEMENTS BRUTS _____ 42

4.9.2. GISEMENTS NETS _____ 43

4.10. FILIÈRE HYDROÉLECTRICITÉ _____ 44

4.10.1. OPTIMISATION _____ 44

4.10.2. PETITE HYDROÉLECTRICITÉ SUR LES COURS D'EAU _____ 45

4.10.3. TURBINAGE DE L'EAU POTABLE _____ 45

4.11. SYNTHÈSE DES GISEMENTS	46
4.10.4. SYNTHÈSE DES GISEMENTS NETS	46
4.11.1. HIÉRARCHISATION DES FILIÈRES	48
4.11.2. SYNTHÈSE DES ZONES À ENJEUX	51
4.11.3. FREINS AU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES	52
4.11.4. OUTILS POUR ACCENTUER LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES	52

5. ANNEXES **59**

5.1. CONTACTS **60**

5.2. LISTE DES COMMUNES DU TERRITOIRE **60**

5.3. REJETS DE CO2 EVITÉS PAR EnR **62**

5.3.1. LES FILIÈRES ÉLECTRIQUES **62**

5.3.2. LES FILIÈRES THERMIQUES **62**

1. PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE



1.1. ÉNERGIES CONVENTIONNELLES

Le territoire ne présente aucune centrale nucléaire, ni cogénération. En revanche, une turbine à combustion de 7,4 MW située à Arc-lès-Gray produit de l'électricité (360 MWh en 2017).

1.2. ÉNERGIES RENOUVELABLES

1.2.1. MÉTHODOLOGIE

Le bilan de la production d'énergie renouvelable 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 production d'énergie renouvelable thermique, électrique et de type biogaz situées sur le territoire.

Les règles définies par la directive européenne appliquées au bilan des énergies renouvelables sont les suivantes :

- Seule la part renouvelable produite par les pompes à chaleur (géothermie ou aérothermie) doit être prise en compte. Cela suppose que pour tous les systèmes utilisant une pompe à chaleur, on comptabilise la quantité de chaleur produite une fois déduite la consommation d'électricité nécessaire au fonctionnement de la pompe à chaleur.
- Pour le calcul des objectifs de la France et conformément à la directive européenne, le coefficient de performance (COP) doit être supérieur à 1,15 x (1 / μ) avec μ = 46,6% en 2014 soit un COP supérieur à 2,47 (μ 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 ne 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,
- Le calcul des rejets de CO₂ évités tient compte du mix énergétique présent dans les maisons et les logements collectifs du territoire (voir en annexe p62 la note sur les rejets de CO₂ évités pour une approche prospective).

1.2.2. SOURCE DES DONNÉES

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 existé : la géothermie, l'aérothermie, le chauffage au bois des ménages, le solaire thermique.

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.

La figure 1 présente les sources des données utilisées pour chaque filière. La dernière colonne précise la fiabilité des données.

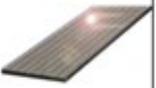
1.2.3. PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DU TERRITOIRE

La production d'énergies renouvelables est d'environ 197.000 MWh/an à fin 2017 (figure 2), ce qui représente 19% de la consommation totale du territoire. La majeure partie de la production d'énergies renouvelables du territoire est due au bois énergie (dont 94% à partir des installations des particuliers). L'hydroélectricité constitue la première source de production d'électricité renouvelable.

	Filière	Source des données	Fiabilité
CHALEUR	Solaire thermique	OPTEER, Observ'ER pour les années 2015 à 2017 (données régionales recalées sur le territoire par un ratio sur le nombre de résidences principales)	++ □
	Bois énergie (chaudières collectives et tertiaires, y compris réseau de chaleur)	OPTEER, FIBOIS	++++ □
	Poêles, cheminées et inserts	INSEE (Recensement de la population 2015), SITADEL, CEREN, OPTEER	+++ □
	Géothermie	Données nationales AFPAC (2017) recalées sur le territoire par un ratio sur le nombre de résidences principales chauffées à l'électricité	+ □
	Aérothermie	Données nationales AFPAC (2017) recalées sur le territoire par un ratio sur le nombre de résidences principales chauffées à l'électricité	+ □
	Biogaz	OPTEER, ODRE, Chambre d'agriculture, SINOE, Bioénergie International	++++ □
	Biomasse (chaudières industrielles)	OPTEER, FIBOIS	+++ □
	Valorisation énergétique des déchets (chaleur)	Pas d'installation sur le territoire	- □
ELECTRICITE	Hydroélectricité	OPTEER, ODRE, ADERA	++++ □
	Photovoltaïque	OPTEER	+++ □
	Eolien	OPTEER, DREAL -- Pas d'installation sur le territoire	- □
	Biogaz	OPTEER, ODRE, Chambre d'agriculture, SINOE, Bioénergie International	++++ □
	Valorisation énergétique des déchets (électricité)	Pas d'installation sur le territoire	- □

Figure 1. Sources de données et de leur fiabilité pour la constitution du bilan des énergies renouvelables (Source : Axenne - 2019)

1.2.4. SITUATION DU TERRITOIRE PAR RAPPORT À LA RÉGION

PRODUCTION DE CHALEUR ET DE FROID	
Solaire thermique nb installations nombre de m ² production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 1 940 m ² 683 MWh/an 62
Bois énergie (chaudières collectives) nb installations puissance installée (kW) tonnes de bois valorisées par an production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 6 3 864 kW 4 516 9 106 MWh/an 2 404
Poêles Cheminées Chaudières (Estimation) nb d'équipements (cheminées, inserts, poêles, chaudières) tonnes de bois valorisées par an production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 8 240 45 640 156 901 MWh/an 45 188
Géothermie (Estimation) nb installations puissance installée (kW) production renouvelable (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 55 304 kW 979 MWh/an 258
Aérothermie - pompes à chaleur (Estimation) nb d'installations puissance installée (kW) production renouvelable (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 312 1 397 kW 4 502 MWh/an 1 297
Biogaz nb de site production de chaleur (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 1 2 240 MWh/an 538
Biomasse (production de chaleur) nb de site production de chaleur (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 5 548 MWh/an 1 331
Valorisation des déchets ménagers nb de site <i>sur le territoire</i> production de chaleur (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 0 0 MWh/an 0
TOTAL PRODUCTION THERMIQUE (MWh/an) production annuelle thermique (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	179 958 MWh/an 51 078

PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ	
Hydroélectricité nb installations puissance installée (kW) production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 14 5 482 kW 11 896 MWh/an 3 569
Photovoltaïque nb installations nombre de m ² puissance installée (kWc) production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 18 814 m ² 2 822 kWc 3 098 MWh/an 929
Eolien nb d'éoliennes puissance installée (kW) production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 0 0 kW 0 MWh/an 0
Biogaz (Production d'électricité) nb de site production d'électricité (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 1 2 036 MWh/an 611
Biomasse (production d'électricité) nb de site production d'électricité (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 0 0 MWh/an 0
Valorisation des déchets (production d'électricité) nb de site <i>sur le territoire</i> production d'électricité (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 0 0 MWh/an 0
TOTAL PRODUCTION ÉLECTRIQUE (MWh/an) production annuelle électrique (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	17 029 MWh/an 5 109
Agrocarburant nb de site Production annuelle (MWh/an)	 0 0 MWh/an
TOTAL TOUTES ÉNERGIES RENOUVELABLES production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an) Part de la consommation totale du territoire	196 988 MWh/an 56 187 19,0%

Sources : OPTTEER, ODRE, FIBOIS, ADERA, AFPAC, AXENNE

Figure 2. Bilan des énergies renouvelables 2017 du Pays Graylois (Axenne - 2019)

Les figures 3 et 4 présentent quelques indicateurs énergétiques sur le territoire, ainsi qu'en Haute-Saône et en France pour l'année 2017.

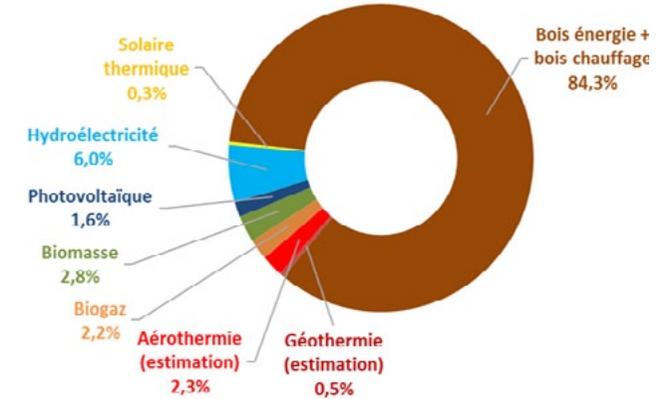


Figure 3. Répartition de la production d'énergies renouvelables en 2017 au Pays Graylois (Axenne - 2019)

INDICATEURS SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN 2017	Graylois	HAUTE-SAÔNE	France 2017
Nb de m ² de capteurs solaires thermiques pour 1000 hab.	51	43	52
Nb de m ² de modules photovoltaïques pour 1000 hab.	498	361	847
Part de la prod. locale d'énergies renouvelables sur la consommation totale (y compris transport)	19,0%	12,7%	16,3%
Part de la prod. locale des Enrs thermiques sur la conso. de chauffage et d'eau chaude*	42,3%	N.C	21,3%
Part de la prod. locale des Enrs élec. sur la consommation totale d'électricité**	8,1%	4,4%	19,9%
Part des EnRs injectée dans le réseau de gaz naturel	0,0%	0,0%	0,08%

* 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 4. Indicateurs de la production d'énergies renouvelables (Axceléo - 2019)



La France s'est engagée dans un objectif ambitieux de développement des énergies renouvelables via la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTCV) (figure 5) : 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.

	Objectifs 2030 (loi TECV)	Graylois à fin 2017	France 2017
Couverture des besoins de chaleur par les Enrs	38%	42,3%	21,3%
Couverture des besoins d'électricité par les Enrs	40%	8,1%	19,9%
Couverture du gaz naturel par les EnRs	10%	0,0%	0,08%
Couverture globale des consommations par les Enrs	32%	19,0%	16,3%

Figure 5. Positionnement du territoire par rapport aux objectifs de la LTECV (Axceléo - 2019)

1.2.5. PROJETS D'INSTALLATIONS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Plusieurs projets d'installations d'énergies renouvelables, dans les différentes filières, ont été recensés sur le territoire. Ces projets n'ont pas été pris en compte dans le bilan des installations d'énergies renouvelables à fin 2017.

Comme il s'agit de projets, certains sont actuellement en phase de démarrage ou d'installation, mais d'autres peuvent très bien ne pas voir le jour pour des questions techniques, administratives ou encore financières.

MÉTHANISATION

Une installation de méthanisation par voie sèche avec une cogénération de 160 kW a été mise en service en mars 2018 à **Denèvre**. Elle produit de l'ordre de 1.300 MWh électriques par an.

Un projet est en construction à **Valay** (SAS Tardy Méthanisation), avec un démarrage prévu mi 2019. La cogénération de 200 kW produira de l'ordre de 1.700 MWh électriques et 2.000 MWh thermiques par an.



Un projet est en construction à **Vantoux** (GAEC Chausse Bardet). Le permis de construire a été accordé en octobre 2018. Le biogaz sera valorisé par une cogénération de 250 kW.

Un projet, dont le permis de construire a été déposé, est en cours à **Auvet-et-la-Chapellotte**. 140 Nm³/h de biométhane seront injectés dans le réseau.

Un projet en réflexion est en cours à **Champlitte** (Ferme Roche). Le permis de construire a été accordé en juillet 2018. Le biogaz sera a priori valorisé par une cogénération de 250 kW. Cependant, le biogaz pourrait être injecté sur le réseau si le projet de canalisation entre Champlitte et Chargey-lès-Gray voit le jour (cf. § 14.1).

Un projet en réflexion est en cours à **Framont** (Laiterie du Crochet). Le biogaz sera valorisé par une cogénération de 250 kW.

GÉOTHERMIE



Le bâtiment communautaire de la CC Val de Gray en cours de construction sera chauffé via la géothermie.

PHOTOVOLTAÏQUE

Un projet a été refusé, redéposé puis abandonné sur la commune de **Velleuxon-Queutrey-et-Vaudey**.

Un projet de 24 MW sur la commune de **Champlitte** a été rejeté par le préfet le 16 octobre 2019. Un autre, sur un terrain privé de 36 ha, pourrait être équipé de photovoltaïque. La centrale au sol produirait de l'ordre de 38 GWh/an. La commune n'a pas encore délibéré sur le projet.

Une centrale au sol est en cours de réflexion sur l'ancien centre d'enfouissement des déchets à **Vadans**. Le projet est estimé à 1,82 M€ pour une puissance de 2,088 MWc et une production de 2.060 MWh/an.

Le permis de construire a été déposé en janvier 2019.

La DDT mentionne un projet de parc photovoltaïque sur l'ancienne base aérienne de **Broye-lès-Pesmes**, mais ne possède pas plus d'informations.

La commune de **Fouvent-Saint-Andoche** va lancer une étude pour la réalisation d'une centrale au sol sur une friche d'une dizaine d'hectares.

Deux projets sur des toitures agricoles sont recensés par la DDT : à **Citey** (720 m² de panneaux) et à **Roche-et-Raucourt** (surface non précisée),



La commune de **La Résie-Saint-Martin** projette d'installation de 40 ou 60 m² de panneaux photovoltaïques sur une toiture communale en 2021.

La commune de **Chargey-lès-Gray** projette d'installation d'environ 200 m² de panneaux photovoltaïques sur des bâtiments scolaires en 2020 ou 2021.

La commune de **Germigney** projette d'installation de panneaux photovoltaïques sur la salle polyvalente à moyen terme,

Le bâtiment communautaire de la **CC Val de Gray** en cours de construction sera à énergie positive, avec la mise en place de panneaux et de vitrages photovoltaïques.

Deux industries projettent l'installation de panneaux photovoltaïques (**Fromagerie Milleret, Waltefaugle**).

Le projet de centrale au sol sur des pelouses sèches situées sur quatre communes de la communauté de communes des Monts-de-Gy (**Bucey-lès-Gy, Vantoux-et-Longeville, Vellefrey-et-Vellefrange, Velleclaire**) a été abandonné, les enjeux environnementaux de la zone étant prégnants.

ÉOLIEN

Commune	Nom du parc	Nombre d'éoliennes	Puissance	Avancement/-Remarques	Source
Fouvent-Saint-Andoche	La Roche-4-Rivières	4 sur la commune	8-MW	Construction en cours	Réunion de lancement - DREAL, DDT, questionnaire-aux-communes
Vars	Les Ecoulottes	7	16,8-MW	Au contentieux (en appel)	DREAL, DDT
Champlitte	Les-Trois-Provinces	9	29,7-MW	Au contentieux (en appel)	DREAL, DDT
Percey-le-Grand	Percey-le-Grand	10	30-MW	Au contentieux	DREAL, DDT
Argillères	Argillères	6	17,5-MW	Au contentieux	DREAL, DDT
Montot	Entre-Saône-et-Saône	4	10-MW	En-cours d'instruction. La commune s'est engagée dans un montage d'investissement participatif (collectivités, SIED 70, SEM énergie 21, club investisseur).	DREAL, DDT, questionnaire-aux-communes
Deneuvre		2	5-MW		
Vereux		5	12,5-MW		
Montureux-et-Prantigny		4	10-MW		
Vaite	Vaite	6	23,4-MW	En-cours d'instruction	DDT
Mont-Saint-Léger	Mont-Saint-Léger	3	11,70-MW	En-cours d'instruction	DDT
Renaucourt		4	12-MW	En-cours d'instruction	DDT
Brotte-lès-Ray		4	15,6-MW	2 éoliennes sur un terrain communal, 2 éoliennes sur un terrain privé. En-cours d'instruction	Questionnaire-aux-communes, DDT
Theuley		2	7,6-MW	Précadrage	
Dampierre-sur-Saône, Vaite		10 à 15	25-MW	Précadrage	DDT
Chargey-lès-Gray		8 à 10	30-MW	Précadrage	DDT
Mercey-sur-Saône		4 à 6	10-MW	Précadrage	DDT
Saint-Gand, La Chapelle-Saint-Quillain		15 maximum	25-MW	Précadrage	DDT
Vâlesmes-Echevanne		6 à 10	35-MW	Précadrage	DDT
Delain, Larret, Fouvent-	Les-4-Rivières	12		Projet éventuel	DDT

Le projet « Parc éolien du Blessonnier » de 46,2 MW sur les communes de Francourt, Volon, Roche-et-Raucourt et Renaucourt a été rejeté par le préfet le 10 octobre 2019

HYDROÉLECTRICITÉ

Une centrale hydroélectrique de 30 kW est en cours de travaux à **Membrey**. Elle devrait être mise en service d'ici la fin d'année et produire de l'ordre de 110 MWh/an.

À NOTER

Le schéma directeur est un document dont l'objectif est d'amener le maître d'ouvrage d'un réseau de chaleur à réaliser un exercice de projection sur le devenir de son réseau à l'horizon d'une dizaine d'années, en lien avec l'ensemble des acteurs locaux concernés – notamment les abonnés. Le schéma directeur propose différents scénarios qui permettront de décider d'une programmation de travaux à entreprendre durant cette période.

Un schéma directeur du réseau de chaleur de Gray devrait être réalisé courant 2020. Ce réseau est actuellement alimenté par une chaufferie bois de 3,2MW.

CHAUFFERIES BOIS

Commune	Bâtiments à alimenter	Puissance bois	Production prévisionnelle	Avancement
Valay	Réseau de chaleur communal	100-kW	300-MWh/an sortie chaudière	Etudes de maîtrise d'œuvre en cours - Mise en service en 2020
Gray	EHPAD Courmot-Changey	2 chaudières de 155-kW	Besoins: 962-MWh	Etude de faisabilité
Chargey-lès-Gray	Réseau de chaleur communal (mairie, école, logements communaux, cantine, périscolaire + Maison Familiale Rurale)	255-kW	800-MWh entrée chaudière	Etude de faisabilité
Lavoncourt	Syndicat des écoles	90-kW		Etude de faisabilité
Membrey	Réseau de chaleur sous maîtrise d'ouvrage privée (IMP de Membrey)	2 chaudières de 175-kW	817-MWh entrée chaudière	Etude de faisabilité
Seveux	Réseau de chaleur communal	80-kW	251-MWh entrée chaudière	Etude de faisabilité
Champlitte	Réseau de chaleur communal	-	-	Etude à lancer prochainement
Fretigney-et-Velloreille	Gymnase à réhabiliter			
Dampierre-sur-Saône	Réseau de chaleur communal	2 chaudières de 200-kW	1-115-MWh entrée chaudière	Etude de faisabilité
Bouhans-et-Feurg	Réseau de chaleur communal (mairie, salle des fêtes, 2 logements)	Chaudière granulés de 50-kW	59-MWh	Etude de faisabilité
Fresne-Saint-Mamès	Appartements communaux (rénovation)	Chaudière granulés		Travaux prévus en 2019



1.2.6. POSITIONNEMENT DES COMMUNES VIS-A-VIS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Outre l'identification d'installations existantes et d'une douzaine de projets, les questionnaires envoyés aux communes ont mis en évidence leur positionnement vis-à-vis des énergies renouvelables.

Les graphiques suivants sont réalisés à partir des retours des communes (30 communes, soit 26% des communes représentant 48% de la population).

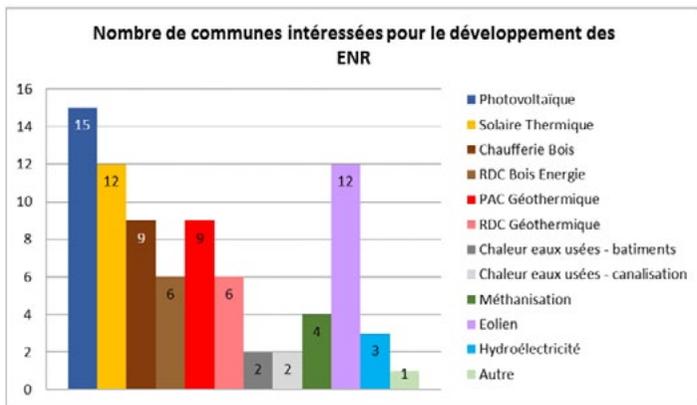


Figure 6. Intérêt des communes pour les énergies renouvelables (Axenne - 2019)

Le photovoltaïque est l'énergie rencontrant le plus d'intérêt auprès des communes (figure 6), suivi par le solaire thermique et l'éolien. La récupération de chaleur sur les eaux usées ne rencontre que peu d'adhésion, que ce soit en pied de bâtiment, ou au niveau des canalisations.

Une commune fait part de son intérêt pour les chaudières granulés via la catégorie « Autre ».

Les principaux freins (figure 7) à la mise en place d'énergies renouvelables par les communes sont d'ordre financier (capacité d'investissement, coût des études et des travaux). En revanche, le temps de retour sur investissement est un frein moins important.

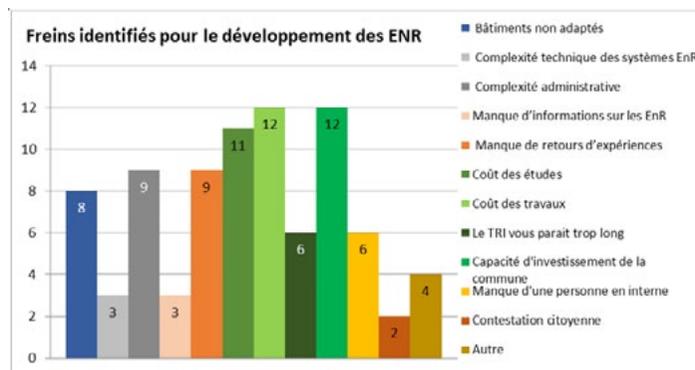


Figure 7. Freins à la mise en place d'énergies renouvelables (Axenne - 2019)

Le manque de retour d'expérience est également mis en avant, ainsi que la complexité administrative. Des bâtiments communaux non adaptés constituent également un frein.

Les « Autres » freins mentionnés sont :

- La présence de contrainte patrimoniale (périmètre de protection d'un monument historique)
- L'intermittence de l'occupation et donc du chauffage des bâtiments communaux (mairie chauffée uniquement le lundi, salle des fêtes occupée 5 fois par an, etc.)
- L'interdiction préfectorale.

La mise en place d'énergies renouvelables est principalement motivée par l'environnement et le réchauffement climatique (figure 8).

L'utilisation d'une énergie locale et renouvelable, ainsi que l'indépendance énergétique, viennent en second lieu.

Deux principaux besoins sont identifiés par les communes (figure 9) : l'obtention d'informations sur les aides financières disponibles pour des projets d'énergie renouvelable ainsi que l'assistance dans le montage d'un projet d'énergie renouvelable sur un bâtiment ou un équipement public.

L'assistance dans le montage d'un projet citoyen ainsi que dans le domaine de la réglementation des projets et du code de l'urbanisme sont également mis en avant.

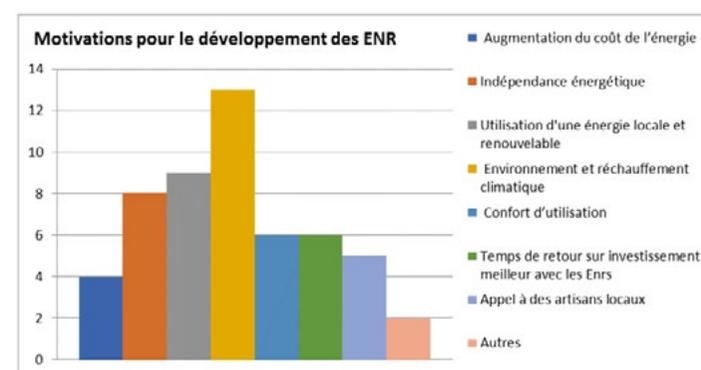


Figure 8. Motivations à la mise en place d'énergies renouvelables (Axenne - 2019)

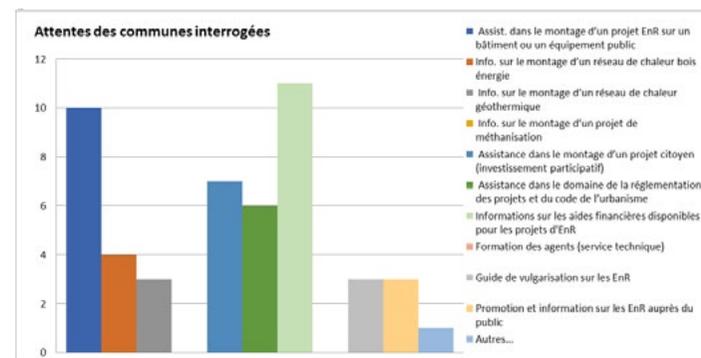


Figure 9. Besoins afin de développer les énergies renouvelables (Axenne - 2019)

2. ANALYSE DES RÉSEAUX

2.1. RÉSEAU ÉLECTRIQUES

2.1.1. ORGANISATION DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

La production d'électricité (centrale nucléaire, thermique, hydraulique et énergies renouvelables) est une activité concurrentielle.

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

Les postes sources font l'interface entre le réseau de l'Etat (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 déléguer leur compétence d'électrification. Le Syndicat intercommunal d'Energie du Département de la Haute-Saône (SIED 70) est l'autorité organisatrice de la distribution de l'électricité sur toutes les communes du département. À ce titre, il assure le contrôle de la concession et réalise, sous la maîtrise d'ouvrage, des travaux sur le réseau de distribution publique d'électricité.

La distribution publique est assurée par deux entreprises (ENEDIS et la SICAE Est) qui en assurent l'exploitation et l'entretien (figure 10).

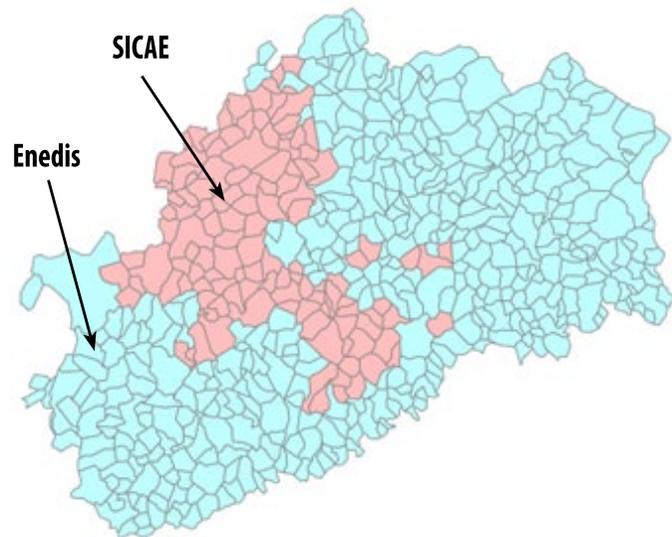


Figure 10. Répartition de la distribution publique d'électricité sur le territoire (SICAE Est)



Figure 11. Organisation du réseau électrique (RTE)

2.1.2. INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES SUR LE RÉSEAU À L'ÉCHELLE RÉGIONALE

Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables (S3REnR) de la Franche-Comté a été élaboré par RTE, en accord avec les gestionnaires des réseaux publics de distribution d'électricité ErDF et SICAE Est. Il a été validé par la Région, l'ADEME et la Préfecture de Région en 2014.

Il comporte essentiellement :

- les travaux de développement nécessaires à l'atteinte de ces objectifs, en distinguant création et renforcement,
- la capacité d'accueil globale du S3REnR, ainsi que la capacité réservée par poste,
- le coût prévisionnel des ouvrages à créer et à renforcer,
- le calendrier prévisionnel des études à réaliser et procédures à suivre pour la réalisation des travaux.

En accord avec le SRCAE et les projets en attente de raccordement lors de sa réalisation, le S3REnR propose la réservation de 731 MW de capacité sur les ouvrages régionaux :

- en créant 160 MW de capacités nouvelles (création et renforcement de réseau),
- en s'appuyant sur 490 MW de capacités déjà existantes,
- en bénéficiant des 81 MW de capacités créées par l'état initial sur le Réseau Public de Transport d'électricité, géré par RTE.

Le S3REnR permet une couverture large des territoires, l'accueil de l'éolien dans les zones définies comme favorables par le SRE, ainsi que l'accueil des autres EnR de puissance plus faible, telles que le photovoltaïque. En effet, sur ce total, 50 MW sont estimés comme correspondant à des raccordements photovoltaïques de puissance inférieure à 100 kVA (installations résidentielles ou sur de petits bâtiments tertiaires).

Au 31 décembre 2018, la capacité utilisée s'élève à 281 MW, soit environ 40 % des capacités réservées. Cependant, l'état technique et financier de la mise en œuvre du schéma à fin 2018 (RTE) indique que « les puissances cumulées des demandes de raccordement dans certaines zones sont supérieures aux capacités qui y sont réservées par les S3REnR Bourgogne et Franche-Comté, comme par exemple celle entre l'est de la Côte d'Or et l'ouest de la Haute-Saône. Une adaptation du S3REnR Franche-Comté est ainsi en cours d'instruction depuis le mois d'août 2018 pour permettre le raccordement de projets EnR dans l'ouest de la Haute-Saône »

La révision du S3REnR doit intervenir dans les 6 mois suivant l'établissement du SRADDET. La réunion de lancement pour la révision a eu lieu en mars 2019.

La figure 12 met en évidence la localisation des postes sources du territoire et leur capacité d'accueil en juin ou juillet 2019.

La puissance totale des projets en développement sur les trois postes sources du territoire est de 88,4 MW au 18 juillet 2019. La capacité d'accueil restant à affecter au titre du S3REnR est de 1,8 MW.

Les capacités d'accueil varient en fonction des projets et de l'évolution du réseau électrique (raccordement de nouveau client, etc.).

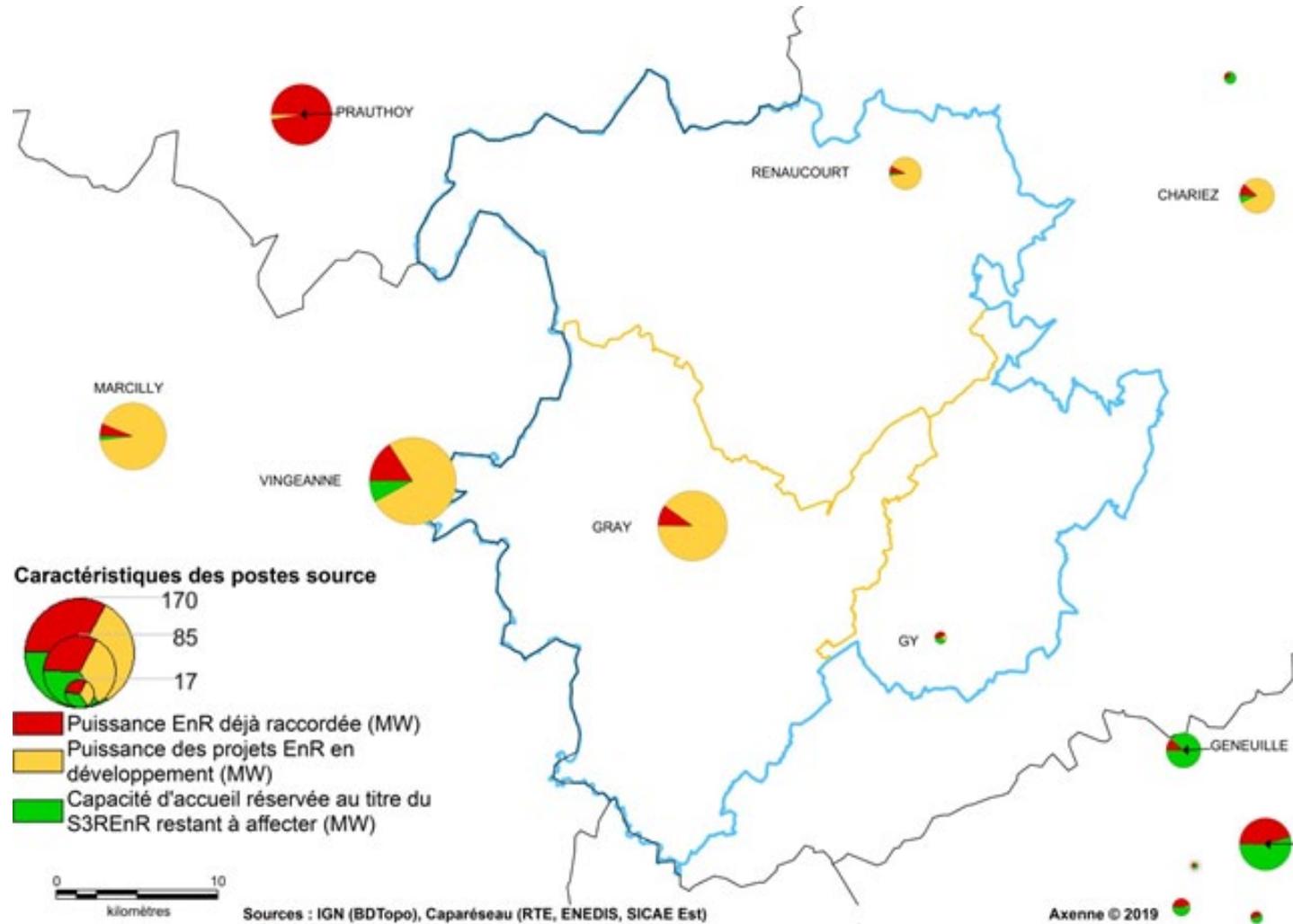


Figure 12. Caractéristiques des postes sources du territoire ou situés en limites territoriales (Axenne - 2019)

2.2. RÉSEAU DE GAZ NATUREL

2.2.1. RÉSEAU DE DISTRIBUTION

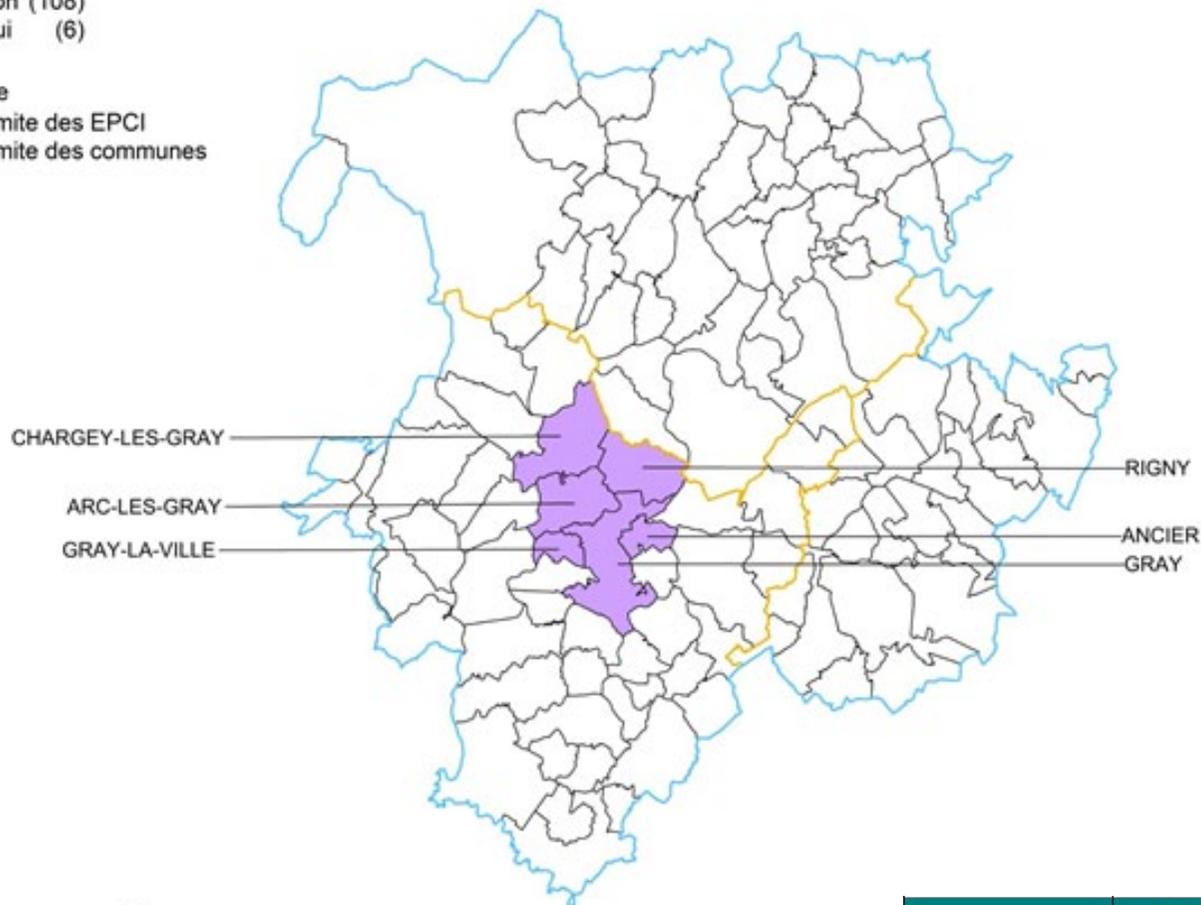
Seules six communes sont actuellement raccordées au réseau de distribution de gaz naturel. Elles sont toutes situées sur la communauté de communes Val de Gray et concentrent 30% de la population du territoire.

La figure 13 met en évidence les communes desservies.

Commune raccordée au réseau de gaz naturel

- Non (108)
- Oui (6)

- Territoire
- Limite des EPCI
 - Limite des communes



Sources : IGN (BDTopo), GrFG, GRTgaz

Figure 13. Communes raccordées au réseau de gaz naturel sur le territoire (Axenne - 2019)

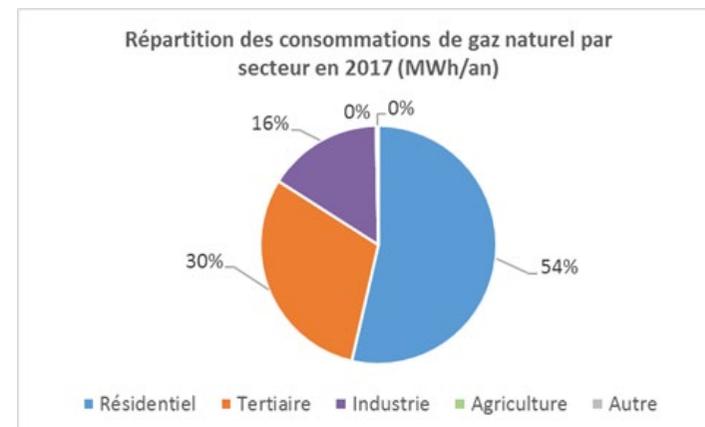


Figure 14. Répartition des consommations de gaz naturel par secteur en 2017 (GRDF - 2019)

Les 6 communes raccordées au réseau de distribution (figure 15) comptent 2.812 points de livraison en 2017, répartis de la manière suivante :

Près de 99% des clients font partie du secteur résidentiel. Ils sont principalement situés sur les communes de Gray (59%) et Arc-lès-Gray (25,5%).

La répartition des consommations par secteur en 2017 est présentée à la figure 14.

Bien que présentant la quasi-totalité des points de livraison, le secteur résidentiel ne représente que la moitié des consommations de gaz naturel. L'industrie pèse pour 16% des consommations avec 4 clients uniquement.

Communes	DELEGATION AC/GRDF	Longueur du réseau (m)	Nombre de clients	Résidentiel	Tertiaire	Industrie	Agriculture	Autre
ANCIER	GRDF	2 502	42	42				
ARC LES GRAY	GRDF	26 505	719	708	10	1		
CHARGEY LES GRAY	GRDF	5 355	68	68				
GRAY	GRDF	34 210	1 661	1 641	16	3		1
GRAY LA VILLE	SIED	7 421	230	229	1			
RIGNY	GRDF	5 573	92	92	-	-		-
6	total	81 566	2 812	2 780	27	4	-	1

Figure 15. Répartition des points de livraison de gaz naturel (GRDF - 2019)

Une commune non raccordée au réseau de gaz naturel peut également accueillir un projet de méthanisation avec injection. La faisabilité dépend de sa distance au réseau de gaz existant et des terrains à traverser par les canalisations à créer. Le gestionnaire du réseau est tenu de prendre en charge 40 % du coût du raccordement, dans la limite de 400.000 euros.

A titre d'information, GRDF indique qu'une distance maximale de 15 km est possible en cas de terrain favorable (plaine et route linéaire).

Un projet de création d'une canalisation de 17 km entre Chargey-lès-Gray est Champlitte vient d'être lancé. Ce ne sont encore que des prémices et le SIED ne dispose pas encore des premiers chiffres. Cette canalisation permettrait d'alimenter le site de l'entreprise SILAC, fonctionnant actuellement à partir de gaz propane.

Des projets trop éloignés du réseau pourront étudier la valorisation par cogénération ou gaz porté.

2.2.2. RÉSEAU DE TRANSPORT

Le réseau de transport de gaz naturel, géré par GRTgaz, traverse les communes d'Autrey-lès-Gray, Poyans et Mantoche pour desservir Arc-lès-Gray (figure 16).

Cette canalisation présente a priori une capacité maximale d'injection de biométhane supérieure à 1.000 Nm³/h.

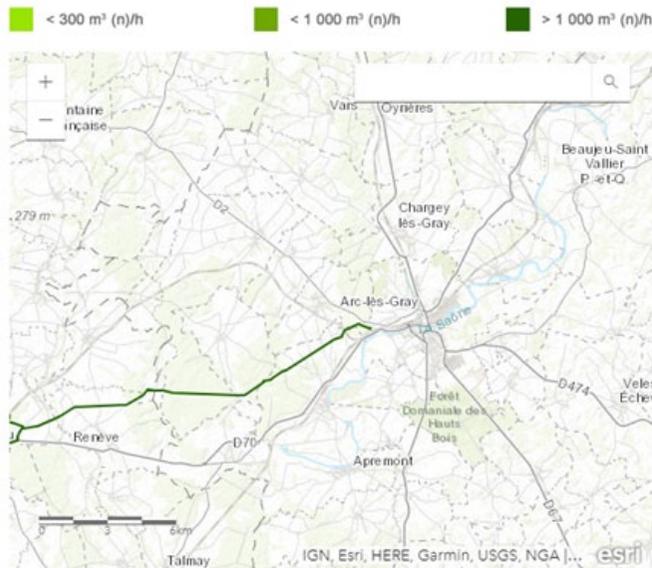


Figure 16. Capacité d'injection du réseau de transport de gaz naturel (grtgaz.com - 2019)

2.3. RÉSEAU DE CHALEUR

2.3.1. RÉSEAU DE CHALEUR DE GRAY

Un réseau de chaleur de 3.595 mètres alimente la quasi-totalité des bâtiments situés sur le quartier des Capucins, à Gray :

- 496 logements gérés par Habitat 70,
- Ecole maternelle,
- Piscine,
- Collège Romé-de-l'Isle,
- Locaux de la DSSP,
- Maison de retraite,
- SDIS,
- Gymnase de la ville de Gray,
- 20 nouveaux logements ANRU.

La chaufferie principale comprend une chaudière bois de 3,2 MW rénovée en 2000 ainsi qu'une chaudière d'appoint au gaz de 2,9 MW. Celle-ci assure le complément de chaleur en période froide, ainsi que les besoins d'eau chaude en été, lorsque la chaudière bois est arrêtée.

Une chaufferie de secours de 5,2 MW est installée.

Le réseau livre 9 300 MWh/an, assurés de 85% à 90% via la chaudière bois, soit de l'ordre de 8 200 MWh/an.

Les démolitions de bâtiments effectuées, ou à venir à l'horizon 2020/2021, ainsi que les travaux d'isolation réalisés permettraient de disposer d'une capacité de chaleur non utilisée, et ainsi de raccorder de nouveaux bâtiments.

Un schéma directeur du réseau de chaleur sera réalisé prochainement afin d'étudier les densifications ou extensions possibles de ce réseau de chaleur, ainsi que le seuil plancher d'équivalent-logements raccordés assurant la rentabilité de la chaudière bois.

2.3.2. RESEAU DE CHALEUR DE GY

Un réseau de chaleur de 220 mètres alimente un collège et un gymnase sur la commune de Gy.

La chaufferie comprend une chaudière bois à plaquettes de 220 kW et une chaudière bois à granulés de 200 kW.

500 MWh/an ont été fournis au réseau en 2017, assurés à 100% via le bois énergie. Le réseau ne fonctionne qu'une partie de l'année, lors de la saison de chauffe : de janvier à mai puis de septembre à décembre.

Un pôle éducatif a été raccordé au réseau de chaleur fin 2019, pour une production supplémentaire de 55 à 60 MWh/an. Ce raccordement était prévu dès la construction du réseau, les chaudières bois actuelles sont donc en capacité de fournir la chaleur supplémentaire.

L'EHPAD pourrait également être raccordé prochainement. La capacité des chaudières bois ne serait alors plus suffisante, et la chaudière fioul actuelle de l'EHPAD serait conservée en appoint et secours. La consommation de chauffage totale du bâtiment rénové serait de 370 MWh/an. Le mix énergétique du réseau serait donc modifié, avec 10 à 15% de l'énergie d'origine fossile.

2.3.3. RESEAU DE CHALEUR DE PESMES

Un réseau de chaleur alimente l'école et la Maison pour Tous de Pesmes. La chaudière bois granulés a été mise en service en 2014. Le raccordement de la bibliothèque, suite à sa rénovation, est en projet.

À NOTER

Le droit à l'injection a été codifié à l'article L. 453-9 du code de l'énergie qui dispose que « lorsqu'une installation de production de biogaz est située à proximité d'un réseau de gaz naturel, les gestionnaires des réseaux de gaz naturel effectuent les renforcements nécessaires pour permettre l'injection dans le réseau du biogaz produit, dans les conditions et limites permettant de s'assurer de la pertinence technico-économique des investissements définies par décret pris après avis de la Commission de régulation de l'énergie. »

L'article L. 453-9 prévoit également que ce décret précise « la partie du coût des renforcements des réseaux à la charge du ou des gestionnaires des réseaux et celle restant à la charge du ou des producteurs, ainsi que la répartition de cette dernière entre les différents producteurs concernés ».

Coûts du branchement et coûts du poste d'injection : L'arrêté du 10 janvier 2019 relatif au niveau de prise en charge des coûts de raccordement aux réseaux de transport de gaz naturel des installations de production de biogaz, en application de l'article L. 452-1 du code de l'énergie



3. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES en 2030

3.1. POTENTIELS DE MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

Pour chaque secteur (résidentiel, tertiaire, etc.), des actions en faveur de l'utilisation rationnelle de l'énergie ont été définies. Les cibles sur lesquelles ces actions peuvent s'appliquer ont été identifiées, afin d'estimer les potentiels nets théoriques à l'horizon 2030 (des figures 17 à 21).

Les potentiels nets théoriques représentent les gains maximums théoriques si tous les maîtres d'ouvrages mettaient en œuvre les actions d'efficacité énergétique définies. Ce gisement permet de quantifier le maximum théorique sur le territoire, et ainsi de fixer une limite haute maximale. Il n'est pas atteignable dans la mesure où les propriétaires n'auront jamais les moyens financiers de mettre en œuvre autant d'actions sur leur patrimoine. D'autre part, le nombre d'artisans pour réaliser ces travaux est largement insuffisant.

En revanche, ce gisement servira de base pour la définition d'un scénario tendanciel de maîtrise de l'énergie.

Différents types d'actions sont définis suivant les secteurs :

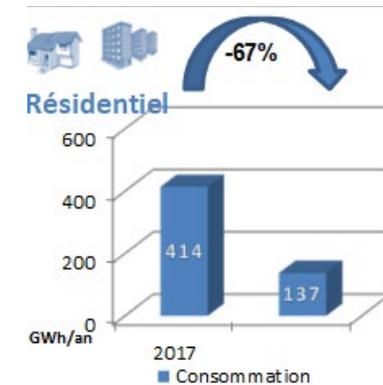
- des actions sur le bâti et les systèmes de chauffage,
- des actions sur la sobriété énergétique et le comportement pour le secteur de l'habitat,
- une action sur la performance énergétique des équipements électroménagers pour le secteur de l'habitat,
- des actions sur les équipements performants (tertiaire, industrie, agriculture). Ces actions sont éligibles aux certificats d'économie d'énergie.
- des actions sur les pratiques des éleveurs, le réglage des équipements et la consommation de carburant pour le secteur agricole,
- une amélioration tendancielle de la consommation de carburant pour tous les modes de transport.

À NOTER

Les tableaux et graphiques suivants mettent en évidence l'évolution des consommations énergétiques des différents secteurs si l'ensemble des actions de maîtrise de l'énergie identifiées était mis en œuvre, et hors constructions neuves.

BILAN DES GISEMENTS NETS DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE	GAIN THEORIQUE SUR L'EXISTANT en MWh/an			en % de la consommation actuelle	Economie sur la facture énergétique en 2030 k€/an
	Electricité	Energie fossile	Energie bois	Economie théorique	
HABITAT MAISONS INDIVIDUELLES					
Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-19 789	-62 387	-95 121	-51%	-43 097
Sobriété énergétique et comportement	-19 214	-9 939	-14 034	-12%	-8 329
Electromenager performant	-5 764			-2%	-2 190
GAINS THEORIQUES DANS LES MAISONS :	-44 768	-72 325	-109 155	-65%	-53 616
HABITAT LOGEMENTS COLLECTIFS					
Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-6 444	-33 608		-59%	-7 261
Sobriété énergétique et comportement	-3 294	-5 410		-13%	-1 679
Electromenager performant	-1 423			-2%	-541
GAINS THEORIQUES DANS LES LOGEMENTS COLLECTIFS :	-11 161	-39 018		-74%	-9 480
GAIN THEORIQUE TOTAL DU SECTEUR DE L'HABITAT :	-55 929	-111 343	-109 155	-67%	-63 096
Rappel de la consommation de l'habitat en 2017 :	413 865				

Figure 17. Potentiel théorique de maîtrise de l'énergie du secteur résidentiel (Axceléo - 2019)



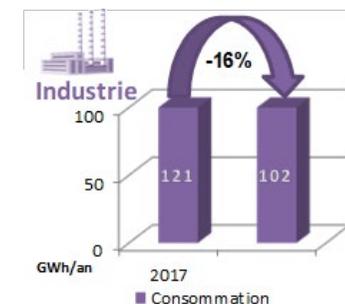
BILAN DES GISEMENTS NETS DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE	GAIN THEORIQUE SUR L'EXISTANT en MWh/an			en % de la consommation actuelle
	Electricité	Energie fossile	Economie théorique	
SECTEUR TERTIAIRE				
Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-28 076		-34%	
Equipements performants	-3 022		-4%	
GAIN THEORIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR TERTIAIRE :	-31 098		-37%	
Rappel de la consommation du tertiaire en 2017 :	83 509			

Figure 18. Potentiel théorique de maîtrise de l'énergie du secteur tertiaire (Axceléo - 2019)



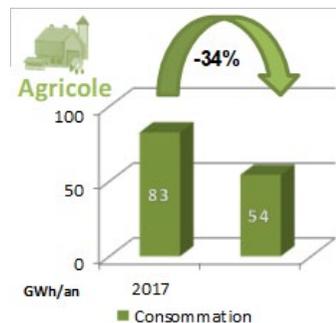
BILAN DES GISEMENTS NETS DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE	GAIN THEORIQUE SUR L'EXISTANT en MWh/an			en % de la consommation actuelle
	Electricité	Energie fossile	Economie théorique	
SECTEUR INDUSTRIEL				
Action sur le bâtiment	-5 887		-5%	
Utilités	-11 203	-2 622	-11%	
GAIN THEORIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL :	-17 091	-2 622	-16%	
Rappel de la consommation de l'industrie en 2017 :	121 486			

Figure 19. Potentiel théorique de maîtrise de l'énergie du secteur industriel (Axceléo - 2019)



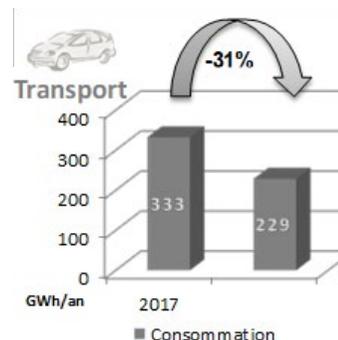
BILAN DES GISEMENTS NETS DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE	GAIN THÉORIQUE SUR L'EXISTANT en MWh/an		en % de la consommation actuelle
SECTEUR AGRICOLE	Electricité	Energie fossile	Economie théorique
Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-1 952		-2%
Pratiques des éleveurs / réglage des équip.	-804		-1,0%
Consommation de carburant		-25 481	-31%
GAIN THÉORIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR AGRICOLE :	-2 756	-25 481	-34%
Rappel de la consommation de l'agriculture en 2017 :	82 655		

Figure 20. Potentiel théorique de maîtrise de l'énergie du secteur agricole (Axceléo - 2019)



BILAN DES GISEMENTS NETS DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE	GAIN THÉORIQUE SUR L'EXISTANT en MWh/an		en % de la consommation actuelle
SECTEUR TRANSPORT	Electricité	Energie fossile	Economie théorique
Équipement	-7 615		-2%
Service	-5 922		-2%
Amélioration tendancielle		-90 243	-27%
GAIN THÉORIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR TRANSPORT :		-103 780	-31%
Rappel de la consommation du transport en 2017 :		332 666	

Figure 21. Potentiel théorique de maîtrise de l'énergie du secteur transport (Axceléo - 2019)



3.2. FREINS & CONTRAINTES À LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

Les paragraphes suivants sont issus du travail d'Axenne et des échanges menés avec les membres du Comité de Pilotage.

3.2.1. SECTEUR RESIDENTIEL (figure 17)

- De nombreuses maisons sont chauffées au bois énergie. Cette énergie moins chère n'incite pas aux rénovations énergétiques.
- La baisse des affouagistes tend à diminuer le nombre de ménages se chauffant au bois bûche, au profit d'autres énergies (PAC, électrique, fioul, granulé).
- Population vieillissante, peu encline à engager des rénovations de leur logement.

- Confiance des habitants mise à mal par les arnaques ou le démarchage agressif (isolation à 1€). Méfiance face à des offres jugées trop alléchantes.
- Complexité des dossiers de demande d'aide. Les entreprises en charge des travaux n'ont pas le temps de compléter les dossiers de demande de certificats d'économie d'énergie.
- Problème du reste à charge pour les ménages après subventions : des solutions existent mais complexifient encore le projet.
- Délais d'obtention des aides jugés trop longs par les artisans.
- Manque de bureaux d'études à même d'accompagner les habitants dans leur projet de rénovation énergétique, entraînant le report de projets.
- Manque d'artisans, entraînant des délais de réalisation des travaux.
- Manque de confiance entre les acteurs (les artisans ne souhaitent pas forcément que les particuliers prennent conseil auprès de l'Espace Info Energie, qui pourrait être amené à proposer d'autres solutions que celles

présentées par l'artisan).

3.2.2. SECTEUR TERTIAIRE (figure 18)

- Manque de connaissances des acteurs sur les consommations énergétiques de leur(s) bâtiment(s).
- Manque de connaissances sur les dispositifs d'accompagnement technique et financier existants.
- Investissements importants.

3.2.3. SECTEUR INDUSTRIEL (figure 19)

- Pas de personne dédiée aux questions énergétiques en interne.
- Manque de connaissances sur le gisement d'économie d'énergie.
- Temps de retour sur investissement jugé trop long.
- Différence de réactivité entre les industriels et les collectivités : les industriels remplacent un équipement en un à deux mois, alors que les collectivités vont mettre plusieurs mois à voter une aide à l'achat de cet équipement.
- Toitures non adaptées à la pose de panneaux photovoltaïques (charpente pas assez solide, matériaux de construction, problématique de l'amiante).

3.2.4. SECTEUR AGRICOLE (figure 20)

- Des investissements importants, un manque de connaissances sur les actions possibles et les aides existantes, ainsi qu'un manque de temps à y consacrer peuvent freiner les actions de maîtrise de l'énergie. L'enjeu du secteur agricole se situe plutôt au niveau de la réduction des émissions de gaz à effet de serre non énergétiques.

3.2.5. SECTEUR DES TRANSPORTS (figure 21)

- Territoire rural entraînant une dépendance à la voiture particulière.
- Manque de volonté pour changer de mode de transport.
- Absence de gare TER.
- Le bus des lycéens peut être emprunté par les habitants, mais les horaires ne sont pas adaptés.
- La sécurité des données peut présenter une contrainte au coworking.
- La mobilité pose la question de l'aménagement du territoire. Les maisons de services au public ont tendance à fermer. La dynamique est plutôt à la désertification.



4. POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES



4.1. MÉTHODOLOGIE

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

4.1.1. GISEMENTS BRUTS

Les gisements bruts représentent les ressources primaires d'énergies renouvelables du territoire. Ces ressources varient selon le type d'énergie : ensoleillement, ressource forestière pour le bois énergie, aquifères pour la géothermie, etc. Ce type de gisement est indépendant de toute contrainte technique ou économique.

4.1.2. GISEMENTS NETS

Les gisements nets représentent toutes les installations qu'il serait possible de réaliser sur les bâtiments existants et toutes celles que l'on pourrait réaliser chaque année sur les constructions neuves, en ayant exclu toutes celles qui ne peuvent l'être, compte tenu de contraintes réglementaires, techniques et patrimoniales.

Pour chaque typologie d'installation, on tient compte :

- des contraintes liées au patrimoine culturel (sites classés, sites inscrits, Monuments Historiques, etc.),
- des enjeux sur les risques naturels (mouvement de terrain, remontée de nappe, cavités, etc.) pour la filière géothermie,
- de la typologie des bâtiments (bâtiment industriel, bâtiment collectif, maison d'habitation, type de toiture, etc.),
- de la dynamique de construction pour les nouveaux projets,...

Les données utilisées pour atteindre le gisement net de chaque filière sont les suivantes :

- des données sur les productions attendues des filières énergies renouvelables suivant les ressources du territoire,
- des données socio-économiques (typologie de chauffage et d'eau chaude sanitaire des logements),
- l'ensemble des contraintes environnementales, patrimoniales, urbanistiques et les risques naturels,...

Les chiffres présentent donc le potentiel maximal théorique et ne tiennent pas compte du nombre d'artisans en mesure de réaliser les travaux, des réglementations thermiques actuelles et futures, de la concurrence entre les filières énergies renouvelables et avec les filières énergies fossiles, ni de la capacité financière des maîtres d'ouvrages.

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.

Les gisements nets 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 du scénario tendanciel.

4.2. TYPOLOGIE DU TISSU URBAIN

La typologie des bâtiments a été établie à partir des catégories proposées par le thème «bâtiment» de la base de données de l'IGN. Nous présentons ci-contre ce que regroupent les termes employés dans la catégorie des bâtiments (figure 22). On représente ici les surfaces de toiture rapportées au sol sur un plan horizontal.

La catégorie des maisons regroupe les baraquements, bungalows, cabanes, chalets, granges, garages individuels, constructions diverses et bien sûr les maisons.

Les immeubles quant à eux regroupent, outre ceux d'habitation, les immeubles de bureaux, les établissements hospitaliers, les établissements scolaires, les musées, les prisons et les villages de vacances.

Les bâtiments industriels regroupent les abattoirs, ateliers (> 50 m²), bâtiments industriels (> 20 m²), centrales électriques (bâtiments), constructions techniques, entrepôts, hangars industriels (> 20 m²), scieries et usines.

Les bâtiments commerciaux ont une grande surface et sont réservés à des activités commerciales : centres commerciaux, hypermarchés, magasins (grands, isolés), parcs des expositions (bâtiments).

Les bâtiments agricoles regroupent ceux réservés à l'élevage industriel, les hangars agricoles de grande taille, les minoteries, etc.

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 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.).

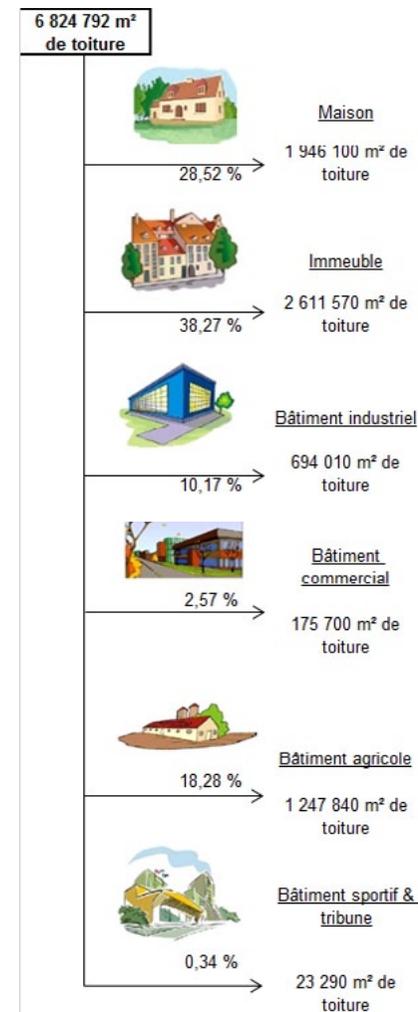


Figure 22. Répartition de la surface au sol des bâtiments du territoire par typologie (Axenne, IGN)

4.3. FILIÈRE SOLAIRE

4.3.1. GISEMENTS BRUTS

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

La carte ci-contre (figure 23) 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.

L'ensoleillement est homogène sur l'ensemble du territoire et varie de 1.185 kWh/m².an à 1.235 kWh/m².an. Ces valeurs sont situées dans la moyenne basse des données nationales, mais n'empêchent pas la mise en œuvre de modules photovoltaïques ou de capteurs solaires thermiques.

Il existe aujourd'hui des capteurs solaires bi-énergie qui combinent la production photovoltaïque en façade et la récupération de chaleur en face arrière pour de la production d'eau chaude ou le chauffage de l'air.

4.3.2. PRODUCTIBLE SOLAIRE THERMIQUE

Le productible solaire thermique est illustré via deux exemples : une installation individuelle et une installation collective, produisant toutes deux de l'eau chaude sanitaire. Les simulations sont réalisées avec SOLO 2000, un outil de calcul de dimensionnement et un bilan d'installations solaires.

Chauffe-eau solaire individuel (CESI)

L'installation présente les caractéristiques suivantes :

- 5 m² de capteurs,
- Orientation sud et inclinaison à 40°,
- Ballon de stockage de 200 litres,
- Consommation de 180 litres par jour (ces besoins correspondent à ceux d'une famille de 4 personnes),
- Température de consigne de 50°C.

Avec les hypothèses mentionnées ci-dessus, l'installation produira 1 860 kWh/an, soit 60% des besoins en eau chaude sanitaire de la famille considérée. La productivité des capteurs est de 380 kWh/m².

Chauffe-eau solaire collectif (CESC)

L'installation présente les caractéristiques suivantes :

- 50 m² de capteurs,

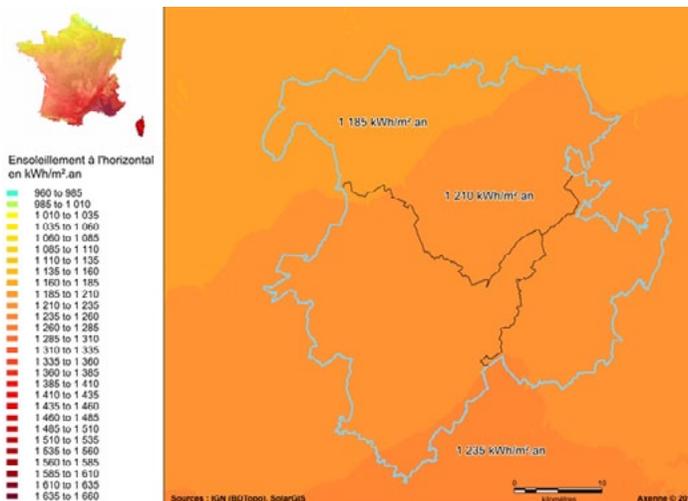


Figure 23. Ensoleillement annuel reçu à l'horizontale, en kWh/m² (Axenne - 2019)

- Orientation sud et inclinaison à 40°,
- Ballon de stockage de 2.500 litres,
- Consommation de 2.000 litres par jour (ces besoins correspondent à ceux d'un immeuble de 20 logements, soit 45 personnes environ),
- Température de consigne de 50°C.

Avec les hypothèses mentionnées ci-dessus, l'installation produira 20.620 kWh/an, soit 60% des besoins en eau chaude sanitaire considérés. La productivité des capteurs est de 420 kWh/m².

4.3.3. PRODUCTIBLE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Le productible solaire photovoltaïque est estimé via PVGIS, logiciel de simulation de production photovoltaïque en ligne. Une installation photovoltaïque installée en toiture inclinée à 40° et orientée sud produira 1.030 MWh/an.kWc, tandis qu'une centrale au sol inclinée à 35° et orientée plein sud produira 1.090 MWh/an.kWc.

Au-delà de ces exemples, il faut noter que les systèmes photovoltaïques peuvent également s'intégrer au bâti en façade, en brise-soleil, en garde-corps, etc. Les systèmes en brise-soleil offrent l'avantage d'une deuxième fonction donnée aux modules sans pour autant perdre en production puisqu'ils peuvent être inclinés de manière favorable pour une production optimum. Cela n'est pas le cas des systèmes d'intégration en façade ou en garde-corps qui sont fixes avec une

À NOTER

Un module photovoltaïque produit de l'électricité à partir du rayonnement solaire.



La production d'électricité n'est pas forcément liée à l'occupation du bâtiment ni aux besoins en énergie de celui-ci, l'électricité peut être autoconsommée ou renvoyée sur le réseau électrique. Elle participe à la diversification des moyens de production d'électricité en France.

Un capteur solaire thermique produit de la chaleur à partir du rayonnement solaire.



Cette chaleur est restituée par un fluide caloporteur.

La chaleur produite vient en substitution d'un besoin en énergie actuellement couvert par une autre source d'énergie (exemple : fioul). L'installation solaire participe ainsi à la performance énergétique globale du bâti et à la réduction des rejets de CO2 liés au secteur du bâtiment.

inclinaison de 90° assez défavorable à la production photovoltaïque (la perte atteint 30% par rapport à une inclinaison optimum à 35°).

4.3.4. GISEMENTS NETS

CONTRAINTES PATRIMONIALES

Dans l'objectif de protéger et conserver le patrimoine bâti présentant une importance particulière, différents types de protection existent en France : Sites Patrimoniaux Remarquables (regroupant les anciens secteurs sauvegardés, AMVAP (Aire de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine) et ZPPAUP, site classé, Monument Historique et site inscrit.



Type de protection	Définition	Objectifs	Procédures	Principes à respecter pour l'implantation de capteurs
Sites patrimoniaux remarquables Loi du 7 juillet 2016	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 » Les sites patrimoniaux remarquables se substituent aux anciens dispositifs de protection : • secteurs sauvegardés, • zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP), • aires de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP).	La création de ce classement a pour motivation : - 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. - l'articulation des compétences entre l'Etat et les collectivités locales - favoriser l'attractivité des territoires - mettre en valeur et préserver les sites. - faciliter la protection des abords des monuments historiques.	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. Les enjeux sont retranscrits dans un plan de gestion du territoire qui peut prendre deux formes : - soit un plan de sauvegarde et de mise en valeur (document d'urbanisme) - soit un plan de valorisation de l'architecture et du patrimoine (servitude d'utilité publique) Chacun d'eux constitue un facteur de lisibilité pour les porteurs de projets et les habitants.	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 (par ex. invisible depuis la voie publique, encastré dans la toiture, matériaux brillants interdits (modules polycristallins), cadre en aluminium interdit, etc.) Les capteurs solaires devront être intégrés aux volumétries, matériaux et teintes et se fondre dans l'architecture et son environnement.
Site Classé Articles L341-1 à L341-22 du code de l'environnement	Un site classé est un site à caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, dont la préservation ou la conservation présentent un intérêt général.	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.	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.	Il faut absolument éviter les pièces rapportées et les perceptions visuelles qui entreraient en concurrence avec le site classé. 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...).



Type de protection	Définition	Objectifs	Procédures	Principes à respecter pour l'implantation de capteurs
Monument historique Loi du 31 décembre 1913	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 » 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.	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. 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.	L'avis de l'architecte des bâtiments de France est requis ; il s'agit d'un avis conforme dans le cas d'une <u>covisibilité</u> entre l'installation et le monument historique ou d'un avis simple s'il n'y a pas de <u>covisibilité</u> .	L'implantation de panneaux solaires en toiture est possible dans le périmètre de 500 m de rayon autour d'un édifice protégé , 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.
Site inscrit Articles L341-1 à L341-22 du code de l'environnement Sur les bâtiments	Il s'agit de sites inscrits à l'inventaire des sites présentant un intérêt général du point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. Un site inscrit peut être naturel ou bâti. Il est susceptible d'être transformé à terme en site classé (notamment les sites naturels).	L'inscription a pour objectif de permettre à l'Etat 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.	L'Architecte des Bâtiments de France émet sur le projet un avis simple. 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.	L'implantation de panneaux solaires peut être possible dans un site inscrit , sous réserve d'étudier leur intégration en toiture (couleur, disposition, etc.).

Figure 24. Définition des protections patrimoniales (Axenne - 2019)

Ces protections n'ont pas les mêmes implications, notamment en ce qui concerne la possibilité d'implanter une installation solaire à proximité. La figure 24 résume ces enjeux et leur niveau de contrainte.

La carte ci-dessous (figure 25) met en évidence les contraintes patrimoniales impactant les bâtiments du territoire.

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.

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

62 % des toitures sont libres de toute contrainte à l'installation de panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques. Les 26 % de bâtiments en « implantation délicate » peuvent tout de même accueillir ce type d'installation (figure 26).

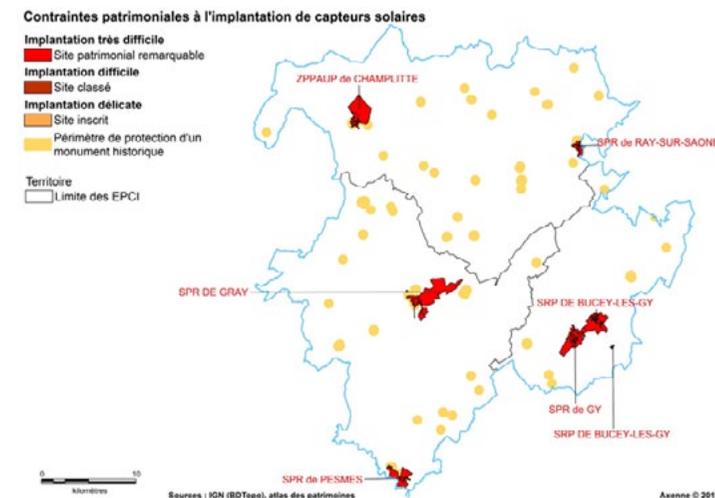


Figure 25. Définition des protections patrimoniales (Axenne - 2019)

Enjeu du patrimoine culturel pour l'implantation de capteurs solaires	Surface (m ²)	
Implantation très difficile	788 778	12%
Implantation difficile	0	0,0%
Implantation délicate	1 787 980	26%
Pas de contrainte	4 248 034	62%

Figure 26. Enjeux patrimoniaux pour l'implantation de capteurs solaires (Axenne - 2019)

ORIENTATION DES BÂTIMENTS

L'orientation des bâtiments (figure 27) est également 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.

Les maisons et immeubles qui ont une toiture orientée en deçà de 135° (le sud étant à 180°) et au-delà de 225° sont considérés comme n'étant pas favorables à l'implantation de capteurs solaires.

Les bâtiments agricoles, sportifs, industriels et commerciaux ont une toiture a priori moins inclinée que les maisons et immeubles. On retient donc une orientation comprise entre 120° et 240° comme favorable 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.

On considère que tous les bâtiments agricoles, sportifs, industriels et commerciaux de plus de 1.000m² ont une orientation favorable à la mise en place de panneaux solaires.

Axenne a réalisé une analyse cartographique sur l'orientation des bâtiments, pour ne conserver que les toitures correctement orientées. Cette analyse se base sur la forme des bâtiments afin d'en déduire automatiquement l'orientation du faîtage.

Il s'agit d'une estimation dans la mesure où cette approche fonctionne bien pour une architecture où l'orientation du faîtage correspond à la longueur maximum de la maison ou de l'immeuble.

L'exemple de la figure 28 met en évidence, en vert, les maisons qui ont été identifiées comme favorables à la mise en place de capteurs solaires (thermiques ou photovoltaïques).

SYNTHÈSE DES CONTRAINTES

La figure 29 présente les surfaces de toiture pouvant accueillir des panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques : ces toitures sont a priori bien orientées, et ne présentent pas ou peu de contraintes patrimoniales.

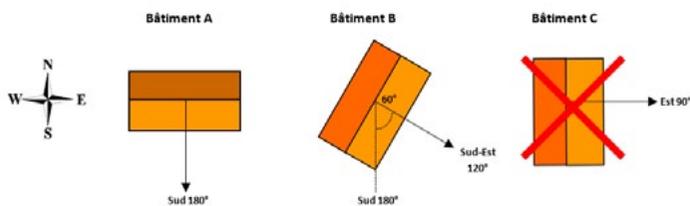


Figure 27. Exemple de maisons bien orientées (Axenne - 2019)



Typologie de bâtiment	Surface sans aucune contrainte (m ²)	en % de la surface totale de la typologie
Maison	1 044 992	53,7%
Immeuble	1 375 698	52,7%
Bâtiment industriel	565 418	81,5%
Bâtiment commercial	120 059	68,3%
Bâtiment sportif & tribune	16 656	71,5%
Bâtiment agricole	1 100 203	88,2%
	4 223 026	

Figure 29. Surfaces favorables à la mise en place de panneaux solaires (Axceléo - 2019)

4.3.5. GISEMENTS NETS DES INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES

Le gisement net 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.

Gisement net des chauffe-eau solaires individuels dans les maisons existantes

Les cibles indiquées dans la figure 30 – 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 (53,7% des maisons existantes sont « éligibles » pour l'installation de capteurs solaires (cf. figure 29)), ainsi que par un coefficient sur l'occupation de la maison : on considère que seuls les propriétaires seront enclins à réaliser ce type d'installation (soit 87% des maisons).

Figure 28. Exemple de maisons bien orientées (Axenne)

Le gisement net 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 systèmes actuels de chauffage de l'eau chaude sanitaire.

CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL SUR LES MAISONS EXISTANTES				
Nombre total de Maisons (cible totale)	9 976	264	1 037	1 653
Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire	ECS électrique	ECS gaz propane	ECS gaz naturel	Fioul/Electricité
Gisement net CESI (nb d'installations)	4 674	124	486	775
Gisement net annuel (nb d'installations)	312/an	6/an	24/an	39/an

x53,7%
x87%

Figure 30. Gisement net pour les chauffe-eau solaires individuels sur le parc des maisons existantes (Axceléo - 2019)

Gisement net des chauffe-eau solaires individuels dans les maisons neuves

Les cibles indiquées dans la figure 31 – Nombre total de maisons (cible totale) – correspondent aux maisons qui seront construites chaque année sur le territoire. Le chiffre total (145 maisons) correspond à 90% des objectifs fixés par le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Pays Graylois (on suppose que les 10% restants seront des logements collectifs).

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
Nombre de Maisons/an (cible totale)	130/an	5/an	7/an	3/an
Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire	Electricité	Fioul/Electricité	Gaz bouteille	Gaz naturel
Gisement net annuel CESI (nb d'installations)	114/an	4/an	6/an	3/an

x88%

Figure 31. Gisement net annuel pour les chauffe-eau solaires individuels sur le parc des maisons neuves (Axceléo - 2019)



INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES		CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL*	CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SOLAIRE MAISON INDIVIDUELLE**	EAU CHAUDE SOLAIRE COLLECTIVE*** (privé+HLM)	EAU CHAUDE SOLAIRE COLLECTIVE TERTIAIRE	Agricole (ECS et séchage)	CHAUFFAGE DE L'EAU DES PISCINES	Haute température (industrie)	TOTAL
dans l'existant	nombre :	6 059	1 704	65	66	171	3	19	8 087
	surface totale* :	15 409 m ²	31 001 m ²	645 m ²	1 433 m ²	1 368 m ²	469 m ²	1 149 m ²	51 474 m ²
	MWh/an :	5 855	11 781	271	602	575	141	804	20 028 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :	127	2	2	1	6		0	136
	surface totale* :	197 m ²	12 m ²	6 m ²	6 m ²	53 m ²		14 m ²	279 m ²
	MWh/an :	75	5	2	2	22		9	113 MWh/an

** 15 m² par installation pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire
 *** 0,6 m² par logement en moyenne pour l'eau chaude solaire collective

Source : Axceléo

Figure 32. Synthèse des gisements nets de la filière solaire thermique (Axceléo - 2019)

Remarque :

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.

GISEMENTS NETS DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

Gisement net des installations photovoltaïques sur les immeubles existants (figure 33).

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 gisement net pour cette catégorie de projets. Il s'agit aussi bien des immeubles de logements que des immeubles tertiaires (bureaux, bâtiments sportifs, etc.).

Les cibles sont les surfaces de toitures existantes par catégorie, pondérées :

- par le coefficient déterminé dans l'approche cartographique (53% pour les immeubles, 72% pour les bâtiments sportifs),
- de 40 % pour les immeubles quelle que soit la toiture (terrasse ou inclinée). Dans le premier cas les lanternes, 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 lanternes, conduits de ventilation et cages d'ascenseur.

Ombrières photovoltaïques

Les parkings attenants à des bâtiments commerciaux de plus de 1.000 m² ont été localisés via la BDTopo. La surface généralement occupée par les parkings est équivalente à la surface des bâtiments commerciaux. On retient ensuite 50% de cette surface pour tenir compte des allées et de la distance à respecter à proximité des bâtiments commerciaux pour les ombres portées. Ainsi, les

PHOTOVOLTAÏQUE SUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS		
Type de Bâtiment	Immeuble (logements, bureaux, hopitaux, etc.)	Bâtiments sportifs & tribunes
Nombre de m ² de toiture (cible totale)	1 305 787	23 294
Gisement net (nb m ² de toiture exploitable)	275 140	9 994
Gisement net pour les installations photovoltaïques (nb d'installations)*	1 380	20

Figure 33. Gisement net pour les installations photovoltaïques sur les bâtiments existants (Axceléo - 2019)

ombrières photovoltaïques ne sont installées que sur les places de parking parfaitement ensoleillées. 36 parkings pourraient accueillir des ombrières photovoltaïques, pour une puissance de 6 MWc et une production potentielle d'environ 6.800 MWh/an.

Centrales au sol (figure 34)

Les sites potentiels pour l'installation de centrales au sol sont les sites ne faisant pas l'objet de conflits d'usage. Plusieurs sites sont identifiés via :

- L'occupation du territoire (Corine Land Cover) : deux carrières sont recensées, sur les communes de Champlitte et à cheval sur les communes de Gy et Bucey-lès-Gy.
- Les projets en cours, sur l'ancienne base aérienne de Broye-lès-Pesmes, sur une friche d'une dizaine d'hectares située à Fouvent-Saint-Andoche, sur l'ancien centre d'enfouissement des déchets situé à Vadans et sur un terrain privé situé à Champlitte.
- Le questionnaire aux communes : friche située à Velleclair, ancien centre d'enfouissement des déchets situé à Chargey-lès-Gray.

Remarques : la carrière située sur les communes de Gy et Bucey-lès-Gy est située sur une ZNIEFF de type 2 (Les Monts-de-Gy), ainsi que la friche de Velleclair. Cette dernière est également sur une ZNIEFF de type 1 (Pelouse de Sauvillot). La friche de Fouvent-Saint-Andoche est située sur une ZNIEFF de type 1 (Pelouses du Mont Champot).

Les huit zones potentielles représentent une surface totale de l'ordre de 780.000 m². Si elles étaient toutes équipées de panneaux photovoltaïques, les centrales au sol auraient une puissance de 156 MWc et une production potentielle d'environ 180.600 MWh/an.

À NOTER

Un traitement de la BDTopo a été réalisé afin de répartir les bâtiments de nature « indifférenciée » entre les maisons et les immeubles. La BDTopo n'étant pas du tout homogène sur le territoire (par exemple, plusieurs bâtiments sont souvent agglomérés en un seul polygone sur le secteur des Quatre Rivières, mais bien découpés sur le secteur de Gray), la sélection a été délicate et a pu qualifier d'immeuble des polygones correspondant en réalité à des maisons. Afin de ne pas avoir de double compte sur les gisements de photovoltaïque, la surface des immeubles a été divisée par deux par rapport à celle indiquée au chapitre 4.2.

Zones à enjeux pour le photovoltaïque au sol

- Zone potentielle pour une centrale au sol
- Commune avec un projet de centrale au sol (4)
- Poste source

Contraintes environnementales

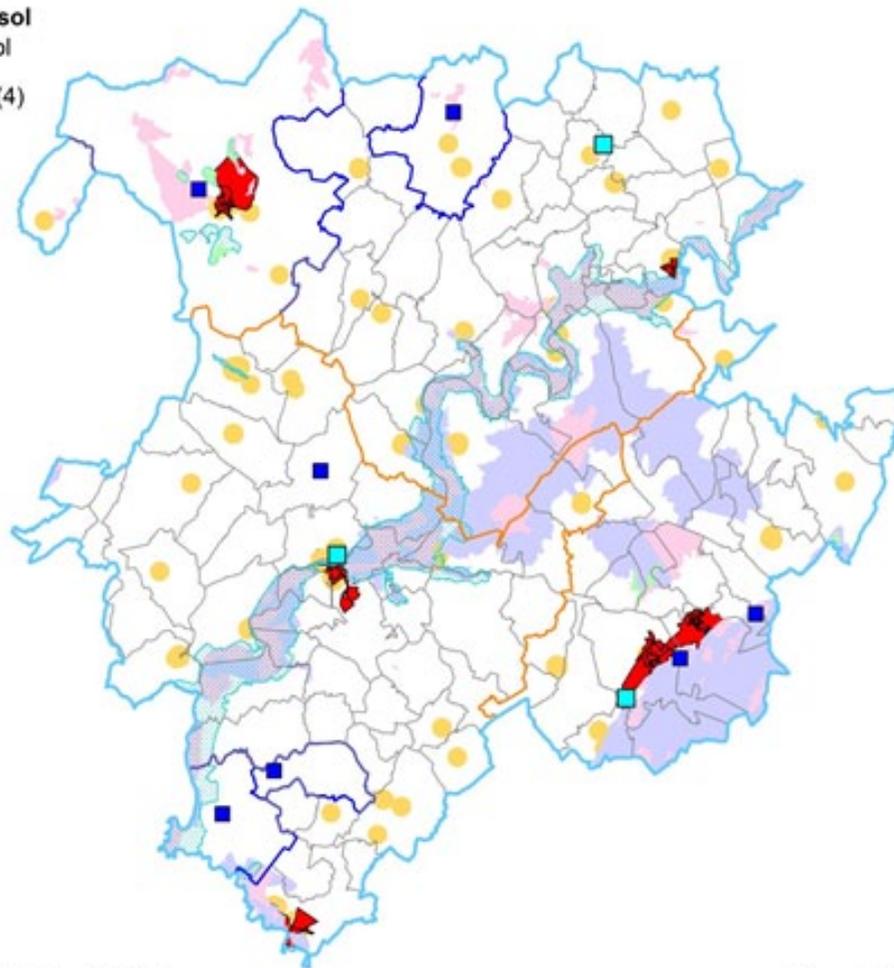
- Arrêté de protection de biotope
- Natura 2000 - Habitat
- Natura 2000 - Zone de protection spéciale
- ZNIEFF de type 1
- ZNIEFF de type 2

Contraintes patrimoniales

- Site patrimonial remarquable
- Site classé
- Site inscrit
- Périmètre de protection d'un monument historique



Sources : IGN (BDTopo), Atlas des patrimoines, INPN, RTE, communes



Axenne © 2019

Figure 34. Zones potentielles de développement de centrales photovoltaïques au sol (Axenne - 2019)

Remarques :

- Le gisement d'installations solaires sur des ombrières est estimé uniquement pour des parkings existants. Le nombre correspond au nombre de bâtiments commerciaux de plus de 1.000 m²,
- 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 »). La surface indiquée en ha correspond à la surface totale de terrains qui serait occupés, et non à la surface de panneaux solaires.

4.4. FILIÈRE BIOMASSE COMBUSTIBLE

4.4.1. 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 sous-produits de la viticulture (sarments et ceps de vigne),
- des sous-produits de grandes cultures (pailles).

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.

RESSOURCES FORESTIÈRES

La figure 35 met en évidence la forêt présente sur le territoire du Pays Graylois. Celle-ci est majoritairement constituée de feuillus et couvre environ 50.000 ha, soit 38 % de la surface du territoire.

- Forêts du territoire
- Forêt et végétation arbustive en mutation
- Forêts de conifères
- Forêts de feuillus
- Forêts mélangées
- Territoire
- Limite des EPCI



Figure 35. Forêt sur le territoire (Axenne - 2019)

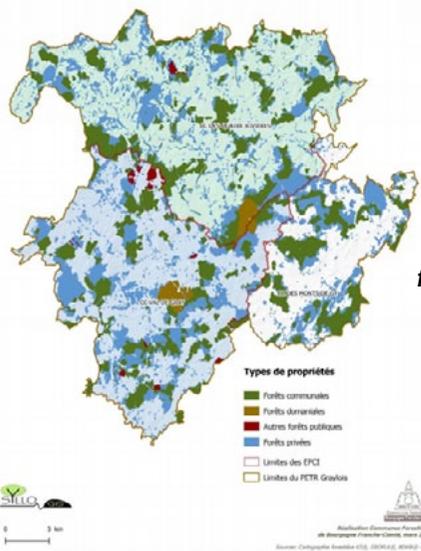


Figure 36. Couverture forestière par type de propriété sur le territoire (COFOR - 2019)

La forêt est privée pour moitié (52%), la part publique (48%) appartenant majoritairement aux communes (91%). La figure 36 suivante présente la couverture forestière par type de propriété (figure 36).

Les ressources forestières disponibles pour l'énergie sont estimées à partir du Plan d'Approvisionnement Territorial (PAT) réalisé fin 2016 sur le Pays Graylois par les Communes Forestières (COFOR).

Quelques communes ne font aujourd'hui plus partie du Pays Graylois : Malans, Breslilly, Bard-les-Pesmes, Montagney, Chaumerenne, Motey-Besuche, Chancey et La Romaine. Ces communes représentant 3,4% de la surface de forêt du périmètre d'étude du PAT, on retient les données estimées par ce dernier.

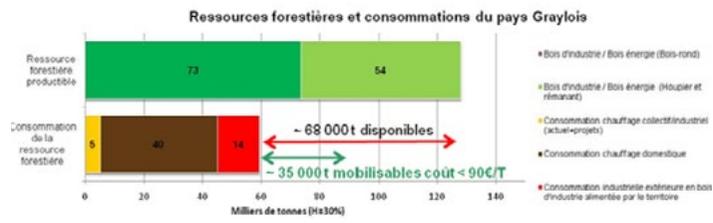


Figure 37. Volume de bois énergie disponible annuellement et mobilisable à un coût économiquement viable sur l'ancien territoire du Pays Graylois (PAT, COFOR - 2016)

Comme l'indique la figure 37, 35.000 tonnes par an seraient mobilisables à un coût inférieur à 90 €/t. Ce coût intègre l'ensemble des maillons de la chaîne d'approvisionnement (exploitation, déchetage, transport, stockage / séchage). Il varie donc en fonction du type de gisement, de sa localisation, des contraintes d'exploitation et de la logistique.

33.000 tonnes ne seraient pas économiquement mobilisables dans les conditions actuelles du marché, mais pourraient le devenir dans les années à venir. La ressource forestière serait donc comprise entre 35.000 tonnes (limite basse) et 68.000 tonnes (limite haute).

Cette capacité de la forêt à alimenter de nouvelles chaudières bois dans les années à venir est confirmée au niveau régional. En effet, le Contrat Forêt Bois estime que 720.000 tonnes supplémentaires de Bois d'Industrie Bois Energie (BIBE) seraient disponibles d'ici 2027. Or, l'Observatoire du Bois Energie régional estime une consommation supplémentaire de bois énergie dans les chaufferies collectives et industrielles à 460.000 tonnes d'ici 2025. Ainsi, 260.000 tonnes seraient encore disponibles pour de nouveaux projets non identifiés à ce jour. Ce tonnage correspond à 80% de la consommation des chaufferies collectives en fonctionnement aujourd'hui. Au niveau régional, le parc des chaufferies collectives pourrait donc être doublé.

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.

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 PAT identifie quatre scieries sur le territoire (sources : PAT, COFOR, CCI) :

- Marsolat Roger et Fils à Velesmes-Echevanne,
- Maillard à Seveux-Motey,
- Lucot Frères à Savoyeux (Fusion avec Ducerf Scierie début 2017),
- Chausse à Fresno-Saint-Mamès.

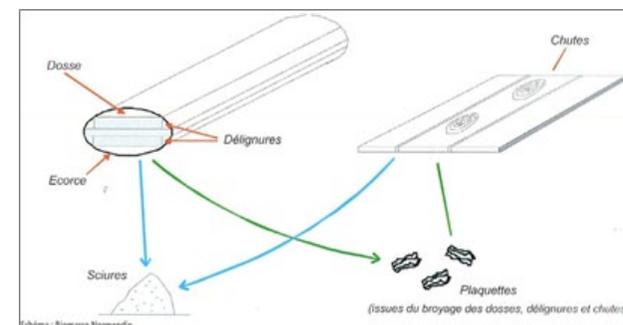


Figure 38. Connexes de la première transformation du bois

Le PAT indique que les produits connexes des scieries sont déjà valorisés sur site ou par la filière panneau/papier. Le gisement supplémentaire pour le bois énergie serait donc nul si aucun changement de valorisation n'est opéré par les scieries.

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 cassettes 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) et qu'il ait été correctement déferrailé.

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, cagettes, 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 adjuvés.

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.

La figure 39 met en évidence les bois de rebus collectés dans les déchèteries situées sur le Pays Graylois. Les déchets des professionnels sont acceptés, les déchèteries font donc parfois face à un « pic » d'apport de palettes.

Communes	Tonnages collectés ²⁰ (t)
Gy	127
Frétiigny	170
Fresne-Saint-Mamès	98
Dampierre-sur-Salon	195
Champlitte	121
Arc-lès-Gray	557
TOTAL	1 265

Figure 39. Déchets de bois collectés sur le territoire (SYTEVOM - 2019)

Les bois de classe A et B sont actuellement collectés en mélange dans une seule benne. Ils sont récupérés par un indépendant, broyés et vendus à des panneauyeurs pour produire des panneaux de particules. Cette valorisation matière est privilégiée, mais une valorisation énergétique en chaudière de forte puissance est réalisée lorsque la demande des panneauyeurs est moindre.

Il pourrait être pertinent de séparer le bois traité du bois non traité afin de le valoriser sous forme de plaquettes, dans une logique d'économie circulaire et de circuit court en cas de valorisation par des chaufferies locales. L'élimination de ces bois représente une charge pour le SYTEVOM, alors qu'une valorisation sous forme de plaquettes pourrait constituer une recette.

Un programme d'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT) a été initié entre le SYTEVOM et le PETR. Un atelier a été réalisé avec les entreprises du bassin graylois en avril 2018. Les déchets de bois de classe A ont été le premier sujet retenu par les entreprises présentes. L'objectif de l'EIT est de mettre en réseau les entreprises et les collectivités afin de faire émerger un projet en commun.

Les meubles sont collectés dans une benne spécifique aux déchets d'éléments d'ameublement (DEA). 865 tonnes ont été collectées en 2018. Le SYTEVOM indique que 25 à 30% des tonnages collectés pourraient être des meubles en bois. Cependant, ces meubles sont de classe B et ne pourraient être valorisés que dans des chaufferies industrielles.

AUTRES RESSOURCES

Haies agricoles

Aucune filière de valorisation des bois de haies n'est en place pour le moment, et aucune estimation de la ressource n'a été faite. La chambre d'agriculture commence à travailler sur l'utilisation des plaquettes bocagères, mais plutôt pour une valorisation en litière en remplacement de la paille, dont le coût est très élevé en période de sécheresse.

Déchets verts

La figure 40 présente les tonnages de déchets verts collectés sur les déchèteries du Pays Graylois.

Communes	Tonnages collectés (t)
Gy	153
Frétiigny	439
Fresne-Saint-Mamès	116
Dampierre-sur-Salon	473
Champlitte	84
Arc-lès-Gray	1 370
TOTAL	2 635

Figure 40. Déchets verts collectés sur le territoire (SYTEVOM - 2019)

Les déchets verts contiennent des déchets ligneux ainsi que des tontes en mélange. Ils sont majoritairement valorisés en compostage à l'heure actuelle. Une valorisation des déchets ligneux en tant que combustible nécessiterait la mise en place d'un tri. La part de ces déchets par rapport aux tontes n'est pas connue.

Résidus de culture

Les résidus de culture sont les parties de la plante coupées lors de la moisson et rejetées, débarrassée des graines sur-le-champ par la moissonneuse-batteuse.

Ils peuvent être laissés sur les parcelles pour servir d'engrais ou être exportés pour une utilisation en litière ou fourrage. Ils peuvent également être valorisés sous forme énergétique, par combustion en chaudière, ou en tant que co-substrat pour la méthanisation.

La Chambre d'Agriculture n'a pas connaissance de chaudières utilisant les pailles en tant que combustible sur le territoire.

Les gisements sont estimés à partir des surfaces cultivées et leur évolution d'ici 2050 ainsi que des rendements de production par type de culture (céréales, maïs, colza, etc.). L'étude considère un taux de mobilisation de 20% de ces gisements afin de prendre en compte les usages actuels et futurs de ces résidus (retour au sol, alimentation, litière animale, biomatériaux, carburants de 2nde génération).

Les potentiels mobilisables sont indiqués par EPCI à la figure 41.

	Potentiel d'énergie primaire (MWh/an)
CC des Quatre Rivières	61 250
CC Val de Gray	52 410
CC des Monts de Gy	15 250
TOTAL	129 180

Figure 41. Résidus de culture mobilisables sur le territoire (GrDF à partir des données de Solagro - 2019)

Cette ressource est susceptible d'évoluer chaque année. Selon la Chambre d'Agriculture, les épisodes de sécheresse peuvent tendre à la hausse le prix des pailles. Par conséquent, leur remplacement en litière par des plaquettes bocagères devrait être amené à se développer.

PRODUCTEURS ET PLATEFORMES

La Bûche Fresnoise, située à Fresne-Saint-Mamès, produit des plaquettes forestières à destination d'une chaufferie de 5 MW (hors Pays Graylois). Quarante tonnes sont livrées par semaine. Les plaquettes sont actuellement stockées à même le sol, sans séchage sous hangar. Les plateformes existant au sein de la scierie servent en effet au stockage du bois bûche.

Le gérant de la société a été rencontré par le Pays Graylois et la COFOR afin d'étudier les possibilités de partenariats et d'approvisionnement des chaufferies du territoire via des plaquettes produites et stockées sur la plateforme. Ce partenariat impliquerait :

- L'achat d'un calibreuse afin que les plaquettes respectent la granulométrie exigée par les petites chaufferies,
- La construction d'un bâtiment de stockage, et donc l'achat d'un terrain. L'opération concernant au départ de petits volumes de livraison, une petite partie des hangars de stockage actuels pourrait être réservée au séchage des

plaquettes.

- L'embauche de 2 personnes supplémentaires.

Le gérant serait prêt à s'investir dès lors que les collectivités montrent un certain nombre d'engagements. Une rencontre sera organisée entre l'entreprise, les collectivités portant un projet de chaufferies bois, l'ONF, la COFOR, l'association Pro forêt et le Pays Graylois pour échanger sur les besoins et les attentes de chacun.

D'autre part, l'entreprise de production de plaquettes forestières Autrey'nergie est implantée depuis octobre 2019 à Autrey-lès-Gray.

Le PAT propose une cartographie (figure 42) de la localisation optimisée d'une plateforme en fonction de la localisation actuelle des chaufferies, de leurs consommations mais également du réseau routier. Le rapport de synthèse indique que des besoins de 2.500 à 3.000 tonnes de plaquettes forestières sont nécessaires pour rentabiliser une plateforme. Ce volume est déjà atteint, notamment via le réseau de chaleur de Gray.

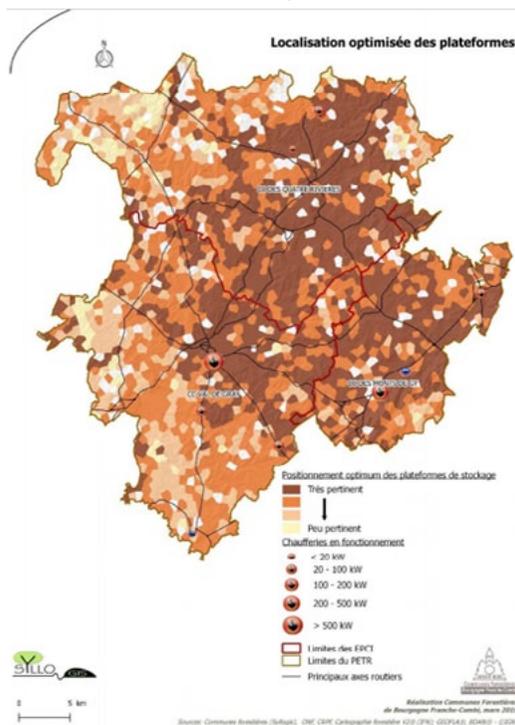


Figure 42. Localisation optimisée d'une plateforme de stockage (PAT, COFOR - 2019)

SYNTHÈSE

La figure 43 récapitule l'ensemble des ressources disponibles recensées sur le territoire.

Ressources disponibles	Disponibilité basse	Disponibilité haute	Remarques
Ressource forestière	35 000 t	68 000 t	-
Connexes de la transformation du bois	0 t	-	Pas de ressource supplémentaire disponible
Bois de rebut	1 285 t	-	Bois de classe A et de classe B mélangés
Haies agricoles	N.C.	-	Pluôt valorisation en filière
Déchets verts	2 635 t	-	Déchets ligneux et tonnes en mélange. Une valorisation des déchets ligneux en tant que combustible nécessiterait la mise en place d'un tri. La part de ces déchets par rapport aux tonnes n'est pas connue
Résidus de culture	129 000 t	-	Ressource très hétérogène au fil des années. Les aires climatiques peuvent créer des pénuries.

Figure 43. Synthèse des ressources du territoire

La ressource supplémentaire disponible serait majoritairement composée de ressources forestières et de résidus de culture. Cependant, de par les contraintes inhérentes à cette ressource (fluctuations d'une année sur l'autre, prix, manutention, etc.), les résidus de culture ne pourraient être mobilisés qu'à la marge. De 37.600 à 70.600 tonnes de bois énergie seraient disponibles hors pailles et bois de rebut.

4.4.2. GISEMENTS NETS

CONTRAINTES

Au niveau de la ressource

La mobilisation de la ressource est contrainte par plusieurs facteurs :

- Les pentes. Le PAT indique que « 94 % de la surface boisée est caractérisée par une pente < 15 %. L'accessibilité à la ressource forestière n'est pas contrainte par des fortes pentes. »
- La desserte forestière. Le PAT indique que « 0,5 % de la surface forestière est concernée par un manque « moyen » de pistes accessibles aux engins d'exploitation forestière (débardage, débusquage, tracteur) et 5 % de la surface est concernée par un manque qualifié de « fort » et de « très fort » »
- Le manque de place de dépôts adéquats.
- La présence de points noirs (ponts, traversée de village) sur le réseau secondaire.
- Les enjeux environnementaux. Par exemple, dans les zones concernées par un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotopie (APB), aucune mobilisation de

bois n'a été envisagée par le PAT.

Au niveau des consommateurs

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 150 m² 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, telles qu'une école ou une maison de retraite, se heurte à différentes contraintes :

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

SYNTHÈSE DES GISEMENTS NETS

INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE AU BOIS	RENOUVELLEMENT POELES ET BOIS (REPERMANENT)	NOUVEAUX ACCESSOIRES BOIS (BOIS)	CHAUDIERE AUTOMATIQUE INDIVIDUELLE	POELES BOIS (BOIS + CHAUFFAGE)	MICRO-COGENERATION BOIS INDIVIDUELLE	TOTAL HORS COGENERATION
dans l'existant	nombre 8 240	3 283	1 396	1 396	1 396	12 919
sur le net par an	MWh/an 136 112	38 798	14 267	14 267	14 267	189 178 MWh/an
	nombre 145	792	145	792	792	145
	MWh/an 792	4 990	4 990	4 990	4 990	145 MWh/an

CHAUDIERES AUTOMATIQUES AU BOIS ET RESEAU DE CHALEUR	CHAUDIERE AUTOMATIQUE COLLECTIVE DANS LE SECTEUR AGRICOLE	CHAUDIERE AUTOMATIQUE COLLECTIVE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE	COGENERATION BOIS TERTIAIRE	CHAUDIERE DANS LE SECTEUR AGRICOLE	CHAUDIERE DANS L'INDUSTRIE	RESEAU DE CHALEUR	TOTAL HORS COGENERATION
dans l'existant	nombre 42	112	112	425	6	10	286
sur le net par an	MWh/an 2 293	4 990	4 990	2 846	4 800	14	14 936 MWh/an
	nombre 57	34	34	7	7	14	57 MWh/an
	MWh/an 57	34	34	7	7	14	57 MWh/an

Source : Axcelia

Figure 44. Synthèse des ressources du territoire

Remarques :

- Les colonnes grisées ne sont pas comptabilisées dans le total car les cibles sont déjà prises en compte sur un autre type d'équipement : par exemple, les bâtiments tertiaires peuvent soit être équipés de chaudières collectives, de cogénérations, ou encore être raccordés à un réseau de chaleur.

- 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 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 »).
- On suppose en première approche que 4 réseaux de chaleur pourraient se développer en plus des 6 projets en cours sur le territoire. Ces communes sont celles possédant au moins 4 équipements favorables au bois énergie (données issues de la base des équipements de l'INSEE).

4.5. FILIÈRE MÉTHANISATION

4.5.1. 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.

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, par 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 45 présente les différentes étapes de la méthanisation, de la collecte des déchets à la valorisation de l'énergie produite.

RESSOURCES AGRICOLES

Les gisements disponibles sont issus de l'étude « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? Etude de faisabilité technico-économique » réalisée par Solagro et AEC

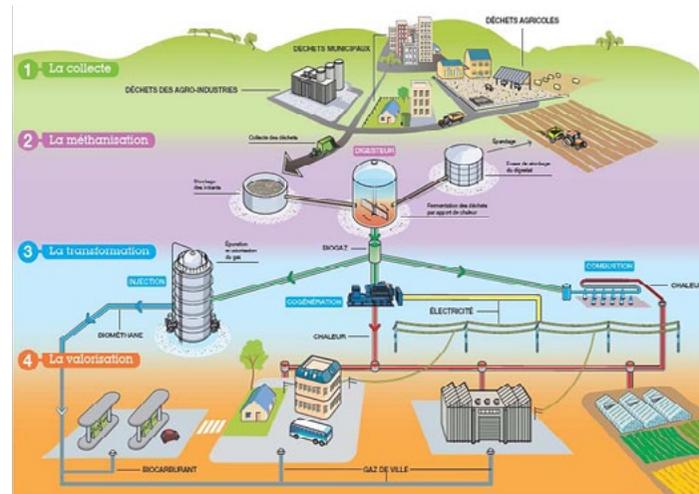


Figure 45. Les étapes de la méthanisation (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement)

pour le compte de l'ADEME, GrDF et GRTgaz. GrDF a communiqué les résultats de cette étude pour les 3 communautés de communes du Pays Graylois.

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.).

Les gisements sont estimés à partir des effectifs animaux et de ratios de production de déjections par type de cheptel et par tête. Seules les déjections émises lors de la présence des animaux dans les bâtiments sont comptabilisées. Les contraintes à la mobilisation de ce gisement sont la dispersion de la ressource, sa saisonnalité ainsi que la difficulté à transporter ou stocker ces matières. L'étude considère ainsi un taux de mobilisation de 67% du gisement estimé.

Les potentiels mobilisables sont indiqués par EPCI (figure 46). Cette ressource est susceptible d'évoluer chaque année. La Chambre d'Agriculture indique que le prix des pailles est très élevé à cause de la sécheresse, et que le remplacement de la paille en litière par des plaquettes bocagères va être amené à se développer.

	Potentiel d'énergie primaire (MWh/an)
CC des Quatre Rivières	14 180
CC Val de Gray	16 730
CC des Monts de Gy	8 980
TOTAL	39 890

Figure 46. Effluents d'élevage récupérables sur le territoire (GrDF à partir des données de Solagro - 2019)

Résidus de culture

Les résidus de culture sont les parties de la plante coupées lors de la moisson et rejetées, débarrassée des graines sur-le-champ par la moissonneuse-batteuse. Ils peuvent être laissés sur les parcelles pour servir d'engrais ou être exportés pour une utilisation en litière ou fourrage. Ils peuvent également être valorisés sous forme énergétique, par combustion en chaudière, ou en tant que co-substrat pour la méthanisation.

Les gisements sont estimés à partir des surfaces cultivées et leur évolution d'ici 2050, ainsi que des rendements de production par type de culture (céréales, maïs, colza, etc.). L'étude considère un taux de mobilisation de 20% de ces gisements afin de prendre en compte les usages actuels et futurs de ces résidus (retour au sol, alimentation, litière animale, biomatériaux, carburants de 2^{de} génération).



Les potentiels mobilisables sont indiqués par EPCI à la figure 47.

	Potentiel d'énergie primaire (MWh/an)
CC des Quatre Rivières	61 250
CC Val de Gray	52 410
CC des Monts de Gy	15 250
TOTAL	129 180

Figure 47. **Résidus de culture mobilisables sur le territoire** (GrDF à partir des données de Solagro)

CIMSE

Les Cultures Intermédiaires Multi-Services Environnementaux (CIMSE) sont des cultures semées après la récolte de la culture annuelle principale et qui remplissent différentes fonctions agro-environnementales (piégeage de l'azote résiduel, lutte contre l'érosion, amélioration de la structure du sol, augmentation de la biodiversité) ou économiques (production de biomasse récoltable) (Solagro). L'étude distingue les CIMSE d'été, semées au plus tard au début de l'été (maïs, sorgho, tournesol, etc.) et les CIMSE d'hiver, semées à l'automne (ray-grass, seigle forestier, triticale, etc.).

Des rendements de production par type de CIMSE (été / hiver) sont appliqués aux surfaces de cultures pouvant potentiellement être associées à des CIMSE. Ils dépendent du potentiel de production par département (moyen sur la Haute-Saône). Un taux de mobilisation de 50% est appliqué afin de prendre en compte le fait que les CIMSE ont un rendement plus aléatoire que les cultures annuelles et ne sont pas toujours récoltables. Les potentiels mobilisables sont indiqués par EPCI (figure 48).

	Potentiel d'énergie primaire (MWh/an)
CC des Quatre Rivières	32 760
CC Val de Gray	35 790
CC des Monts de Gy	12 290
TOTAL	80 844

Figure 48. **CIMSE récoltables sur le territoire** (GrDF à partir des données de Solagro - 2019)

Herbe

D'après l'étude, les projets de méthanisation incluant de l'herbe dans leur ration se développent. Un taux de mobilisation de 11% est appliqué à la production d'herbe et de cultures fourragères. Les potentiels mobilisables sont indiqués par EPCI (figure 49).

	Potentiel d'énergie primaire (MWh/an)
CC des Quatre Rivières	9 730
CC Val de Gray	14 850
CC des Monts de Gy	4 800
TOTAL	29 380

Figure 49. **Herbe mobilisable pour la méthanisation sur le territoire** (GrDF à partir des données de Solagro - 2019)

RESSOURCES AGROALIMENTAIRES

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.

Une seule industrie agro-alimentaire de plus de 50 salariés est recensée sur le territoire du Pays Graylois par l'Annuaire des Entreprises de France de la Chambre de Commerce et d'Industrie.

Entreprise	Commune	Code NAF	Libellé	Effectif
Fromagerie Milleret	Charcenne	1051C	Fabrication de fromages	175

Figure 50. **Industries agro-alimentaires de plus de 50 salariés sur le territoire** (AEF, CCI - 2019)

L'entreprise n'a pas répondu aux sollicitations durant l'étude visant à obtenir des informations sur ses gisements de déchets organiques et leur valorisation. Un projet de méthanisation serait en cours d'après l'ADERA.

Solagro estime la production de déchets organiques à 6 tonnes de matière sèche par an et par employé pour les entreprises de fabrication de fromage. La production annuelle serait ainsi de l'ordre de 1.050 t MS/an, soit 4.800 MWh/an en supposant que les déchets sont majoritairement constitués de lactosérum.

RESSOURCES URBAINES

Biodéchets

Communauté de Communes	Tonnages collectés (t)	Estimation de la fraction fermentescible (t)
CC des Quatre Rivières	875	315
CC Val de Gray	2 720	980
CC des Monts de Gy	800	290
TOTAL	4 400	1 585

Figure 51. **Industries agro-alimentaires de plus de 50 salariés sur le territoire** (AEF, CCI - 2019)

Les ordures ménagères sont collectées, triées puis valorisées par combustion sur l'Unité de Valorisation Énergétique (UVE) du SYTEVOM, située à Noidans-le-Ferroux. Les déchets des professionnels sont majoritairement collectés en mélange avec les ordures ménagères résiduelles.

La figure 51 met en évidence les ordures ménagères collectées sur les 3 communautés de communes du territoire, en supposant une production de 127,02 kg/habitant pour la CCGV et la CCMG. Le tonnage de la CC4R est donné par le SYTEVOM. Une étude va prochainement être lancée par le SYTEVOM sur la valorisation des biodéchets des professionnels, à la demande des collectivités. Une expérimentation de collecte de biodéchets en point d'apport volontaire a déjà été faite sur la communauté de communes du Val de Saône, afin d'étudier la faisabilité de leur valorisation en méthanisation. Cependant, malgré l'intérêt de plusieurs GAEC, la contrainte d'hygiénisation des sous-produits de catégorie 3 était trop importante (les installations de méthanisation existantes n'étaient pas équipées, et l'investissement était trop important).

Ce frein pourrait être levé si le projet de l'entreprise Eric Louisot voit le jour. En effet, celle-ci est actuellement en charge de la collecte des déchets ménagers, d'industries et de commerces, et souhaite construire un site au sud de Gray afin de déconditionner et hygiéniser les biodéchets collectés. Une mélasse serait produite et livrée en cuve aux installations de méthanisation. Le projet est actuellement en suspens depuis un à deux ans.

D'autre part, le SYTEVOM finance depuis 2009 des équipements de compostage individuel. Plus de 30 000 unités ont été distribuées sur l'ensemble du département, soit un taux d'équipement de 20 à 30%.

À NOTER

La Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, et son article 70 indique que :

« La politique nationale de prévention et de gestion des déchets est un levier essentiel de la transition vers une économie circulaire. Ses objectifs, adoptés de manière à respecter la hiérarchie des modes de traitement des déchets [...], sont les suivants : Augmenter la quantité de déchets faisant l'objet d'une valorisation sous forme de matière, notamment organique, en orientant vers ces filières de valorisation, respectivement, 55 % en 2020 et 65 % en 2025 des déchets non dangereux non inertes, mesurés en masse. Le service public de gestion des déchets décline localement ces objectifs pour réduire les quantités d'ordures ménagères résiduelles après valorisation. À cet effet, il progresse dans le développement du tri à la source des déchets organiques, jusqu'à sa généralisation pour tous les producteurs de déchets avant 2025, pour que chaque citoyen ait à sa disposition une solution lui permettant de ne pas jeter ses biodéchets dans les ordures ménagères résiduelles, afin que ceux-ci ne soient plus éliminés, mais valorisés. La collectivité territoriale définit des solutions techniques de compostage de proximité ou de collecte séparée des biodéchets et un rythme de déploiement adaptés à son territoire. »

Depuis le 1er 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 a été progressive, en fonction des tonnages de biodéchets produits. Depuis le 1er janvier 2016, tous les producteurs de plus de 10 t/an sont concernés.

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.

De même, l'entrée en vigueur de cette réglementation pour les huiles alimentaires a été progressive, en fonction des quantités produites. Depuis le 1er janvier 2016, tous les producteurs de plus de 60 litres par an sont concernés.

Déchets verts

La figure 52 indique la quantité de déchets verts collectés sur les déchèteries situées sur le Pays Graylois.

Communes	Tonnages collectés (t)
Gy	153
Frétigney	439
Fresne-Saint-Mamès	116
Dampierre-sur-Salon	473
Champlitte	84
Arc-lès-Gray	1 370
TOTAL	2 635

Figure 52. Déchets verts collectés sur le territoire (SYTEVOM - 2019)

Les déchets verts contiennent des déchets ligneux ainsi que des tontes en mélange. Ils sont majoritairement valorisés en compostage à l'heure actuelle. Le SYTEVOM a déjà essayé de valoriser les déchets verts en méthanisation, mais ils contenaient trop de déchets ligneux pour le bon fonctionnement du process. Une valorisation des tontes par méthanisation nécessiterait la mise en place d'un tri. Cependant, les tontes stockées seules fermentent rapidement et forment du jus. Il faudrait donc qu'elles soient rapidement récupérées par une installation de méthanisation située à proximité.

De par ces contraintes et la valorisation actuelle des déchets verts en compostage, on considère en première approche un potentiel de méthanisation nul.

Boues de stations d'épuration

D'après Solagro, les stations d'épuration de capacité inférieure à 5.000 Equivalent Habitant (EH) sont généralement équipées de dispositifs de traitement des boues ne permettant pas leur prélèvement pour la méthanisation (lagunage, lits plantés de roseaux).

Seule la station d'épuration de Gray présente une capacité nominale supérieure, avec 20.800 EH. 214 tonnes de matières sèches de boues ont été produites sur la station d'épuration en 2017. L'intégralité de ces boues a été épandue.

SYNTHÈSE

En conclusion, 286.000 MWh d'énergie primaire pourraient être produits via la méthanisation des ressources du territoire. La majorité de cette production proviendrait des résidus de cultures, suivis des CIMSE. D'autres ressources telles que les effluents d'élevage et les herbes pourraient venir compléter la ration d'un digesteur (figure 53).

MWh PCI / an	Graylois
Résidus de culture	129 184
Biodéchets	1 497
Boues	408
Déchets verts	-
CIMSE	00 044
Herbe	29 379
Résidus IAA	4 800
Déjections d'élevage	39 886
TOTAL	285 998

Répartition du potentiel de méthanisation par typologie de ressource sur le Pays Graylois

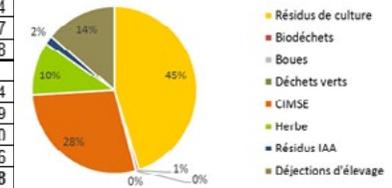


Figure 53. Synthèse des gisements de méthanisation (Axenne - 2019)

Les ressources ont été évaluées sur le périmètre du Pays Graylois. 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 de 20 à 30 km, les déchets organiques des industries agro-alimentaires dans un périmètre d'une cinquantaine de kilomètres.

4.5.2. GISEMENTS NETS

De par le type de ressources disponibles (essentiellement des résidus de cultures, des CIMSE, des effluents d'élevage et des herbes), des projets de méthanisation agricoles sont envisageables.

En prenant les hypothèses ci-dessous, une cinquantaine d'installations de méthanisation agricole de 250 kW pourraient voir le jour si l'intégralité des gisements mobilisables était valorisée.

Typologie de projet	Puissance électrique de la cogénération	Energie primaire valorisée
Projet de méthanisation agricole	250 kW	5 710 MWh

Figure 54. Hypothèses de typologie de projets (Axenne - 2019)

Il s'agit ici d'un nombre de projets théorique, basé sur un potentiel de production d'énergie primaire théorique. Celui-ci est 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 des principaux gisements 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, du fait de plusieurs contraintes : la réticence des acteurs, les contraintes techniques, la qualité des ressources ou encore la concurrence de certains gisements avec d'autres filières ou entre projets de méthanisation peuvent limiter le potentiel. Pour mémoire, les résidus de culture peuvent également être valorisés en chaudière.

Remarque : la principale contrainte mise en avant par la Chambre d'Agriculture est la volonté des agriculteurs à engager un projet de méthanisation. Les projets de méthanisation sont longs et complexes, et l'installation en fonctionnement demande une à deux heures par jour pour l'exploitation et la maintenance. Les agriculteurs doivent donc être fortement motivés pour initier un projet. L'existence de gisement en quantité importante ne suffit pas.

La capacité maximale d'injection actuelle étant atteinte par le projet d'Auvet-et-la-Chapelotte (140 Nm³/h), l'hypothèse retenue est elle d'une valorisation en cogénération avec les gisements restants. La production suivante pourrait alors être atteinte :

INSTALLATION DE METHANISATION		Méthanisateurs		TOTAL
		Méthanisation	Injection	
potentiel global	Thermique MWh/an	120 540		120 540
	Electrique MWh/an :	93 459		93 459
	Biométhane		13 154	13 154

Figure 55. Synthèse des gisements nets de la filière méthanisation (Axceléo - 2019)

4.6. FILIÈRE GÉOTHERMIE

4.6.1. GISEMENTS BRUTS

La géothermie est l'exploitation de la chaleur du sous-sol. Elle peut se faire à travers deux types d'installations (figures 56 et 57) :

- les calories sont puisées dans le sol par le biais de sondes géothermiques, horizontales ou verticales. Les températures accessibles sont inférieures à 30°C, il s'agit de géothermie très basse énergie faisant appel à des pompes à chaleur,

- les calories sont puisées dans une nappe aquifère par le biais d'un ou plusieurs forages (on parle souvent de doublet géothermique, avec un forage d'extraction et un forage de réinjection).

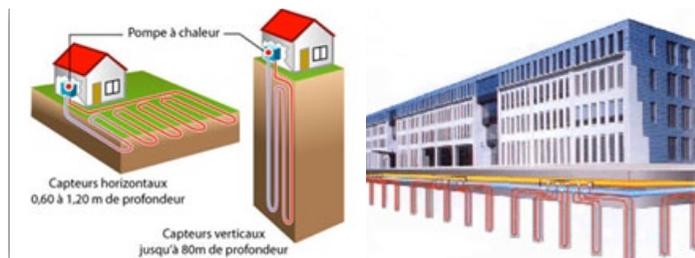
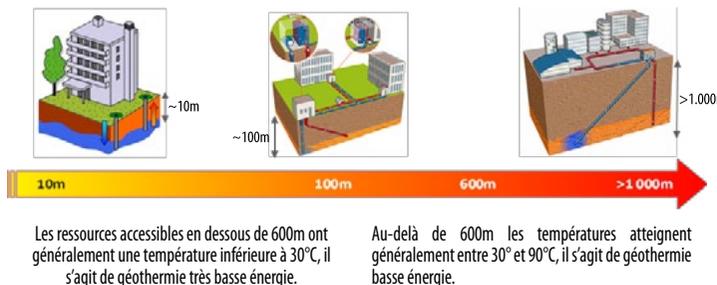


Figure 56. Schéma d'installations géothermiques



Les ressources accessibles en dessous de 600m ont généralement une température inférieure à 30°C, il s'agit de géothermie très basse énergie. Au-delà de 600m les températures atteignent généralement entre 30° et 90°C, il s'agit de géothermie basse énergie.

Figure 57. Schéma de forages sur nappes

GÉOTHERMIE TRÈS BASSE ÉNERGIE

Ce type de géothermie utilise la ressource des terrains ou des aquifères peu profonds (en général moins de 100 mètres de profondeur). La température exploitée est inférieure à 30°C, et souvent comprise entre 9°C et 15°C.

Pour exploiter cette gamme de températures, il est nécessaire de recourir à l'utilisation de pompes à chaleur. Celles-ci peuvent fonctionner sur des dispositifs d'extraction d'énergie du sol (capteurs horizontaux, profondeur inférieure à 2 mètres), du sous-sol (capteurs verticaux, profondeur inférieure à 200 mètres), ou sur l'eau souterraine des aquifères peu profonds (puits de pompage).

Pompes à chaleur sur capteurs horizontaux (figure 58)

Les pompes à chaleur géothermiques sur capteurs horizontaux nécessitent de disposer d'une surface de terrain suffisante pour les capteurs. En moyenne, on estime la surface nécessaire de capteurs à 1,5 à 2 fois la surface habitable à chauffer. Ainsi, le chauffage d'une habitation de 150 m² nécessitera entre 225 et 300 m² de jardin utilisable. Ce type d'équipement est donc a priori réservé aux maisons individuelles neuves : il paraît plus difficile de décaisser un terrain sur lequel on 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. Ce type d'installation ne sera donc pas traité ici.

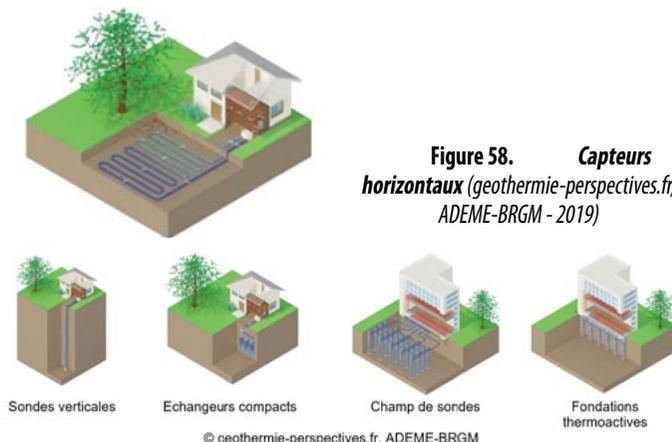


Figure 58. Capteurs horizontaux (geothermie-perspectives.fr, ADEME-BRGM - 2019)

Figure 59. Capteurs verticaux (geothermie-perspectives.fr, ADEME-BRGM - 2019)

Pompes à chaleur sur capteurs verticaux (figure 59)

Sur un bâtiment neuf, il est très simple d'intégrer les sondes dans les fondations ou sur le terrain de l'immeuble. La géothermie sur capteurs verticaux 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. La figure ci-dessous montre la variation de la conductivité thermique en fonction du type de sous-sol :



Graviers et sable secs
Argile, terre humide
Roche magmatique basique (exemple : basalte)
Calcaire (massif)
Grès / Graviers et sable saturés en eau
Roche magmatique acide (exemple : granite)
Gneiss
Masses d'eau souterraine en mouvement dans des graviers ou du sable

D'après M.DONEY du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), le Pays Graylois est principalement représenté par des formations calcaires du Jurassique recouvertes par les alluvions de la Saône et de ses affluents. La puissance énergétique prélevable des calcaires par sonde géothermique est bonne (Source : norme AFNOR NF X10-970 Forage d'eau et de géothermie - Sonde géothermique verticale). Ces formations ont donc un bon potentiel. Cependant, ces calcaires sont impactés par des phénomènes de karstification créant des vides en sous-sol. La présence de cavités (notamment les vides karstiques) peut abaisser la performance des installations, la conductivité thermique de l'air étant plus faible que celle des terrains traversés. L'évaluation de la géothermie dans ces milieux calcaires est difficile à estimer de façon précise.

Le potentiel de la géothermie sur sondes est intéressant sur le territoire, étant donné la présence de calcaires. Il faut néanmoins considérer les risques importants de tomber sur des cavités karstiques venant limiter le potentiel.

En cas de projet, une étude de faisabilité détaillée d'un bureau d'études spécialisé doit être réalisée, dans le but de confirmer la présence d'un potentiel supposé sur la zone considérée, et de confirmer l'absence de contraintes (cf. paragraphe 23.2.1).

Pompes à chaleur sur nappe

L'atlas du potentiel géothermique très basse énergie de la région Franche-Comté réalisé par le BRGM en 2010 étudie le potentiel de la géothermie sur nappe. L'outil d'aide à la décision s'intéresse uniquement aux aquifères non karstiques, pour les raisons suivantes :

« Le potentiel des aquifères karstiques pour une exploitation de type pompe à chaleur sur nappe est difficile à évaluer à une échelle régionale du fait de la très grande hétérogénéité spatiale de leur productivité. Celle-ci est en effet directement liée à la perméabilité des formations géologiques qui, en domaine karstique, est très discontinue, c'est-à-dire variable dans l'espace (perméabilité de fracture).

Or, la méthodologie classiquement mise en œuvre pour l'évaluation du potentiel géothermique des aquifères n'a de sens qu'en domaine relativement continu

(non karstique), soit pour seulement un quart des surfaces aquifères franc-comtoises » (Atlas du potentiel géothermique très basse énergie de la région Franche-Comté).

La carte de la figure 60 met en évidence le potentiel des aquifères superficiels non karstiques sur le territoire.

Le territoire présente un potentiel inconnu à fort pour la géothermie sur nappe sur une zone restreinte aux abords de la Saône et au nord de Villers-Vaudey.

Remarque : plusieurs aquifères sont présents sur le territoire. Le « meilleur aquifère » peut donc être différent selon la zone considérée. Par exemple, sur la commune de Gray-la-Ville, le meilleur aquifère est celui des Alluvions récentes de la Saône, de la confluence de l'Amance à la confluence du Doubs. Ses caractéristiques au droit de la commune sont les suivantes :

- Potentiel : fort
- Débit : 10 m³/h – 50 m³/h
- Profondeur de l'eau : < 15 m
- Température : 10°C - 15°C

À La Grande-Résie, les Craies, sables et argiles du Crétacé du nord du fossé bressan présentent le meilleur potentiel :

- Potentiel : fort
- Débit : 10 m³/h – 50 m³/h
- Profondeur de l'eau : < 15 m
- Température : 10°C - 15°C

Cependant, le BRGM précise que le risque de remontée de nappe en surface est présent dans la mesure où la nappe est peu profonde.

À Villers-Vaudey, les Grès rhétiens et calcaires du Sinémurien-Hettangien du bassin nord de la Saône présentent le meilleur potentiel :

- Potentiel : moyen
- Débit : < 5 m³/h
- Profondeur de l'eau : < 15 m
- Température : 10°C - 15°C

Il est impératif d'étudier les caractéristiques de l'aquifère (nature du sous-sol, épaisseur de la nappe, etc.) au point de réinjection, afin de s'assurer que l'eau prélevée pourra être réinjectée en intégralité dans la nappe.

L'atlas est consultable à l'adresse suivante : <http://www.geothermie-perspectives.fr/cartographie>.

GÉOTHERMIE BASSE ÉNERGIE

D'après l'ADEME et le BRGM, il n'y a pas de potentiel pour la géothermie basse énergie sur la région Bourgogne Franche-Comté.

4.6.2. GISEMENTS NETS

CONTRAINTES

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 pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (figure 61). 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 orange : 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.

Remarque

Les zonages sont définis pour la géothermie sur sondes et pour la géothermie sur nappe. Une seule carte est présentée ici dans la mesure où, sur le territoire, ces zonages sont identiques pour les deux types de géothermie. L'avis d'un expert est requis sur :

- l'intégralité de la commune de Champvans : aléa fort d'affaissement ou de surrection liés aux niveaux d'évaporites, un aléa fort d'affaissement ou d'effondrement lié aux cavités minières, risque de remontée de nappe.
- deux zones de la commune d'Arc-les-Gray : aléa de pollution des sols et des nappes souterraines fort, aléa fort d'affaissement ou d'effondrement lié aux cavités minières, risque de remontée de nappe.

Aucune zone n'est inéligible à la géothermie de minime importance.

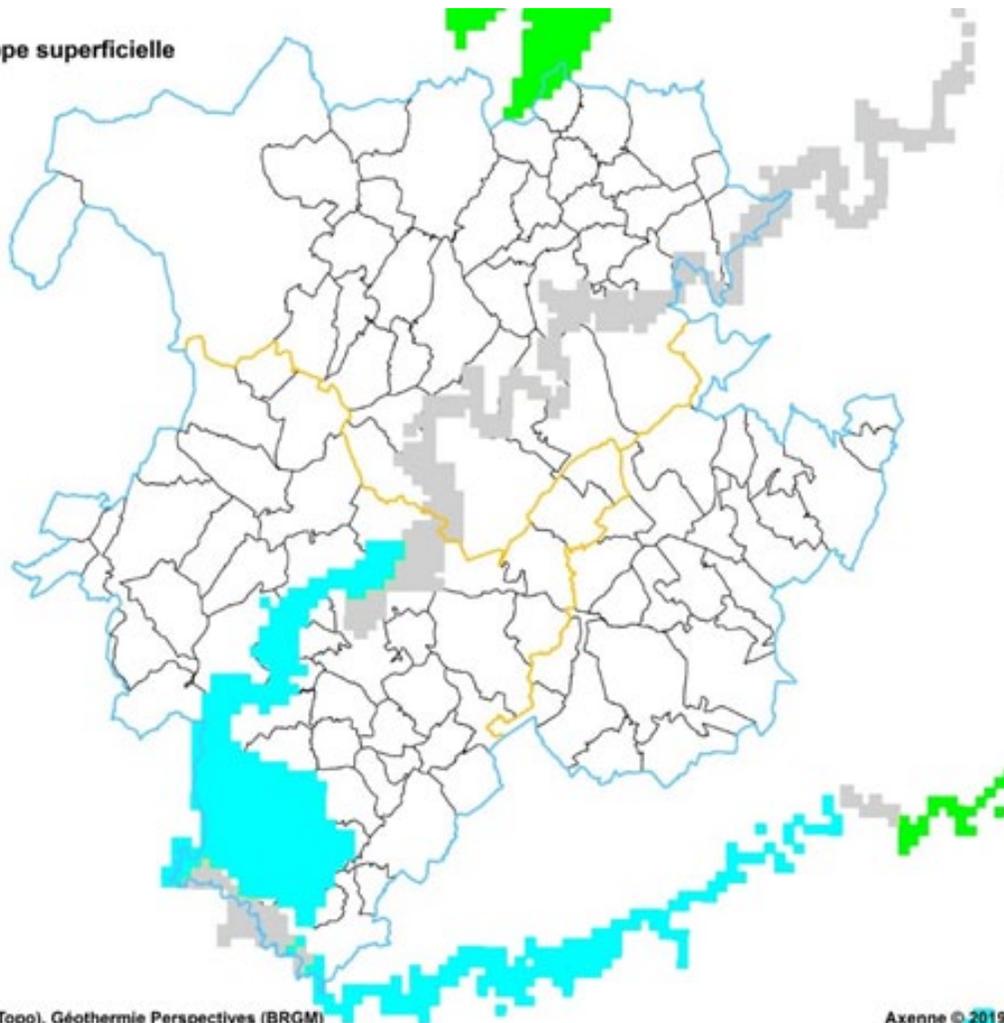
SYNTHÈSE DES GISEMENTS NETS

La figure 62 synthétise des gisements nets 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.

Remarques :

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, maison de retraite, etc.) et/ou des zones d'aménagement de tailles et consommations importantes. Les communes d'Arc-les-Gray, Champplitte, Dampierre-sur-Salon, Gray, Gy et Pesmes correspondent à cette description.

Potentiel de la géothermie sur nappe superficielle

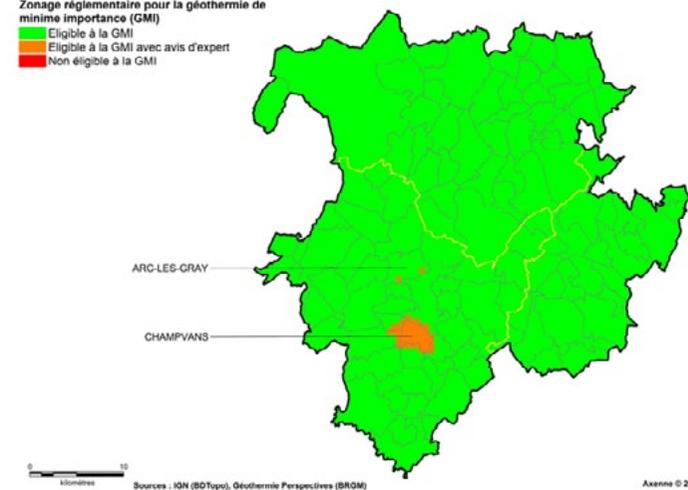


Sources : IGN (BDTopo), Géothermie Perspectives (BRGM)

Axenne © 2019

Figure 60. Potentiel de la géothermie sur nappe superficielle

Zonage réglementaire pour la géothermie de minime importance (GMI)



Sources : IGN (BDTopo), Géothermie Perspectives (BRGM)

Axenne © 2019

Figure 61. Zonage réglementaire pour la géothermie de minime importance (BRGM, Cerema - 2019)

INSTALLATIONS GÉOTHERMIQUES							TOTAL
	CAPEURS VERTICAUX	IMMEUBLES DE LOGEMENTS	BÂTIMENTS TERTIAIRES	BÂTIMENTS INDUSTRIELS	RESEAU DE CHALEUR		
dans l'existant	nombre : 2 221 MWh/an* : 15 357	62 3 337	58 3 904	47 4 856	6 1 800		2 388 27 454 MWh/an
sur le neuf par an	nombre : 145 MWh/an* : 572	3 43	10 50				158 665 MWh/an

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

Sources : Axceléo

Figure 62. Synthèse des gisements nets de la filière géothermie (Axceléo - 2019)

4.7. FILIÈRE AÉROTHERMIE

4.7.1. 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, et 2,8 à -5°C. Pour une même fourniture de chaleur, l'électricité consommée sera d'autant plus importante.

4.7.2. GISEMENTS NETS

Le tableau suivant (figure 63) présente les gisements nets de l'aérothermie par typologie de bâtiment.

INSTALLATIONS AÉROTHERMIQUES (AIR/AIR et AIR/EAU)				TOTAL
	Maison	Immeuble	Immeubles tertiaires	
dans l'existant	nombre : 5 365 MWh/an : 31 759	64 3 353	164 7 610	5 429 42 721 MWh/an
sur le neuf par an	nombre : 145 MWh/an : 381	3 28	31 101	179 511 MWh/an

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

Sources : Axceléo

Figure 63. Synthèse des gisements nets de la filière aérothermie (Axceléo - 2019)

4.8. FILIÈRE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

4.8.1. 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).

VALORISATION DES EAUX USÉES

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 (figure 64).

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.

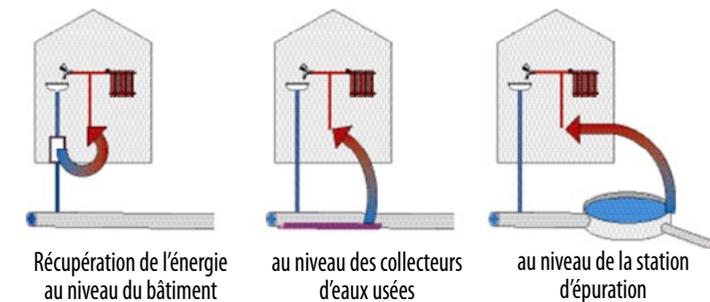


Figure 64. Récupération de l'énergie des eaux usées (Gestion et services publics, Suisse)

Récupération de l'énergie des eaux usées au niveau des collecteurs

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 (figure 65). 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. 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.

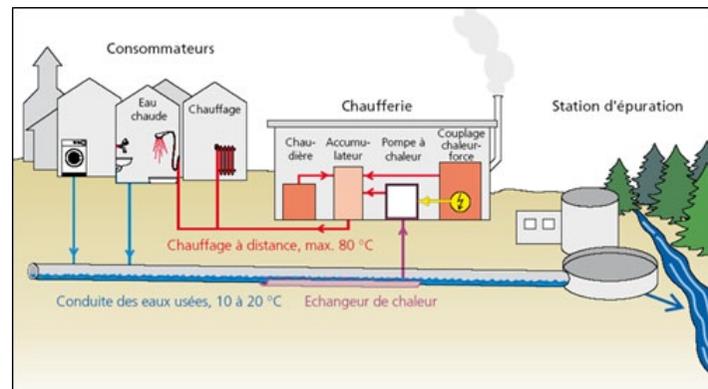


Figure 68. Principe de fonctionnement de la récupération de chaleur des eaux usées sur les canalisations (Susanne Staubli)



Figure 65. Canalisation préfabriquée avec échangeur de chaleur intégré (Guide pour les maîtres d'ouvrages et les communes, OFEN)



Figure 66. Échangeur pour collecteur existant (Uhrig) (Lyonnaise des eaux)

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/m² 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.

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, etc.) 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, tel 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.
- Plus évolués, des systèmes à échangeur externe (figure 67) 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.

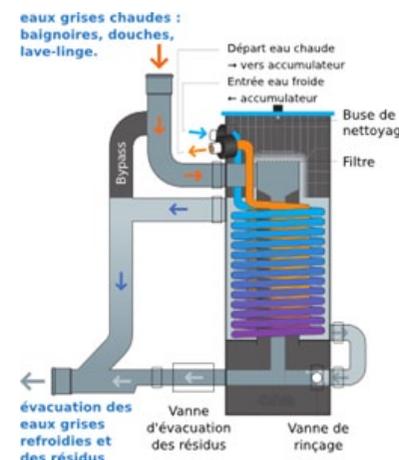
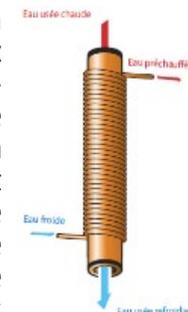


Figure 67. Échangeur de chaleur externe avec filtration Thermocycle de Forstner

Ce type de système est proposé par la société Domelys sous l'appellation CalH2O. 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.

Enfin, il existe des systèmes intégrant une PAC afin d'optimiser la récupération de chaleur tel que l'Energy Recycling System de l'entreprise française Biofluide Environnement (figure 69). Ce système plus complexe est réservé aux usages collectifs ayant une consommation d'eau chaude élevée.

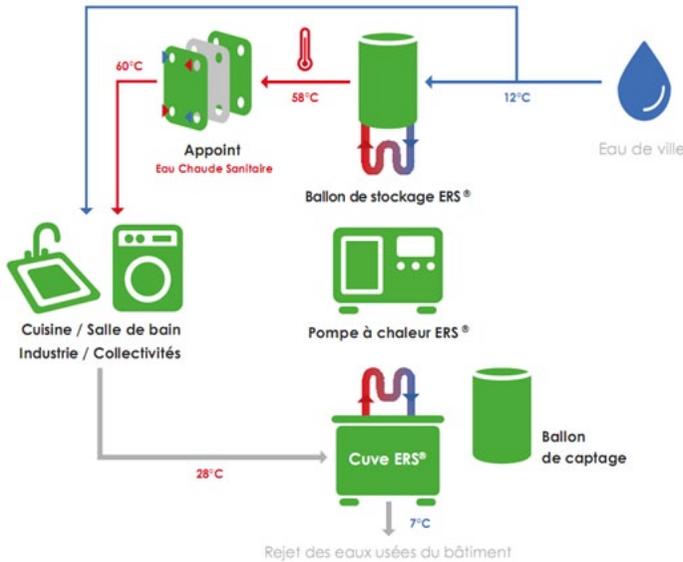


Figure 69. Schéma de principe de la récupération de chaleur sur eaux usées au niveau du bâtiment (Procédé ERS, Biofluide Environnement)

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.

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.).

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).

CHALEUR FATALE DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

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

CHALEUR FATALE DE L'INCINERATION DES DÉCHETS

La chaleur produite par l'incinération des déchets peut être valorisée en interne et injectée sur un réseau de chaleur.

4.8.2. GISEMENTS NETS

VALORISATION DES EAUX USÉES

Récupération de chaleur au niveau des collecteurs

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) bâtiment(s) à alimenter (figure 70).

Paramètre	Contrainte/Recommandation
Type de bâtiment	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, résidences de logements, hôpitaux, maisons de retraite, hôtels. Les salles de spectacles et centres commerciaux sont à éviter.
Distance collecteur/bâtiments	Préférable : inférieure à 350 m Cas favorable : distance inférieure à 200 m
Température de fonctionnement	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°C)
Puissance thermique	Minimum 150 kW
Volume de consommation	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.
Climatisation	Utiliser des pompes à chaleur réversibles pour climatiser le bâtiment en été permet d'augmenter la rentabilité de l'installation.

Figure 70. Contraintes et recommandations sur les bâtiments alimentés par la chaleur des eaux usées (OFEN, Lyonnaise des Eaux)



Paramètre	Contrainte/Recommandation
Débit des eaux usées	Débit minimum 12 L/s (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
Diamètre du collecteur	Collecteur existant : diamètre minimum de 800 mm pour que l'échangeur de chaleur puisse être installé. Renouvellement ou extension de réseau : un diamètre de 400 mm est suffisant (l'échangeur est intégré directement à la canalisation). Installation impossible : diamètre inférieur à 400 mm.
Température des eaux usées	La température des eaux en entrée de la station d'épuration doit de préférence être supérieure à 12°C ³³ . 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.
Âge des conduites	L'installation d'un échangeur de chaleur est plus avantageuse dans le cas où la canalisation doit être renouvelée ou remplacée.

Figure 71. Contraintes et recommandations sur les canalisations d'eaux usées (OFEN, VSA (Association Suisse des professionnels de la protection des eaux), Lyonnaise des Eaux)

Le débit de ces canalisations n'est pas connu. Il a été estimé par Verdi Ingénierie sur certains points de mesure, via les consommations des abonnés. Le débit au niveau de la STEP serait de 17,3 l/s, ce qui serait suffisant pour la récupération de chaleur. Au vu de la configuration du réseau, il est probable qu'un débit minimal de 12 l/s ne soit pas atteint ailleurs, les canalisations en provenance de Gray-la-Ville et Gray se rejoignant directement à la STEP.

Dans la mesure où la communauté de communes Val de Gray est la plus peuplée, on suppose que les canalisations des deux autres EPCI ne présenteront pas un débit suffisant pour la récupération de chaleur.

Récupération de chaleur au niveau des bâtiments

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.

Si la séparation des eaux grises des eaux-vannes 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.

Récupération de chaleur au niveau des STEP

Plusieurs contraintes sont 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.

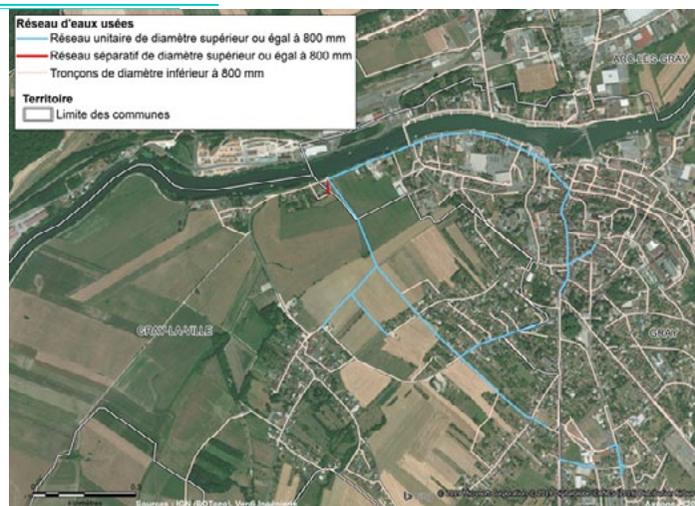


Figure 72. Réseaux d'eaux usées sur les communes de Gray, Gray-la-Ville et Arc-lès-Gray (Axenne - 2019)

- 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.

Seule la station d'épuration de Gray présente une capacité minimale de 20.000 EH, avec 20.800 EH. En supposant que le débit des eaux épurées est équivalent à celui des eaux usées en entrée de station, et que la température de ces eaux peut être abaissée de 4°C avant d'être rejetée, une puissance de l'ordre de 250 kW à 300 kW pourraient être récupérée sur les eaux épurées. Valoriser cette source de chaleur via une pompe à chaleur de COP 4 permettrait de fournir de 350 kW à 400 kW à un bâtiment ayant de besoins de chaleur et situé à proximité (par exemple le collège Delaunay).

CHALEUR FATALE DES INDUSTRIES

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, 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 a été identifié lors d'une étude nationale sur les gisements de chaleur fatale menée par AXENNE pour le compte de l'ADEME, notamment via des entretiens avec les industriels.

Contraintes techniques

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 : celles 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.
- 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.

À 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.

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.

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.

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 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.

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 Taux de Retour sur Investissement (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).

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.

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

Gisements

D'après l'étude nationale menée par Axenne, les principaux gisements de chaleur fatale se situeraient au sein de la Papèterie de Mandeure, de la fromagerie Milleret, et de l'entreprise Silac.

Les deux premières entreprises n'ont pas répondu à nos sollicitations visant à confirmer ces gisements. Le responsable technique de Silac n'était pas familier avec la thématique de la chaleur fatale. L'entreprise possède trois fours dont un principal, avec des volumes de fumées conséquents. D'autre part, Silac consomme 750 tonnes de propane par an. Il serait intéressant d'étudier le potentiel de récupération de la chaleur fatale des fours pour diminuer la consommation de propane.

SYNTHÈSE DES GISEMENTS NETS

Le tableau suivant (figure 73) présente les gisements nets d'installations de récupération de chaleur par typologie de bâtiment.

INSTALLATIONS DE RECUPERATION DE CHALEUR (EAUX USEES/AIR VICIE/PROCEDES INDUSTRIELS)							TOTAL
	Maison Chauffe-eau thermodynamique récup. air vicié	Maison récup. eaux usees système statique	récup. eaux usees logements (ECS)	récup. eaux usees tertiaire (ECS)	récup. sur les collecteurs	Récuperation de chaleur fatale dans l'industrie	
dans l'existant	nombre : 9 697 MWh/an : 7 800	12 930 6 465	44 213	54 660	0 0	15 12 127	22 725 27 266 MWh/an
sur le neuf par an	nombre : 131 MWh/an : 64	131 65	3 7	2 3			265 140 MWh/an

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

Sources : Axceléo

Figure 73. Synthèse des gisements nets de la filière récupération de chaleur (Axceléo - 2019)

4.9. FILIÈRE ÉOLIEN

4.9.1. GISEMENTS BRUTS

GRAND ÉOLIEN

La carte ci-contre (figure 74) présente le gisement éolien à 100 mètres de hauteur sur le territoire. Elle est issue du Schéma Régional Eolien (SRE), l'échelle indique donc l'ensemble des valeurs de vitesse de vent atteintes sur la région.

La vitesse du vent est comprise entre 5,20 et 5,75 m/s sur le territoire. Les vitesses les plus importantes se situeraient au nord de la communauté de communes des Quatre Rivières. Le Schéma Régional Eolien (SRE) indique que « le critère indicatif de rentabilité des projets communément admis à ce jour par les professionnels de l'éolien se situe [...] aux environs de 5,2 m/s à 100 m. » L'ensemble du territoire présenterait donc une ressource suffisante.

Le SRE souligne que « à l'échelle d'un projet, les études locales permettront de définir avec précision le potentiel éolien d'un secteur donné, notamment grâce à la mesure in situ et à un maillage plus fin de la modélisation. »

PETIT ÉOLIEN

Le petit éolien regroupe les machines de puissance inférieure à 36 kW et de diamètre de rotor généralement inférieur à 15 mètres.

Les machines 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.

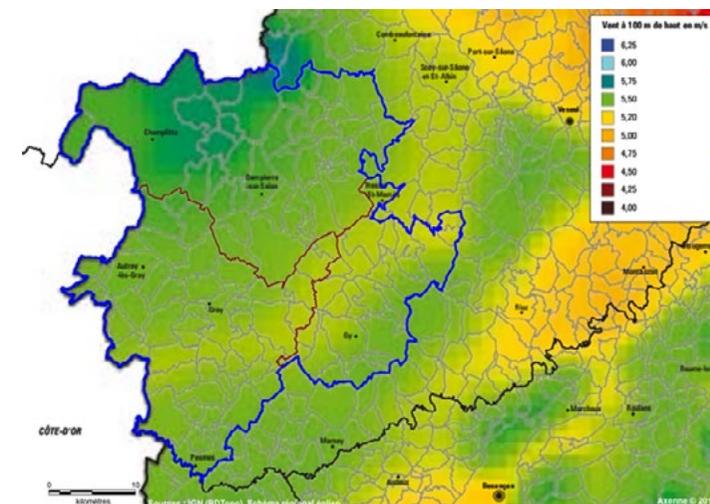


Figure 74. Vitesse du vent à 100 mètres de hauteur (SRCAE)

Les machines 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.



L'ADEME indique dans son avis d'avril 2016 que « dans les conditions techniques et économiques actuelles, le petit éolien ne se justifie généralement pas en milieu urbain. Outre le fait que les éoliennes accrochées au pignon d'une habitation peuvent mettre en danger la stabilité du bâtiment, le vent est, en milieu urbain et péri-urbain, en général trop faible ou trop turbulent pour une exploitation rentable.

Toutefois, même si le potentiel énergétique global reste limité, le petit éolien peut répondre à une demande dans le milieu rural ou en zones non connectées au réseau, en particulier en autoconsommation dans les exploitations agricoles. La ressource en vent y est souvent accessible. En outre, les machines utilisées dans ce cas offrent souvent de meilleures performances techniques et économiques que celles destinées au marché des particuliers. Ainsi, une éolienne de 10 kW avec un facteur de charge de 17 % a une production du même ordre de grandeur que les consommations des exploitations agricoles. En autoconsommation, la production éolienne peut se coupler à des systèmes à inertie présents sur l'exploitation agricole (inertie thermique liée à un système de production de froid ou de chaleur, méthaniseur) qui amortissent la variabilité de la production éolienne. Enfin, pour un agriculteur, la production éolienne permet de couvrir un risque, en stabilisant une partie de sa facture d'énergie. »

Une analyse spécifique du gisement éolien à 10 mètres de hauteur a été réalisée dans le cadre du Schéma Régional Eolien. La carte est présentée ci-contre (figure 75).

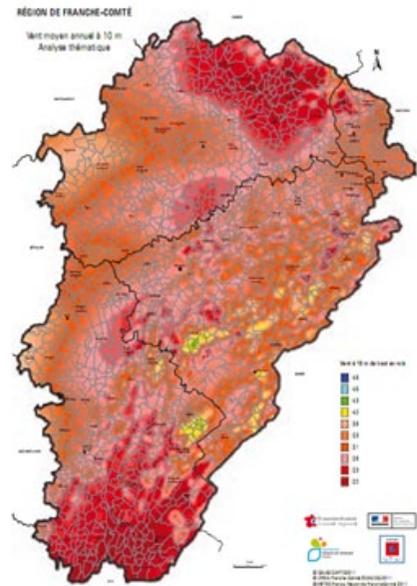


Figure 75. Vitesse moyenne du vent à 10 m de hauteur (SRCAE)

Le gisement moyen serait de l'ordre de 2,6 à 3,6 m/s sur le territoire.

Cependant, Rhône-Alpes Energie Environnement recommande une vitesse moyenne annuelle supérieure à 4,5 m/s et des vents forts les plus fréquents possible (« Le petit éolien en région Rhône-Alpes », RAEE).

Le gisement semble donc insuffisant sur le territoire à 10 m de hauteur. Cependant, cette estimation n'empêche pas que, très localement et dans un site isolé, le vent atteigne une vitesse plus élevée. Une étude de vent validera la pertinence de l'installation.

4.9.2. GISEMENTS NETS

GRAND ÉOLIEN

La figure 76 illustre les zones jugées favorables et de taille suffisante au développement de zones éoliennes d'après le SRE, les mats éoliens au 14/10/19 (données de la DREAL) ainsi que les communes présentant des projets de parc (cf. § 5.2). Les parcs en projet sont majoritairement situés sur la communauté

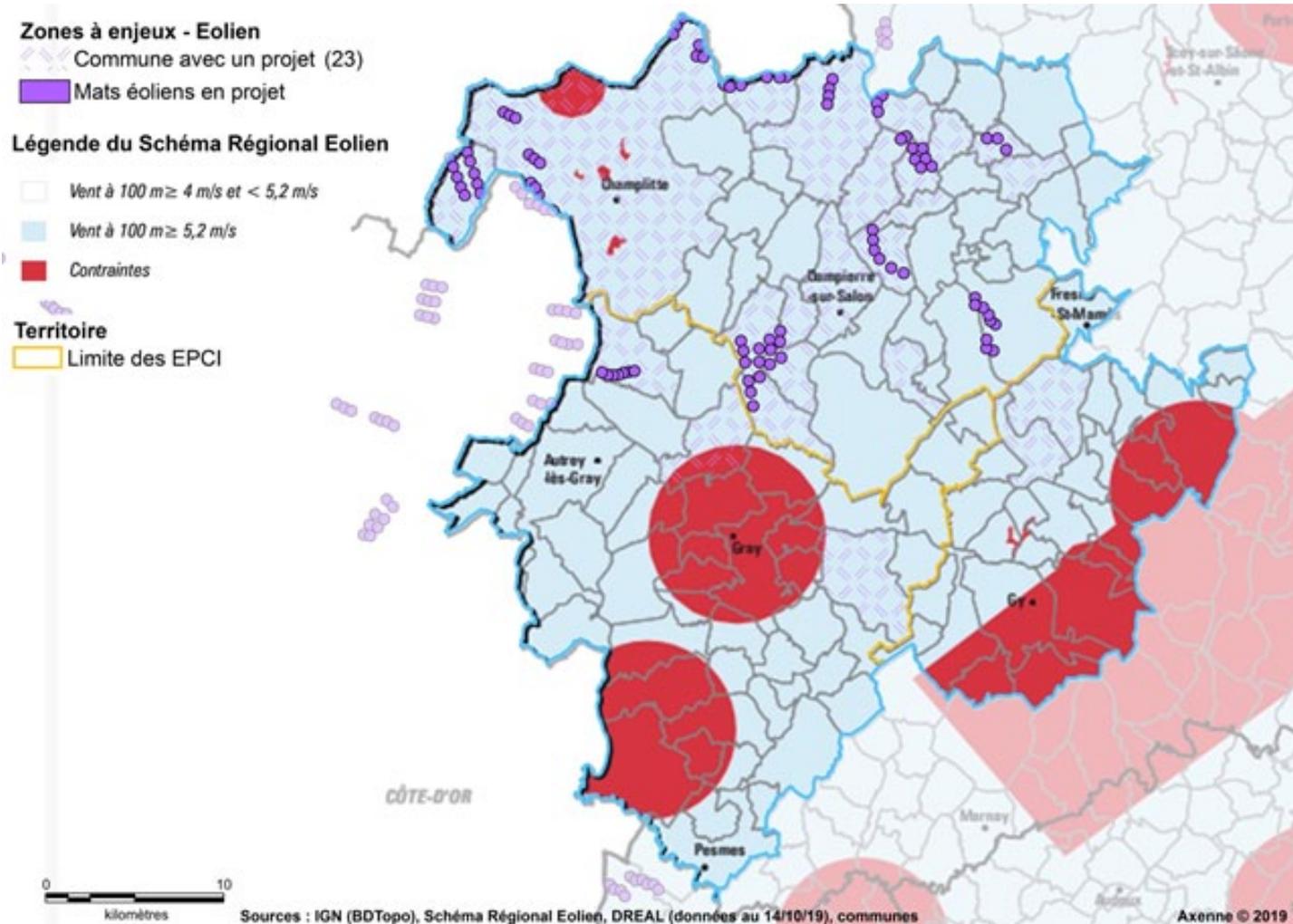
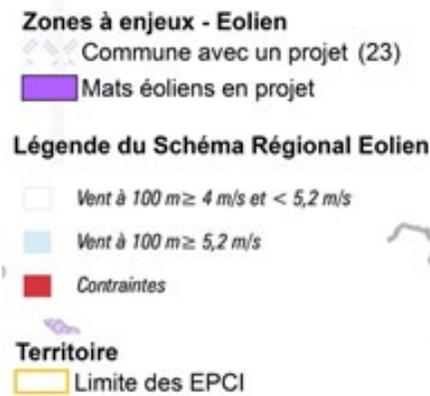


Figure 76. Potentiel de développement du grand éolien (SRCAE)



de commune des Quatre Rivières, mais plusieurs communes des autres EPCI possèderaient des zones favorables selon le SRE.

PETIT ÉOLIEN

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.

Un permis de construire est obligatoire dès lors que la hauteur du mât dépasse 12 m. Une évaluation environnementale doit alors être réalisée. D'autre part, les installations sont alors soumises à déclaration au titre de la législation des ICPE (tant que la hauteur du mât reste inférieure à 50 m).

Malgré ces démarches réglementaires, l'ADEME comme Rhône-Alpes Energie Environnement recommandent une hauteur supérieure à 12 m :

- « Pour éviter une demande de permis de construire, beaucoup d'installations font donc moins de 12 m de hauteur, ce qui est inefficace du point de vue de la production électrique et donc de la viabilité économique. » (Fiche technique « Petit éolien », ADEME, février 2015)
- [A moins de 12 m], l'éolienne sera encore largement tributaire des effets de turbulence liés à la rugosité du sol. Il faut aller chercher le vent là où il est le plus fort et le plus régulier, c'est-à-dire le plus haut possible.

De plus, le surcoût d'un mât de quelques mètres supplémentaires est souvent faible par rapport à l'investissement total. Il est donc conseillé pour la plupart des projets de faire la demande d'un permis de construire afin d'obtenir l'autorisation d'installer la machine à 18, 24 ou 30 m (hauteurs standards de mâts).

La demande de permis n'est pas très lourde au regard de l'investissement, seule la notice d'impact demande un peu de travail. Bien souvent les installateurs peuvent aider [le maître d'ouvrage] dans cette démarche. (« Le petit éolien en région Rhône-Alpes », RAEE)

Contraintes et étude de vent

Une étude de vent est indispensable dans la mesure où, « à moins de 20 mètres de hauteur, la rugosité du sol liée au type de végétation ou d'habitat constitue

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 77. **Catégorisation du petit éolien par secteur d'application et recommandations correspondantes (ADEME)**

une couche limite dans laquelle la vitesse des vents peut diminuer de façon rapide et non linéaire à mesure qu'on s'approche du sol. Ces caractéristiques dépendent fortement de chaque site, ce qui justifie une étude de vent.

[...] L'efficacité de l'éolien dépend en premier lieu de la qualité du vent : vitesse, stabilité en direction, absence de turbulences. Une étude de vent est donc indispensable pour d'une part, dimensionner la machine et la hauteur de mât pertinente et d'autre part, évaluer l'intérêt économique.

Le coût de l'étude de vent dépend in fine de la précision et de l'intervalle de confiance demandés sur le productible prévisionnel. » (Fiche technique « Petit éolien », ADEME, février 2015).

Synthèse

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 :

- 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,
- on bénéficie d'importantes économies d'échelle sur la gamme 10-50 kW.
- 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.

SYNTHÈSE DES GISEMENTS NETS (figure 78)

- Grand éolien : les projets identifiés et chiffrés présentent une puissance de 335 MW sur le territoire.

- Petit éolien : en première approche, on considère un gisement nul au vu des faibles vitesses de vent à 10 m de hauteur estimées par le SRCAE.

INSTALLATION EOLIENNE		Eolienne	Petit éolien	TOTAL
potentiel global	Nb de machines	112	0	112
	Puissance (MW)	335	0,0	335
	Production (MWh/an)	737 000	0	737 000

Figure 78. **Synthèse des gisements nets de la filière éolien (Axceléo - 2019)**

4.10. FILIÈRE HYDROÉLECTRICITÉ

4.10.1. OPTIMISATION

Comme indiqué dans le guide « Hydroélectricité, réhabiliter ou optimiser un site : démarches administratives, techniques et intégration des enjeux de continuité écologique » (ADEME BFC, 2017), plusieurs possibilités permettent d'optimiser la production d'un site hydroélectrique existant :

- Remplacement d'une turbine vétuste par une neuve présentant un meilleur rendement de conversion énergétique,
- Remplacement de l'ensemble « multiplicateur - alternateur » par un système plus récent et plus performant,
- Ajout d'un groupe supplémentaire de production dans la limite ou non du droit fondé en titre existant,
- Possibilité d'augmenter le débit réservé et d'en turbiner une partie avec un système adapté (ichtyocompatible).

Cependant, l'augmentation potentielle de la production d'électricité via ces optimisations pourrait être contrebalancée par la baisse du débit des cours d'eau due au changement climatique.

D'après le document « Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse » (Agence de l'eau, 2017), le débit moyen annuel des cours d'eau du département pourrait diminuer de 0 à 20% en 2046-2065 par rapport à 1961-1990. On retient donc un potentiel additionnel nul.

4.10.2. PETITE HYDROÉLECTRICITÉ SUR LES COURS D'EAU

Une centrale hydroélectrique de 30 kW est en cours d'installation à Membrey. Elle devrait être mise en service d'ici la fin d'année et produire de l'ordre de 110 MWh/an.

D'autres projets de ce type pourraient émerger sur le territoire via la rénovation d'anciens moulins. 24 moulins sont recensés sur le territoire (hors moulins présents sur un cours d'eau de liste 1) via la base de données des obstacles à l'écoulement du sandre.

4.10.3. TURBINAGE DE L'EAU POTABLE

Le turbinage de l'eau potable consiste à valoriser les chutes d'eau dans les conduites existantes d'eau potable. La production hydroélectrique est envisageable dès lors qu'il y a une hauteur de chute et un débit important.

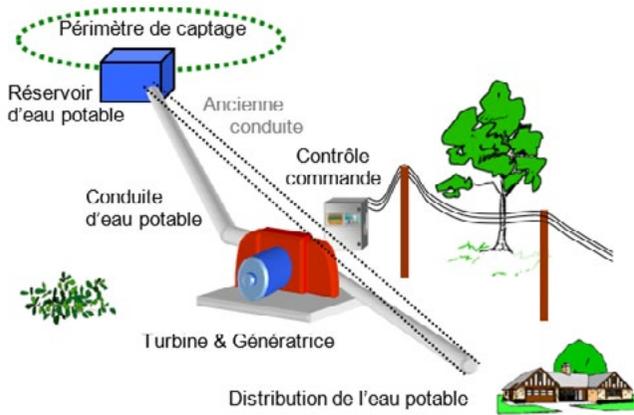


Figure 79. Schéma de principe d'une centrale hydroélectrique sur le réseau d'eau potable (Axenne - 2019)

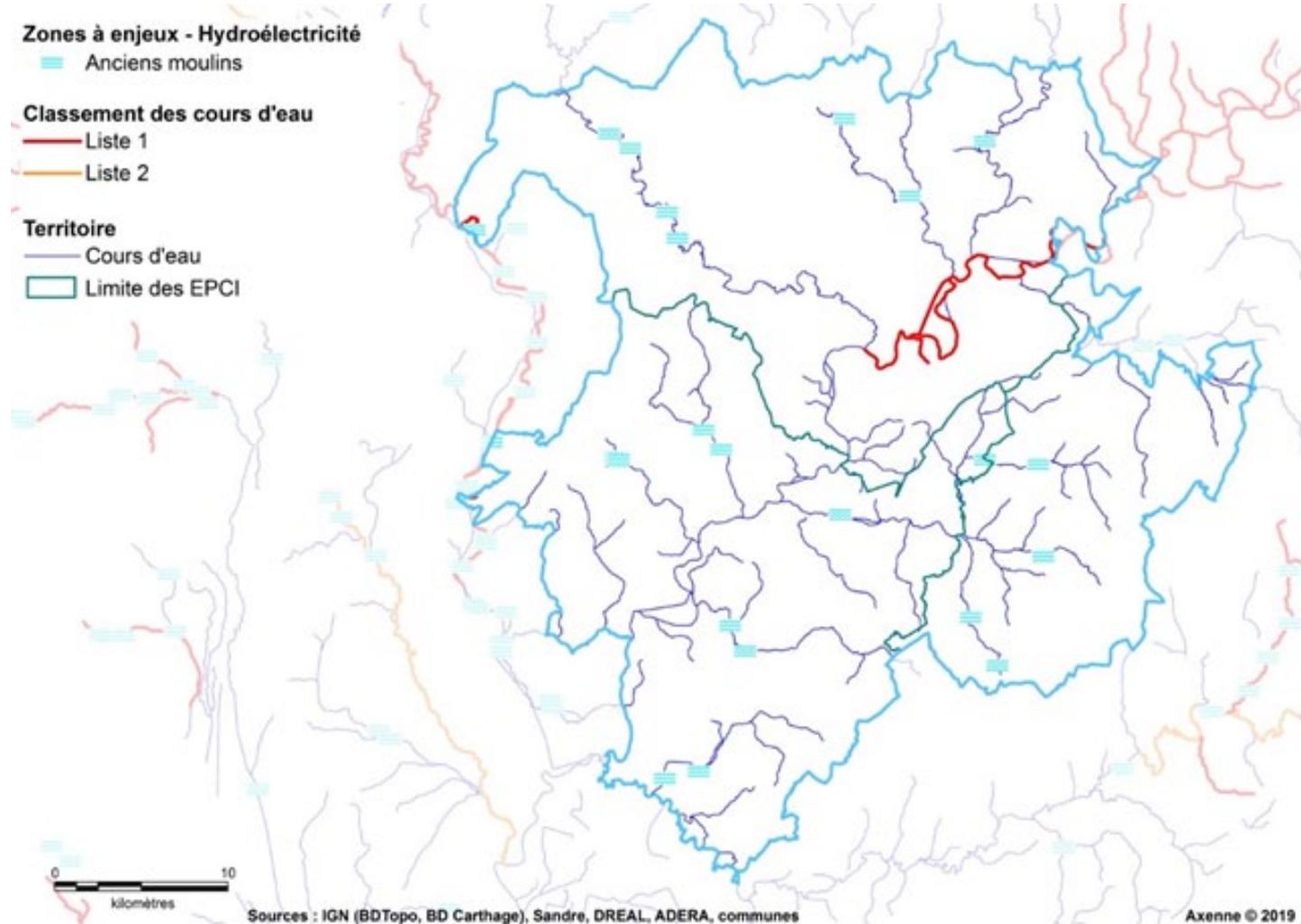


Figure 80. Zones à enjeu pour l'hydroélectricité

La turbine est installée directement sur la conduite, généralement en lieu et place d'un brise-charge. Une rénovation de la conduite est souvent inévitable afin d'obtenir le maximum de puissance et pouvoir ainsi rentabiliser l'installation. Il est nécessaire de conserver une certaine hauteur d'eau de chute après la turbine pour la distribution de l'eau potable. Le potentiel sur le territoire est estimé en première approche à partir des éléments suivants :

- L'altitude des réservoirs et leur rattachement à une commune,
- La population, afin d'estimer un débit avec une hypothèse de 154l/personne/jour,
- L'altitude du chef-lieu qui nous permettra d'estimer une hauteur de chute entre le réservoir et la distribution d'eau potable.



Il s'agit d'un gisement théorique dans la mesure où il peut y avoir plusieurs réservoirs sur la même commune et le débit estimé en serait réduit d'autant. Il est également possible que sur plusieurs réservoirs, un seul concentre 70 à 80% du débit de la commune.

Cependant, au vu des hauteurs de chute estimées (maximum 106 mètres sur la commune de Champlitte) et de la population du territoire, une puissance minimale de 80 kW permettant la rentabilité de l'installation n'est pas atteinte. En conséquence, on suppose que ce potentiel hydroélectrique est nul.

4.10.4. SYNTHÈSE DES GISEMENTS NETS

Le tableau (figure 81) suivant présente une synthèse des gisements nets 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.

4.11. SYNTHÈSE DES GISEMENTS

La figure 82 présente une synthèse des gisements nets 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.

La figure 83 présente les gisements théoriques d'énergies renouvelables par filière à l'horizon 2030. Ces gisements sont comparés aux installations existantes à fin 2017. Cela permet de voir l'avancée des filières à cette date par rapport à leur potentiel. Par exemple, 3,1% du gisement théorique de production solaire thermique était exploité à fin 2017.

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

INSTALLATION HYDROELECTRIQUES						TOTAL
potentiel global	Nombre hydroélectricité : 24	Projets : 30	Optimisation, suréquipement : 0	Turbinage eau potable : 0		1 298
	puissance (kW) : 720					2 774 MWh/an
	MWh/an : 2 664	110				

Figure 81. Synthèse des gisements nets de la filière hydroélectricité (Axceléo - 2019)

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)	Gisement identifié sur l'existant (tep/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)	Gisement identifié sur le neuf chaque année (tep/an)	Production totale entre 2017 et 2030
Solaire thermique									
CESI (chauffe-eau solaire individuel)	6 059	15 409 m²	5 855 MWh/an	504 tep/an	127	197 m²	75 MWh/an	6 tep/an	6 831 MWh/an
SSC (système solaire combiné)	1 704	31 001 m²	11 781 MWh/an	1 013 tep/an					11 781 MWh/an
CESC sur les logements privés	39	403 m²	169 MWh/an	15 tep/an	2	9 m²	4 MWh/an	0 tep/an	221 MWh/an
CESC sur les logements HLM	26	242 m²	102 MWh/an	9 tep/an					102 MWh/an
CESC hors habitat	66	1 433 m²	602 MWh/an	52 tep/an	1	6 m²	2 MWh/an	0 tep/an	632 MWh/an
Agricole (ECS et séchage)	171	1 368 m²	575 MWh/an	49 tep/an	6	53 m²	22 MWh/an	2 tep/an	864 MWh/an
Haute T° (industrie)	19	1 149 m²	804 MWh/an	69 tep/an	0	14 m²	9 MWh/an	1 tep/an	927 MWh/an
Chauffage de l'eau des piscines	3	469 m²	141 MWh/an	12 tep/an					141 MWh/an
Réseau de chaleur solaire thermique	0	0 m²	0 MWh/an	0 tep/an					0 MWh/an
Sous-total solaire thermique :	8 087	51 474 m²	20 028 MWh/an	1 722 tep/an	136	279 m²	113 MWh/an	10 tep/an	21 498 MWh/an
Bois énergie - Chaudières automatiques									
Maison - chaudière automatique	1 396	4 427 kW	14 267 MWh/an	1 227 tep/an					14 267 MWh/an
Chaudière collective (immeubles logts)	42	711 kW	2 293 MWh/an	197 tep/an	3	18 kW	57 MWh/an	5 tep/an	3 033 MWh/an
Chaudières collectives (tertiaire)	112	1 617 kW	4 990 MWh/an	429 tep/an	5	0 kW	34 MWh/an	3 tep/an	5 427 MWh/an
Chaudières dans l'industrie	6	1 200 kW	4 800 MWh/an	413 tep/an					4 800 MWh/an
Chaudière secteur agricole	125	883 kW	2 846 MWh/an	245 tep/an	6	2 kW	7 MWh/an	1 tep/an	2 934 MWh/an
Réseaux de chaleur	10	1 660 015 kW	4 248 MWh/an	365 tep/an					4 248 MWh/an
Micro-cogénération bois (tertiaire)	112	1 617 kW	4 990 MWh/an	429 tep/an	5	0 kW	34 MWh/an	3 tep/an	5 427 MWh/an
Micro-cogénération bois (individuelle)	1 600	4 576 kW	14 749 MWh/an	1 268 tep/an	145	399 kW	762 MWh/an	92 tep/an	24 658 MWh/an
Sous-total bois énergie (hors cogénération) :	1 692	1 668 853 kW	33 444 MWh/an	2 876 tep/an	14	20 kW	97 MWh/an	8 tep/an	34 708 MWh/an
Inserts et Poêles performants									
Poêles et inserts renouvellement	8 240	42 233 kW	136 112 MWh/an	11 706 tep/an	145	399 kW	1 067 MWh/an	92 tep/an	149 984 MWh/an
Poêles et inserts nouveaux équipements	3 283	12 038 kW	38 798 MWh/an	3 337 tep/an					38 798 MWh/an
Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)	1 600	5 073 kW	16 349 MWh/an	1 406 tep/an					16 349 MWh/an
Sous-total chauffage au bois (hors poêles bouilleurs) :	11 523	54 271 kW	174 910 MWh/an	15 042 tep/an	145	399 kW	1 067 MWh/an	92 tep/an	188 782 MWh/an
Géothermie - PAC									
Maison géothermie verticale	2 221	3 574 kW	15 357 MWh/an	1 321 tep/an	145	133 kW	572 MWh/an		22 789 MWh/an
Immeubles collectifs (nappe ou sondes)	62	776 kW	3 337 MWh/an	287 tep/an	3	10 kW	43 MWh/an	4 tep/an	3 892 MWh/an
Immeubles tertiaires (nappe ou sondes)	58	1 012 kW	3 904 MWh/an	336 tep/an	10	12 kW	50 MWh/an	4 tep/an	4 559 MWh/an
Immeubles industriels	47	303 kW	4 856 MWh/an	418 tep/an					4 856 MWh/an
Réseau de chaleur géothermique	6	113 kW	1 800 MWh/an	155 tep/an					1 800 MWh/an
Sous-total géothermie PAC :	2 409	5 779 kW	29 254 MWh/an	2 516 tep/an	158	155 kW	665 MWh/an	8 tep/an	37 895 MWh/an
Aérothermie - PAC									
Maison aérothermie (air/eau)	5 365	4 927 kW	31 759 MWh/an	2 731 tep/an	145	59 kW	381 MWh/an	33 tep/an	36 713 MWh/an
Immeuble aérothermie (air/air)	64	520 kW	3 353 MWh/an	288 tep/an	3	4 kW	28 MWh/an	2 tep/an	3 723 MWh/an
Bâtiments tertiaires	164	1 181 kW	7 610 MWh/an	654 tep/an	31	16 kW	101 MWh/an	9 tep/an	8 930 MWh/an
Sous-total aérothermie PAC :	5 593	6 628 kW	42 721 MWh/an	3 674 tep/an	179	79 kW	511 MWh/an	44 tep/an	49 365 MWh/an
Récupération de chaleur fatale									
Maisons (chauffe-eau thermodynamique)	9 697	6 788 kW	7 800 MWh/an	671 tep/an	131	91 kW	64 MWh/an	6 tep/an	8 633 MWh/an
Maisons (ECS - eaux usées)	12 930		6 465 MWh/an	556 tep/an	131		65 MWh/an	6 tep/an	7 313 MWh/an
Immeubles collectifs (ECS - eaux usées)	44		213 MWh/an	18 tep/an			7 MWh/an	1 tep/an	308 MWh/an
Immeubles tertiaires (ECS - eaux usées)	54		660 MWh/an	57 tep/an	3		3 MWh/an	0 tep/an	702 MWh/an
Stations d'épuration	0		0 MWh/an	0 tep/an					0 MWh/an
Chaleur fatale industrie	15		12 127 MWh/an	1 043 tep/an					12 127 MWh/an
Sous-total récup. chaleur :	22 740		27 266 MWh/an	2 345 tep/an	265		140 MWh/an	12 tep/an	29 084 MWh/an
Biogaz chaleur									
Projet à la ferme			120 540 MWh/an						120 540 MWh/an
Injection de biogaz dans le réseau	1		13 154 MWh/an						13 154 MWh/an
Sous-total biogaz :	1		133 694 MWh/an	11 498 tep/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an	133 694 MWh/an
Valorisation des déchets/biomasse en chaleur									
Unité de valorisation des déchets				0 tep/an					0 MWh/an
Unité de valorisation de la biomasse	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an					0 MWh/an
Sous-total incinération :			0 MWh/an	0 tep/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an	0 MWh/an

Production d'électricité										
Photovoltaïque										
Maison individuelle	6 059	18 176 kW	19 978 MWh/an	1 718 tep/an	127	382 kW	420 MWh/an	36 tep/an	25 435 MWh/an	
Immeubles de logements	87	3 454 kW	3 796 MWh/an	326 tep/an	1	28 kW	31 MWh/an	3 tep/an	4 194 MWh/an	
Bâtiments tertiaires	1 293	51 574 kW	56 685 MWh/an	4 875 tep/an	1	11 kW	12 MWh/an	1 tep/an	56 838 MWh/an	
Équipements sportifs, culture, loisirs	20	1 999 kW	2 197 MWh/an	189 tep/an	0,1	8 kW	9 MWh/an	1 tep/an	2 311 MWh/an	
Grandes toitures (industrielles, stockage)	137	54 838 kW	56 924 MWh/an	4 895 tep/an	0	133 kW	143 MWh/an	12 tep/an	58 787 MWh/an	
Bâtiments agricoles	310	26 578 kW	29 212 MWh/an	2 512 tep/an	2	823 kW	904 MWh/an	78 tep/an	40 967 MWh/an	
Ombrières de parking	36	5 833 kW	6 767 MWh/an	582 tep/an					6 767 MWh/an	
Centrales photovoltaïques	9	155 682 kW	180 616 MWh/an	15 533 tep/an					180 616 MWh/an	
Sous-total photovoltaïque :	7 951	318 134 kW	356 175 MWh/an	30 631 tep/an	132	1 384 kW	1 519 MWh/an	131 tep/an	375 916 MWh/an	
Hydroélectricité										
Petite hydroélectricité	24	720 kW	2 664 MWh/an						2 664 MWh/an	
Nouveaux sites	0	30 kW	110 MWh/an	9 tep/an					110 MWh/an	
Optimisation, suréquipement	14	548 kW	0 MWh/an	0 tep/an					0 MWh/an	
Turbine eau potable	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an					0 MWh/an	
Sous-total hydroélectricité :	38	1 298 kW	2 774 MWh/an	9 tep/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an	2 774 MWh/an	
Eolien										
Parc éolien (nb de machines)	112	335 000 kW	737 000 MWh/an	63 382 tep/an					737 000 MWh/an	
Petites éoliennes	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an					0 MWh/an	
Sous-total éolien :	112	335 000 kW	737 000 MWh/an	63 382 tep/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an	737 000 MWh/an	
Biogaz électricité										
Projet à la ferme			93 459 MWh/an						93 459 MWh/an	
Sous-total biogaz :		0 kW	93 459 MWh/an	8 037 tep/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an	93 459 MWh/an	
Valorisation de déchets & de la biomasse en électricité										
Unité de valorisation des déchets		0 kW		0 tep/an					0 MWh/an	
Unité de valorisation de la biomasse	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an					0 MWh/an	
Micro-cogénération bois tertiaire	112	269 kW	832 MWh/an	72 tep/an	5	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an	832 MWh/an	
Micro-cogénération bois individuelle	1 600	1 525 kW	4 916 MWh/an	423 tep/an	145	133 kW	254 MWh/an	22 tep/an	8 219 MWh/an	
Sous-total incinération et micro-cogénération :		1 794 kW	5 748 MWh/an	494 tep/an	150	133 kW	254 MWh/an	22 tep/an	9 051 MWh/an	

Figure 82. Synthèse des gisements nets (Axceléo - 2019)



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) MWh/an en 2030	Gisement identifié sur le neuf entre 2018 et 2030 soit pendant 13 ans MWh/an en 2030	Gisement total sur l'existant et le neuf entre 2018-2030 MWh/an en 2030	Exploitation du gisement à fin 2017	Les emplois potentiels théoriques (pour la fabrication et l'installation puis chaque année pour l'exploitation)		
					Fabrication & install.	Exploitation	
Production de chaleur & de froid	Solaire thermique production d'eau chaude sanitaire chauffage des habitations	20 028 MWh/an 8 087 installations	1 470 MWh/an 1 773 installations	21 498 MWh/an 9 860 installations	3,1% 0 installations	651 9	
	Bois énergie poêles à bois, inserts, chaudière auto réseau de chaleur bois énergie	208 356 MWh/an 13 215 installations	15 136 MWh/an 2 068 installations	223 491 MWh/an 15 283 installations	43% ressource dispo	181 93	
	Géothermie très basse T° capteurs verticaux captage sur nappe	29 254 MWh/an 2 409 installations	8 641 MWh/an 2 053 installations	37 895 MWh/an 4 461 installations	3% 55 installations	478 87	
	Aérothermie pompe à chaleur air/air pompe à chaleur air/eau	42 721 MWh/an 5 593 installations	6 644 MWh/an 2 330 installations	49 365 MWh/an 7 923 installations	8% 312 installations	160 8	
	Récup. chaleur (eaux usées, air vicié) récup. de chaleur sur air vicié récup. de chaleur sur les eaux usées	27 266 MWh/an 22 740 installations	1 819 MWh/an 3 446 installations	29 084 MWh/an 26 187 installations	0%	167 5	
	Biogaz	133 694 MWh/an		133 694 MWh/an	1,6%	30 57	
	Valor. des déchets - chaleur	0 MWh/an			0%	0 0	
	Productions d'électricité	Photovoltaïque installation sur les bâtiments centrale au sol	356 175 MWh/an 7 951 installations	19 741 MWh/an 1 711 installations	375 916 MWh/an 9 663 installations	1% 0 installations	9 595 268
		Eolien parc onshore et petit éolien	737 000 MWh/an 112 grandes éoliennes		737 000 MWh/an 112 grandes éoliennes	0%	2 601 114
		Hydroélectricité	2 774 MWh/an 24 installations		2 774 MWh/an 24 installations	81% 14 installations	15 2
Biogaz élec.		93 459 MWh/an		93 459 MWh/an	2%	84 32	
Valor. des déchets - élec. & micro-cogénération		5 748 MWh/an 1 712 installations	3 303 MWh/an 1 948 installations	9 051 MWh/an 3 660 installations	0%	9 7	
Agrocarburant		0 MWh/an			0%		

Figure 83. Synthèse des gisements nets (Axceléo - 2019)

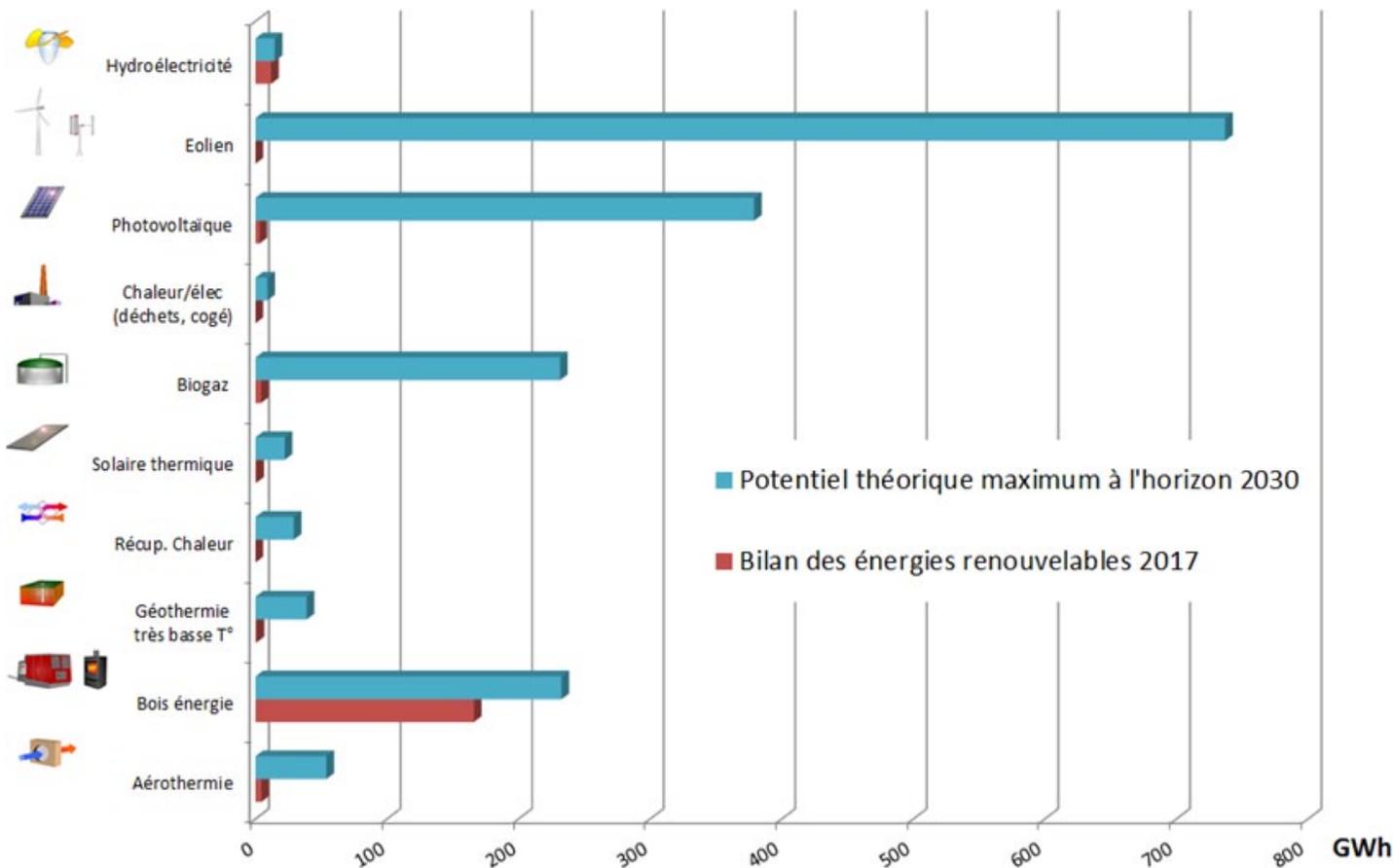


Figure 84. **Comparaison de la production actuelle et des potentiels théoriques à 2030 par filière** (Axceléo - 2019)

Filières thermiques

Le gisement le plus important se situe sur le bois énergie. Ce gisement théorique reste inférieur à la ressource disponible sur le territoire (290.000 MWh/an), ce qui permettrait le développement de nouveaux projets.

La méthanisation constitue le second gisement (134.000 MWh/an pour la partie thermique). Plusieurs projets pourraient donc se développer, mais ils doivent tenir compte les uns des autres afin d'éviter la concurrence sur les intrants.

Le graphique met également en évidence l'importance du potentiel de l'aérothermie, dû à l'absence de contrainte sur cette filière. Il n'en demeure pas moins qu'il faudrait avantagusement privilégier d'autres filières thermiques qui présentent de bien meilleurs rendements. La géothermie, le solaire thermique

ou encore la récupération de chaleur sont actuellement sous-exploitées par rapport à leur potentiel.

Filières électriques

L'éolien présente un potentiel de développement très important, correspondant aux projets en cours sur le territoire. Le potentiel pourrait être encore plus conséquent si les projets éventuels (§ 5.2) voyaient le jour.

Le photovoltaïque présente également un potentiel intéressant, avec une forte marge de développement, suivi du biogaz en cas de valorisation par cogénération. L'hydroélectricité présente un potentiel plus limité.

4.11.1. HIÉRARCHISATION DES FILIÈRES

Les graphiques en radar ci-dessous permettent d'apporter un éclairage sur la performance des filières au vu du contexte local et de leur potentiel.

Neuf critères regroupés en quatre principaux enjeux sont présentés dans ces graphiques. Un exemple est donné ci-dessous (figure 85).

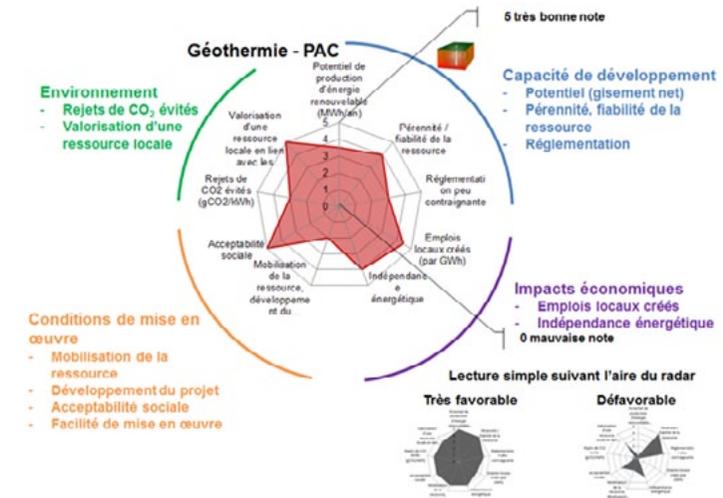
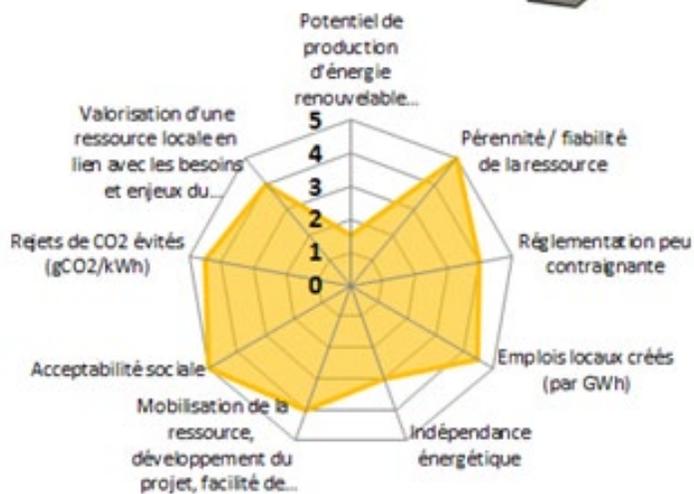


Figure 85. **Indicateurs de hiérarchisation des filières**

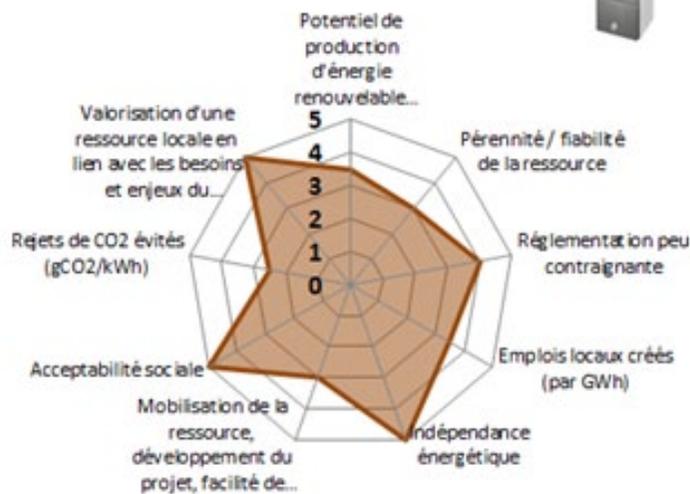
L'intérêt d'une filière par rapport à une autre dépend des critères que le maître d'ouvrage juge prépondérants. Si celui-ci met l'accent sur la pérennité de la ressource, une réglementation peu contraignante et la facilité de développement du projet, l'aérothermie sera favorisée. En revanche, si la création d'emplois locaux et l'indépendance énergétique sont prépondérantes, mettre l'accent sur la géothermie et le photovoltaïque sera plus pertinent.



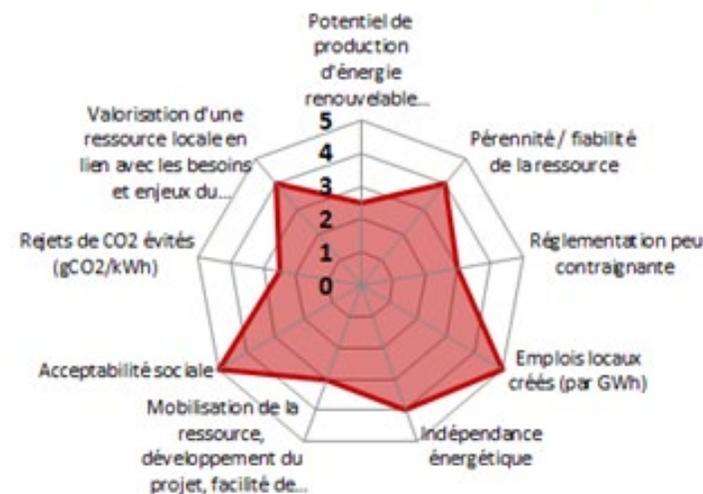
Solaire thermique



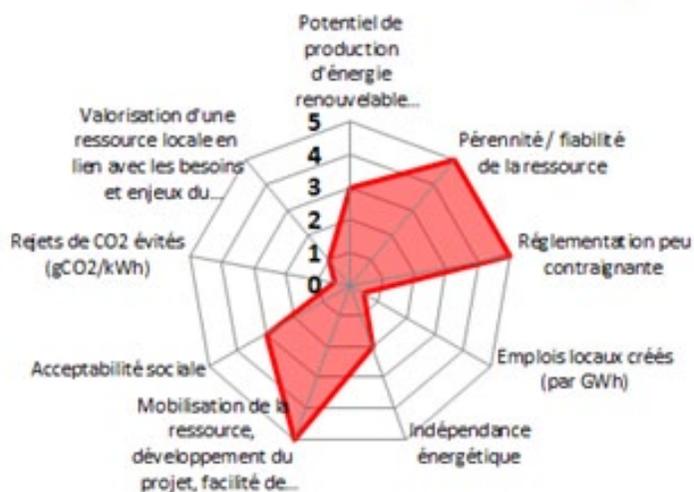
Bois énergie



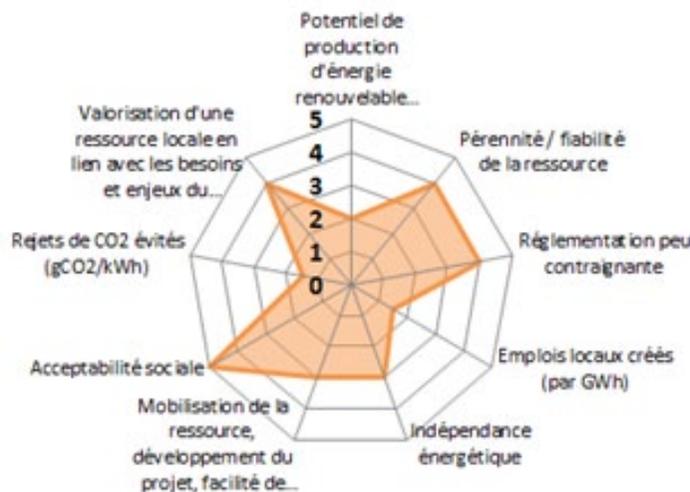
Géothermie - PAC



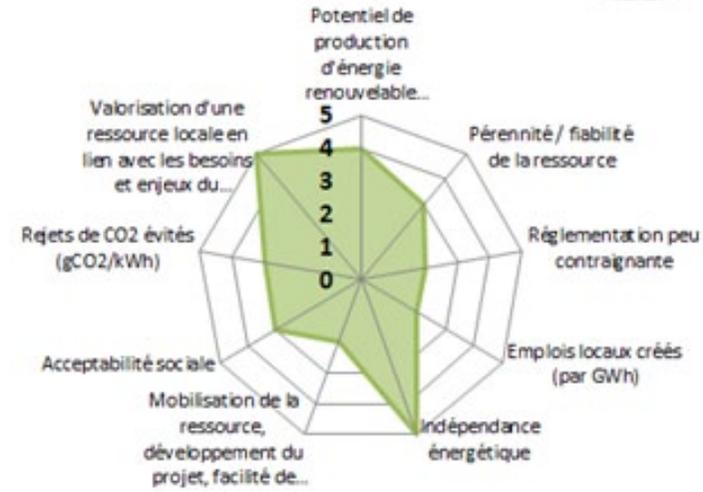
Aérothermie - PAC



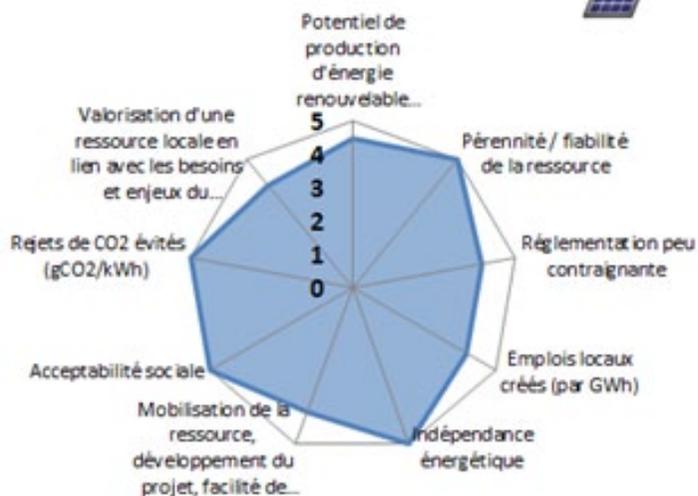
Récupération de chaleur fatale



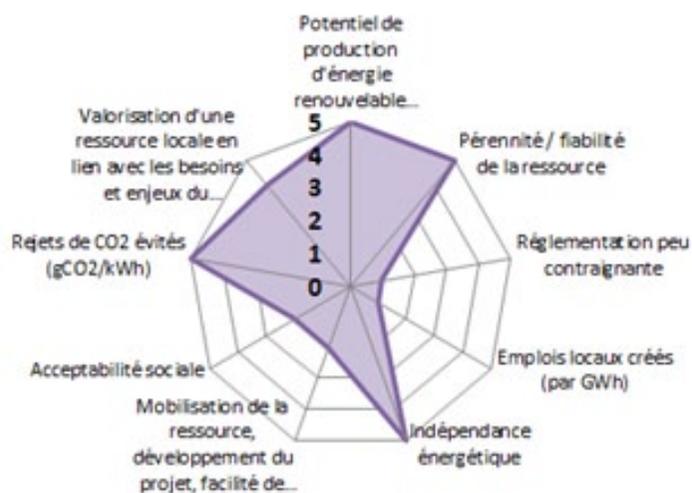
Biogaz



Photovoltaïque



Eolien



Hydroélectricité



Synthèse des zones à enjeux - filières électriques

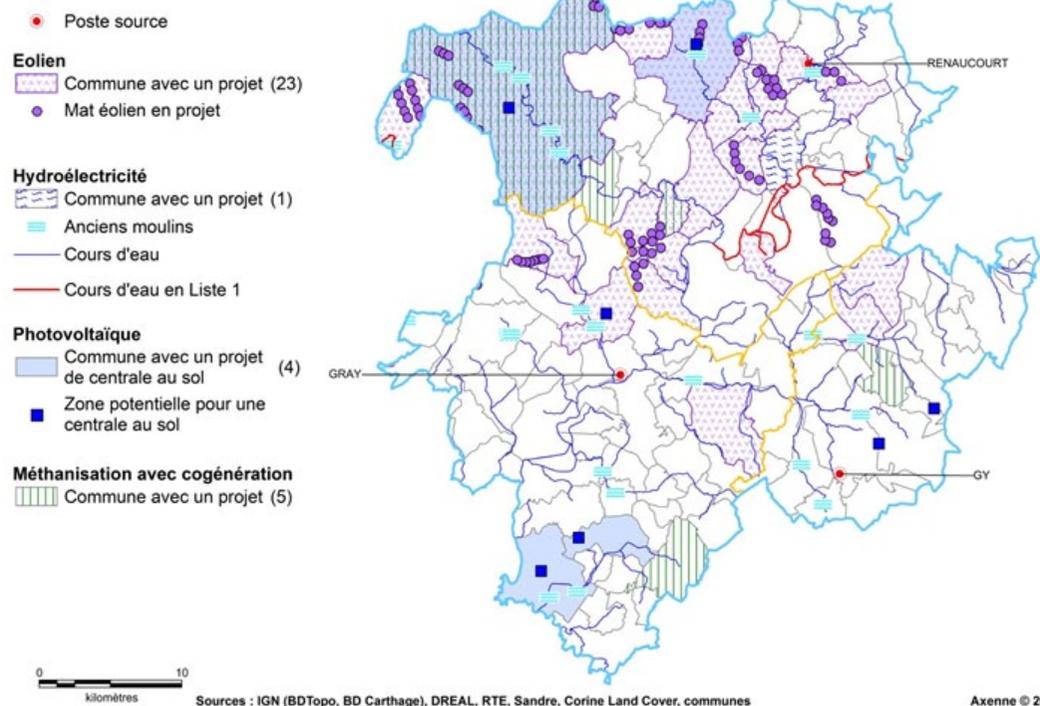


Figure 86. Zones à enjeux des filières renouvelables électriques

4.11.2. SYNTHÈSE DES ZONES À ENJEUX

Les cartes des figures 86 et 87 synthétisent les zones à enjeux présentées par filière dans les chapitres ci-dessus.

Synthèse des zones à enjeux - filières thermiques

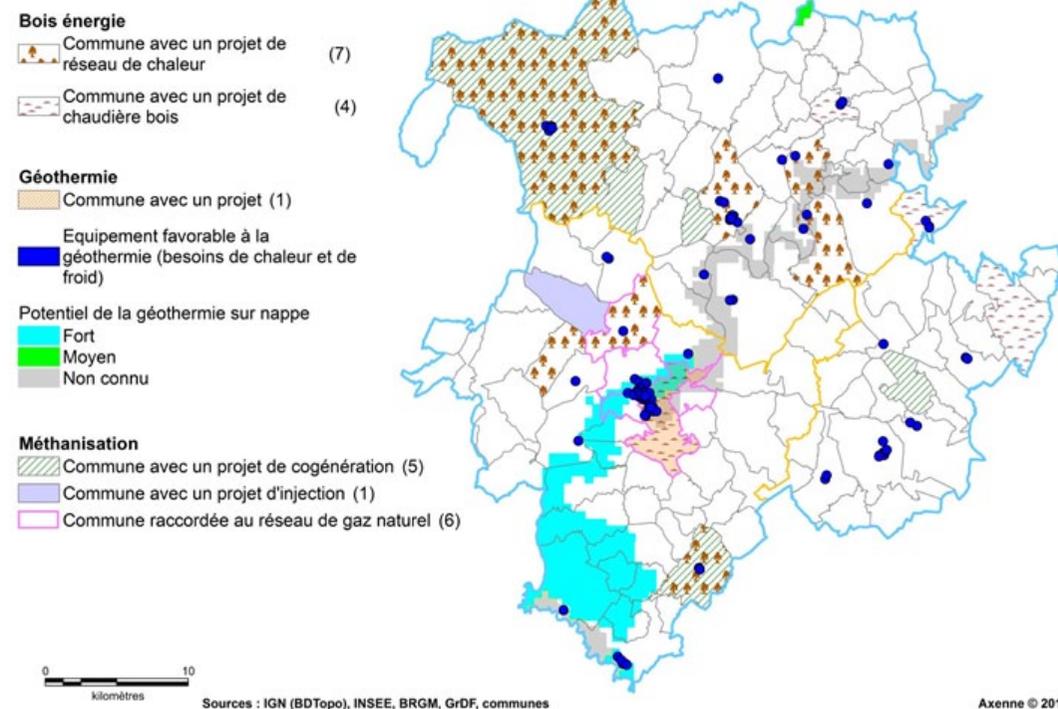


Figure 87. Zones à enjeux des filières renouvelables thermiques

4.11.3. FREINS AU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Différents types de freins ont été identifiés via les entretiens avec les acteurs, le questionnaire aux communes ainsi que le COPIL réalisé le 24 octobre 2019.

FREINS GÉNÉRAUX

- Coûts des études
- Coûts des travaux
- Capacité d'investissement de la commune insuffisante
- Complexité administrative
- Manque de retours d'expérience
- Bâtiments non adaptés aux énergies renouvelables

FREINS PAR FILIÈRES

Solaire thermique

- Coût d'investissement
- Concurrence des chauffe-eau thermodynamiques
- Méconnaissance des habitants par rapport au solaire photovoltaïque
- Développement de l'autoconsommation de l'électricité photovoltaïque, qui est utilisée pour chauffer l'eau chaude sanitaire, faisant concurrence au solaire thermique.

Bois énergie

- Concurrence des pompes à chaleur lors du remplacement d'une chaudière fioul : solution moins chère que le fioul et le bois énergie, ne nécessitant pas de logistique (achat du combustible, décendrage, etc.)
- Concurrence du gaz
- Incertitudes sur l'avenir de la forêt (sécheresses)
- Manque de volonté des acteurs à travailler ensemble, ce qui complique le développement des réseaux de chaleur bois
- Utilisation importante du chauffage au bois avec des équipements vieillissants et polluants
- Impact important de la qualité du combustible
- Contraintes foncières (chaufferies collectives)

Méthanisation

- Acceptabilité des riverains
- Projets longs et complexes
- Manque de volonté des agriculteurs à travailler ensemble
- Capacité d'injection limitée, peu de communes raccordées au réseau de gaz naturel
- Baisse du tarif d'achat de la cogénération
- Temps à passer pour faire fonctionner l'installation (exploitation, maintenance)

Géothermie

- Coûts d'investissement
- Concurrence des pompes à chaleur air/eau et air/air
- Surface foncière nécessaire en cas de bâtiment existant

Solaire photovoltaïque

- Idées reçues sur l'impossibilité d'installer des panneaux solaires à proximité de bâtiments classés.

Eolien

- Acceptabilité des riverains
- Contraintes patrimoniales et environnementales
- Impact paysager
- Capacité d'injection limitée par rapport aux projets en cours

Hydroélectricité

- Impact sur les milieux
- Projets longs et complexes
- Coûts importants
- Production fluctuante d'une année sur l'autre
- Débits susceptibles de diminuer avec le changement climatique
- Faible intérêt des communes (pour celles ayant répondu au questionnaire)

4.11.4. OUTILS POUR ACCENTUER LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

OUTILS RÉGLEMENTAIRES ET OUTILS D'URBANISME

Utiliser les documents d'urbanisme

- Mettre à jour le PLU ou effectuer une modification simplifiée afin de lever les freins sur le développement des énergies renouvelables. (Article L111-16 du code de l'urbanisme.)
- Inscrire dans le règlement du PLU les « secteurs dans lesquels il impose aux constructions, travaux, installations et aménagements de respecter des performances énergétiques et environnementales renforcées qu'il définit. À ce titre, il peut imposer une production minimale d'énergie renouvelable, le cas échéant, en fonction des caractéristiques du projet et de la consommation des sites concernés. Cette production peut être localisée dans le bâtiment, dans le même secteur ou à proximité de celui-ci. » (Article L151-21 du code de l'urbanisme).
- Le PLU peut faire référence à l'arrêté du 18 décembre 2007 pour rappeler l'obligation de réaliser une étude d'approvisionnement en énergie (dont le recours aux énergies renouvelables) pour les bâtiments neufs de plus de 50m². L'inscription dans le règlement du PLU permettra d'envoyer un message fort au maître d'ouvrage, et pourra insister sur les filières pertinentes sur le territoire mais peu exploitées à l'heure actuelle.
- Autoriser dans le règlement du PLU un dépassement des règles relatives au gabarit pour les constructions faisant preuve d'exemplarité énergétique ou environnementale, ou à énergie positive situées dans les zones urbaines ou à urbaniser. (Article L151-28 du code de l'urbanisme).
- Les exigences auxquelles doivent répondre ces constructions sont définies par l'arrêté du 12 octobre 2016 « relatif aux conditions à remplir pour bénéficier du dépassement des règles de constructibilité prévu au 3° de l'article L151-28 du code de l'urbanisme ».
- Autoriser dans le règlement du PLU le dépassement des règles relatives à l'emprise au sol, à la hauteur, à l'implantation et à l'aspect extérieur des constructions afin de réaliser une isolation en saillie des façades, une isolation par surélévation de toiture, la mise en place de dispositifs pare-soleil (article L.152-5 du code de l'urbanisme).



- Définir, via le document d'orientation et d'objectifs du SCOT, « des secteurs dans lesquels l'ouverture de nouvelles zones à l'urbanisation est subordonnée à l'obligation pour les constructions, travaux, installations et aménagements de respecter des performances environnementales et énergétiques renforcées ». (Article L141-22 du code de l'urbanisme).

Classer un réseau de chaleur

L'article L712-1 du code de l'énergie indique : « Afin de favoriser le développement des énergies renouvelables, une collectivité territoriale ou un groupement de collectivités territoriales peut classer un réseau de distribution de chaleur et de froid existant ou à créer situé sur son territoire, lorsqu'il est alimenté à plus de 50 % par une énergie renouvelable ou de récupération, qu'un comptage des quantités d'énergie livrées par point de livraison est assuré et que l'équilibre financier de l'opération pendant la période d'amortissement des installations est assuré au vu des besoins à satisfaire, de la pérennité de la ressource en énergie renouvelable ou de récupération, et compte tenu des conditions tarifaires prévisibles. »

Ce classement peut définir des périmètres de développement prioritaire au sein de la zone de desserte du réseau de chaleur (article L712-2 du code de l'énergie).

« Dans les zones délimitées par le ou les périmètres de développement prioritaire, toute installation d'un bâtiment neuf ou faisant l'objet de travaux de rénovation importants, qu'il s'agisse d'installations industrielles ou d'installations de chauffage de locaux, de climatisation ou de production d'eau chaude excédant un niveau de puissance de 30 kilowatts, doit être raccordée au réseau concerné. Cette obligation de raccordement ne fait pas obstacle à l'utilisation d'installations de secours ou de complément.

Il peut être dérogé à cette obligation par une décision de la collectivité ou du groupement de collectivités, le cas échéant, après avis du délégataire du réseau. » (Article L712-3 du code de l'énergie).

Le décret n°2012-394 du 23 mars 2012 et l'arrêté du 22 décembre 2012 définissent les conditions et procédures de classement des réseaux de chaleur et de froid.

Le classement d'un réseau et la définition d'une zone de développement prioritaire constituent donc des outils de planification énergétique pour la collectivité.

Inciter les acteurs du territoire

Différents leviers sont à disposition de la collectivité pour inciter les acteurs du territoire à développer les énergies renouvelables :

- Indexer le prix du m² de terrain à construire aux engagements du maître d'ouvrage en termes de performance énergétique et de recours aux énergies renouvelables du futur bâtiment.
- Exonérer de 50 à 100% la taxe foncière sur des logements neufs ou existants ayant un niveau élevé de performance énergétique :
- Article 1383-0 B du Code général des impôts : les collectivités territoriales peuvent proposer sur délibération une exonération partielle ou totale de la taxe foncière sur les propriétés bâties pour les logements achevés avant le 1er janvier 1989 et faisant l'objet de dépenses d'équipement par le propriétaire. Les équipements éligibles sont ceux du crédit d'impôt pour la transition énergétique. L'exonération, d'une durée de 5 ans, est possible si le montant total des travaux est supérieur à 10 000 € l'année précédant l'année d'application de l'exonération, ou à 15 000 € au cours des trois années précédant l'année d'application de l'exonération.
- Article 1383-0 B bis du Code général des impôts : les collectivités territoriales peuvent également proposer sur délibération l'exonération pour les logements neufs à compter du 1er janvier 2009 et dont le niveau élevé de performance énergétique globale, déterminé dans des conditions fixées par décret, est supérieur à celui qu'impose la législation en vigueur. L'exonération s'applique à compter de l'année qui suit celle de l'achèvement de la construction, pendant une durée que chaque collectivité territoriale détermine et qui ne peut être inférieure à cinq ans.
- Conditionner des aides financières accordées par la collectivité au respect d'un référentiel pour la Qualité environnementale des bâtiments.
- Inscrire dans les règlements de ZAC une obligation de couverture par les énergies renouvelables pour les besoins d'eau chaude sanitaire, de chauffage et de rafraîchissement.
- Rédiger une charte via laquelle les professionnels s'engageront à respecter l'obligation de réalisation d'une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des nouveaux bâtiments de plus de 50 m² (article R111-22-1 du Code de la construction et de l'habitation), ainsi que des prescriptions en rapport avec les enjeux et les énergies renouvelables identifiées sur le territoire.
- Etc.

Généraliser le tri à la source des déchets organiques

L'article 70 du projet de la Loi sur la Transition Énergétique définit les objectifs de la politique nationale de prévention et de gestion des déchets. Un de ces objectifs porte sur les déchets organiques :

« Augmenter la quantité de déchets faisant l'objet d'une valorisation sous forme de matière, notamment organique, en orientant vers ces filières de valorisation, respectivement, 55 % en 2020 et 65 % en 2025 des déchets non dangereux non inertes, mesurés en masse. Le service public de gestion des déchets décline localement ces objectifs pour réduire les quantités d'ordures ménagères résiduelles après valorisation. À cet effet, il progresse dans le développement du tri à la source des déchets organiques, jusqu'à sa généralisation pour tous les producteurs de déchets avant 2025, pour que chaque citoyen ait à sa disposition une solution lui permettant de ne pas jeter ses biodéchets dans les ordures ménagères résiduelles, afin que ceux-ci ne soient plus éliminés, mais valorisés. La collectivité territoriale définit des solutions techniques de compostage de proximité ou de collecte séparée des biodéchets et un rythme de déploiement adaptés à son territoire. »

Les biodéchets ainsi collectés peuvent être valorisés en compostage, mais également dans des installations de méthanisation.

OUTILS FINANCIERS EN FAVEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Il existe un ensemble d'outils permettant de financer les études de faisabilité ou les investissements d'équipements d'énergies renouvelables. Ces outils sont de natures diverses (Fonds européens, nationaux ou régionaux, tarif d'achat, complément de rémunération, prêts à taux bonifié, etc.). Ces outils financiers pourront être mobilisés par les maîtres d'ouvrage pour développer les énergies renouvelables sur le territoire de l'étude. Le tableau suivant recense les différents outils disponibles.

	Aide	Informations	Maîtres d'ouvrage éligibles
Aides Européennes	FEDER	https://www.europe-bfc.eu/je-minforme/les-programmes-europeens-geres-par-la-region/feder-fse-et-liej/ https://www.europe-bfc.eu/dispositif/developper-la-production-energies-renouvelables-en-franche-comte-en-misant-sur-son-potentiel-bois-methanisation-et-geothermie/	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Bailleur social • Entreprise privée • Agriculteur, groupement d'agriculteur
	FEADER	https://www.europe-bfc.eu/je-minforme/les-programmes-europeens-geres-par-la-region/programme-regional-pour-developpement-rural/	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Entreprise privée • Agriculteur, groupement d'agriculteur
	Offres de la BEI	https://www.eib.org/fr/products/advising/elena/index.htm https://www.eib.org/fr/projects/sectors/energy/index.htm	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Entreprise privée



	Aide	Informations	Maîtres d'ouvrage éligibles
Aides nationales	Fonds Chaleur	https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-laction/produire-chaleur/fonds-chaleur-bref	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Entreprise privée, etc. (hors particuliers)
	Autres aides de l'ADEME	https://www.ademe.fr/dossier/aides-lademe/aides-financieres-lademe	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Bailleur social • Entreprise privée • Agriculteur, groupement d'agriculteur
	Investissements d'avenir	https://www.ademe.fr/actualites/manifestations/presentation-appels-a-projets-programme-dinvestissements-davenir	<ul style="list-style-type: none"> • Entreprises
	Tarif d'achat de l'électricité de source renouvelable / Complément de rémunération et appel d'offres de la CRE pour P > 100kWc	https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dispositifs-soutien-aux-energies-renouvelables https://www.cre.fr/Transition-energetique-et-innovation-technologique/Soutien-a-la-production/Dispositifs-de-soutien-aux-EnR	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les acteurs
	Investissement dans les projets citoyens d'énergie renouvelable (ENRCIT)	https://www.banquedesterritoires.fr/investissement-dans-les-projets-citoyens-denergie-renouvelable-enrcit	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales
	Investissement dans la production d'énergie renouvelable par les réseaux de chaleur	https://www.banquedesterritoires.fr/investissement-dans-la-production-denergie-renouvelable-par-les-reseaux-de-chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • SEM
	Financer une offre de service dans les énergies renouvelables	https://www.banquedesterritoires.fr/energie-0	<ul style="list-style-type: none"> • Opérateur de service
	Certificats d'Economie d'Énergie	https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dispositif-des-certificats-deconomies-denergie	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Bailleur social • Entreprise privée • Particuliers
	Crédit d'impôt pour la Transition Énergétique (remplacé en 2020 par une aide à la rénovation énergétique des logements)	https://www.impots.gouv.fr/portail/particulier/le-credit-dimpot-transition-energetique https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/aides-renovation-energetique-des-logements-nouvelle-aide-plus-simple-plus-juste-et-plus-efficace	<ul style="list-style-type: none"> • Particuliers
	Eco-prêt à taux zéro	https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F19905	<ul style="list-style-type: none"> • Particuliers • Syndicats de copropriété
	Programme « Habiter Mieux » (ANAH)	https://www.anah.fr/proprietaires/proprietaires-occupants/etre-mieux-chauffe-avec-habiter-mieux/	Sous condition de ressource <ul style="list-style-type: none"> • Particuliers • Syndicats de copropriété
TVA à taux réduit pour les travaux d'amélioration de la performance énergétique	https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23568	<ul style="list-style-type: none"> • Particuliers • Syndicats de copropriété 	

	Aide	Informations	Maîtres d'ouvrage éligibles
Aides régionales	Biogaz : aides à la décision et aides à l'investissement	https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/338	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Syndicats d'énergie • Entreprise privée • Entreprise portée par le milieu agricole • Association
	Hydroélectricité : aides à la décision et aides à l'investissement	https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/397	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Syndicats d'énergie • Entreprise privée • Particulier • Association
	Solaire thermique	Aide aux études : https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/684 Aide à l'investissement : https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/685	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Syndicats d'énergie • Entreprise privée • Un maître d'ouvrage du secteur résidentiel collectif, du secteur médical et paramédical, du secteur de l'hébergement familial de tourisme et de loisirs, du secteur tertiaire, du secteur agricole • Association
	Plan Bois et développement local	Chaufferie bois – Aide aux études https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/437 Chaufferie bois – Aide à l'investissement https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/434 Développement des réseaux de chaleur alimentés par une énergie renouvelable – Aides aux études https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/431 Développement des réseaux de chaleur alimentés par une énergie renouvelable – Aides à l'investissement https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/435 Plateformes de stockage – Aide à l'investissement https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/436	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Syndicats d'énergie • Bailleur social • Société civile immobilière à fiscalité propre • Syndicat de copropriétaires • Etablissement d'enseignement • Coopérative agricole et forestière • Entreprise agricole, forestière, industrielle, tertiaire ou de service • Association
	Soutien aux animations de filières thématiques et au réseau régional d'animateurs énergies renouvelables	https://www.bourgognefranchecomte.fr/node/433	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Syndicats d'énergie • Chambre consulaire



	Aide	Informations	Maîtres d'ouvrage éligibles
Aides régionales	Accompagner le développement des projets EnR par la sensibilisation, l'information et l'acceptation de projets et la mobilisation de l'épargne citoyenne	https://www.bourgognefranche-comte.fr/node/432	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Entreprise publique ou établissement public • Syndicats d'énergie • Entreprise privée • Entreprise portée par le milieu agricole
	Performance environnementale	https://www.bourgognefranche-comte.fr/node/428	<ul style="list-style-type: none"> • PME-PMI
	Effilogis	http://www.ffmpeg.fr/	<ul style="list-style-type: none"> • Organisme public • Bailleur social • Organisme privé • Particulier
	AAP « Tri à la source des biodéchets en Bourgogne-Franche-Comté »	https://appelsaprojets.ademe.fr/aap/BiodechBFC2019-85#resultats	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales
	Appel à projets « Récupération de chaleur fatale en Bourgogne-Franche-Comté »	https://bourgogne-franche-comte.ademe.fr/actualites/appels-projets/aap-recuperation-de-chaleur-fatale-2019/2020-en-bourgogne-franche-comte	<ul style="list-style-type: none"> • Les projets ciblés sont prioritairement ceux permettant une valorisation de chaleur fatale supérieure à 1 GWh et ayant fait l'objet d'études de faisabilité préalables
	Appel à projets « Contrat de développement des énergies thermiques en Bourgogne-Franche-Comté »	https://bourgogne-franche-comte.ademe.fr/actualites/appels-projets/aap-contrat-de-developpement-des-energies-renouvelables-thermiques-en-bourgogne-franche-comte	<ul style="list-style-type: none"> • Personnes morales publiques • Bailleur social • Entreprises, associations, etc.
Aides départementales	Soutien au développement des installations de chaufferies automatiques au bois et de leurs réseaux de chaleur	Guide des aides : https://www.haute-saone.fr/index.php/nos-e-services/guide-des-aides/	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivités territoriales • Syndicats • Bailleur social • Association (pour son patrimoine propre)
	Aide aux investissements pour l'amélioration de la performance énergétique des exploitations agricoles (dont développement des EnR)	Guide des aides : https://www.haute-saone.fr/index.php/nos-e-services/guide-des-aides/	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculteurs exerçant à titre principal leur activité agricole sur le département ou leur groupement (CUMA, structures collectives), à jour de leurs obligations fiscales, sociales et environnementales.
	Aides du SIED 70	<ul style="list-style-type: none"> • Bois énergie : aide aux études de faisabilité, aides à l'investissement • Photovoltaïque : aide à l'investissement pour l'autoconsommation avec vente du surplus • Géothermie : aide à l'investissement • Solaire thermique : aide à l'investissement Source : Guide des participations financières du SIED 70	<ul style="list-style-type: none"> • Communes et EPCI du territoire

5. ANNEXES



5.1. CONTACTS

Organisme	Nom	Fonction/service
ADERA	Fabrice BOUVERET	Conseiller en énergies renouvelables et maîtrise de l'énergie
ATMO BFC	Benjamin PAUC	Référent animation territoriale
BRGM	Clément DONEY	Ingénieur d'études / hydrogéologue
Chambre d'agriculture	Damien JOLISSAINT	Conseiller bois et forêt
	Julien PARTY	Conseiller Energie
Chambre de commerce et d'industrie	<u>Eric</u> CENDRE	Environnement
COFOR 70	Mickaël POISSONNET	Directeur Adjoint
DDT 70	Isabelle MOUSSIN	Représentation Territoriale Ouest
ERIC LOUISOT	<u>Eric Louisot</u>	Gérant
FIBOIS	Laura ROUVELIN	Chargée de mission bois énergie
<u>GrDF</u>	Jean-Charles COLLIN	Conseiller en énergies renouvelables et maîtrise de l'énergie
Habitat 70	Olivier ROSAT	Directeur général adjoint
PETR Pays Graylois	Emmanuel DEPRIESTER	Chargé de projets « énergie-climat »
SIED 70	Céline CHAPELLE	Chargée de mission MDE - <u>EnR</u>
	M.TONGHINI	Directeur
SILAC	Xavier HUTINET	Responsable technique
SYTEVOM	Christophe MAS	Responsable du Pôle Prévention - Projets - Nouvelles Filières

Figure 88. *Contacts pris au cours de l'étude*

5.2. LISTE DES COMMUNES DU TERRITOIRE

Code INSEE	Commune	Population (2015)	Superficie (ha)
70032	ATTRICOURT	43	616
70124	CHAMPTONNAY	98	521
70402	OYRIERES	409	1425
70185	CRESANCEY	198	994
70204	DENEVRE	178	584
70027	ARGILLIERES	78	969
70003	ACHEY	71	714
70218	ESMOULINS	143	432
70043	AUVET-ET-LA-CHAPELOTTE	256	1414
	PIERRECOURT	107	1546
70026	ARC-LES-GRAY	2562	1199
70368	MONTOT	142	995
70220	ESSERTENNE-ET-CECEY	416	1139
70422	POYANS	141	1193
70211	ECUELLE	81	575
70331	MANTOCHE	480	1692
70100	BROYE-LES-LOUPS-ET-VERFONTAINE	119	698
70041	AUTREY-LES-GRAY	387	3199
70523	VARS	203	1598
70122	CHAMPLITTE	1750	12900
70305	LŒUILLEY	111	562
70406	PERCEY-LE-GRAND	98	1390
70225	FAHY-LES-AUTREY	122	614

70183	COURTESOULT-ET-GATEY	61	1024
70297	LARRET	60	573
70280	GRAY-LA-VILLE	1008	404
70529	VELET	390	587
70446	RIGNY	612	1302
70528	VELESMES-ECHEVANNE	514	2233
70247	FOUVENT-SAINT-ANDOCHE	229	3474
70198	DAMPIERRE-SUR-SALON	1315	1884
70058	BEAUJEU-SAINT-VALLIER-PIERREJUX-ET-QUITTEUR	941	3584
70389	NOIRON	57	559
70018	ANCIER	493	464
70371	MONTUREUX-ET-PRANTIGNY	209	1192
70279	GRAY	5872	2024
70265	GERMIGNEY	173	1539
70054	BATTRANS	227	542
70302	LIEUCOURT	82	467
70201	DELAIN	226	1216
70546	VEREUX	252	896
70461	SAINT-BROING	118	983
70024	APREMONT	479	1438
70030	ARSANS	52	264
70505	LE TREMBLOIS	188	533
70132	CHARGEY-LES-GRAY	840	1663
70125	CHAMPVANS	195	735
70376	NANTILLY	497	998
70252	FRAMONT	177	1150

70080	BOUHANS-ET-FEURG	264	1022
70542	VENERE	225	802
70088	BOURGUIGNON-LES-LA-CHARITE	125	428
70274	GRANDECOURT	41	344
70557	VILLEFRANCON	141	555
70156	CITEY	100	578
70540	VELLOREILLE-LES-CHOYE	78	413
70394	ONAY	67	670
70130	CHARCENNE	350	729
70533	VELLEFREY-ET-VELLEFRANGE	119	702
70301	LIEFFRANS	60	435
70257	FRETIGNEY-ET-VELLOREILLE	740	2254
70342	MERCEY-SUR-SAONE	136	771
70231	FERRIERES-LES-RAY	37	379
70099	BROTTE-LES-RAY	75	509
70440	RECOLOGNE	32	125
70466	SAINT-LOUP-NANTOUARD	110	766
70438	RAY-SUR-SAONE	210	803
70369	MONT-SAINT-LEGER	56	489
70574	VOLON	66	570
70299	LAVONCOURT	331	554
70481	SAVOYEUX	223	611
70289	IGNY	186	978
70471	SAINTE-REINE	34	617
70251	FRANCOURT	110	674
70230	FEDRY	99	862

70520	VANNE	97	993
70527	VAUX-LE-MONCELOT	74	703
70549	LA VERNOTTE	74	525
70531	VELLECLAIRE	110	414
70525	VAUCONCOURT-NERVEZAIN	225	1808
70340	MEMBREY	252	1105
70491	SEVEUX-MOTEY	485	1998
70255	FRESNE-SAINT-MAMES	515	987
70129	LA CHAPELLE-SAINT-QUILLAIN	149	1019
70222	ETRELLES-ET-LA-MONTBLEUSE	83	618
70538	VELLEMOZ	83	440
70502	TINCEY-ET-PONTREBEAU	87	684
70282	GY	1119	2497
70479	SAUVIGNEY-LES-GRAY	109	1068
70366	VILLERS-CHEMIN-ET-MONT-LES-ETRELLES	121	751
70499	THEULEY	108	763
70253	FRASNE-LE-CHATEAU	315	1270
70521	VANTOUX-ET-LONGEVILLE	175	970
70511	VAITE	217	939
70442	RENAUCOURT	108	622
70448	ROCHE-ET-RAUCOURT	162	1343
70037	AUTET	290	1120
70152	CHOYE	486	1431
70053	LES BATIES	81	764
70022	ANGIREY	146	916

70539	VELLEXON-QUEUTREY-ET-VAUDEY	486	2522
70039	AUTOREILLE	324	996
70568	VILLERS-VAUDEY	65	542
70237	FLEUREY-LES-LAVONCOURT	100	954
70463	SAINT-GAND	134	1603
70104	BUCEY-LES-GY	624	2142
70514	VALAY	694	1732
70443	LA GRANDE-RESIE	83	465
70444	LA RESIE-SAINT-MARTIN	156	352
70480	SAUVIGNEY-LES-PESMES	159	634
70151	CHEVIGNEY	36	504
70510	VADANS	141	1292
70408	PESMES	1124	1861
70101	BROYE-AUBIGNEY-MONTSEUGNY	474	2562

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 CO₂ 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 gCO₂ évités/kWh a été retenue dans le cadre du Grenelle de l’environnement c’est également la valeur que nous retiendrons.

La valeur de 500 gCO₂/kWh a été retenue pour le chauffage électrique (note ADEME-RTE sur le contenu CO₂ du chauffage électrique en France).

La répartition des modes de chauffage de l’eau chaude sanitaire et des logements nous indique les rejets de CO₂/kWh en valeur moyenne pour les maisons et les logements collectifs :

Aussi, il est possible de retenir :

- pour les logements collectifs : une valeur moyenne de 130 gCO₂ évités/kWh pour la substitution de la production de l’eau chaude sanitaire et de 241 gCO₂ évités/kWh pour le chauffage,
- pour les maisons individuelles : une valeur moyenne de 90 gCO₂ évités/kWh pour la substitution de la production de l’eau chaude sanitaire et de 288 gCO₂ évités/kWh pour le chauffage.

Attention, on ne retient que la part de la production d’énergie renouvelable pour calculer les rejets de CO₂ 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 a un COP de 3 en moyenne).

5.3. REJETS DE CO₂ EVITÉS PAR EnR

L’objectif est de préciser les hypothèses qui ont été prises et le mode de calcul adopté afin de quantifier les rejets de CO₂ évités par les filières énergies renouvelables.

5.3.1. LES FILIERES ELECTRIQUES

CO₂ ÉVITÉ

Lorsqu’un kilowattheure électrique (kWh) est produit par une installation d’énergie renouvelable, le gain d’émissions CO₂ réalisé dépend directement du moyen de production qui aurait été employé pour satisfaire une demande ou une production équivalente.

5.3.2. LES FILIERES THERMIQUES

CO₂ ÉVITÉ

Pour l’eau chaude sanitaire, les valeurs nominales ont été prises pour les énergies fossiles, la valeur de 40 gCO₂/kWh a été retenue pour l’ECS électrique (note ADEME-RTE sur le contenu CO₂ du kWh en méthode marginale qui précise qu’en période de creux de nuit un incrément de consommation n’entraîne pas d’émissions de CO₂ supplémentaires). Cette valeur de 40 gCO₂/kWh a été également reprise dans la méthode bilan carbone de l’ADEME.

Pour le calcul de la valeur moyenne des émissions de CO₂ du chauffage, les valeurs nominales ont été prises pour les énergies fossiles :

- 235 gCO₂/kWh pour le gaz naturel,
- 270 gCO₂/kWh pour le gaz propane,
- 329 gCO₂/kWh pour le fioul.

L’empilement des moyens de production
Exemple d’une journée de forte consommation en hiver

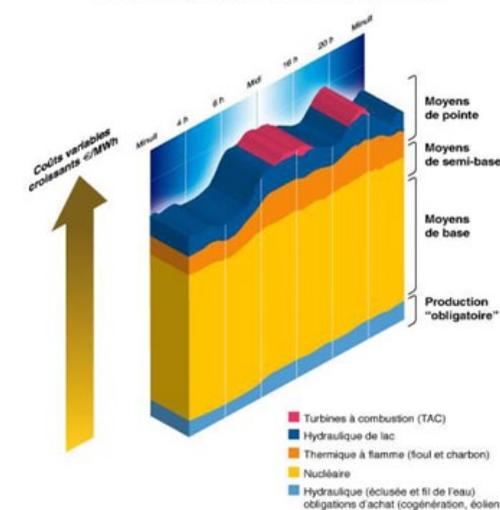


Figure 89. Empilement des moyens de production (EDF R&D – Février 2008)

