



PAYS DE SAVERNE
PLAINE ET PLATEAU



**Engager une démarche
de planification énergétique
à l'échelle de sa commune**

**et définir ses zones d'accélération
des énergies renouvelables**

le ***fascicule*** pour faire le point sur les ENR

Introduction

Ce fascicule est un des outils proposés par le PETR Pays de Saverne, Plaine et Plateau pour accompagner les communes dans une démarche de planification énergétique et les aider à définir les zones d'accélération prévues par la loi.

Il fait un tour d'horizon des principales sources d'énergie renouvelable en synthétisant différentes sources d'information nationales (ADEME, AMORCE...) et en les mettant en perspective avec notre territoire (SCOT, PCAET, Schéma Directeur).

Le kit complet comprend

- Un guide pas à pas pour engager sa démarche
- Un fascicule d'information sur les énergies renouvelables avec mise en perspective avec les objectifs du PCAET
- Un état des lieux consommation-production de votre commune en termes énergétiques
- L'outil Accél'EnR de l'association AMORCE et ses tutoriels
- Les outils proposés par l'Etat pour vous aider dans la définition de vos zones d'accélération
- Un site internet pour la concertation

SOMMAIRE

I. - Le Plan Climat Air Energie Territorial du Pays de Saverne, Plaine et Plateau	5
I. 1. - Diagnostic	5
I. 2. - Stratégie	7
I. 3. - Objectif en termes de production ENR	8
I. 4. - Le Schéma Directeur des Energies Renouvelables (SDENR) ..	9
II. - Le SCOT du Pays de Saverne, Plaine et Plateau approuvé le 14/11/2023	9
III. - Analyse par filière	11
III. 1. - Solaire photovoltaïque	11
III. 2. - Solaire thermique	26
III. 3. - Eolien	29
III. 4. - Petite Hydraulique	34
III. 5. - Méthanisation	36
III. 6. - Géothermie	40
IV. - Réseau de chaleur	45
IV. 1. - Une compétence communale	45
IV. 2. - Principe de fonctionnement	45
IV. 3. - Les atouts d'un réseau de chaleur	47
IV. 4. - Quel est le seuil de viabilité ?	48

I. - Le Plan Climat Air Energie Territorial du Pays de Saverne, Plaine et Plateau

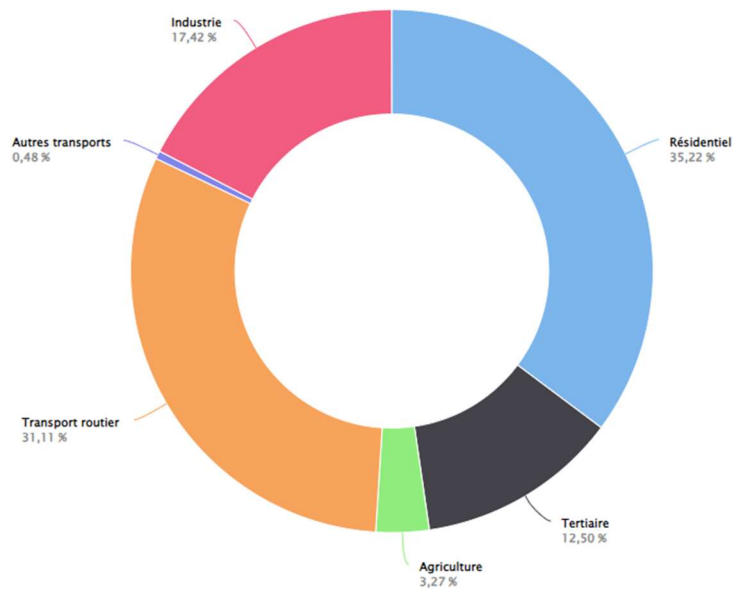
I. 1. - Diagnostic

I. 1. 1.- Consommation énergétique

Le résidentiel et le transport routier représentent les 2/3 de nos consommations

Consommation d'énergie finale CVC par secteur (ATMO Grand Est Invent'Air) 2021

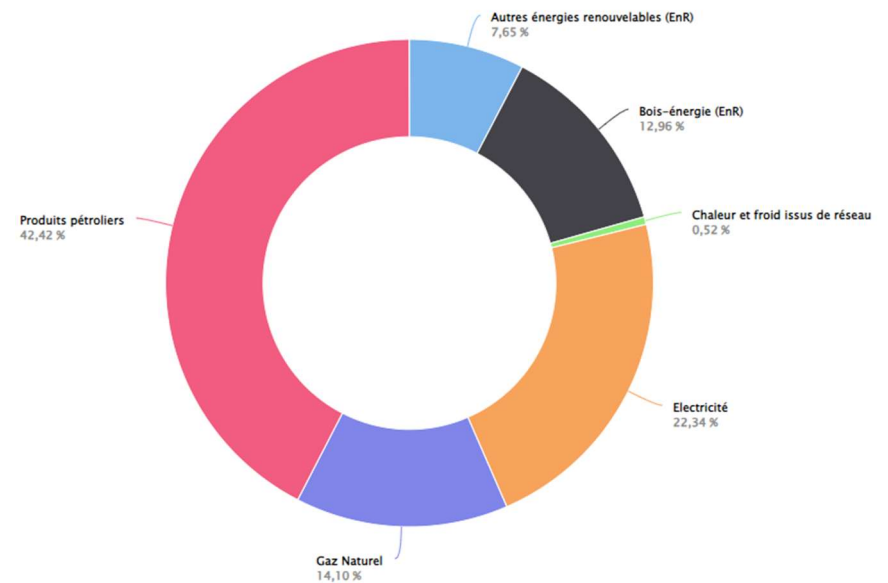
MWh [valeurs négatives non affichées]



56% de notre énergie consommée est d'origine fossile

Consommation d'énergie finale CVC par source (ATMO Grand Est Invent'Air) 2021

MWh [valeurs négatives non affichées]

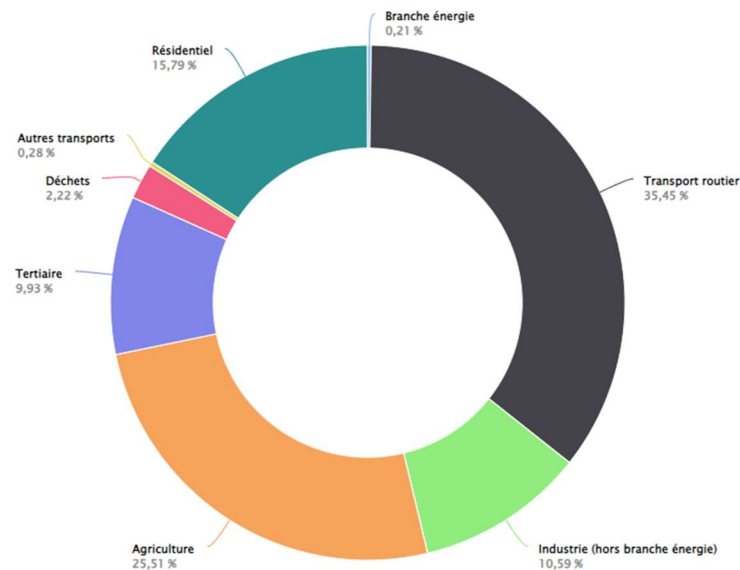


I. 1. 2.- Emissions de Gaz à effet de serre (GES)

Les 3/4 de nos émissions proviennent du transport routier, de l'agriculture et du résidentiel

Emissions directes et indirectes de GES par secteur (ATMO Grand Est Invent'Air) 2021

tco2e [valeurs négatives non affichées]



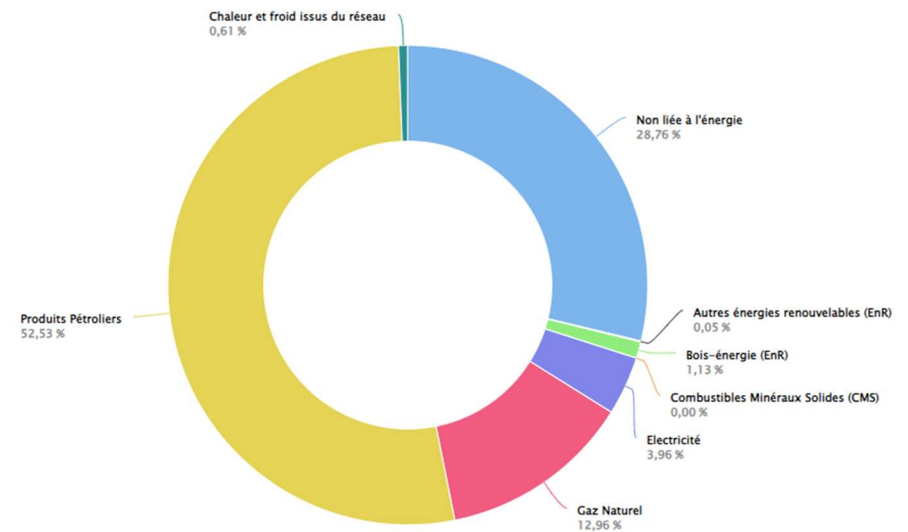
Selon les secteurs, le CO2 représente 96 à 98% des émissions de GES, sauf pour l'agriculture :

- 10% de CO2 (dioxyde de carbone)
- 53% de CH4 (méthane)
- 38% de N2O (protoxyde d'azote)

Les énergies fossiles pèsent très lourd dans nos émissions

Emissions directes et indirectes de GES par source (ATMO Grand Est Invent'Air) 2021

tco2e [valeurs négatives non affichées]



Télécharger le diagnostic complet : <http://f.paysdesaverne.fr/AYBGW>

I. 2. - Stratégie

Compatible avec le SRADDET de la Région Grand-Est, la stratégie du PCAET vise la neutralité carbone à 2050.

Elle repose sur 4 piliers :

1. Une **baisse de nos consommations** d'énergie
 - -36% en 2030
 - - 55% en 2050
2. Une **baisse de nos émissions de GES**
 - - 49% en 2030
 - - 73% en 2050
3. La préservation et le **développement du puits carbone naturel** pour atteindre une capacité de séquestration carbone de 200 000 tCO₂e en 2050
4. **L'augmentation de notre production d'ENR** pour atteindre 1250GWh en 2050, soit 102% de notre consommation.



Télécharger la stratégie complète : <http://f.paysdesaverne.fr/C3QHJ>

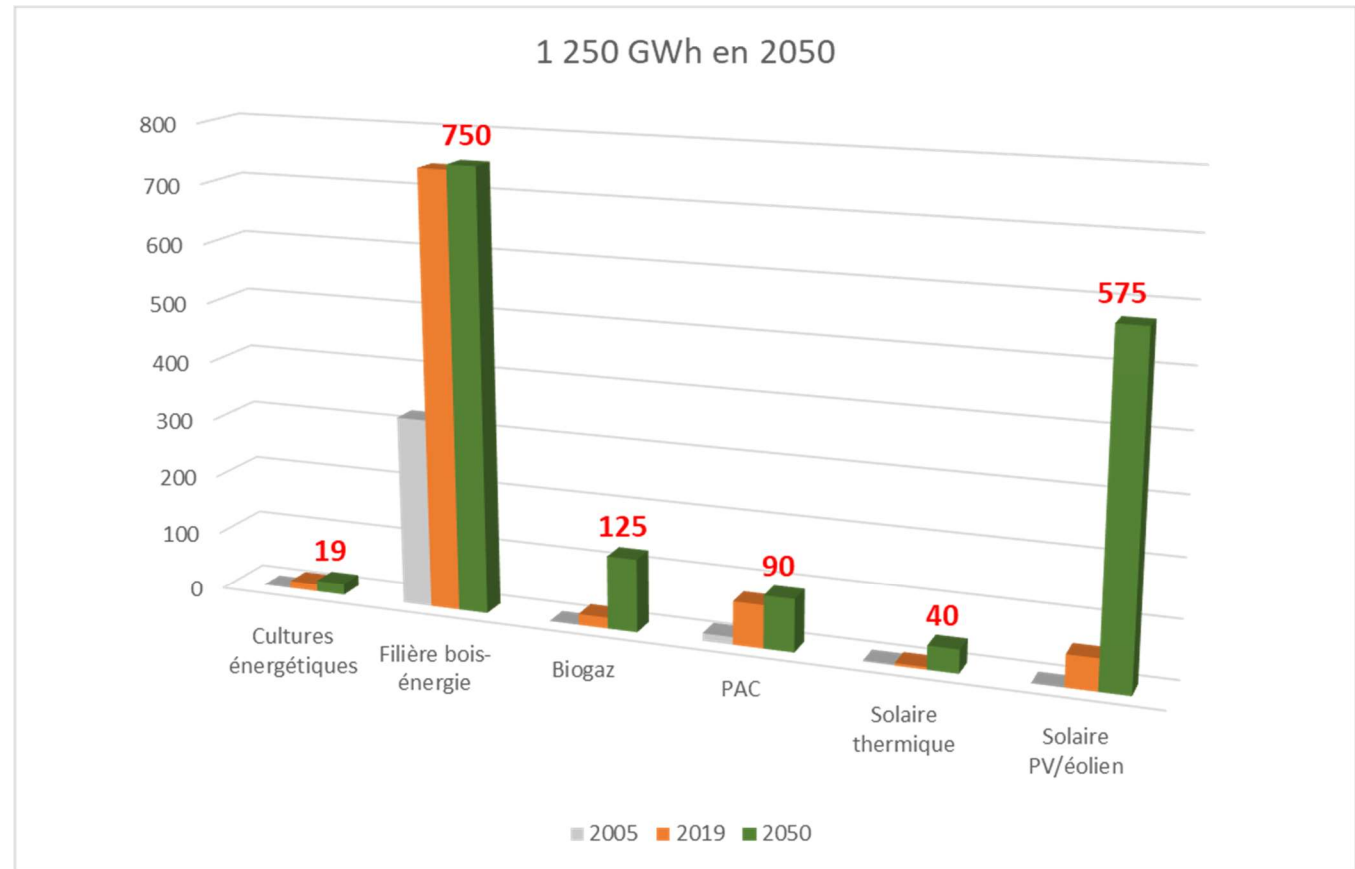
I. 3. - Objectif en termes de production ENR

2019/2050

Biogaz : **x7**

Solaire thermique : **x10**

PV/éolien : **x10**



I. 4. - Le Schéma Directeur des Energies Renouvelables (SDENR)

Le PETR a fait réaliser un schéma directeur des énergies renouvelables qui constitue une source d'information très utile pour identifier les principaux gisements sur le territoire ainsi que les caractéristiques et contraintes de chaque filière ENR.



Télécharger le Schéma directeur des ENR : <http://f.paysdesaverne.fr/G18KZ>

Un court résumé des conclusions, filière par filière, est proposé dans la partie III ci-après.

II. - Le SCOT du Pays de Saverne, Plaine et Plateau approuvé le 14/11/2023

Objectif 12 : Une transition écologique et climatique

12.1.b. Développer les énergies renouvelables

En matière d'énergie renouvelable, l'ambition du Pays de Saverne Plaine et Plateau est d'avoir un mix énergétique 100% décarboné en 2050. Pour cela, il est nécessaire de développer de manière massive la production d'énergie renouvelable de manière organisée en tenant compte notamment des continuités écologiques et des perceptions paysagères caractéristiques de l'identité territoriale.

Afin de limiter la consommation foncière et d'éviter les conflits d'usages, la production d'énergie **photovoltaïque** est favorisée sur des surfaces déjà artificialisées :

- sur les bâtiments tertiaires, d'activités industrielles, surfaces commerciales, etc. ;
- sur les zones de stockage des entreprises ;
- sur les toitures d'habitations, tout en prenant en compte le caractère du bâti ;
- sur des ombrières de parking ;
- sur les délaissés routiers et autoroutiers ;
- sur des productions agricoles selon les critères définis dans l'objectif 1.2, et ;
- sur les friches à remobiliser ou espaces sous utilisés si ceux-ci ne peuvent être mobilisés pour d'autres usages (en cas de pollution...).

Les impacts fonciers des installations de production d'énergie photovoltaïque au sol ne respectant pas ces critères doivent être considérées au regard des capacités foncières à vocation économiques définies par le SCoT (cf. objectif 1.1).

L'intégration paysagère des centrales photovoltaïques au sol sera soignée et tout particulièrement les vues arrière, Est et Ouest de la centrale au sol (ex. : mise en place d'une haie végétale avec des essences locales si des covisibilités existent depuis une route, un chemin ou un point de vue.)

Le SCoT souhaite favoriser le développement des installations solaires photovoltaïques individuelles en autoconsommation ainsi que les installations d'autoconsommation collectives, sur des bâtiments disposant de modes d'occupation complémentaires (bureaux et maison de retraite/logements...). Pour ces dernières, l'objectif est d'optimiser les surfaces utilisées sans les restreindre en permettant d'augmenter la part autoconsommation dans les différents bâtiments.

Le développement des dispositifs d'énergie **éolienne** est encouragé malgré les contraintes réglementaires (notamment celles liées à la zone VOLTAC) qui restreignent très fortement les zones potentiellement mobilisables.

Le SCoT soutient le développement de la **méthanisation** des matières organiques locales par le développement des équipements qui y sont nécessaires :

- en tenant compte de la proximité des gisements locaux, des unités de méthanisation déjà existantes ainsi que des possibilités réelles de valorisation de l'énergie produite (notamment par les possibilités de consommation de la chaleur, d'injection dans le réseau de gaz naturel, etc.) ;
- en reconnaissant, ces installations, comme nécessaires à l'activité agricole impliquant des conditions d'implantation identiques à celles des bâtiments agricoles.

L'ambition en matière de **bois-énergie** est d'améliorer le rendement des systèmes de chauffage au bois, permettant d'augmenter la quantité d'énergie produite à quantité de matière première quasi-identique. L'augmentation du rendement en chauffage de cette énergie est notamment liée au conditionnement dans les documents d'urbanisme locaux permettant le développement d'un réseau de chaleur, permettant une augmentation des secteurs desservis par des chaufferies. Le bois énergie sera également favoriser en incitant les propriétaires à porter leur choix sur des équipements peu émissifs et labélisés Flamme Verte 7 étoiles ou plus, suivant l'évolution du label, qui engage les fournisseurs d'équipements au bois énergie à s'améliorer continuellement.

Les **ouvrages hydrauliques** existants sont entretenus et maintenus. Leur maintien est néanmoins apprécié suivant leur capacité à maintenir, voire, à restaurer la continuité écologique des cours d'eaux. L'équipement à vocation de production énergétique de petits seuils tels que les anciens moulins ou les ouvrages existants, mais ne produisant pas à ce jour d'électricité (barrages de navigation, barrages d'alimentation en eau potable), est encouragé.



Tous les éléments du SCOT sont consultables sur <https://www.paysdesaverne.fr/>

III. - Analyse par filière

III. 1. - Solaire photovoltaïque

Le site de référence : <https://www.photovoltaique.info/>

III. 1. 1.- Données générales

(a) La technologie

L'effet photovoltaïque, découvert en 1839 par le français Edmond Becquerel, désigne la capacité que possèdent certains matériaux, notamment les semi-conducteurs, à convertir directement les différentes composantes de la lumière du soleil (et non sa chaleur) en électricité. Le plus connu d'entre eux est le silicium cristallin qui est utilisé aujourd'hui par 90% des panneaux produits dans le monde, mais il existe de nombreuses autres technologies déjà industrialisées, comme les couches minces, ou en phase de recherche. Gratuité, innocuité, accessibilité, sécurité, fiabilité, modularité, flexibilité : la conjugaison de ces qualités dont le photovoltaïque dispose fait que ses domaines d'application sont extrêmement divers et peuvent répondre à une grande variété de besoins dans toutes sortes de situations, d'autant plus que les différentes technologies de fabrication des modules qui sont aujourd'hui disponibles et qui le seront demain grâce aux nombreux axes recherche de l'industrie permettent d'adapter le système photovoltaïque aux caractéristiques du lieu et à l'utilisation prévue de l'électricité produite.

photovoltaïque.info



(b) Quelques ordres de grandeur

En Alsace, avec les panneaux actuels et en exposition standard, on peut retenir, en première approche, les hypothèses suivantes :

- Puissance installée de 200Wc/m² de panneaux,
- Production de 1000kWh/kWc sur une année
- Soit environ 200kWh/m² sur une année

Pour un projet, il est possible d'affiner ces estimations avec PVGIS (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/) service en ligne gratuit proposé par la Commission Européenne.

(c) Prix des installations

Le prix des installations au kWc installé varie du simple au triple selon la taille des installations. Pour autant, dès lors qu'on dispose d'une surface correctement orientée, il existe un modèle économique viable du kit d'autoconsommation de 400Wc à la Centrale solaire de plusieurs dizaines de GWc. Il ne faut donc négliger aucune voie.

Photovoltaïque.info présente des ordres de grandeur de prix en €/Wc (prix « matériel et pose » constatés en moyenne nationale 2022) en constatant des coûts plus importants, parfois jusqu'à 30% supérieurs, dans le nord de la France.

	En toiture	En ombrière	Au sol
< 3 kWc	2.1 à 2.5 € HT/Wc		
3 à 9 kWc	1.7 à 2.1 € HT/Wc		
9 à 36kWc	1.2 à 1.7 € HT/Wc		
36 à 100 kWc	1.0 à 1.2 € HT/Wc	1.2 à 1.4 HT/Wc	
100 à 500 kWc	0.9 à 1.0 € HT/Wc	1.05 à 1.2 HT/Wc	
> 500 kWc	< 0.9 € HT/Wc	0.95 à 1.05 HT/Wc	
1 à 10 MWc			0.9 à 1.0 HT/Wc
> 10 MWc			0.8 à 0.9 HT/Wc

(d) Valorisation de l'énergie

Les dispositifs nationaux de soutien à la production d'électricité photovoltaïque font appel à deux mécanismes différents, en fonction de la puissance de l'installation photovoltaïque considérée :

- le tarif d'achat en guichet ouvert, pour les installations de puissance inférieure ou égale à 500 kWc ;
- les appels d'offres pour les installations de puissance supérieure à 500 kWc, opérés par la Commission de Régulation de l'Energie (CRE).

Au sein de ces deux mécanismes, il est possible de valoriser sa production par la vente de l'électricité photovoltaïque ou par son autoconsommation pour une durée de contrat égale à 20 ans.

Dans tous les cas où l'électricité est vendue en bénéficiant d'un soutien financier national (guichet ouvert ou appel d'offre), cette électricité est vendue à un acheteur obligé (généralement EDF OA, sinon une entreprise locale de distribution).

En guichet ouvert, le tarif d'achat retenu est celui du trimestre au cours duquel une demande complète de raccordement a été envoyée au gestionnaire du réseau. Une fois sécurisé, le tarif d'achat d'un projet n'est plus affecté par l'évolution trimestrielle (hors demande de modification de trimestre tarifaire). Il est néanmoins indexé chaque année selon un coefficient L durant les 20 ans du contrat.

Conditions :

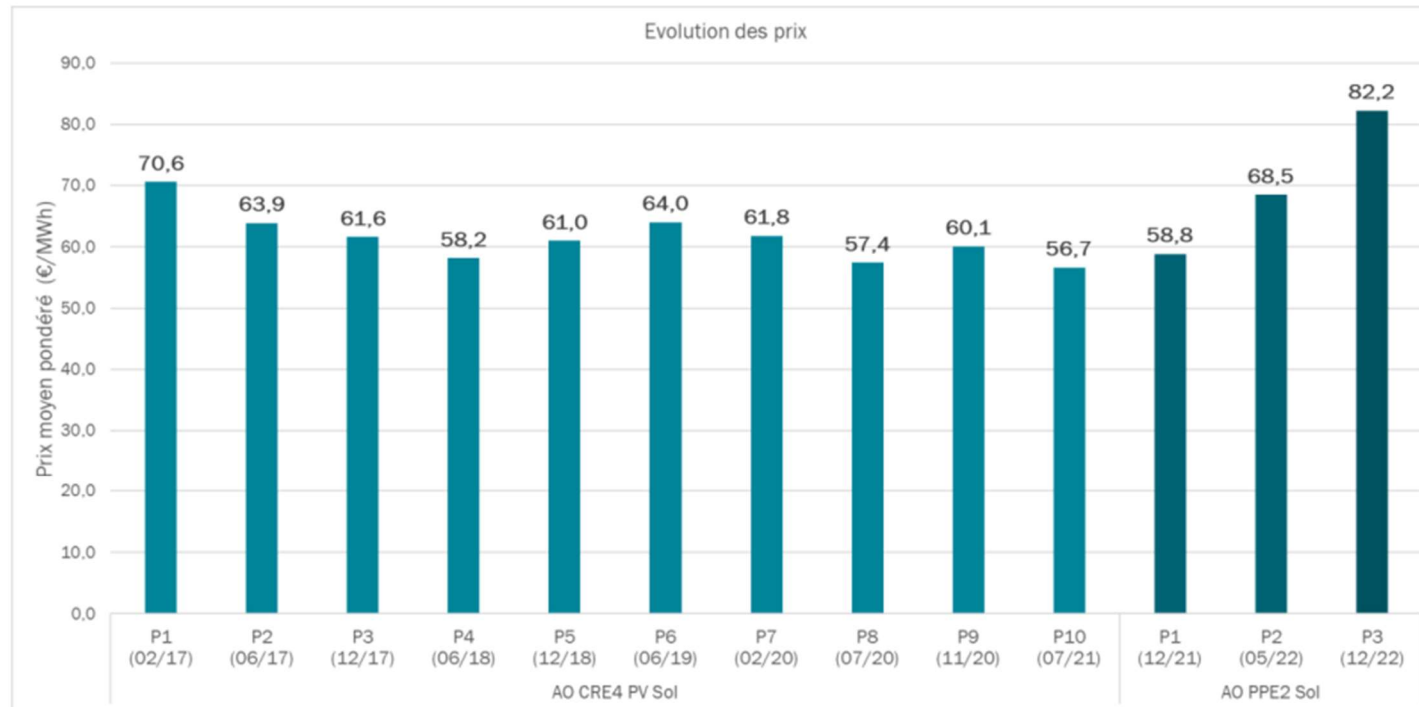
- vente avec injection de la totalité ou du surplus (autoconsommation individuelle ou collective) ;
- puissance ≤ 500 kWc ;
- implantation sur bâtiment, hangar ou ombrière (inclut les serres agricoles, les préaux, l'utilisation pour loger les animaux, l'utilisation pour abriter des animaux dans un lieu clos et les volières)
- obligation de qualification ou certification professionnelle de l'installateur ;
- bilan carbone inférieur à 550 kg eqCO₂/kWc pour les installations supérieures à 100 kWc.

Tarif en centimes d'euros par kWh, hors TVA
01/02 au 30/04/2023

	Revente totale (c€/kWh)	Autoconsommation	
		Vente surplus (c€/kWh)	Prime (€/Wc)
< 3 kWc	23,49	13,13	0,50
3 à 9 kWc	19,96	13,13	0,37
9 à 36kWc	14,30	7,88	0,21
36 à 100 kWc	12,43	7,88	0,11
100 à 500 kWc	$12,87 \times K_{N-2}/K_N$	$12,87 \times K_{N-2}/K_N$	

Pour les installations de 100 à 500kWc, le tarif est indexé à l'évolution sur deux trimestres d'un coefficient K_N (indexation indice INSEE) égal à l'augmentation relative de sept indices sur la période considérée.

Pour des puissances supérieures à 500 kWc, l'électricité photovoltaïque est valorisée, dans la majorité des cas, dans le cadre des appels d'offres de la commission de régulation de l'énergie (CRE) dont les modalités dépendent de la puissance et de l'implantation de l'installation photovoltaïque.



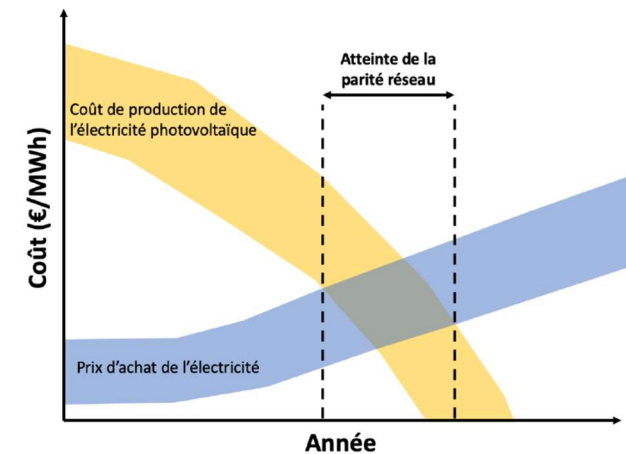
Prix moyen pondéré de l'ensemble des dossiers que la CRE a retenu dans ses appels d'offres (€/MWh)

Il convient de noter que, si le producteur souhaite vendre intégralement sa production, il peut aussi choisir de la vendre à un acheteur privé sous forme de contrat de gré à gré ou PPA (Power Purchase Agreement)

(e) L'autoconsommation

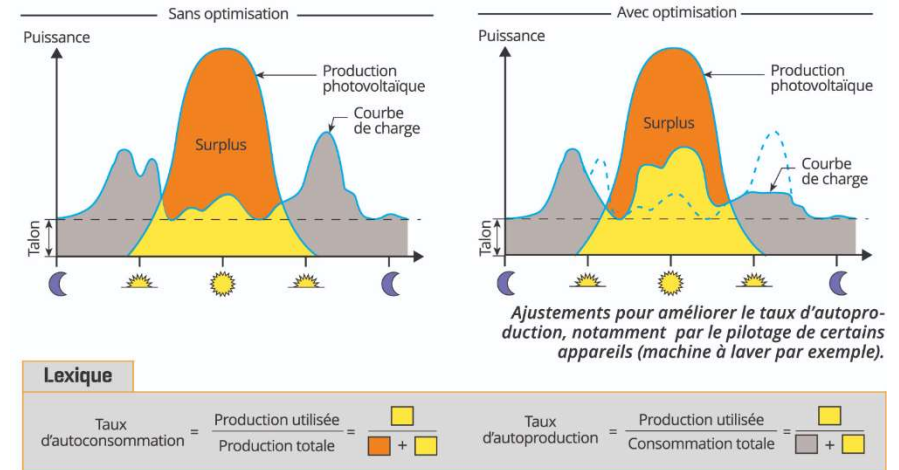
Selon l'association AMORCE, « la rentabilité d'une opération d'autoconsommation est basée sur l'atteinte de la parité réseau pour l'énergie concernée, c'est-à-dire du point où le prix complet de production de l'électricité renouvelable (Levelized Cost of Electricity ou LCOE) devient inférieur au prix de détail toutes taxes comprises de l'électricité fournie par le réseau. Dans ce cas, il devient plus intéressant d'investir dans une installation en autoconsommation que d'acheter la totalité de son électricité auprès d'un fournisseur. »

Avec l'augmentation régulière des prix de l'électricité et la baisse constante des coûts de production de l'électricité photovoltaïque, cette parité réseau était atteinte pour beaucoup de consommateurs dès 2020 ; la crise énergétique de 2022 a rendu ce modèle particulièrement intéressant.



Le consommateur peut optimiser son taux d'autoconsommation en changeant ses habitudes

Depuis octobre 2021 (arrêté tarifaire S21), l'alignement du tarif de rachat du surplus sur les opérations d'autoconsommation et du tarif en revente totale sur les installations de 100 à 500 kWc (500 à 2500m² de panneaux) doit nous encourager à maximiser les surfaces couvertes et anticiper ainsi sur les besoins en électricité qui seront croissants au fur et à mesure que les énergies fossiles diminueront dans le mix énergétique, même avec des efforts de sobriété énergétique prévus au PCAET (-50% en 2050 par rapport à 2017)



Rappelons qu'une facture d'électricité peut se décomposer en 4 grandes composantes :

- Abonnement HT
- Fournitures d'énergie (nb de kWh x coût unitaire HT)
- Contributions et taxes
- TVA

Selon que l'on soit en autoconsommation individuelle ou collective, l'impact sur la facture ne sera pas identique.

Autoconsommation individuelle



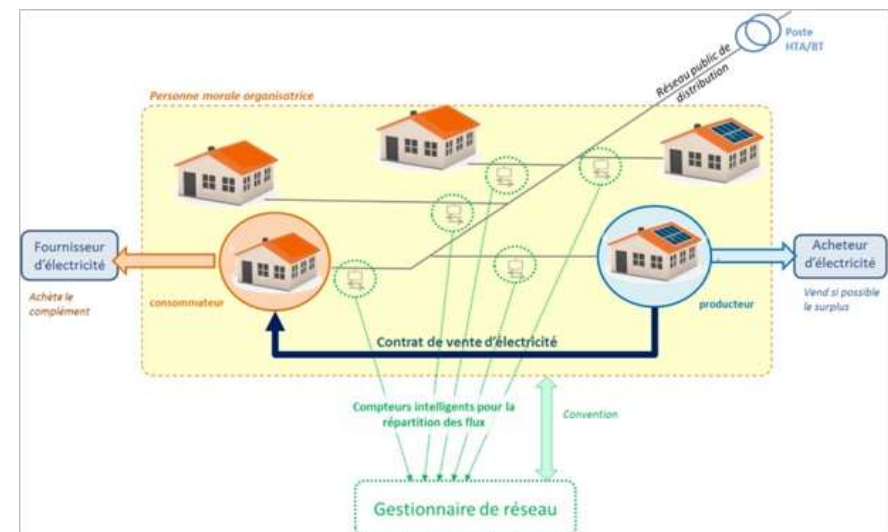
Toute l'énergie autoproduite vient en déduction des kWh soutirés sur le réseau de distribution. Cette part autoproduite n'est pas assujettie aux contributions et taxes, ni à la TVA.

Autoconsommation collective

Art. L315-2 du Code de l'Energie

L'opération d'autoconsommation est collective lorsque la fourniture d'électricité est effectuée entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals liés entre eux au sein d'une personne morale et dont les points de soutirage et d'injection sont situés dans le même bâtiment, y compris des immeubles résidentiels.

Une opération d'autoconsommation collective peut être qualifiée d'étendue lorsque la fourniture d'électricité est effectuée entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals liés entre eux au sein d'une personne morale dont les points de soutirage et d'injection sont situés sur le réseau basse tension et respectent les



critères, notamment de proximité géographique, fixés par arrêté du ministre chargé de l'énergie, après avis de la Commission de régulation de l'énergie.

Pour une opération d'autoconsommation collective étendue, lorsque l'électricité fournie est d'origine renouvelable, les points de soutirage et d'injection peuvent être situés sur le réseau public de distribution d'électricité.

L'activité d'autoconsommation collective ne peut constituer, pour l'autoconsommateur, le consommateur ou le producteur qui n'est pas un ménage, son activité professionnelle ou commerciale principale.

L'arrêté du 21 novembre 2019 fixe les conditions auxquelles doivent répondre les opérations étendues :

- Les points de soutirage et d'injection des participants les plus éloignés doivent être distants de 2 km au maximum, 20Km avec dérogation ;
- En France métropolitaine, la puissance cumulée des installations de production participant à l'opération ne doit pas dépasser 3 MW ;
- Les participants doivent être raccordés sur le réseau public de distribution basse tension.

Un nouvel arrêté du 19 septembre 2023 modifie l'arrêté du 21 novembre 2019 pour étendre le périmètre de l'autoconsommation collective (ACC) dans les zones périurbaines et rurales. Les opérations d'autoconsommation collective pourront désormais s'étendre jusqu'à 10 kilomètres en zones périurbaines et jusqu'à 20 kilomètres en zones rurales.

Les communes pouvant être considérées comme présentant un caractère rural sont celles appartenant aux catégories "bourgs ruraux", "rural à habitat dispersé" et "rural à habitat très dispersé" de la grille communale de densité établie par l'Institut national de la statistique, en vigueur à la date de la demande.

Les communes pouvant être considérées comme présentant un caractère périurbain sont celles appartenant aux catégories "petites villes" et "ceintures urbaines" de la grille communale de densité établie par l'Institut national de la statistique, en vigueur à la date de la demande.

L'électricité achetée aux producteurs réunis dans l'opération d'ACC vient en déduction des des kWh soutirés sur le réseau de distribution. Néanmoins, elle est assujettie aux contributions et taxes, ainsi qu'à la TVA.

Tout l'enjeu réside donc

- à acheter les kWh au sein de l'opération d'ACC en-dessous du prix de vente du kWh chez le fournisseur principal et/ou
- à se protéger de la volatilité et des augmentations à venir en sécurisant une partie de sa consommation à un prix connu à l'avance sur une période longue (10, 15, 20 ans)

Il est par ailleurs tout à fait possible de mixer les deux formules et de valoriser sa production pour partie dans une opération d'autoconsommation individuelle et pour partie dans une opération d'autoconsommation collective.

Exemple :

Un supermarché couvre son parking de panneaux photovoltaïque, il en autoconsomme directement une partie et valorise le surplus dans une opération d'autoconsommation collective, cette énergie sera disponible pour d'autres consommateurs.







Nota :

- une collectivité peut monter une opération d'autoconsommation collective pour son propre patrimoine, on parle d'autoconsommation patrimoniale. L'énergie produite sur la salle des fêtes et un grand parking est valorisée sur l'ensemble des bâtiments de la collectivité, le surplus est revendu.
- En autoconsommation, le consommateur n'est pas forcément l'investisseur propriétaire de la centrale, c'est ce qu'on appelle le tiers-investissement. Dans ce cas, un investisseur finance et réalise la centrale qu'il loue ensuite à un consommateur qui pourra alors bénéficier de la production avec tous les avantages de l'autoconsommation individuelle.

III. 1. 2.- Ce qu'en dit le SDENR

Analyse à l'échelle du PETR

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

INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES		 MAISONS INDIVIDUELLES*	 BATIMENTS**	 EQUIP. CULTURES LOISIRS	 GRANDES TOITURES	 OMBRIERES DE PARKING	 CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE	TOTAL
dans l'existant	nombre :	22 524	4 640	63	1 397	31	74	28 729
	surface de modules :	337 861 m ²	928 936 m ²	31 346 m ²	1 163 829 m ²	132 197 m ²	1 055 977 m ²	3 650 146 m ²
	MWh/an :	70 697	194 378	6 559	233 598	25 838	223 389	754 459 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :	195	6	1	3			204
	surface de modules :	3 897 m ²	599 m ²	293 m ²	6 477 m ²			11 266 m ²
	MWh/an :	612	125	61	1 334			2 133 MWh/an

* 3 kWc par installation dans l'habitat

** Bâtiments collectifs de logements et bâtiments publics et privés

Source : Axceléo

Remarques :

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

Le potentiel théorique sur l'énergie photovoltaïque est le plus important pour la production d'électricité renouvelable toutes filières confondues. Sur le parc existant des toitures et sur les centrales au sol, ce potentiel théorique représente 125% de la consommation d'électricité du territoire en 2018.

III. 1. 3.- Solaire photovoltaïque au sol

(a) Petites installations domestiques (< 3 kWc)

<https://www.choisir.com/energie/articles/166208/guide-complet-du-panneau-solaire-au-sol-pour-particuliers>

Pour l'autoconsommation des ménages, TPE-PME, petits bâtiments publics, la pose de quelques panneaux au sol peut s'avérer une solution

- Economique** car il n'y a pas de travaux en hauteur et parce que on peut réaliser l'installation soi-même avec des kits prêts-à-brancher ;
- Simple** car il n'est pas nécessaire de demander une autorisation sous la triple condition que
 - la puissance crête installée est inférieure à 3 kWc ;
 - la hauteur de la structure panneaux inclus est inférieure à 1,80 m ;

- le logement n'est pas situé en zone protégée.
- **Flexible** car une telle installation est très facilement démontable et déplaçable ce qui la rend accessible à des locataires
Limite : il n'est pas possible de revendre le surplus dans le cadre de l'obligation d'achat, seule l'autoconsommation est possible.

(b) Installations sur des espaces naturels, agricoles et forestiers (hors agrivoltaïsme)

Sur des terrains naturels, agricoles et forestiers, les installations qui ne répondent pas à la définition de l'agrivoltaïsme ne peuvent être autorisées en dehors des surfaces identifiées dans un document-cadre établi par arrêté préfectoral, après consultation de la CDPENAF, des organisations professionnelles intéressées et des collectivités territoriales intéressées (Loi accélération des énergies renouvelables, Art.54)

Sauf cas très particuliers, il n'est donc pas nécessaire, dans le cadre de la définition des zones d'accélération, de s'intéresser au photovoltaïque au sol dans des zones naturelles, agricoles ou forestières. La commune sera consultée par le Préfet dans le cadre de l'élaboration du document-cadre.

Par contre, les friches peuvent être analysées.

(c) Autres installations

On retiendra que, sauf rares exceptions, les installations solaires au sol ne peuvent se faire que sur des espaces artificialisés ou délaissés.

Obligation de valorisation foncier

L'article 4 de la loi du 10/03/2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables prévoit que « Les entreprises publiques et les sociétés dont l'effectif salarié est supérieur à 250 personnes au 1er janvier 2023 établissent un plan de valorisation de leur foncier en vue de produire des énergies renouvelables, au sens de l'article L. 211-2 du code de l'énergie, assorti d'objectifs quantitatifs déclinés par type de production d'énergie, dans un délai de deux ans à compter de la promulgation de la présente loi. Pour les entreprises publiques, ce plan de valorisation est rendu public de manière accessible. »

Il est conseillé de porter une attention particulière aux zones d'activités et de repérer le foncier disponible des entreprises pour une valorisation en premier lieu pour de l'activité économique et, à défaut, pour une production énergétique.

Foncier aux abords des infrastructures de transport

La loi du 10/03/2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables a modifié le code de l'urbanisme et le code des transports afin de faciliter la mobilisation de foncier à proximité des grandes infrastructures de transport.

Voies ferrées

Article L2231-4 – Code des transports

Toute construction, autre qu'un mur de clôture, dont la distance par rapport à l'emprise de la voie ferrée ou, le cas échéant, par rapport à l'ouvrage d'art, l'ouvrage en terre ou la sous-station électrique, est inférieure à un seuil défini par décret en Conseil d'Etat, est interdite.

Cette interdiction ne s'applique pas aux procédés de production d'énergies renouvelables intégrés à la voie ferrée ou installés aux abords de la voie ferrée, dès lors que ces procédés ne compromettent pas la sécurité des circulations ferroviaires, le bon fonctionnement des ouvrages, des systèmes et des équipements de transport ainsi que leur maintenabilité.

Voies navigables

Article L4311-2 code des transports

Dans le cadre de ses missions, Voies navigables de France peut également :

[...]

6° Exploiter, à titre accessoire et sans nuire à la navigation, l'énergie hydraulique au moyen d'installations ou d'ouvrages situés sur le domaine public mentionné à l'article L. 4311-1 du présent code en application des articles L. 511-2 ou L. 511-3 du code de l'énergie et le potentiel de production d'énergies renouvelables sur le domaine public précité et le domaine privé en application de la loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables ;

[...]

Autoroutes et certaines grandes routes

Article L111-6 Code de l'urbanisme

En dehors des espaces urbanisés des communes, les constructions ou installations sont interdites dans une bande de cent mètres de part et d'autre de l'axe des autoroutes, des routes express et des déviations au sens du code de la voirie routière et de soixante-quinze mètres de part et d'autre de l'axe des autres routes classées à grande circulation.

Article L111-7

L'interdiction mentionnée à l'article L. 111-6 ne s'applique pas :

[...]

5° Aux infrastructures de production d'énergie solaire, photovoltaïque ou thermique.

[...]

III. 1. 4.- Solaire photovoltaïque en toitures et ombrières parkings

La loi du 10/03/2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables prévoit

- Solarisation des parcs de stationnement de plus de 1500m² sur au moins 50% de la surface
- production d'énergies renouvelables - ou végétalisation – pour les constructions de bâtiments ou parties de bâtiment
 - à usage commercial, industriel ou artisanal, aux **constructions** de bâtiments à usage d'entrepôt, aux constructions de hangars non ouverts au public faisant l'objet d'une exploitation commerciale et aux constructions de parcs de stationnement couverts accessibles au public, lorsqu'elles créent plus de 500 mètres carrés d'emprise au sol ;
 - à usage de bureaux, lorsqu'elles créent plus de 1 000 mètres carrés d'emprise au sol.

La loi vient élargir les types de bâtiments assujettis à l'obligation de solarisation et augmenter la proportion de toiture qui devra être couverte (de 30% mini en 2023 à 50% en 2026). **Cette obligation concerne les nouveaux bâtiments.**

- production d'énergies renouvelables - ou végétalisation – pour les bâtiments ou parties de bâtiment à usage commercial, industriel, artisanal ou administratif, les bâtiments ou parties de bâtiments à usage de bureaux ou d'entrepôt, les hangars non ouverts au public faisant l'objet d'une exploitation commerciale, les hôpitaux, les équipements sportifs, récréatifs et de loisirs, les bâtiments ou parties de bâtiments scolaires et universitaires et les parcs de stationnement couverts accessibles au public ayant une emprise au sol au moins égale à 500 mètres carrés. **Cette obligation pour les bâtiments existants au 1^{er} juillet 2023 entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2028.**

Des exonérations sont prévues - notamment en raison de contraintes techniques, de sécurité, architecturales ou patrimoniales, économiques – mais l'inventaire de tous les bâtiments de plus de 500m² et de tous les parkings de plus de 1500m² constitue une bonne base de travail.

III. 1. 5.- Agrivoltaïsme

Avec la loi du 10/03/2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables, l'agrivoltaïsme est enfin défini.

Article L314-36 Code de l'Energie

I.-Une installation agrivoltaïque est une installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil et dont les modules sont situés sur une parcelle agricole où ils contribuent durablement à l'installation, au maintien ou au développement d'une production agricole.

II.-Est considérée comme agrivoltaïque une installation qui apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants, en garantissant à un agriculteur actif ou à une exploitation agricole à vocation pédagogique gérée par un établissement relevant du titre Ier du livre VIII du code rural et de la pêche maritime une production agricole significative et un revenu durable en étant issu :

1° L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomiques ;

2° L'adaptation au changement climatique ;

3° La protection contre les aléas ;

4° L'amélioration du bien-être animal.

III.-Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui porte une atteinte substantielle à l'un des services mentionnés aux 1° à 4° du II ou une atteinte limitée à deux de ces services.

IV.-Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :

1° Elle ne permet pas à la production agricole d'être l'activité principale de la parcelle agricole ;

2° Elle n'est pas réversible.

Selon le bureau d'études Agrosolutions, on peut distinguer 4 grands types d'installations agrivoltaïques :

- Les serres pour la production maraîchère et horticole ;
- Les centrales solaires adaptées pour les pâturages d'ovins ou bovins ;
- Les trackers, ombrières et canopées pour les grandes cultures, maraîchage... ;
- Les panneaux verticaux qui forment des haies solaires compatibles avec bon nombre de pratiques agricoles.

Les centrales solaires "adaptées"

(hauteur des panneaux, écartement entre les rangées, etc.)

Recommandations de l'IDELE : <https://idele.fr/detail-article/guide-pratique-lagrivoltaisme-applique-a-lelevage-des-ruminants>



Les trackers, ombrières et canopée



Les panneaux verticaux

Recommandations du Synalaf

<https://www.filiere-avicoles.com/technique/photovoltaique-les-recommandations-du-synalaf>



Source : agrolutions

De la toute nouvelle loi comme de l'analyse des pratiques, on retiendra

- Qu'il n'y a pas un modèle unique en matière d'agrivoltaïsme ;
- Que l'agrivoltaïsme est avant tout un projet agricole, au service de l'exploitation.

III. 1. 6.- Cas des trackers

En Alsace, à puissance équivalente, des panneaux solaires installés sur un tracker 2 axes produiront environ 1/3 de plus que des panneaux orientés plein sud à 35° d'inclinaison.

Un tracker va donc augmenter considérablement le taux d'autoconsommation, encore plus s'il est couplé à une batterie de stockage – 600 à 1000€/kWh pour un système de stockage au Lithium.

Ces systèmes montés sur un mat présentent l'avantage majeur de n'occuper que très peu de place au sol ; ils peuvent être installés dans des cours, parkings, sur des espaces verts.



Tracker 8m² Lumioo - Okwind

III. 2. - Solaire thermique

III. 2. 1.- Données générales

(a) La technologie

Le solaire thermique est la conversion du rayonnement solaire en énergie calorifique. Ce terme désigne les applications à basse et moyenne température dans le secteur du bâtiment, des réseaux de chaleur et de l'industrie.

Sur les réseaux de chaleur, cette technologie permet souvent de se substituer à de la production de gaz en période estivale lorsque la chaudière bois est de trop forte puissance. Bois et solaire se complètent très bien.

Enfin, une installation solaire thermique est toujours accompagnée d'un stockage hydraulique, ce qui permet d'améliorer les rendements de l'ensemble des systèmes de production en modulant leur puissance.

Ce stockage hydraulique qui accompagne les panneaux solaires thermiques permet de décaler la consommation de la chaleur (ou de l'eau chaude) par rapport à sa production, que ce soit de manière

- Journalière (pour toutes les installations) : je consomme le matin, le soir, la nuit la chaleur que j'ai accumulée en journée ;
- Inter-saisonnière (pour les grosses installations) : je consomme en automne-hiver la chaleur accumulée au printemps-été

(b) Quelques ordres de grandeur

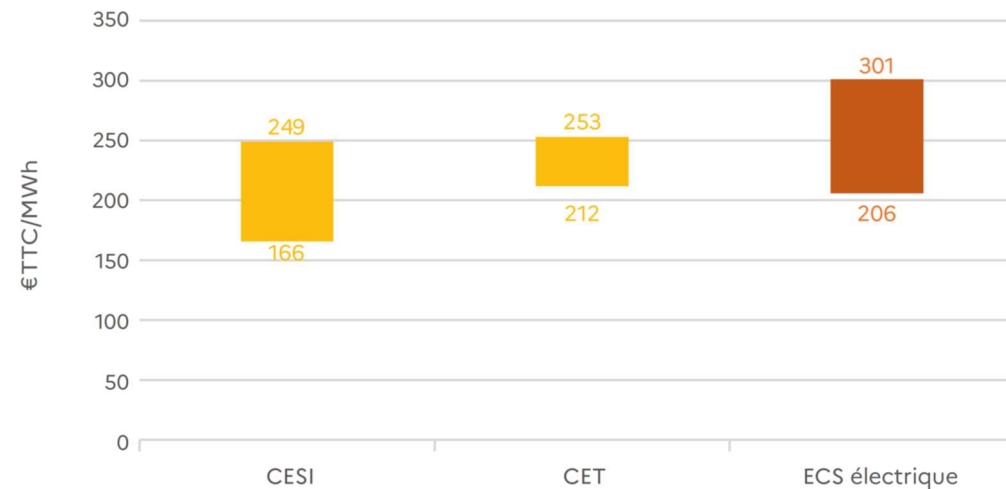
Près de la moitié de l'énergie primaire consommée en France sert à produire de la chaleur, on ne peut donc qu'être attentif à ce moyen très simple de produire de la chaleur renouvelable.

Pour le résidentiel, 4m² de panneaux correctement exposés peuvent couvrir environ 60% des besoins en eau chaude d'une famille de 4 personnes, soit une économie annuelle de l'ordre de 380€.

(c) Prix des installations

Pour le résidentiel, le coût d'installation d'un chauffe-eau solaire individuel peut varier de 4000 à 8000€ avant déduction des aides qui peuvent aller jusqu'à plus de 4000€ pour les ménages les plus modestes.

GRAPHIQUE 8 :
Comparaison des LCOE pour l'eau chaude sanitaire en 2020 (€TTC/MWh)



Note : Pour les Chauffe-eau Thermodynamiques (CET) et l'ECS électrique, les minima correspondent à la valeur des LCOE avec le prix de l'électricité à sa valeur de 2020, et les maxima avec le prix de l'électricité augmenté de 50% par rapport à sa valeur de 2020. Pour les chauffe-eau solaires individuels (CESI), les minima et maxima correspondent respectivement aux LCOE d'installation sur le pourtour méditerranéen et d'une installation dans le Nord.









Source : *Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France - Edition 2022 - ADEME*

Pour le collectif, le tertiaire et l'industrie, on ne peut retenir de coût standard, chaque situation mérite une étude spécifique.

III. 2. 1.- Ce qu'en dit le SDENR

Analyse à l'échelle du PETR

Le tableau suivant présente les gisements théoriques du solaire thermique par typologie de bâtiment.

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 :	22 524	14 538	792	247	319	5	38	38 463
	surface totale* :	68 557 m ²	459 158 m ²	12 886 m ²	13 330 m ²	2 553 m ²	667 m ²	2 308 m ²	559 458 m ²
	MWh/an :	23 721	169 888	5 245	5 425	1 039	200	1 615	207 133 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :	195		2	2	4		3	206
	surface totale* :	350 m ²		17 m ²	39 m ²	34 m ²		161 m ²	601 m ²
	MWh/an :	121		7	16	14		113	270 MWh/an

* 4 m² par installation pour un chauffe-eau solaire

** 13 m² par installation pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

*** 0,5 m² par logement en moyenne pour l'eau chaude solaire collective

Source : Axceléo

Remarques :

- On considère que l'investissement dans un système solaire combiné (chauffage et production d'eau chaude sanitaire) sera trop important au vu des faibles besoins de chauffage des maisons neuves (répondant à la RT 2012). Le gisement « sur le neuf par an » de ce système est donc nul.

Le potentiel théorique pour le solaire thermique est très important et largement sous-exploité actuellement, cette filière souffre d'une concurrence importante avec le gaz naturel dans le secteur tertiaire et les chauffe-eau thermodynamiques sur le secteur résidentiel. Sur le parc existant des maisons, les systèmes solaires combinés pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire solaire pourraient couvrir 23% des consommations, pour les maisons et logements collectifs, il serait possible de couvrir 37% des consommations d'eau chaude sanitaire, et 20% dans le secteur tertiaire.

III. 3. - Eolien

III. 3. 1.- Données générales

(a) La technologie

Les pales d'une éolienne captent la force du vent. Elles font tourner un axe - le rotor - qui se positionne toujours face au vent, à la vitesse de 10 à 25 tours par minute. L'énergie mécanique ainsi créée est transformée en énergie électrique par un générateur situé à l'intérieur de l'éolienne. Cette électricité est ensuite injectée dans le réseau électrique.

La filière éolienne constitue la seconde source de production d'électricité d'origine renouvelable en France (après l'hydraulique). Le taux de couverture moyen de la consommation électrique par la production éolienne est ainsi de 8,3 % en 2022.

Source ADEME

La puissance énergétique que peut fournir une éolienne est proportionnelle à la vitesse du vent. Il convient donc de chercher un vent constant et fort, en hauteur, afin d'éviter toute perturbation due aux obstacles naturels (relief, végétation) ou artificiels (bâtiments...), et des espaces dégagés.

La puissance de l'éolienne est fonction de la surface balayée par ses pales

	Diamètre rotor (m)	Surface balayée (m²)
Eolienne 1	100	7854
Eolienne 2	120	11310
Variation	+20%	+44%

Ainsi, une augmentation de 20% du diamètre du rotor entraîne une augmentation de puissance minimale de 44% alors que l'emprise au sol reste quasi-identique.

(b) Ordres de grandeur

En France, la plupart des éoliennes terrestres installées ont une puissance unitaire de 2 à 4,5 MW, pour un diamètre de rotor compris entre 75 et 150 m et une hauteur totale comprise entre 100 et 200 m.

Selon l'ADEME, l'emprise au sol est de 0,12 à 0,19 ha/MW.




(c) Prix des installations et LCOE

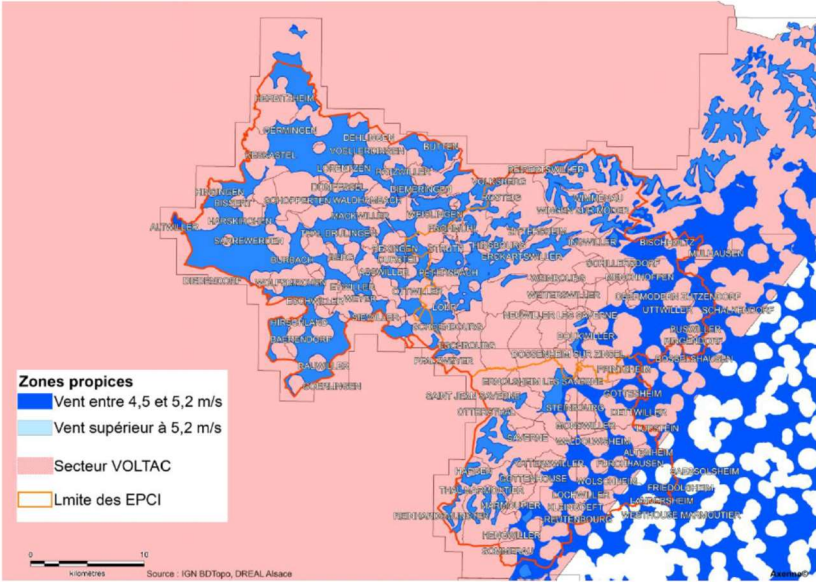
Le coût d'installation d'un parc éolien terrestre est compris entre 1 et 1,7M€/MW.

L'éolien terrestre en France est l'une des sources de production d'électricité aux coûts complets de production les plus faibles avec à 66 €/MWh en 2022, coûts de raccordement compris. L'ADEME estime que ce coût de production devrait baisser à 55€/MWh en 2050.

III. 3. 2.- Ce qu'en dit le SDENR

Analyse à l'échelle du PETR

INSTALLATION EOLIENNE					
			Eolienne	Petit éolien	TOTAL
potentiel global	Nb de machines		80	118	198
	Puissance (MW)		200	3	203
	Production (MWh/an)		420 000	2 950	422 950
Nb de communes citées dans le SRE :			113		



S'il est un sujet épineux dans la planification énergétique sur le territoire du PETR, c'est bien celui de l'éolien.

C'est une filière dont le territoire peut difficilement se passer pour atteindre les objectifs de production ENR à 2050 mais dont les projets sont les plus complexes à mettre en œuvre tant en termes de contraintes – aéronautiques en premier lieu sur notre territoire – que d'acceptation par une partie de la population.

III. 3. 3.- La nouvelle cartographie des zones favorables au développement éolien

(a) Une aide à la réflexion

Conformément à l'instruction du gouvernement du 26 mai 2021, visant à encourager le développement de l'éolien tout en favorisant une meilleure acceptabilité de ce mode de production d'électricité, une cartographie des zones favorables au développement de l'éolien (ZFDE) a été élaboré au niveau régional.



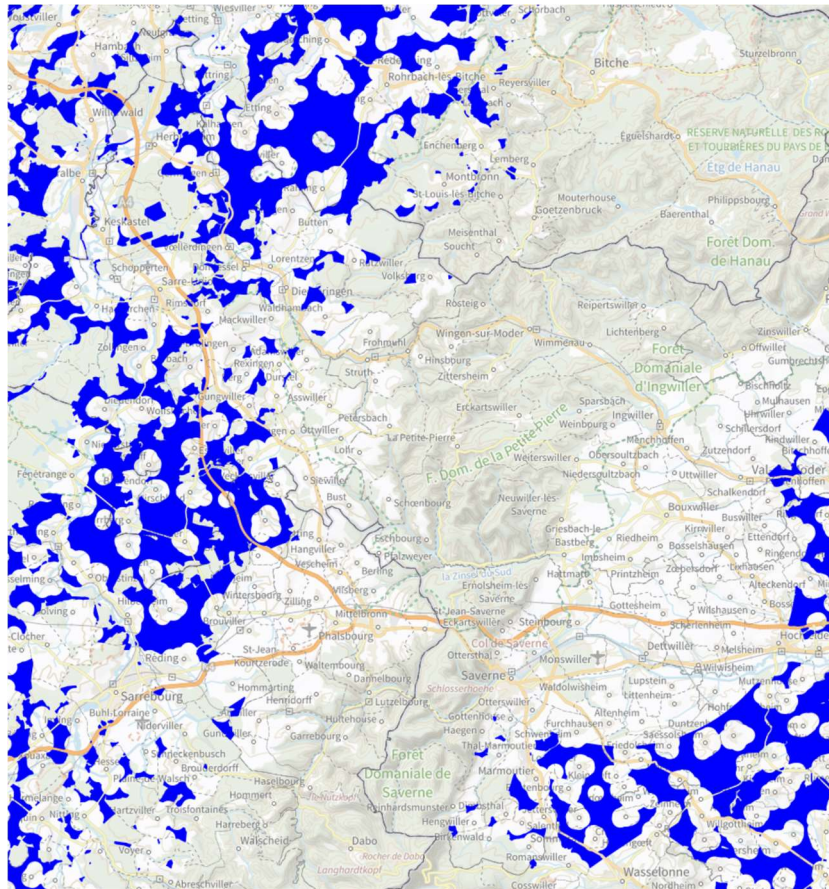
Cartographie interactive des zones favorables sur <http://f.paysdesaverne.fr/FGPXX>

Cette cartographie, non opposable, constitue la donnée d'entrée indicative relative à l'éolien que l'État met à disposition des collectivités pour le travail de planification qu'elles auront à réaliser en application de la loi d'accélération des énergies renouvelables.

A noter :

Etre hors zone favorable ne signifie pas impossibilité de réaliser un projet éolien. En effet, les zones défavorables sont plus larges que les zones réhabilitables.

Hiéarchisation Régionale Grand Est		Harmonisation nationale des hiérarchisations	
Inc - niveau de sensibilité incompatible : projet impossible du fait d'une interdiction réglementaire stricte ou d'une contrainte appréciée comme rédhibitoire	⇒	0 - ENJEUX RÉDHIBITOIRE - Zone où le développement de l'éolien est impossible du fait d'une interdiction réglementaire stricte	Hors Zone Favorable
TF - niveau de sensibilité très fort : projet très difficilement réalisable, nécessitant la démonstration de la préservation des enjeux identifiés		1 - ZONE AVEC DE FORTS ENJEUX AVÉRÉS - Zone où le développement de l'éolien sera difficile du fait de la présence de forts enjeux avérés	
F - niveau de sensibilité fort (zonages en général de « faible étendue ») : projet difficile mais possible sous réserve d'un travail approfondi de mise en œuvre de la séquence Eviter-Réduire-Compenser	⇒	2 - ZONE FAVORABLE SOUS RESERVE DE LA PRISE EN COMPTE D'ENJEUX - Zone où des enjeux ont été identifiés et devront être pris en compte	En Zone Favorable
F _{poss} - niveau de sensibilité fort (zonages souvent de « grande étendue ») : projet possible sur certaines zones considérant que le niveau de contraintes n'est pas forcément uniforme sur l'ensemble de la zone, et qu'il y a donc des possibilités de développement. En général, la présence d'éoliennes sur ces zones en atteste.	⇒	3 - ZONE FAVORABLE SOUS RESERVE DE LA PRISE EN COMPTE D'ENJEUX LOCAUX - Zone où des enjeux ont été identifiés et devront être pris en compte	
M - niveaux de sensibilité modérés et faibles de l'atlas : projet possible, dès lors que les enjeux locaux sont pris en compte	⇒		



Zones favorables




Hors zones favorables

L'analyse du négatif des zones favorables permet de nuancer la carte de gauche qui ne laisse que très peu d'espaces pour l'éolien.

 *Projet impossible du fait d'une interdiction réglementaire stricte ou d'une contrainte appréciée comme rédhibitoire*

 *Projet très difficilement réalisable, nécessitant la démonstration de la préservation des enjeux identifiés*

 *Projet difficile mais possible sous réserve d'un travail approfondi de mise en œuvre de la séquence Eviter-Réduire-Compenser*

(b) Cas de la zone VOLTAC

Les zones 5-30 kms autour des radars militaires et les zones d'enjeux de vols tactiques (VOLTAC) ont été classées en catégorie « Fort possible » car à l'intérieur de ces zones qui représentent de très grandes étendues, le niveau d'enjeux n'est pas homogène et beaucoup de parcs sont déjà présents ou autorisés, notamment dans la Marne et dans l'Aube.

Ce n'est donc pas à cause de la zone VOLTAC qu'une grande partie du territoire est hors zone favorable au développement éolien.

III. 4. - Petite Hydraulique

III. 4. 1.- Données générales

(a) La technologie

La technologie consistant à produire de l'électricité à partir de la force motrice de l'eau est tout à fait transposable et adaptée à de petites installations de faible et de moyenne puissance allant de quelques centaines de watts à plusieurs dizaines de milliers de watts.

Le principe de la production d'énergie électrique à partir de l'eau (hydroélectricité) est le suivant : un circuit de canalisation d'eau génère une pression hydraulique de l'eau qui passe à travers les pales d'une turbine qui entraîne une génératrice qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Situées sur les bords des rivières et des fleuves, les centrales au fil de l'eau utilisent la force de l'eau qui coule en continu, sans la retenir, pour produire de l'électricité. Une partie du cours d'eau est dérivée vers la centrale via un canal de dérivation ou une conduite forcée, l'eau est « turbinée » puis reversée directement dans la rivière. Toute l'eau prélevée est restituée au cours d'eau.

Pour produire de l'électricité, les centrales hydroélectriques exploitent la puissance potentielle de l'eau sous deux aspects :

- sa hauteur de chute (en mètres) : Différence de niveau d'eau entre la prise d'eau et son point de restitution.
- son débit (en m³/seconde) : Volume ou quantité d'eau qui s'écoule en un temps donné.

(b) Ordres de grandeur

La puissance étant fonction de la hauteur de chute et du débit du cours d'eau, il n'y a pas d'installation type.

Analysons toutefois les 2 centrales hydro-électriques de Muttersholtz :

	Ehnwihr	B 15
Débit turbiné (m³/s)	5	7,6
Hauteur de chute (m)	1,94	1,60
Puissance installée (kWc)	90	108
Production annuelle (kW/h)	320 000	360 000

(c) Prix des installations et LCOE

Dans un rapport publié le 10 février 2020, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) diffuse un état des lieux des coûts en France métropolitaine continentale de la « petite » hydroélectricité, qui désigne près de 2 000 petites installations.

Le rapport constate « une forte dispersion des coûts sur l'ensemble du panel analysé » : coûts d'investissement « entre 2 100 et 5 600 €/kW pour 75% des installations neuves », coûts annuels de fonctionnement (avec les charges d'exploitation et fiscales) « entre 50 et 180 €/kW pour 75% des installations », etc. Le facteur de charge varie également fortement d'une petite installation hydroélectrique à une autre, sachant que 75% des sites neufs considérés fonctionnent « entre 2 000 et 4 300 heures annuelles d'équivalent pleine puissance », ce qui conduit à « des coûts complets de production (LCOE) pour les installations neuves [...] de 37 à plus de 200 €/MWh ».

III. 4. 2.- Ce qu'en dit le SDENR

Analyse à l'échelle du PETR

Le potentiel est faible sur le territoire avec un développement possible de petites installations.

INSTALLATION HYDROELECTRIQUES								TOTAL
	Petites hydroélectricité	Nouveaux sites	Otpimisation, suréquipement	Turbinage eau potable	Turbinage eaux usées	Hydrolienne		
potentiel global	Nombre puissance (kW) : MWh/an :	24 1 200 3 840	0 0 0	3 0 39	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 200 3 879 MWh/an

Le potentiel reste faible avec le nouveau classement des cours d'eau. Il subsiste un potentiel pour des petits projets sur la rénovation des anciens moulins qui va se heurter à la politique de continuité écologique des cours d'eau.

III. 5. - Méthanisation

III. 5. 1.- Données générales

(a) La technologie

La méthanisation est un processus de production de biogaz par fermentation de matière organique en l'absence d'oxygène (anaérobie) et sous l'effet de la chaleur.

C'est une source d'énergie non-continue et stockable.

Le biogaz produit peut être valorisé de nombreuses manières, sur ou hors des exploitations :

- En biométhane injecté dans le réseau après purification ;
- Par cogénération : production simultanée de chaleur et d'électricité ;
- Par production de chaleur seule ;
- Par production de biocarburant bioGNV.

Il existe plusieurs types d'installations :

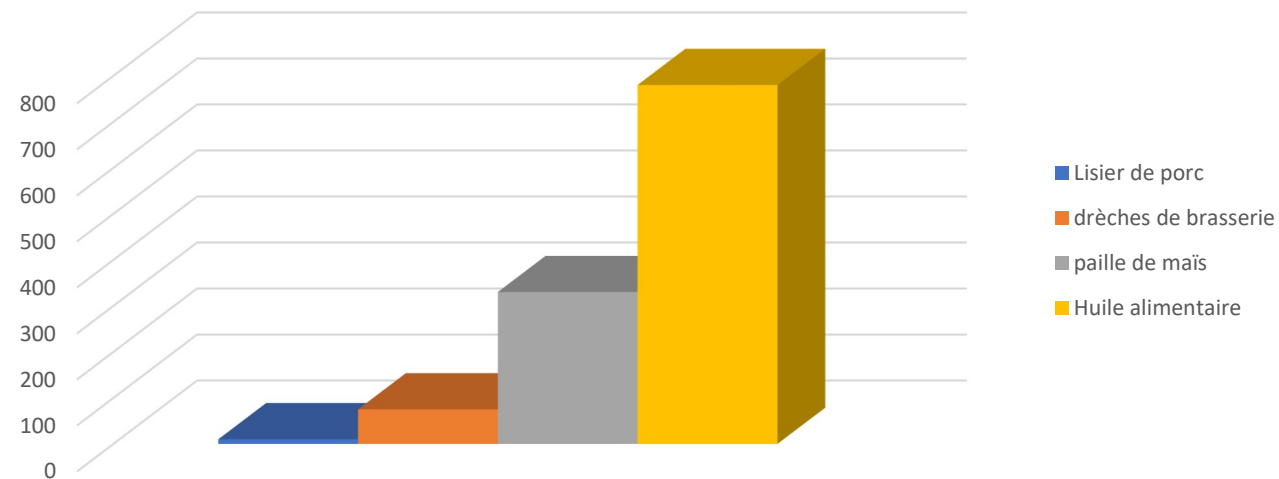
- Les installations à la ferme, qui représentent 68 % du parc. Elles permettent le traitement des effluents d'élevage, des déchets agricoles voire de biodéchets, ainsi qu'une diversification des activités des exploitations en produisant de l'énergie (électricité ou biométhane) ;
- Les installations centralisées, qui - en plus de la production énergétique - assurent le traitement des déchets organiques du territoire : biodéchets de la collectivité, déchets agricoles, déchets industriels... ;
- Les industries agroalimentaires qui traitent leurs propres effluents organiques pour autoconsommer le biogaz produit en chaleur dans leur process industriel ;
- Les stations d'épuration urbaines qui choisissent la méthanisation pour réduire la charge organique et le volume des boues. Le biogaz produit y est souvent autoconsommé mais les plus grandes unités optent de plus en plus souvent pour l'injection du biométhane produit ;
- Enfin, certaines collectivités développent un modèle de méthanisation 100 % biodéchets des citoyens, sous réserve d'un gisement suffisant.

(b) Ordres de grandeur

Le pouvoir méthanogène est très variable d'un intrant de méthanisation à un autre. Il varie de quelques m³/t pour les intrants les moins méthanogènes (lisiers par exemple), à quelques centaines de m³/t (huiles, graisses) pour les plus méthanogènes.

En effet, pour produire le méthane (CH₄), les intrants les plus méthanogènes doivent contenir beaucoup de carbone (C) et d'hydrogène (H), comme les huiles ou les graisses. Le lisier en contient très peu.

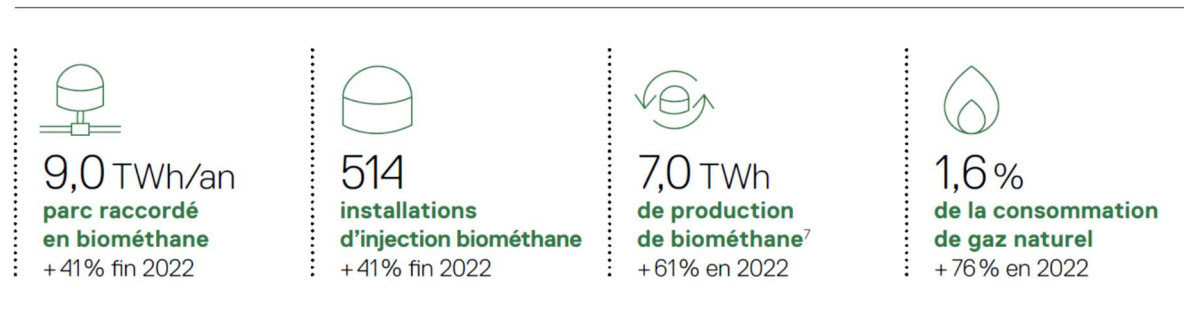
aperçu du pouvoir méthanogène de quelques intrants (m³/t)



La production d'une unité de méthanisation se mesure habituellement en normo mètre cube (Nm³). A 15°C et à pression atmosphérique de 1,01325 bar (1013,25 hPa) :

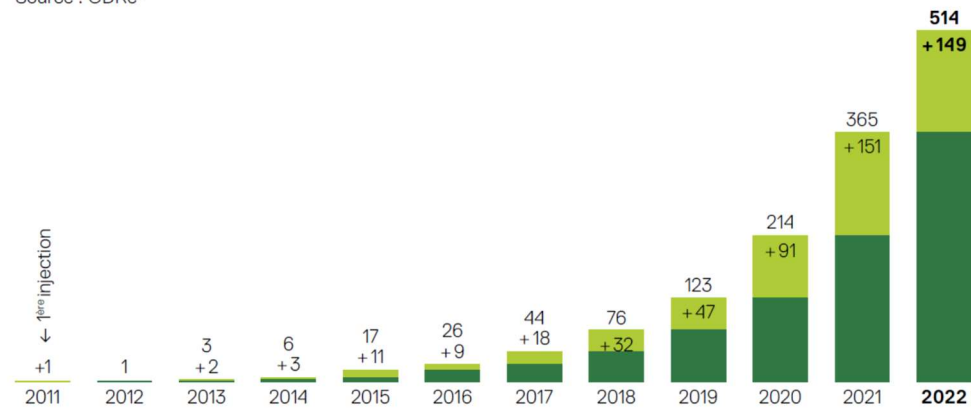
- 1 m³ de gaz = 0,948 Nm³
- 1 Nm³ de gaz = 1,055 m³.

Chiffres clés au 31/12/2022



NOMBRE TOTAL D'INSTALLATIONS EN SERVICE ET ÉVOLUTION ANNUELLE



Source : ODRe⁸



III. 5. 1.- Ce qu'en dit le SDENR

Analyse à l'échelle du PETR

Le tableau ci-dessous présente les potentiels **théoriques** mobilisables, nous avons conservé la quasi-totalité des gisements pour de l'injection dans le réseau de gaz naturel (70% des gisements d'effluents d'élevage) et une faible partie des gisements pour de la cogénération (pour se conformer aux objectifs nationaux d'injection du biogaz dans le réseau) :

INSTALLATION DE METHANISATION		 Méthanisation	 Injection	TOTAL
potentiel global	Thermique MWh/an :	12 607		12 607
	Electrique MWh/an :	10 602		10 602
	Biométhane :		149 160	149 160
				172 369

Des installations en injection biogaz dans le réseau seront forcément localisées à proximité des canalisations de gaz qui ne desservent qu'une faible partie du territoire. Ailleurs, le biogaz sera valorisé en cogénération ou via des usages locaux (station bioGNV, alimentation réseau de chaleur...)

III. 6. - Géothermie

III. 6. 1.- Données générales

(a) La technologie

Source ADEME « LA GÉOTHERMIE POUR CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR SA MAISON » - mars 2019

Souvent utilisée pour chauffer les bâtiments publics, les piscines, les gymnases, les immeubles, la géothermie est également bien adaptée pour les maisons.

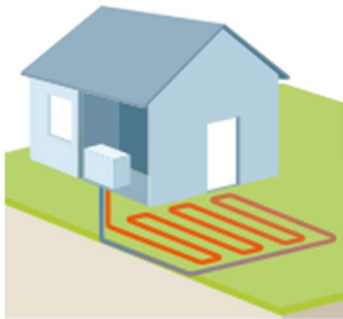
Plus on s'enfonce sous la terre, plus la température augmente. Cette chaleur provient des roches et du magma qui forment le noyau terrestre. La surface de la Terre est également réchauffée par le soleil.

Cette réserve de chaleur réapprovisionnée en permanence est inépuisable et disponible 24h sur 24. Capturer cette énergie pour la rendre utilisable, s'en servir pour chauffer ou refroidir les habitations, c'est possible grâce à un système bien au point : la pompe à chaleur géothermique.

Quelles que soient les conditions climatiques et les variations saisonnières, la chaleur dans le sol (au-delà de 10 mètres de profondeur environ) est constante (entre 10 et 16 °C selon l'altitude et la localisation en France). Il est possible de l'exploiter partout où on en a besoin, sans faire voyager la chaleur sur de longues distances. Cela évite des pertes d'énergie et des pollutions liées au transport.

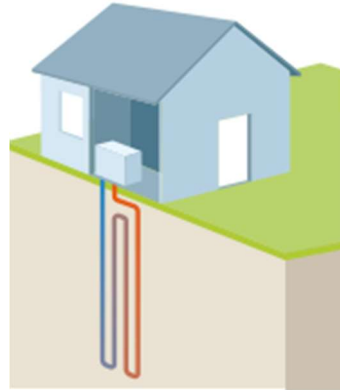
Même à faible profondeur (généralement inférieure à 200 mètres), la géothermie est facilement exploitable par des techniques parfaitement éprouvées et répandues dans l'habitat individuel. Pour récupérer la chaleur du sous-sol, elle associe un système de captage à une pompe à chaleur.

captage horizontal



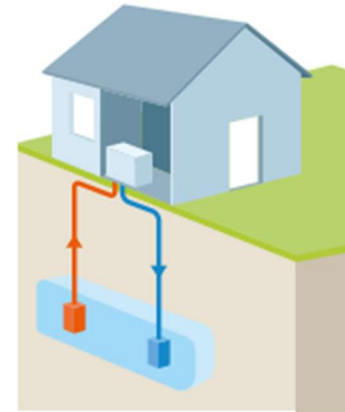
Les calories sont extraites du sol au moyen d'un fluide caloporteur circulant à l'intérieur de tubes enterrés à environ 20 cm sous le point de gelée de la région, c'est à dire à une profondeur d'au moins 80 cm.

captage vertical



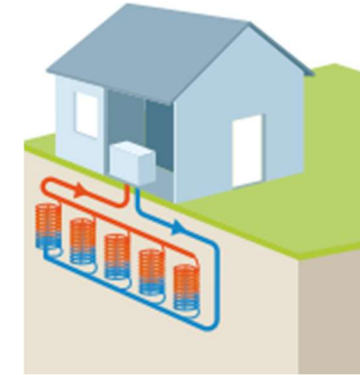
Les calories sont extraites au moyen d'un fluide caloporteur circulant à l'intérieur d'une ou plusieurs sondes géothermiques verticales constituées de tubes en polyéthylène haute densité (PEHD).

captage sur nappe phréatique



Pour extraire les calories d'une nappe phréatique, il faut deux forages d'eau: un pour la production de chaleur et l'autre pour rejeter l'eau dans la nappe. On appelle aussi cette solution l'aquathermie. Elle suppose évidemment la présence d'une nappe d'eau souterraine proche du bâtiment

corbeilles géothermiques



Un fluide caloporteur récupère l'énergie du sol via un échangeur en tube spiralé disposé dans le sous-sol, à moins de 5 mètres de profondeur. Les besoins d'une maison individuelle peuvent nécessiter la mise en place de 5 à 10 corbeilles.

La restitution de l'énergie géothermique dans la maison

Chauffer la maison

C'est principalement pour répondre aux besoins de chauffage que les propriétaires installent une pompe à chaleur géothermique dans leur logement. La chaleur est distribuée via des radiateurs, des ventilo-convecteurs ou un plancher chauffant

Produire de l'eau chaude sanitaire

Il suffit pour cela de coupler un ballon à la pompe à chaleur ou d'utiliser une pompe à chaleur double service, avec ballon intégré. Le choix dépend de la puissance et de la technologie retenues.

Climatiser ou rafraîchir sa maison en été

- Avec les pompes à chaleur dites « réversibles », le fonctionnement peut être inversé. En hiver, la chaleur prélevée dans le sol sert à chauffer le bâtiment. En été, la chaleur prélevée dans le bâtiment est rejetée dans le sol, ce qui permet de refroidir le bâtiment.
- Le «géocooling» est un moyen très économique pour rafraîchir naturellement un bâtiment. Il suffit pour cela de s'affranchir de la pompe à chaleur en interposant un échangeur de chaleur entre le circuit de chauffage et le système de captage (capteurs fermés, forage d'eau).

(b) Ordres de grandeur

Cet équipement à fort rendement produit, en moyenne, quatre fois plus de chaleur qu'il ne consomme d'électricité. La majorité des pompes à chaleur géothermiques ont une classe énergétique A++

(c) Prix des installations et LCOE

Selon le site service-public.fr, l'installation d'une pompe à chaleur géothermique représente un coût important. Il faut compter entre 18 000 et 20 000 € selon la profondeur de l'installation.

Depuis le 1er mars 2023, tous les ménages qui souhaitent passer à la géothermie, quel que soit leur niveau de revenu, peuvent bénéficier d'une aide de 5 000 €.

Selon le ministère de la Transition écologique, une pompe à chaleur géothermique permet d'économiser 500 € par an par rapport à un chauffage à gaz et 800 € par rapport à un chauffage au fioul.

III. 6. 2.- Ce qu'en dit le SDENR

Analyse à l'échelle du PETR

INSTALLATIONS GEOTHERMIQUES								TOTAL
			CAPTEURS VERTICAUX	IMMEUBLES DE LOGEMENTS	BÂTIMENTS TERTIAIRES	BÂTIMENTS INDUSTRIELS	RESEAU DE CHALEUR NAPPE SUPERFICIELLE	
dans l'existant	nombre :	4 439	272	51	17	7		4 786
	MWh/an*	59 862	21 690	4 625	6 394	2 100		94 671 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :	55	2	3				60
	MWh/an*	138	17	87				242 MWh/an

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

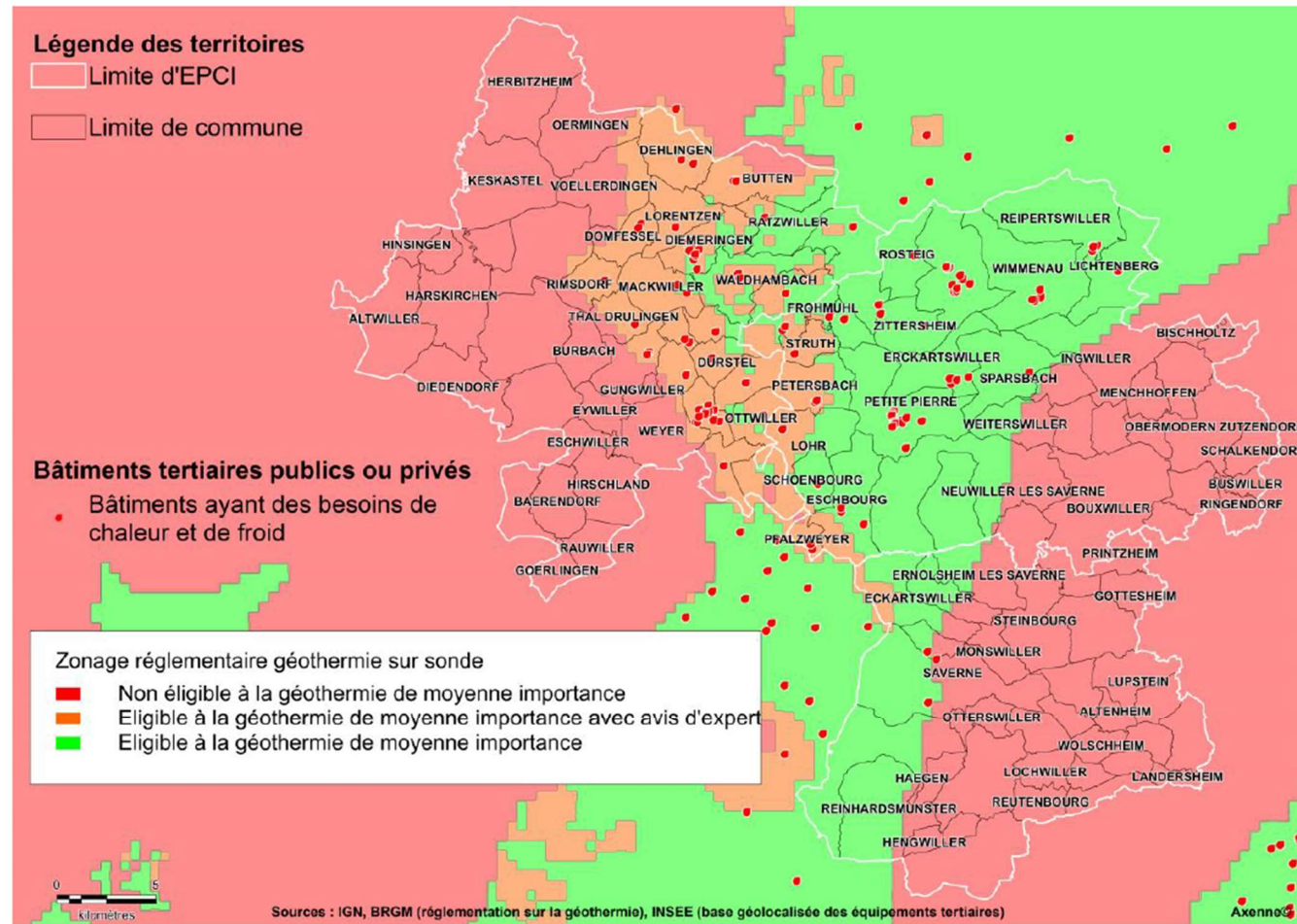
Sources : Axceléo

Seule la partie centrale du territoire est adaptée à la géothermie très basse énergie que ce soit sur sondes fermées à la verticale ou sur nappe. La réglementation sur nappe étant un peu moins contraignante et laissant la place à plus de projets sur la CC de l'Alsace Bossue. Il existe de très nombreux bâtiments ayant des besoins de chaleur et de rafraîchissement qui pourraient bénéficier de cette énergie. Fortement concurrencée par les pompes à chaleur air/air, la géothermie est pourtant beaucoup mieux adaptée à la rigueur climatique du territoire. En effet, une pompe à chaleur Air / Air a bien souvent une performance énergétique bien moins intéressante que la géothermie dès lors que les températures extérieures sont inférieures à 7°C.

III. 6. 3.- Réglementation

Les installations géothermiques avec forage (sonde, forage sur nappe) d'une **profondeur supérieure à 10 mètres**, doivent faire l'objet d'une déclaration ou d'une demande d'autorisation auprès de l'administration, au titre de la réglementation du sous-sol. Pour cela, il existe trois zones réglementaires :

- des zones « vertes » éligibles, nécessitant une simple déclaration;
- des zones « oranges » éligibles après étude, nécessitant l'attestation d'un expert agréé;
- des zones « rouges » non éligibles



Carte réglementaire pour la réalisation de projet de minime importance sur sonde – source BGRM

Cf <https://www.geothermies.fr/viewer/?extent=415712.2169%2C6123828.9581%2C879837.8527%2C6337852.6373&al=region/GRE>

IV. - Réseau de chaleur

IV. 1. - Une compétence communale

L'article 194 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte inscrit la compétence de création et d'exploitation d'un réseau public de chaleur ou de froid dans le Code général des collectivités territoriales (CGCT) et la confère aux communes : « Les communes sont compétentes en matière de création et d'exploitation d'un réseau public de chaleur ou de froid. Cette activité constitue un service public industriel et commercial (...). Cette compétence peut être transférée par la commune à un établissement public dont elle fait partie. Cet établissement public peut faire assurer la maîtrise d'ouvrage de ce réseau par un autre établissement public. »

Source : Article L.2224-38 du CGCT

IV. 2. - Principe de fonctionnement

Les réseaux de chaleur alimentent des bâtiments à partir d'un ou plusieurs moyens de production de chaleur centralisés fonctionnant notamment à l'aide d'énergies renouvelables et de récupération (63 % de l'alimentation) :

- Biomasse ;
- Géothermie (profonde, de surface, sur eaux de mer, de lac ou usées...);
- Solaire thermique ;
- Chaleur fatale issue d'unités d'incinération de déchets, de sites industriels, de data center, etc.

La majorité des réseaux distribue une eau à environ 100 °C. En optimisant les besoins de chaleur des bâtiments raccordés (travaux d'efficacité énergétique), cette température peut être abaissée afin de consommer moins de ressources et de mobiliser un panel plus large de moyens de production : géothermie de surface, récupération de chaleur sur eaux usées ou data center, etc.

source : ADEME – Réussir la transition énergétique de mon territoire – Les réseaux de chaleur [012221-8]

Comme le montre le schéma ci-contre, la chaleur est produite dans une unité de production [1] et transportée à l'aide d'un fluide caloporteur qui circule dans un réseau dit « primaire » [2].

Au pied de chaque bâtiment, un système échangeur [3] fait passer la chaleur du réseau primaire vers un réseau dit « secondaire » [4] qui circule à l'intérieur du bâtiment et vient alimenter des radiateurs pour le chauffage ou les canalisations d'eau chaude sanitaire.



IV. 3. - Les atouts d'un réseau de chaleur

Les réseaux de chaleur présentent de nombreux atouts par rapport aux solutions de chauffage individuel, quelles qu'elles soient, et par rapport aux solutions basées sur l'électricité ou les énergies fossiles dans leur ensemble. Ces avantages peuvent être d'ordre :

Technique :

- Une solution d'introduction massive d'EnR&R à l'échelle d'un territoire, permettant d'atteindre des proportions importantes de substitution d'énergie fossile plus facilement que de façon individuelle ;
- Une mutualisation des moyens de production qui contribue à la sécurisation de l'approvisionnement en chaleur des usagers ;
- Une souplesse d'adaptation du réseau de chaleur à des sources d'énergie variées, qui contribue elle aussi à la sécurisation de l'approvisionnement ;
- Une solution évolutive (substitution possible des énergies fossiles par des EnR&R, extensions et densification) ;
- Une sécurisation de l'approvisionnement énergétique du territoire du fait de l'allègement de la charge sur les réseaux électrique et gazier en période hivernale,
- contribuant ainsi à la résilience du territoire aux pointes de demande énergétique ;
- Le réseau de chaleur enrichi le territoire qu'il dessert d'une infrastructure qui permet le raccordement d'installations existantes dont il mutualise l'utilisation et optimise le fonctionnement ;
- L'absence de chaufferie à l'échelle de chaque bâtiment (pas d'impact visuel de cheminée, réduction des risques d'incendie, réduction du bruit, gain de place...).

Energétique :

- Une meilleure efficacité énergétique, grâce à la mutualisation des moyens de production (matériels plus performants, maintenance plus efficace) ;
- La possibilité de valoriser à grande échelle des énergies locales, inexploitable par les autres modes de chauffage (chaleur fatale industrielle ou issue de l'incinération des déchets, géothermie sur aquifère, chaleur issue des centrales de cogénération) ;
- Des sources d'approvisionnement qui peuvent s'adapter à l'évolution du contexte énergétique local (en milieu rural avec la mise en place de filière bois locale, en milieu urbain dense avec la valorisation de chaleur fatale) ;
- Une possibilité de stockage de l'énergie de façon souple à un coût compétitif.

Environnemental :

- Une meilleure performance environnementale du fait du recours à des énergies décarbonées, participant à la régulation du métabolisme de la ville et à la diminution de l'empreinte carbone des villes dans les centres historiques denses ;
- Des niveaux d'émission de polluants nettement inférieurs grâce à la mutualisation des installations de combustion (meilleur suivi de la qualité de la combustion, présence de systèmes performants de traitement des fumées), contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité de l'air et du bilan de gaz à effet de serre du territoire ;

- Un meilleur contrôle des divers rejets, non seulement dans l'air mais aussi dans l'eau (prélèvement et rejet en nappe) grâce à la centralisation de moyens industriels.

Social :

- Une base pérenne pour créer des filières locales et des emplois non délocalisables ;
- Il permet de fournir une chaleur saine et « bon marché » aux logements sociaux, de renforcer la solidarité inter-quartier et de lutter contre la précarité énergétique.

Economique :

- Une performance économique (mutualisation des investissements, amélioration du rendement énergétique global, stabilité dans le temps = maîtrise des coûts, meilleur coût de l'énergie, et diminution de la facture énergétique des bâtiments) ;
- Une économie à la construction de bâtiments neufs ou en réhabilitation lourde pour les réseaux de chaleur vertueux à fort contenu EnR&R (facilitation du respect des réglementation thermiques et des labels environnementaux) ;
- Le réseau de chaleur est aussi un outil de développement de l'économie locale qui, comparativement à une solution gaz par exemple, emploie des ressources énergétiques et une main d'oeuvre principalement locales ;
- Il permet une réflexion multi énergie et peut éviter le recours à l'énergie électrique sur des zones contraintes nécessitant la mise en place de postes sources ou un renforcement du réseau électrique.

Politique :

- Ils permettent aux décideurs locaux de prendre en main la question de l'approvisionnement énergétique de leur territoire (favoriser l'autonomie énergétique d'un territoire en ayant recours aux sources d'énergie locales, renouvelables et/ou de récupération, et réduire la dépendance aux énergies fossiles dont le coût est plus volatile), et d'en renforcer l'attractivité en facilitant la construction de bâtiments vertueux ;
- Ils laissent possible toute évolution en matière de gouvernance et de mode de gestion ;
- Ils constituent de véritables outils des politiques d'aménagement du territoire dans lesquelles ils s'intègrent : PCAET, PLUIH...

Source : AMORCE – Guide de création d'un réseau de chaleur – RCT46

IV. 4. - Quel est le seuil de viabilité ?

La viabilité d'un réseau repose sur différents critères ; un des plus déterminants est celui de la densité thermique, c'est-à-dire la quantité de chaleur livrée par mètre de canalisation construit. En effet, les coûts d'investissement et de fonctionnement du réseau étant en grande partie liés à sa longueur, plus la densité thermique est importante, moins le prix de revient de l'installation est élevé lorsqu'il est rapporté à l'usager. La densité thermique est très fortement liée à la densité urbaine, mais également aux caractéristiques thermiques des bâtiments. La densité thermique moyenne des réseaux de chaleur en service est autour de 8. En-dessous de 1.5, la viabilité du projet peut être remise en cause, même si la densité thermique n'est pas le seul élément à prendre en compte.

Un autre facteur important est celui de la « durée de fonctionnement », qui est définie comme le rapport entre la quantité d'énergie produite chaque année et la puissance nominale de la chaudière. Plus elle est élevée, plus le réseau est économiquement performant.

Pour une première approche, le site <https://carte.reseauxdechaleur2030.fr/> estime le potentiel des principales communes.

Ce fascicule est un des outils du kit **Engager une démarche de planification énergétique à l'échelle de sa commune** proposé par le PETR Pays de Saverne, Plaine et Plateau.

Le kit complet comprend

- Un guide pas à pas pour engager sa démarche
- Un fascicule d'information sur les énergies renouvelables avec mise en perspective avec les objectifs du PCAET
- Un état des lieux consommation-production de votre commune en termes énergétiques
- L'outil Accél'EnR de l'association AMORCE et ses tutoriels
- Les outils proposés par l'Etat pour vous aider dans la définition de vos zones d'accélération
- Un site internet pour la concertation

L'équipe du PETR Pays de Saverne, Plaine et Plateau est à votre disposition pour vous guider dans votre démarche, compléter votre information avec la mise à disposition de ressources complémentaires sur les différentes filières énergétiques, vous mettre en relation avec des partenaires.

contact@paysdesaverne.fr

www.paysdesaverne.fr

03 88 71 25 51



PETR Pays de Saverne, Plaine et Plateau
10 rue du Zornhoff 67700 Saverne
03 88 71 25 51
contact@paysdesaverne.fr – www.paysdesaverne.fr