



Syndicat Mixte du SCoT
du bassin de vie
Cavaillon, Coustellet
L'Isle sur la Sorgue

SCHEMA DIRECTEUR DES ENERGIES RENOUVELABLES (SDENR)

2025



MAITRE D'OUVRAGE**Syndicat Mixte du SCoT du bassin de vie Cavaillon, Coustellet, l'Isle sur la Sorgue**

315 avenue Saint Baldou
84 300 CAVAILLON
Tél : 04 90 06 16 68



Syndicat Mixte du SCoT
du bassin de vie
Cavaillon, Coustellet
L'Isle sur la Sorgue

Intercommunalités**Communauté de Communes
Pays des Sorgues et des
Monts de Vaucluse**

350 Avenue de la Petite Marine
84800 L'Isle sur la Sorgue
Tél. : 04 90 21 43 11



Communauté de Communes
**PAYS DES SORGUES
MONTs DE VAUCLUSE**

**Lubéron Monts de Vaucluse
Agglomération**

315 avenue Saint Baldou
84300 Cavaillon
Tél. : 04 90 78 82 30

**Financeurs****PRESTATAIRES****AXENNE**

1 Allée de la Sarriette
69 800 Saint Priest
Mob. : 06 70 27 73 84
Tél. : 04 37 44 15 83



Version	Date	Nature de la modification	Auteurs
1	01/02/2025	Création	HL GAL
2	10/09/2025	Ajout des données EPCI	HL GAL
3			

SOMMAIRE

SYNTHESE	6
CONTEXTE	7
1 DOCUMENTS ET DEMARCHES TERRITORIALES EN MATIERE D'ENERGIE	7
1.1 REGION PACA	7
ENQUETE AUPRES DES COMMUNES	8
CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	10
2 CONSOMMATIONS ENERGETIQUES 1 636 GWH EN 2021	10
2.1 CARTOGRAPHIES DES MODES DE CHAUFFAGE DANS LES IMMEUBLES COLLECTIFS ET LES MAISONS	13
PRODUCTION ENERGETIQUE LOCALE	14
3 ENERGIES CONVENTIONNELLES	14
4 ENERGIES RENOUVELABLES	14
4.1 PRODUCTION A FIN 2024 – 222 GWH/AN	14
4.2 CARTOGRAPHIE DES INSTALLATIONS	20
4.3 PROJETS D'INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES	21
4.1 ENJEU DU DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES AU REGARD DES CONSOMMATIONS D'ENERGIES	22
5 RESEAUX D'ENERGIE	23
5.1 RESEAU DE GAZ NATUREL	23
5.2 RESEAU DE RECHARGE DE BORNES ELECTRIQUE ET PLATE-FORME DE COMBUSTIBLE	24
5.3 RESEAU ELECTRIQUE	25
5.4 ANALYSE DES CONTRAINTES SUR LE RESEAU ELECTRIQUE	26
6 EVOLUTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE	27
7 FLUX FINANCIERS	28
8 EVOLUTION DES CONSOMMATIONS	29
8.1 LE SECTEUR RESIDENTIEL -8% EN 2030	29
8.2 LE SECTEUR TERTIAIRE -8% EN 2030	30
8.3 L'INDUSTRIE -4% EN 2030	31
8.4 L'AGRICULTURE -4% EN 2030	32
8.5 LE TRANSPORT -5% EN 2030	32
9 CONSOMMATION SUPPLEMENTAIRES ATTENDUES EN 2030 +67GWH	33
10 SCENARIO DE MAITRISE DE L'ENERGIE	35

POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES		36
11	METHODOLOGIE	36
12	TPOLOGIE DU TISSU URBAIN	37
12.1	LA BASE PERMANENTE DES EQUIPEMENTS TERTIAIRES GEOLOCALISES DE L'INSEE	38
13	FILIERES SOLAIRES.....	38
13.1	GISEMENTS BRUTS	39
13.2	L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE	40
13.3	L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	50
14	FILIERE BIOMASSE COMBUSTIBLE	64
14.1	LES INTERETS DE LA FILIERE BIOMASSE COMBUSTIBLE	65
14.2	GISEMENTS BRUTS	66
14.3	GISEMENTS THEORIQUES POUR LES INSTALLATIONS	69
15	FILIERE METHANISATION.....	73
15.1	L'INTERET DE LA METHANISATION SUR LE TERRITOIRE	74
15.2	GISEMENTS BRUTS	74
15.3	GISEMENTS THEORIQUES	75
16	FILIERE GEOTHERMIE	76
16.1	INTERET DE LA GEOTHERMIE POUR LE TERRITOIRE	77
16.2	GISEMENTS BRUTS	78
16.3	GISEMENTS THEORIQUES	82
17	FILIERE AEROTHERMIE.....	85
17.1	GISEMENTS BRUTS	85
17.2	GISEMENTS THEORIQUES	85
18	FILIERE RECUPERATION DE CHALEUR	86
18.1	L'INTERET DE LA RECUPERATION DE CHALEUR SUR LE TERRITOIRE	87
18.2	GISEMENTS BRUTS	87
19	FILIERE EOLIEN	95
19.1	GISEMENTS BRUTS	95
19.2	GISEMENTS THEORIQUES	97
20	FILIERE HYDROELECTRICITE.....	98
20.1	SYNTHESE DES GISEMENTS THEORIQUES	98
21	SYNTHESE DES GISEMENTS THEORIQUES.....	99
21.1	LES FREINS AU DEVELOPPEMENT DES FILIERES	102
21.2	HIERARCHISATION DES FILIERES	103
21.3	LA REPARTITION DU POTENTIEL THEORIQUE	107
22	LES 3 SCENARIOS DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES.....	108

22.1	LE SCENARIO "PROJET EN COURS" UNE DYNAMIQUE BIEN PRESENTE POUR CERTAINES FILIERES	109
22.2	LE SCENARIO "AMBITIONS CIBLEES" COLLECTIVITES ET CONSTRUCTIONS NEUVES EXEMPLAIRES	110
22.3	LE SCENARIO "ACCOMPAGNEMENT VERTUEUX"	111
22.4	SYNTHESE DES TROIS SCENARIOS	112
22.5	LES PRIORITES DES ELUS SUR LES DIFFERENTES FILIERES	113
23	LES NIVEAUX D'ENJEUX DE L'ARBRE STRATEGIQUE	114
23.1	LES IMPACTS DES SCENARIOS SUR LA PRODUCTION ENERGETIQUE, LES INVESTISSEMENTS A CONSENTIR ET LE RETOUR ECONOMIQUE AU TERRITOIRE	116
23.2	LE NOMBRE D'INSTALLATIONS A REALISER D'ICI 2030 SUR LE PARC EXISTANT ET LE PARC NEUF POUR CHAQUE SCENARIO	119
24	STRATEGIE ENERGETIQUE	122
24.1	DECLINAISON TERRITORIALE DE LA STRATEGIE	126
24.2	SYNTHESE DES PROPOSITIONS SUR LES DISPOSITIFS A RENFORCER, LES ACTIONS ISSUES DES ATELIERS DE CONCERTATION	132

ANNEXES**135**

A	TABEAU DETAILLE DE LA PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES EN 2030 POUR LE SCOT CCI	136
B	TABEAU DETAILLE DE LA PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES EN 2030 POUR LA CALMV	139
C	TABEAU DETAILLE DE LA PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES EN 2030 POUR LA CCPSMV	142
D	FICHE D'INFORMATION SUR LES INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES.....	145
E	REJETS DE CO2 EVITES PAR LES FILIERES ENERGIES RENOUVELABLES.....	146
F	TECHNOLOGIE DE LA RECUPERATION DE CHALEUR	149

SYNTHESE

Atouts

- une part de chaleur renouvelable déjà importante (27% tandis que l'objectif en 2030 est de 38%) grâce à l'utilisation du bois de chauffage (18% des maisons se chauffent au bois en base), aux chaudières bois des bâtiments tertiaires, d'une serre agricole et à la présence de chaudière bois dans l'industrie,
- une forte progression de la production photovoltaïque sur les toitures alors que les centrales au sol sont encore peu développées sur le territoire,
- une baisse des consommations d'énergie depuis 2018 dans les transports et le secteur résidentiel (le gaz naturel baisse fortement, l'électricité diminue) et pas de forte hausse dans les autres secteurs.

Faiblesses

- une faible part d'électricité renouvelable (5%) sur la consommation totale d'électricité,
- la présence du gaz naturel sur 48% des communes, mais touchant 85% de la population (surtout pour les 3 150 logements avec une chaudière individuelle) représente un frein à la transition énergétique. Ces logements pourront difficilement être substitués par des énergies renouvelables et, en 2030, le gaz naturel sera encore importé à 80% des pays étrangers avec des rejets de 188 gCO₂/kWh.
- une présence significative du fioul et dans une moindre mesure du gaz propane dans les maisons, respectivement 17% et 2% soit 4 800 et 670 maisons.

Opportunités

- la substitution du gaz naturel sur plusieurs bâtiments publics avec le nouveau réseau de chaleur de la ville de L'Isle-sur-la-Sorgue représente une opportunité sans précédent pour les énergies renouvelables,
- le potentiel en géothermie très bon et parfois excellent sur une partie du territoire offre la possibilité aux nouvelles constructions d'adopter une solution vertueuse pour le chauffage et le rafraîchissement,
- l'ensoleillement excellent doit engager le territoire à considérer l'énergie solaire thermique pour les bâtiments consommateurs d'eau chaude sanitaire,
- des projets en réflexion ou développement pour les centrales au sol, ombrières de parking et toitures des collectivités qui peuvent bénéficier à tous les acteurs par le biais de financement participatif, d'investissement citoyens.

Menaces

- l'augmentation des ventes de climatiseurs chaque année va entraîner une augmentation des appels de puissance sur le réseau électrique et nécessiter éventuellement des renforcements coûteux,
- il en est de même pour la mobilité électrique qui va s'accroître avec une demande en électricité en augmentation,
- le développement de l'agrivoltaïsme doit se faire avec toutes les précautions et dans le respect du décret n°2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers,
- il en est de même pour l'intégration architecturale et paysagère des ombrières de parking qui nécessitent une vigilance toute particulière (gouttière, structure, coloris, etc.).

CONTEXTE

1 DOCUMENTS ET DEMARCHES TERRITORIALES EN MATIERE D'ENERGIE

Les objectifs fixés par la **loi relative à l'énergie et au climat** (loi n°2019-1147 du 8 novembre 2019) préconisent la réduction de la consommation énergétique finale de 7% en 2023, 20% en 2030 et de 50% en 2050 par rapport à 2012, ainsi que de porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale d'énergie brute en 2019, puis à minimum 33% en 2030. Pour parvenir à cet objectif, les énergies renouvelables doivent représenter au moins 40 % de la production d'électricité, 38 % de la consommation finale de chaleur, 15 % de la consommation finale de carburant et 10 % de la consommation de gaz en 2030.

1.1 REGION PACA

Le SRADDET est issu de l'application de la loi NOTRe (Loi du 7 août 2015). L'objectif du schéma est de fusionner plusieurs schémas déjà existants (SRIT, PRPGD, SRI, SRCAE et SRCE) et ainsi de contribuer à définir un cadre de planification régionale, avec plusieurs thématiques :

- équilibre et égalité des territoires,
- implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional,
- désenclavement des territoires ruraux,
- habitat,
- gestion économe de l'espace,
- intermodalité et développement des transports,
- maîtrise et valorisation de l'énergie,
- lutte contre le changement climatique,
- pollution de l'air,
- protection et restauration de la biodiversité,
- prévention et gestion des déchets.

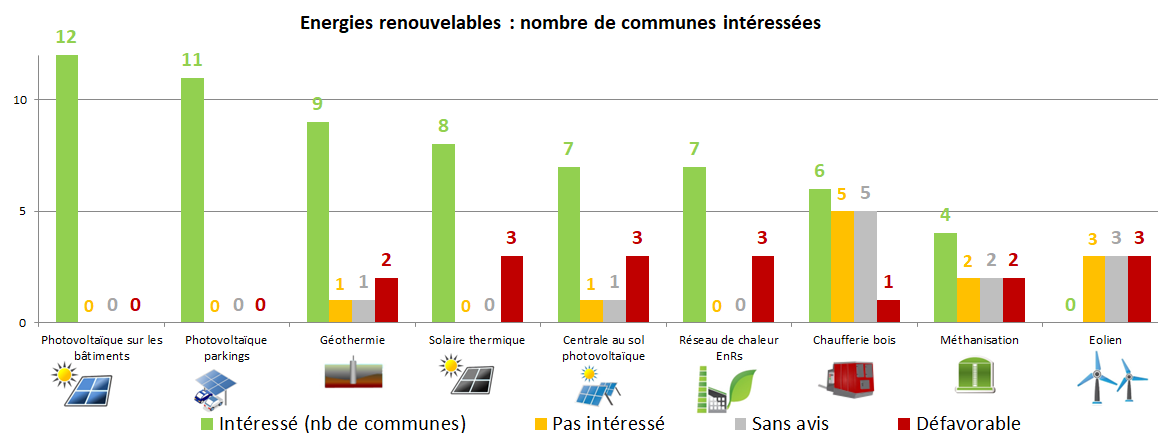
Le SRADDET est un document stratégique. Il n'a donc pas vocation à comporter des mesures ou des actions. Le SRADDET définit des orientations qui doivent servir de cadre stratégique pour les collectivités territoriales, notamment dans le cadre de l'élaboration des PCAET. Il doit être compatible avec les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et avec les Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI).

	Réduction des consommations d'énergie		Couverture des consommations par les EnRs	
	En 2030	En 2050	En 2030	En 2050
Région Provence-Alpes Côte-d'Azur (par rapport à 2012)	-15%	-30%	32%	110%
PCAET du SCoT (par rapport à 2012)	-17% (1 398 GWh)	-50% (839 GWh)	27% (381 GWh)	100% (842 GWh)

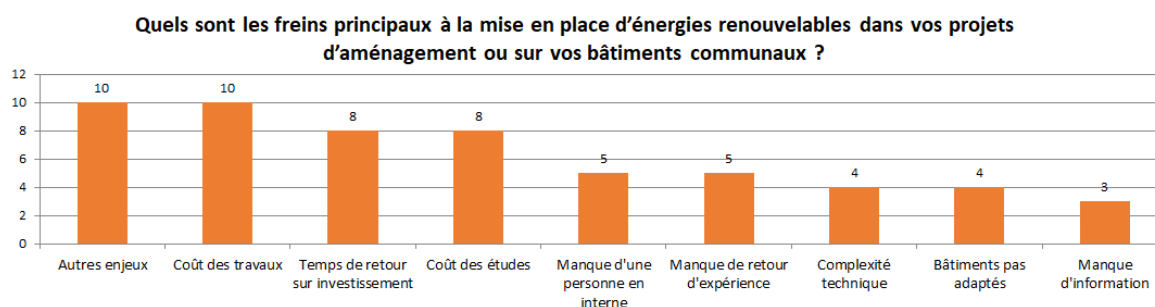
ENQUETE AUPRES DES COMMUNES

Nous avons obtenu un taux de réponse de 57 % au questionnaire adressé en ligne aux communes (12 réponses, 81% de la population). Le questionnaire adressé aux communes est en annexe.

Voici les principaux résultats :

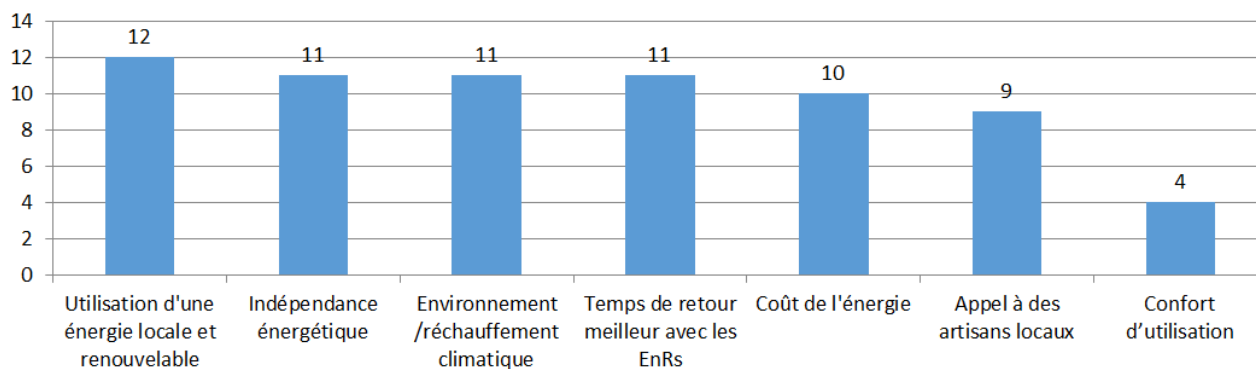


Le photovoltaïque est plébiscité de même que la géothermie et le solaire thermique tandis que ces deux énergies sont très peu représentées dans la production du territoire. 7 communes se disent intéressées par un réseau de chaleur et 7 autres également par une centrale photovoltaïque au sol.



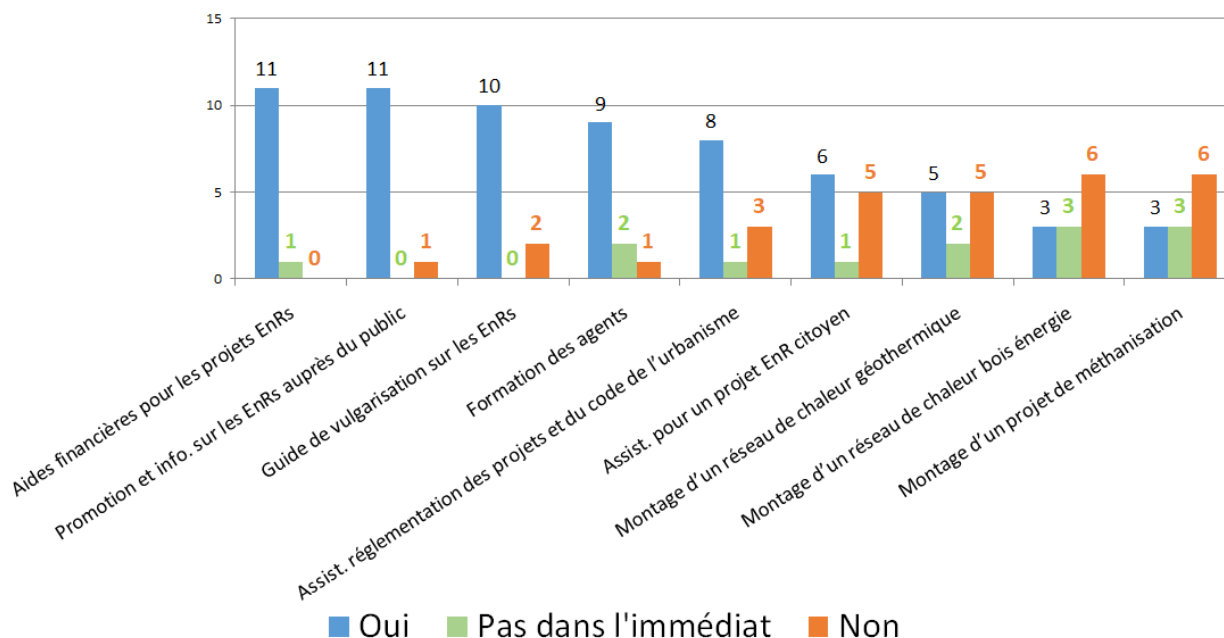
Les freins les plus importants sont liés aux coûts des travaux et pour les autres enjeux (l'aspect visuel et l'intégration architecturale difficile avec l'ABF). Le temps de retour sur investissement et le coût des études sont également cités.

Qu'est-ce qui vous déciderait à mettre en place des énergies renouvelables dans vos projets d'aménagement ou sur vos bâtiments communaux ?



L'utilisation d'une énergie locale et renouvelable, l'indépendance énergétique et les préoccupations sur le réchauffement climatique sont les trois réponses les plus citées. Le temps de retour sur investissement, l'augmentation du coût de l'énergie et le fait de faire appel à des artisans sont également cités.

Attentes pour développer les EnR



Les principales attentes des élus portent sur les aides financières, des informations pour le grand public ainsi qu'un guide de vulgarisation sur les EnRs et enfin la formation des agents et une assistance pour le montage des projets (réglementaire et financière).

CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

2 CONSOMMATIONS ENERGETIQUES 1 636 GWh EN 2021

Le modèle énergétique Axceléo© d'Axenne permet d'estimer la consommation du territoire. Les résultats ont été comparés et corrélés avec les données de l'observatoire de l'énergie.

Voici la source des données pour la consommation d'énergie :

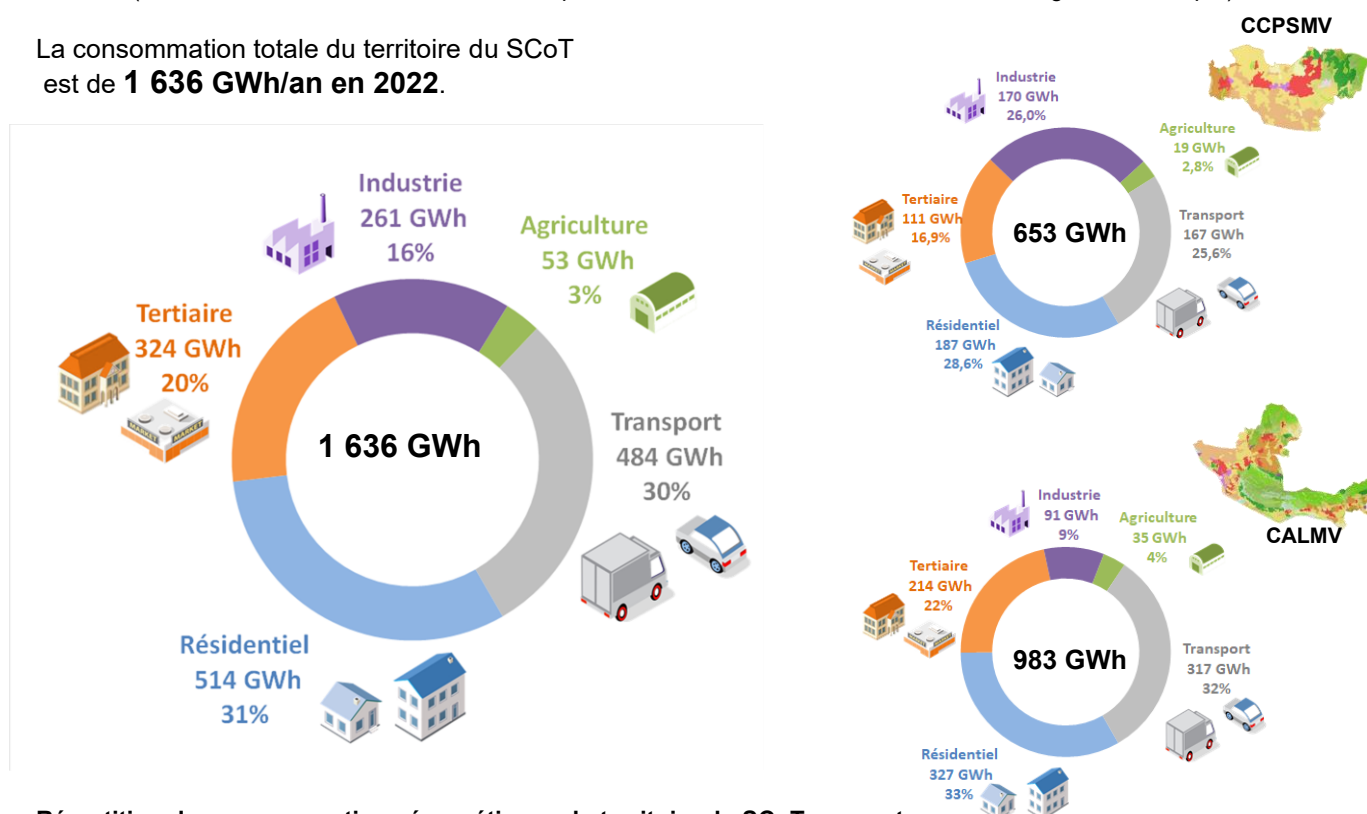
- pour tous les secteurs, les consommations de gaz naturel, produits pétroliers, électricité sont en accord avec les données CIGALE,
- pour les chaudières bois et réseau de chaleur, les données CIGALE ne sont pas retenues, nous avons obtenu les données de l'Union régionale des Communes forestières (2024) qui sont beaucoup plus exhaustives. Cela touche tous les secteurs, puisqu'il y a des chaudières bois dans le tertiaire, l'industrie et l'agriculture,
- nous avons conservé la consommation (et production) des pompes à chaleur de CIGALE bien que ces données soient largement sous-estimées.

Aussi, nous obtenons une consommation de 1 636 GWh en 2022 contre 1 601 GWh donnés par l'observatoire de l'énergie.



L'ensemble des consommations présentées dans ce chapitre est donné en **énergie finale à climat normal** (CIGALE effectue une correction climatique sur les données afin de s'affranchir de la rigueur climatique).

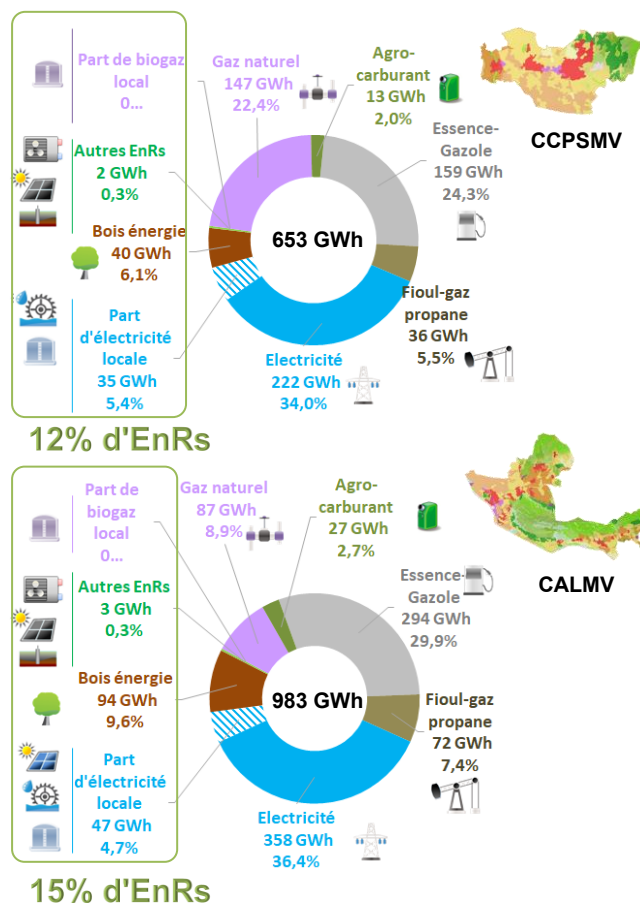
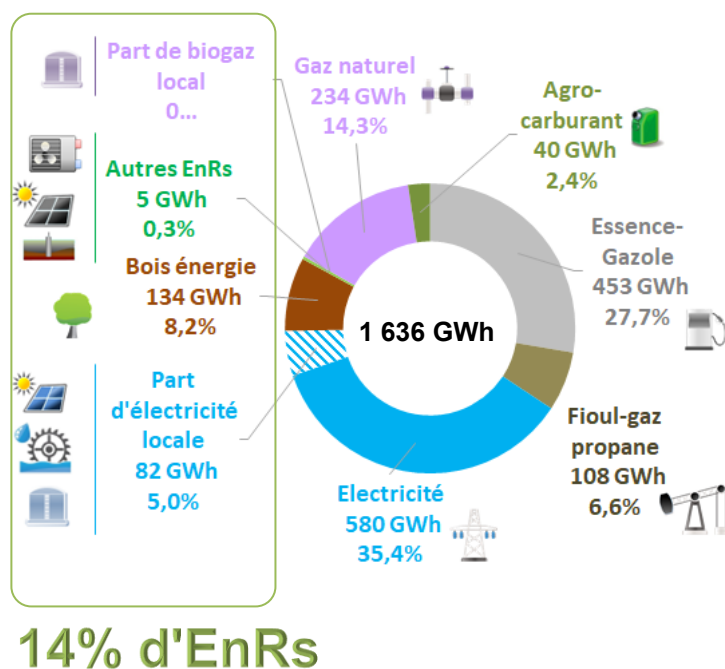
La consommation totale du territoire du SCoT est de **1 636 GWh/an en 2022**.



Répartition des consommations énergétiques du territoire du SCoT par secteur
(source : CIGALE, traitement Axenne – consommation corrigée du climat)

La consommation d'énergie à l'échelle du SCoT ressemble fortement à la répartition que l'on retrouve au plan national. 51% des consommations sont sur les bâtiments tertiaires et les logements. Le territoire n'est pas traversé par une autoroute, les consommations du transport sont modérées et relatives en grande partie au transport des citoyens et du secteur économiques du territoire (la part de transit et tourisme est estimée à 6% des consommations du transport).

Le territoire du SCoT est dépendant à hauteur de 50% des énergies fossiles en incluant les carburants pour le transport.



Répartition des consommations énergétiques du territoire par énergie (source : CIGALE - traitement Axenne - consommation corrigée du climat)

Le graphique pour le territoire du SCoT fait apparaître une dépendance importante aux énergies fossiles (51%). Pour les deux EPCI c'est la même chose, si les consommations du transport et du fioul sont moins importantes sur la CCPSMV, ce sont les consommations de gaz naturel qui sont plus importantes. Ainsi, sur les deux territoires, la part des énergies fossiles atteint également 50%.

L'électricité est la première énergie avec 35% des consommations. Cette dernière est largement utilisée pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire des maisons (50% des maisons chauffées à l'électricité) et des logements collectifs (57%).

Le gaz naturel présent sur 48% des communes représente 14% des consommations d'énergie. Le fioul et, dans une moindre mesure, le gaz propane représentent encore près de 6,6% des consommations d'énergie pour le chauffage des maisons, des immeubles et une utilisation dans l'industrie.

Le tableau ci-dessous détaille la consommation totale du territoire. Celle-ci inclut :

- ➔ Les consommations des différents secteurs en incluant les résidences secondaires,
- ➔ La consommation du transport interne des citoyens et acteurs économiques du territoire,
- ➔ La consommation du transport en transit sur le territoire,
- ➔ Les consommations d'énergies renouvelables : solaire thermique, part renouvelable des pompes à chaleur aérothermiques et géothermiques (sous-évaluée par l'observatoire de l'énergie), chaudière bois et réseau de chaleur provenant des données de l'Union régionale des Communes forestières. L'électricité consommée par les pompes à chaleur n'est pas comptabilisée dans la consommation ou la production d'énergie renouvelable, elle apparaît à juste titre dans la consommation d'électricité.

Consommation totale par secteur (MWh/an) en 2022	Résidentiel	Résidence secondaire	Tertiaire	Industrie	Agriculture	Transport interne	Transport tourisme/transport	Conso. par énergie MWh/an en 2022	teqCO2 (amont + combust.)
Chauffage urbain	23	0	0					23	2
Produits pétroliers	54 301	592	14 556	34 630	27 286	404 258	25 341	560 964	180 544
Gaz naturel	53 193	529	67 858	112 198	0			233 778	54 938
Electricité	305 047	5 181	239 903	85 053	12 069	14 355		661 608	51 327
Bois en base	61 426	784	1 987	28 751	13 993			106 940	3 525
Bois en appoint	27 227	0						27 227	898
Autres Enrs	5 318		0	0	0	37 870	2 090	45 278	4 988
Autres combustibles (charb				0				0	0
								1 635 818	296 222
Total par secteur en MWh/an :	506 535	7 085	324 304	260 632	53 348	456 483	27 431		
teqCO2 (amont + combust.)	58 047	738	42 577	41 506	10 094	134 902	8 358		

Sources : Observatoire régional de l'énergie, Ceren, AGRESTE - RICA 2009, Insee : RGP 2020, emploi salarié par département en 2021

Axcéléo

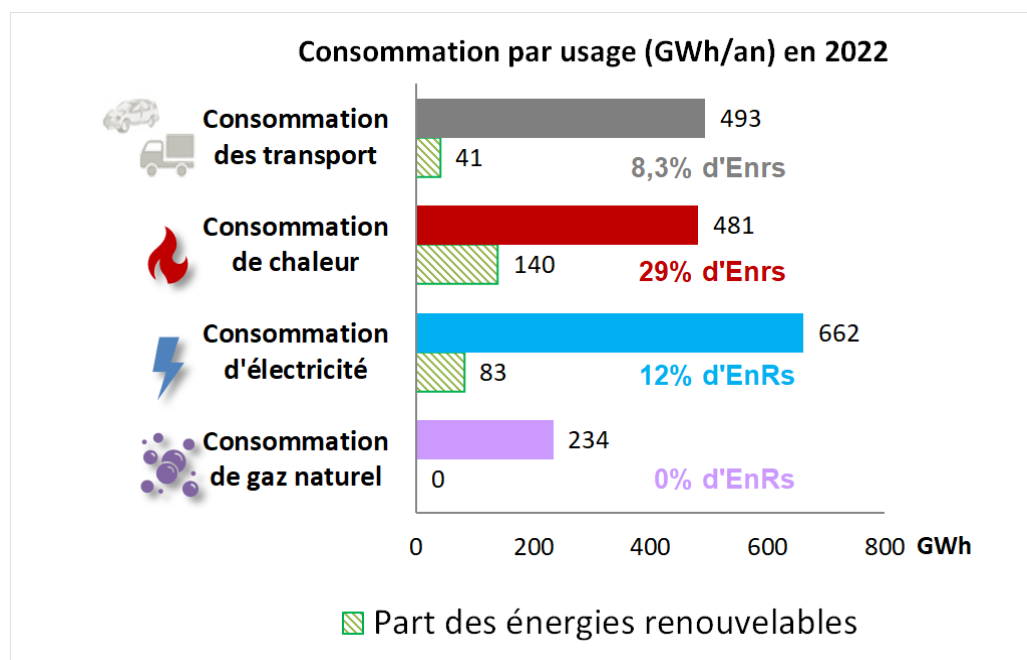
Afin d'établir la part de la consommation finale de chaleur fournie par les énergies renouvelables ainsi que la part de l'électricité renouvelable produite sur le territoire, nous avons réparti les consommations des différents secteurs dans trois catégories : chaleur, électricité et transport.

- La chaleur correspond à toute énergie (**hors électricité**) utilisée à des fins de chauffage des bâtiments, production d'eau chaude sanitaire et cuisson.
- L'électricité représente toutes les consommations électriques.
- Le transport inclut tous les modes de transport, y compris les consommations énergétiques de l'agriculture destinées au carburant des tracteurs et engins agricoles.

Consommation totale par usage (GWh/an) en 2022	Résidentiel	Tertiaire	Industrie	Agriculture	Transport	Branche énergie	Total par usage
Chaleur	203	84	176	18		0	481
Electricité	310	240	85	12	14	0	662
Transport					23	470	493
							1 636

Sources : Observatoire régional de l'énergie, Ceren, AGRESTE - RICA 2009, Insee : RGP 2020, emploi salarié par département en 2021

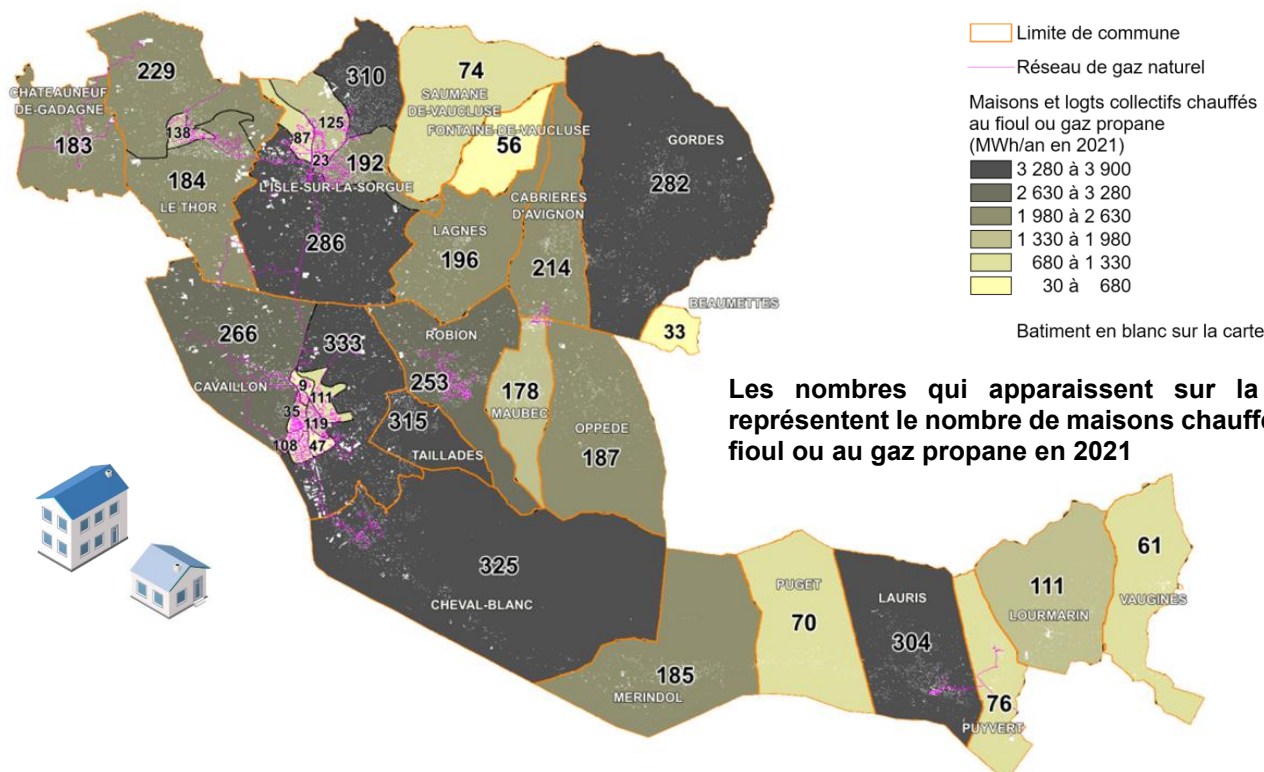
1 636



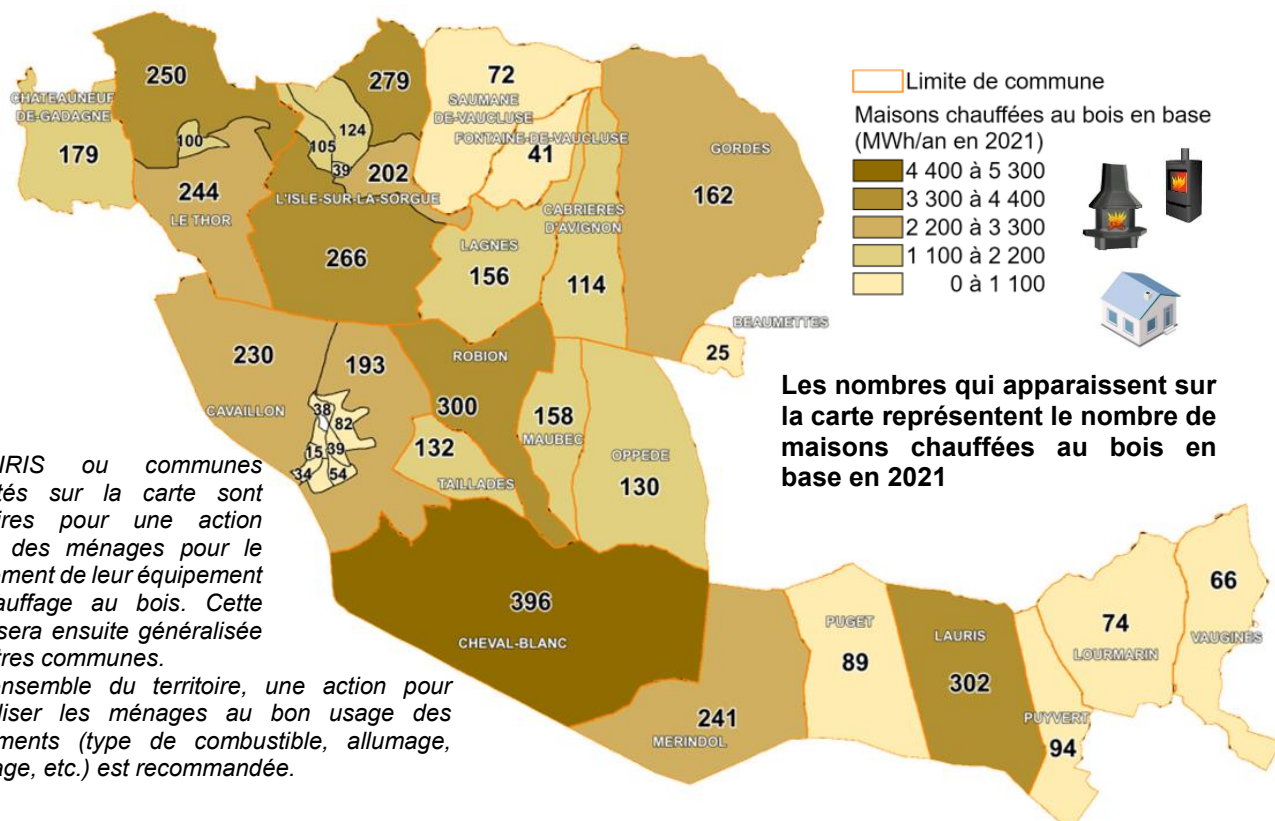
La part des énergies renouvelables dans les transports correspond à la part de biocarburant intégré dans le super sans plomb et le diesel (le E10 contient par exemple 10% de biocarburant). **Cette part de biocarburant n'est pas produite sur le territoire, elle n'est pas comptabilisée dans la production locale d'énergie renouvelable.**

2.1 CARTOGRAPHIES DES MODES DE CHAUFFAGE DANS LES IMMEUBLES COLLECTIFS ET LES MAISONS

Les cartographies suivantes présentent les zones à enjeux pour les maisons et logements collectifs.



Les communes et zones IRIS (îlots regroupés pour l'information statistique) indiquées sur la carte ci-dessus concentrent un nombre important de maisons chauffées au fioul ou au gaz propane. Ces sont des zones à cibler pour la substitution de ces énergies par des énergies renouvelables locales (bois, géothermie et solaire thermique pour la production d'eau chaude et le chauffage des maisons).



PRODUCTION ENERGETIQUE LOCALE

3 ENERGIES CONVENTIONNELLES

Il y a 2 installations de cogénération sur le territoire :

- Van Der Valk - sur la commune de le Thor d'une puissance de 885 kW au gaz mise en service en 2017,
- Dalkia - sur la commune de Cavaillon d'une puissance de 3,3 MW au gaz mise en service en 2016.

4 ENERGIES RENOUVELABLES

4.1 PRODUCTION A FIN 2024 – 222 GWh/AN

4.1.1 METHODOLOGIE

Le bilan de la production d'énergie renouvelable à fin 2024 est établi conformément à la directive européenne 2009/28/CE suivie par la France dans le cadre de l'élaboration du bilan énergétique national.

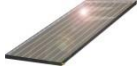



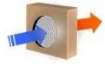

Il s'agit bien d'un bilan de production d'énergies renouvelables et non d'un bilan de consommation d'énergies renouvelables (on ne va pas tenir compte de la part d'énergie renouvelable électrique contenue dans le mix de la consommation d'électricité).

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 $1,15 \times (1/\mu)$ avec $\mu = 49,4\%$ en 2019 soit un COP supérieur à 2,33 (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 >2,33, 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,
- pour information, car il n'y en a pas sur le territoire, la production des UIOM (Usine d'Incinération des Ordures Ménagères) est comptabilisée à hauteur de 50% en énergie renouvelable (la directive européenne considère à juste titre que le contenu des poubelles des particuliers ne contient que 50% de "biodéchets" ou matériaux renouvelables),
- 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 la note sur les rejets de CO₂ évités).

Hypothèse pour la production des installations d'énergies renouvelables (détail en annexe) :

Filière	Type d'installation	gCO ₂ évités/kWh
Solaire thermique 	Chauffe-eau solaire individuel	100 gCO ₂ /kWh
	Système solaire combiné	186 gCO ₂ /kWh
	Chauffe-eau solaire collectif	130 gCO ₂ /kWh
Photovoltaïque 	Maison	300 gCO ₂ /kWh
	Immeuble collectif	
	Industrie	
	Centrale au sol	
Chauffage bois 	Maison	153 gCO ₂ /kWh
	Immeuble collectif	142 gCO ₂ /kWh
Hydroélectricité 	Moulin (fil de l'eau)	349 gCO ₂ /kWh
	Hydro lac ou barrage	
	Petite hydroélectricité	
Aérothermie 	Maison	186 gCO ₂ /kWh _{enr}
	Immeuble collectif	175 gCO ₂ /kWh _{enr}
Géothermie 	Maison	186 gCO ₂ /kWh _{enr}
	Immeuble collectif	175 gCO ₂ /kWh _{enr}











kWh_{enr} : part de l'énergie renouvelable produite en soustrayant la consommation électrique de la pompe à chaleur

4.1.2 SOURCE DES DONNEES

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

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









Faible  Forte

	Filière	Source des données / année	Fiabilité
CHALEUR	Solaire thermique	Données CIGALE / 2022	
	Bois énergie (chaudières collectives et tertiaires, y compris réseau de chaleur)	Données CIGALE / 2022	
	Poêles, cheminées et inserts	Donnée de l'Insee sur la base des réponses "autre chauffage" généralement imputable au bois énergie - CIGALE / 2022 Estimation des ménages l'utilisant en appoint sur la base des données régionales (ADEME 2018).	
	Géothermie	<u>Géothermie superficielle</u> : Données CIGALE / 2022	 Largement sous-estimée
	Aérothermie	Données CIGALE / 2022	 Largement sous-estimée
	Biogaz	ODRE / 2024	
	Biomasse (chaudières industrielles)	Union régionale des Communes forestières PACA 2024	
	Valorisation énergétique des déchets (chaleur)		Pas d'installation sur le territoire
ELECTRICITE	Hydroélectricité	ODRE / 2024	
	Photovoltaïque	ODRE / 2024	
	Eolien	ODRE / 2024	Pas d'installation sur le territoire
	Biogaz	CIGALE 2022	
	Valorisation énergétique des déchets (électricité)		Pas d'installation sur le territoire

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

4.1.3 PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE EN 2024

Bilan des énergies renouvelables 2024		SCOT DE LA REGION DE CAVAILLON
PRODUCTION DE CHALEUR ET DE FROID	Solaire thermique nb installations nombre de m² production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 3 468 10 403 m² 3 641 MWh/an 364
	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)	 12 4 485 kW 4 016 16 266 MWh/an 2 399
	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)	 11 362 25 180 89 304 MWh/an 13 664
	Géothermie (Estimation) nb installations puissance installée (kW) production renouvelable (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 8 45 kW 113 MWh/an 20
	Aérothermie - pompes à chaleur (Estimation) nb d'installations puissance installée (kW) production renouvelable (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 130 559 kW 1 410 MWh/an 262
	Biogaz nb de site production de chaleur ou injection (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 1 419 MWh/an 73
	Biomasse (production de chaleur industrie) nb de site production de chaleur (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 28 751 MWh/an 5 031
	Valorisation des déchets ménagers nb de site <u>sur le territoire</u> 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)	139 904 MWh/an 21 814

Bilan des énergies renouvelables 2024		SCOT DE LA REGION DE CAVAILLON
PRODUCTION D'ELECTRICITE	Hydroélectricité nb installations puissance installée (kW) production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 4 1 580 kW 3 442 MWh/an 1 201
	Photovoltaïque (30/09/2023) nb installations nombre de m² puissance installée (kWc) production annuelle (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 2 529 375 395 m² 56 309 kWc 78 738 MWh/an 23 621
	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)	 1 433 MWh/an 130
	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 <u>sur le territoire</u> production d'électricité (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	 0 0 MWh/an 0
	TOTAL PRODUCTION ELECTRIQUE (MWh/an) production annuelle électrique (MWh/an) rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an)	82 613 MWh/an 24 952
	Agrocarburant nb de site Production annuelle (MWh/an) (non comptabilisé dans le total)	 0 0 MWh/an
	Ressource bois énergie du territoire Production annuelle (MWh/an) (non comptabilisé dans le total)	 0 0 MWh/an
	TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES production annuelle (MWh/an), hors ressource bois rejet de CO ₂ évité (tCO ₂ /an) Part de la consommation totale du territoire	222 517 MWh/an 46 767 13,6%

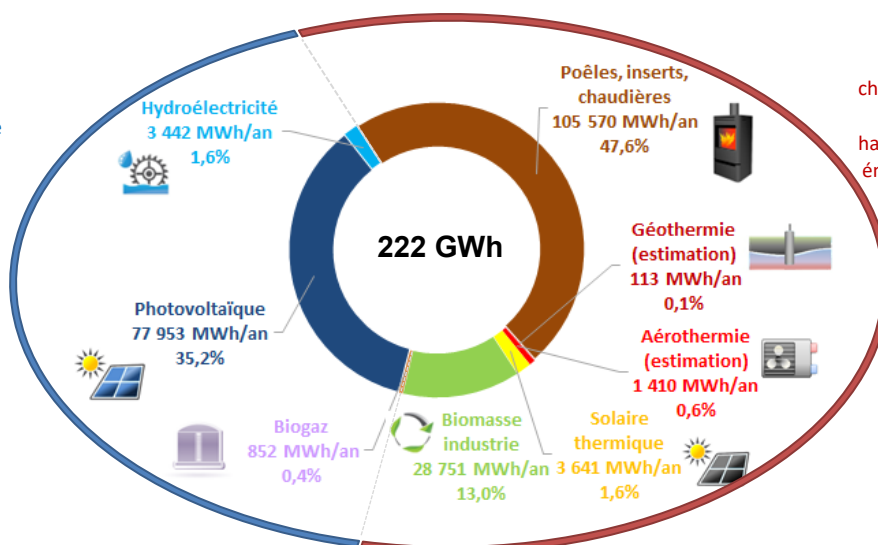
Sources : CIGALE 2022, Union des Communes Forestières 2024, ODRE 2024

La production d'énergies renouvelables atteint 222 GWh/an, ce qui représente 14% de la consommation totale du territoire.

222 GWh

14% d'EnRs

La consommation totale d'électricité est couverte à hauteur de **12%** par les énergies renouvelables électriques



La consommation de chaleur (hors chauffage élec.) est couverte à hauteur de **29%** par les énergies renouvelables thermiques

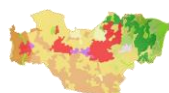
Sources : CIGALE 2022, Union Régionale des Communes Forestières PACA 2024, et ODRE 2024 pour les productions d'électricité renouvelable

Répartition de la production d'énergies renouvelables et de récupération sur le SCoT CCI

Le bois énergie et la biomasse utilisée dans l'industrie représentent une part prépondérante de la production d'énergies renouvelables sur le territoire du SCoT CCI.

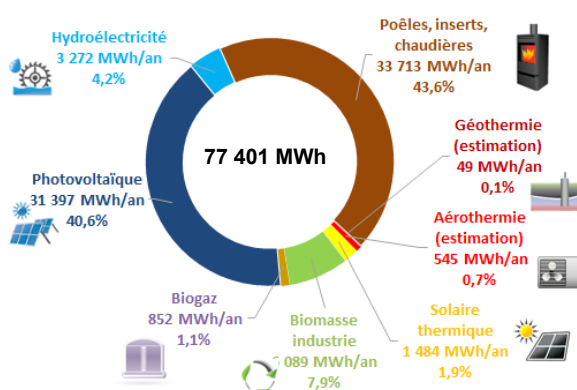
Le photovoltaïque est en forte croissance ces dernières années et va continuer à croître avec les projets en cours de réflexion. Si la géothermie est sous-estimée dans les données de l'observatoire, on constate que le nombre d'installations recensées dans la base du BRGM sur le territoire est très faible. Il en va de même pour les installations solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire.

Il y a une installation de méthanisation sur la commune de l'Isle-dur-la-Sorgue, elle valorise le biométhane en cogénération (production d'électricité et de chaleur).



12% d'EnRs

CCPSMV

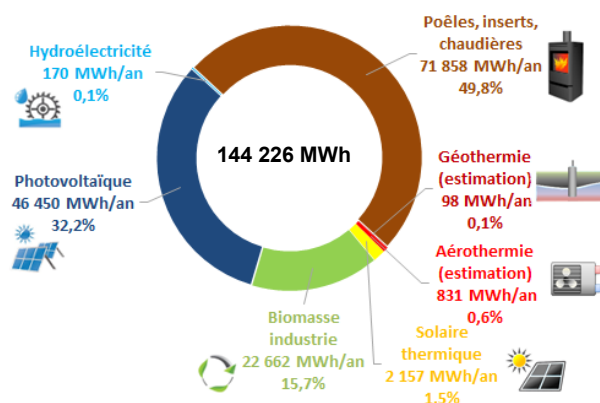


Part de chaleur* renouvelable en 2022 **19%**
 Part d'électricité** renouvelable en 2024 **14%**
 Part du biogaz*** est de **0 %**



15% d'EnRs

CALMV



Part de chaleur* renouvelable en 2022 **38%**
 Part d'électricité** renouvelable en 2024 **12%**
 Part du biogaz*** est de **0 %**






* part de la consommation local d'énergie renouvelable thermique sur la conso. de chauffage et d'eau chaude sanitaire (hors chauffage électrique)

** part de la production locale d'électricité renouvelable sur la consommation totale d'électricité

*** part du biométhane injecté dans le réseau de gaz naturel sur la consommation totale de gaz naturel

4.1.4 SITUATION DU TERRITOIRE

Le tableau suivant présente quelques indicateurs énergétiques sur le territoire et au niveau national¹ pour l'année 2019. La dernière colonne du tableau présente les objectifs de la France en 2030 conformément à loi énergie climat.

INDICATEURS SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES EN 2024	SCOT DE LA REGION DE CAVAILLON	CA Luberon Monts de Vaucluse	CC du Pays des Sorgues et des Monts de Vaucluse	France 2023	Objectifs du PCAET en 2030	Objectifs de la loi Energie Climat en 2030
Part de la prod. locale d'énergies renouvelables sur la consommation totale (y compris transport) 	14%	15%	12%	22,2%	27% (32% SRADDET)	33,0%
Part de la conso. locale des Enrs thermiques sur la conso. de chauffage et d'eau chaude* 	29%	38%	19%	29,6%	nc	38,0%
Part de la prod. locale des Enrs élec. sur la consommation totale d'électricité** 	12%	12%	14%	29,9%	nc	40,0%
Part du biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel 	0%	0%	0,00%	3,13%	nc	10,0%
Part d'EnRs dans la consommation de carburant*** 	8%	8%	8,0%	9,9%		15%

* 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

*** Ethanol dans l'essence et huiles végétales ou animales transformées chimiquement

La CA Lubéron Monts de Vaucluse est en avance sur l'objectif de production de chaleur renouvelable assignée à la France en 2030 puisqu'elle couvre déjà 38% de sa chaleur par les énergies renouvelables thermiques. Cela s'explique par une utilisation de la biomasse et du bois énergie très bien représentée dans les différents secteurs :

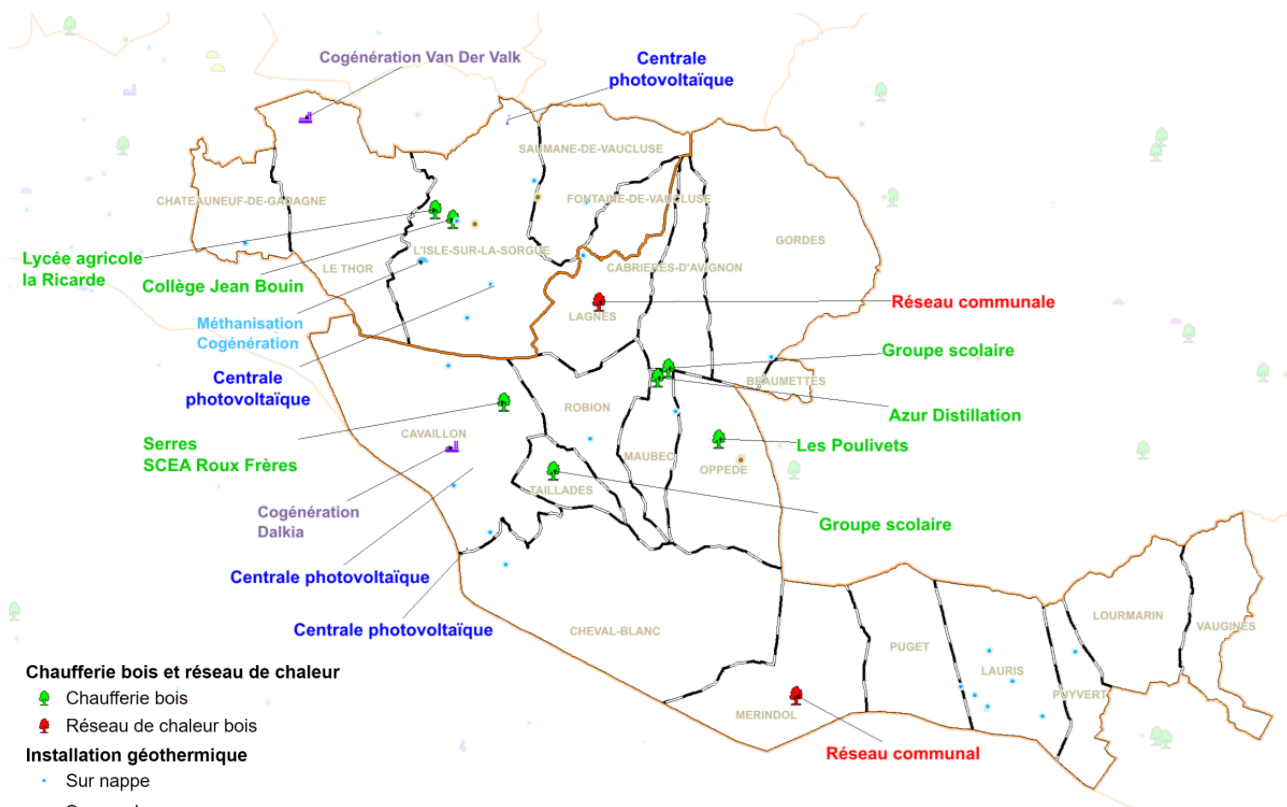
- plusieurs chaudières bois pour des bâtiments tertiaires et deux réseaux de chaleur au bois (Mérindol et Lagnes),
- une entreprise (Azur Distillation) qui utilise le bois pour ces process,
- des serres agricoles (SCEA Roux Frères) équipée d'une chaudière bois)
- 19% des maisons qui se chauffent au bois en base.

La part d'énergie renouvelable thermique sur la CC Pays des Sorgues et des Monts de Vaucluse est plus modeste avec 19% grâce au bois des ménages (17% des maisons chauffées en base) et à deux chaufferies bois (le collège Jean Bouin et le Lycée agricole la Ricarde sur la commune de L'Isle-sur-la-Sorgue). Cette situation devrait évoluer favorablement avec la création du réseau de chaleur de L'Isle-sur-la-Sorgue, alimenté par la chaleur fatale d'un industriel et les eaux usées de la station d'épuration.

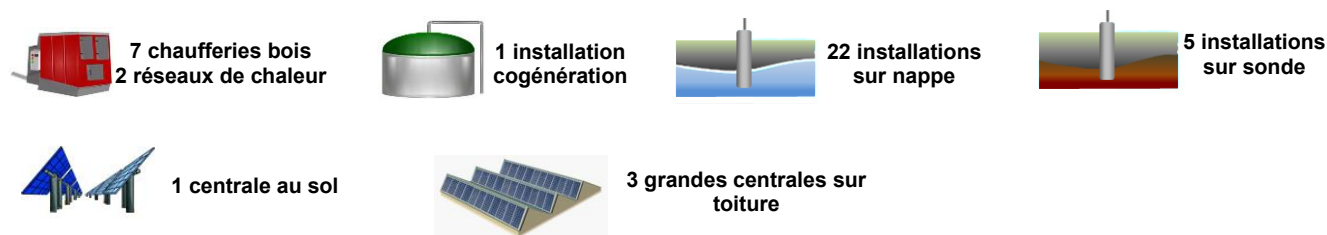
¹ France métropolitaine pour les indicateurs de solaire thermique et photovoltaïque.

4.2 CARTOGRAPHIE DES INSTALLATIONS

Nous vous présentons ci-dessous les cartographies des installations en fonctionnement à fin 2023.



Recensement géolocalisé non exhaustif



Les sources des données pour l'élaboration du recensement des installations géolocalisées :

Centrale photovoltaïque : analyse de l'orthophotographie par Axenne et identification des très grandes installations photovoltaïques.

Chaufferie bois : données de l'Union Régionale des Communes Forestières géolocalisées par Axenne sur la base du propriétaire.

Méthanisation :

Base la plus récente : <https://geo.data.gouv.fr/fr/datasets/509aa28b590be07b8b376d25e0be2613aac71fd>
faire une recherche sur le terme Unité de méthanisation

Base plus ancienne : <https://geo.data.gouv.fr/fr/datasets/f0240a7ca0db157a8cd9b7b9819ffe45ac97d356>

Installation géothermie sonde et nappe :

<https://www.geothersmies.fr/outils/guides/services-web-cartographiques-des-installations-de-geothermie-de-surface-ademe-brgm>

4.3 PROJETS D'INSTALLATIONS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Sont présentés ci-dessous les plus importants projets d'installations d'énergies renouvelables dans les différentes filières. Ces projets n'ont pas été pris en compte dans le bilan des installations d'énergies renouvelables à fin 2024. Ils ont été identifiés via le questionnaire envoyé aux communes ainsi que lors des différents ateliers avec les élus et acteurs du territoire.

! 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.

Récupération de chaleur

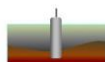


- **Projet de réseau de chaleur à L'Isle-sur-la-Sorgue** alimenté par la chaleur fatale d'un industriel et les eaux usées de la station d'épuration.

+7 350 MWh
(1 470 MWh STEP
5 880 MWh industrie)

~0 MWh en 2023

Géothermie



- L'Isle sur la Sorgue - Centre aquatique (750 MWh) et un hôtel
- Le Thor – médiathèque ~50 MWh
- Pujet – école ~50 MWh
- Cavaillon – Hôpital 1 848 MWh

+2 700 MWh en 2030
et avec tous les acteurs
3 550 MWh en 2030

150 MWh en 2023

(largement sous-estimé)

Pompe à chaleur



- Oppède – stade, école et mairie

34 770 MWh en 2030
tous les acteurs

1 300 MWh en 2023

(largement sous-estimé)

Bois énergie



- Saumane-de-Vaucluse - éco quartier de 60 logements 180 MWh
- Taillades – salle des fêtes 80 MWh

140 000 MWh en 2030
Tous les acteurs

142 300 MWh en 2023

Solaire thermique



- Cavaillon – Hôpital 56 MWh
- Le Coq Noir 684 MWh

5 086 MWh en 2030
Tous les acteurs

3 640 MWh en 2023

Photovoltaïque



Toiture

- Plusieurs groupes scolaires, bâtiments des services techniques, médiathèque, gymnases, complexe omnisport, vestiaires sportifs, etc.
- Isle sur la Sorgue – tribune de stade
- Mérindol – Salle communale



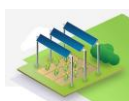
Ombrière

- Le Thor - prkg Beltrame 210 kWc
- Oppède – prkg Espace jardin de Madame 300 kWc, ombrière boudodrome 230 kWc
- Isle sur la Sorgue – prkg



Centrale au sol

- Cabrières ~ 4 MWc.
- Mérindol 1,4 MWc
- Cheval Blanc (carrière de Vallencourt + station d'épuration)
- Isle sur la Sorgue - Entreprise Florette
- Vaugines carrière 2,5 Mw
- Châteauneuf-de-Gadagne 1,3 MWc
- Puyvert 2 MWc (zone stockage matériaux)
- Isle sur la Sorgue STEP 100 kWc



Agrivoltaïsme

- Quelques projets sur le territoire

Scénario tendanciel

8 MWc en 2030

(58% des équipements sportifs, enseignement et culture, 12% des bâtiments tertiaires publics et privés)

30 MWc en 2030

(soit 27% des parkings)

25 ha soit 25 MWc en 2030

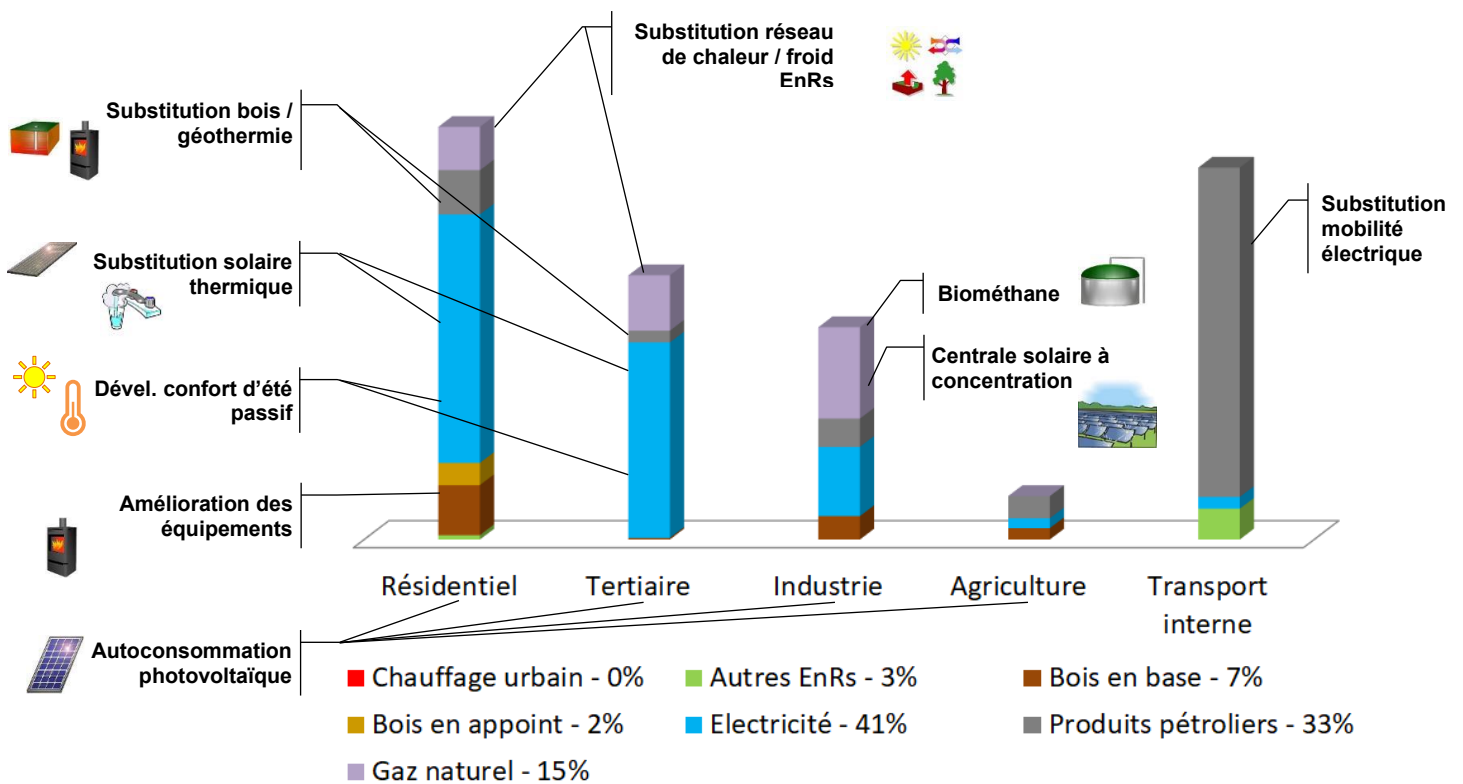
(total de 36 ha en ZAER)

25 ha soit 15 MWc en 2030

(total de 24 ha en ZAER)

4.1 ENJEU DU DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES AU REGARD DES CONSOMMATIONS D'ENERGIES

Le graphique suivant aborde la stratégie énergétique du territoire pour une meilleure utilisation des ressources, une efficacité des moyens de production et une augmentation de l'indépendance énergétique.

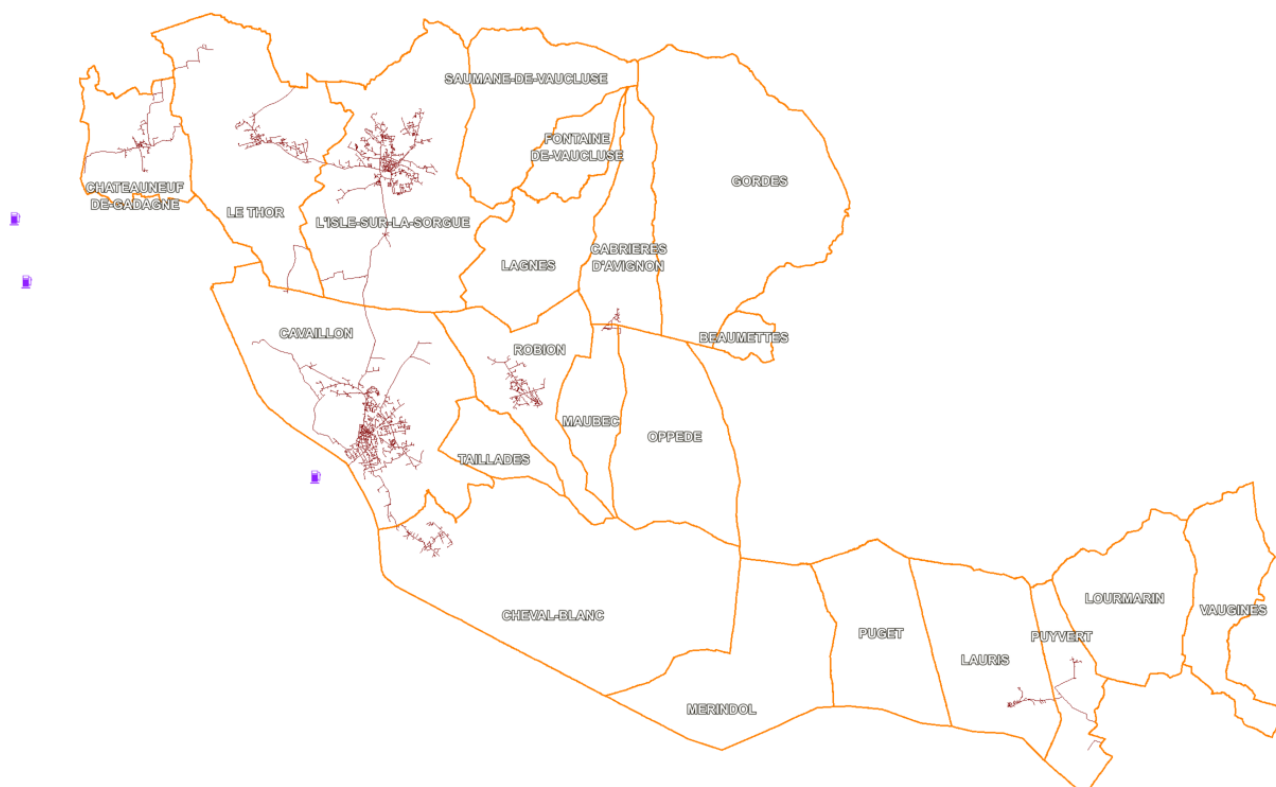


Consommation par secteur et par énergie, opportunité des énergies renouvelables pour un mix énergétique optimisé

5 RESEAUX D'ENERGIE

5.1 RESEAU DE GAZ NATUREL

Nous présentons ci-dessous la carte du réseau de gaz naturel. A noter qu'il n'y a pas de borne pour les véhicules fonctionnant au gaz naturel sur le territoire, mais à proximité (la plus proche étant sur la commune de Plan d'Orgon).



48% des communes sont raccordées au réseau de gaz naturel, mais cela représente 85% de la population, il s'agit d'ailleurs de l'énergie plébiscitée en deuxième position après l'électricité pour le chauffage des logements collectifs (37% sont alimentés au gaz naturel). Il faut ajouter à ces chiffres près de 3 000 maisons chauffées également au gaz naturel.

Cette prépondérance d'une énergie fossile qui est importée n'est pas sans poser de problème quant à l'indépendance énergétique du territoire et les rejets de gaz à effet de serre. Si le gaz naturel représente 10% des consommations dans les logements, il émet 21 % des gaz à effet de serre.

Rappelons enfin que la balance du commerce extérieur de la France est plombée depuis toujours par les produits pétroliers, dont le gaz naturel, avec en 2022 une forte hausse de son coût qui a été souligné dans le bilan énergétique de la France : (source : Bilan énergétique de la France en 2022)

La facture énergétique de la France s'élève à 116,3 milliards d'euros (Md€) en 2022, un niveau jamais enregistré depuis le début des années 70. Elle est multipliée par plus de 2,5 par rapport à 2021 (+ 71,0 Md€2022). Cette forte hausse trouve principalement son origine dans le renchérissement des énergies fossiles engendré par les tensions géopolitiques à la suite de l'invasion de l'Ukraine par la Russie. Le prix du gaz naturel, très volatil tout au long de l'année 2022, atteint notamment un niveau record en août. Le prix à l'importation du gaz naturel a quasiment triplé en moyenne entre 2021 et 2022 et tire la facture gazière à la hausse. Celle-ci passe de 13,9 Md€2022 en 2021 à 46,7 Md€ en 2022.

5.2 RESEAU DE RECHARGE DE BORNES ELECTRIQUE ET PLATE-FORME DE COMBUSTIBLE

La carte suivante présente le positionnement des plateformes de bois énergie et les bornes de recharge de véhicules électriques.



Dans le cadre de l'alimentation d'un réseau de chaleur au bois énergie, voici les différents fournisseurs possibles (source : Communes forestières Provence-Alpes-Côte d'Azur) :

- Macagno sur Le Puy Sainte Réparate (13),
- Sud Energy sur Carpentras/Pernes-les-Fontaines/Velleron (84),
- Tous Travaux Verts sur Pernes-les-Fontaines (84), avec pour les chaufferies de puissance industrielle un approvisionnement en flux tendu,
- Travaux et Environnement sur Les Mées (04),
- Un fournisseur sur Apt (84) qui approvisionne en flux tendu,
- Canopée Energie : plaquette issue de travaux agricoles ou de bois déchiqueté à partir de biomasse agricole,
- Les entreprises Bayle ou AFA seraient en mesure de participer à l'approvisionnement d'un projet d'envergure pour les réseaux d'énergie,

En termes de biomasse agricole /déchets verts (vision partielle) :

- Alcyon – en cours de développement

En termes de bois déchet, sont identifiés actuellement sur l'observatoire des communes forestières :

- Valsud Biomasse sur le département des Bouches-du-Rhône
- Valfibois et Suez RV sur le Vaucluse
- Crok bois dans le Var
- Vox Energie en gestion de plusieurs sites : Banon - Sorgues - St-Martin-de-Crau (13) ...

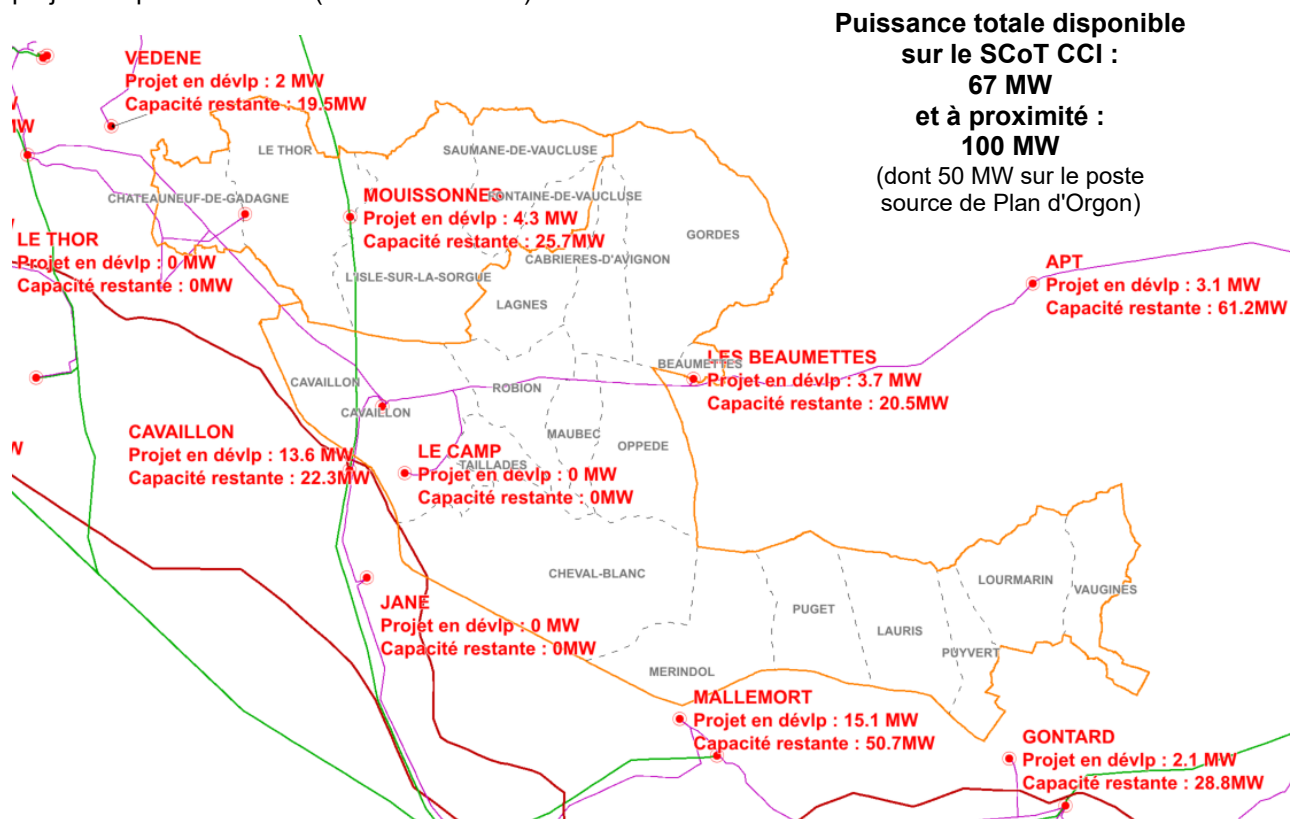
Il n'y aurait pas de problématique à alimenter en bois énergie les réseaux de chaleur du territoire, tout est une question d'anticipation et d'organisation, rappelons que la ville d'Aix en Provence dispose d'un réseau de chaleur au bois énergie d'une production de 73 000 MWh/an. Son approvisionnement en bois énergie ne pose pas de problème particulier.

5.3 RESEAU ELECTRIQUE

Le réseau électrique s'adapte constamment pour accueillir de nouvelles installations de production d'électricité, à l'heure actuelle, les postes sources présents sur le territoire du SCoT CCI peuvent accueillir une puissance de 80 MW. En périphérie du SCoT, les postes sources peuvent accueillir 190 MW.

Le S3REnRs fait l'objet d'une révision lorsque plus des deux tiers de la capacité globale d'accueil du schéma ont été attribués. Dès lors, à long terme, il ne faut pas s'inquiéter du fait qu'un poste source ne puisse pas tout de suite accueillir un projet photovoltaïque, il ne s'agit en effet que d'une question de temps, le réseau étant en mesure de s'adapter pour accueillir cette nouvelle production.

La carte suivante présente l'accueil possible des énergies renouvelables sur ces postes sources pour les projets de plus de 10MW (au 17 mars 2025).



jusqu'à 10 MWc :

On peut se raccorder sur un poste de transformation MT/BT ou en l'absence de poste à proximité via un poste HTA/BT à une ligne 20 kV du réseau de distribution.



Au dessus de 10 MWc :

Le projet va se raccorder au poste source avec un maximum de 1km par MWc pour la distance au poste source.



Au dessus de 30 MWc (hors appels d'offres CRE) :

Le projet va se raccorder au poste source, mais il est peut-être plus rentable suivant la puissance de se connecter directement en HTB, à une ligne 63kV

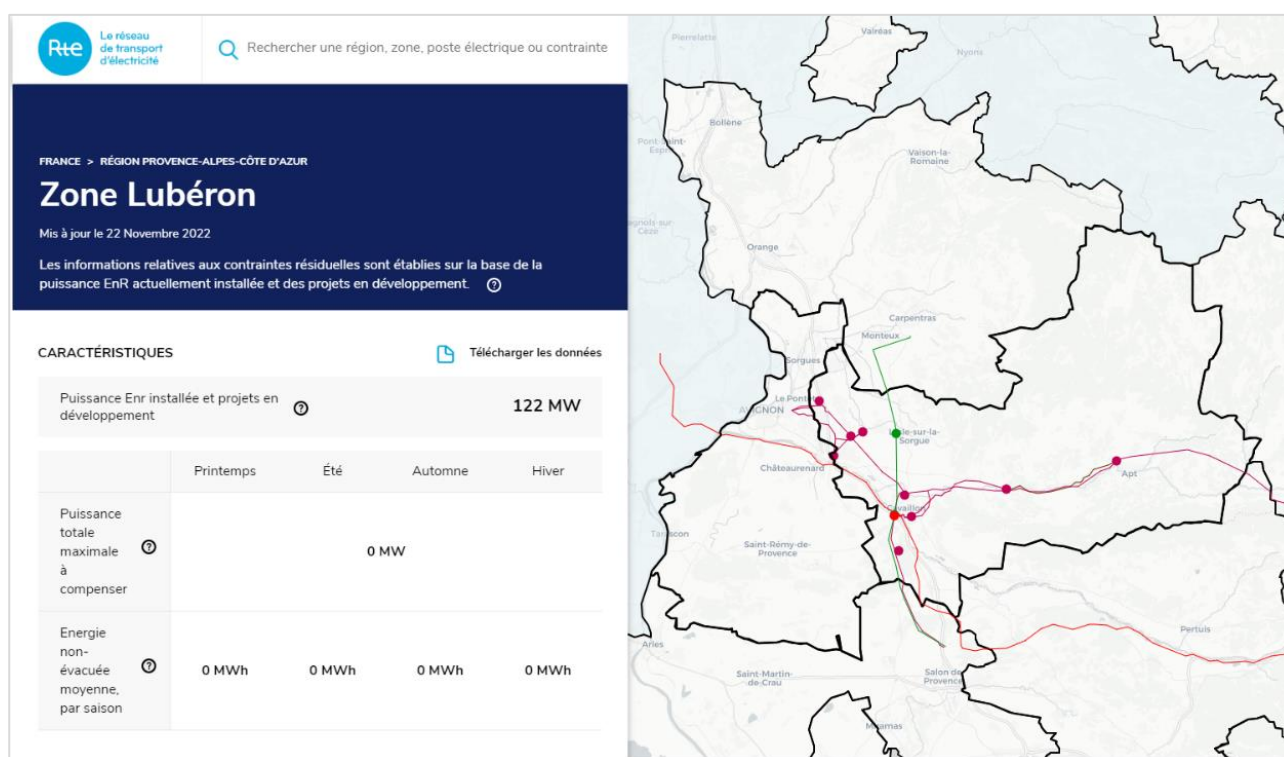


5.4 ANALYSE DES CONTRAINTES SUR LE RESEAU ELECTRIQUE

La publication des études de contraintes sur le réseau public de transport expose une vision prospective de 3 à 5 ans des contraintes résiduelles sur le réseau de Transport d'électricité des différentes régions de France métropolitaine, hors Corse, dans le cadre des Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables. Ces données traduisent le besoin prospectif de flexibilité - modulation de production, consommation, stockage ou autre - sur le réseau, en fonction des saisons et des projections de productions EnR installées localement.

RTE met ainsi à disposition les données permettant aux acteurs d'analyser leur intérêt à contribuer à la gestion des contraintes sur le réseau de transport, grâce à leurs flexibilités. Cette démarche facilite l'émergence d'alternatives tierces aux limitations de production.

Sur le territoire du SCoT CCI, il n'y a aucune problématique de surcapacité de production sur la zone géographique du Lubéron. C'est compréhensible puisque l'on retrouve plutôt ce cas de figure dans des zones où par exemple, il y a une concentration importante d'éoliennes et/ou de centrales photovoltaïques au sol dont la production n'est pas consommée sur place et doit remonter sur le réseau électrique jusqu'au poste source qui peut ne pas être en capacité d'absorber cette puissance.



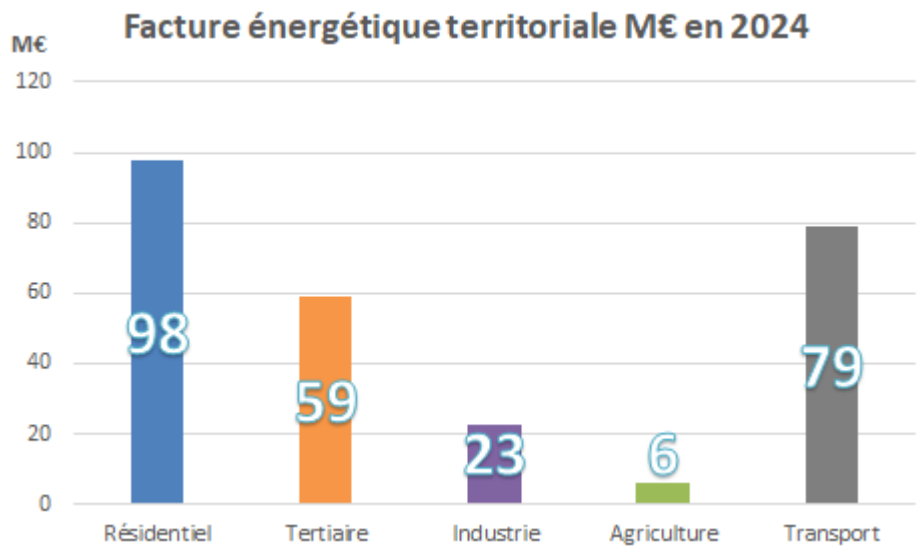
Source : <https://www.contraintes-reseau-s3renr-rte.com/zone/lub%C3%A9ron>

6 EVOLUTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Le graphique suivant présente la facture énergétique du territoire par secteur. Elle est élaborée sur la base du coût moyen par type d'énergie et par acteur en 2024 (le coût du bois énergie est comptabilisé même si une partie du bois consommée n'est pas forcément achetée). Cette facture énergétique territoriale reflète la consommation des acteurs du territoire en tenant compte de la part « interne » du transport (due aux véhicules du territoire) et en excluant la part transit/tourisme même si elle est faible sur le territoire.

La facture énergétique du territoire s'élève ainsi à environ 265 M€ (178M€ en 2020 à consommation équivalente, soit une augmentation de 49% en 4 ans).

Facture énergétique du territoire en 2024 hors transport en transit sur le territoire (Source : Axenne)



Sources : prix des énergies

2024				
Energie €/MWh en 2024	Résidentiel €TTC/MWh	Tertiaire €HT/MWh	Industrie €HT/MWh	Agriculture €HT/MWh
Fioul	121	115	64	115
Gaz naturel	118	89	70	89
Gaz propane	172	118	118	118
Electricité	256	214	141	214
Chauffage urbain	120	115	115	115
Bois énergie	79	29	29	29

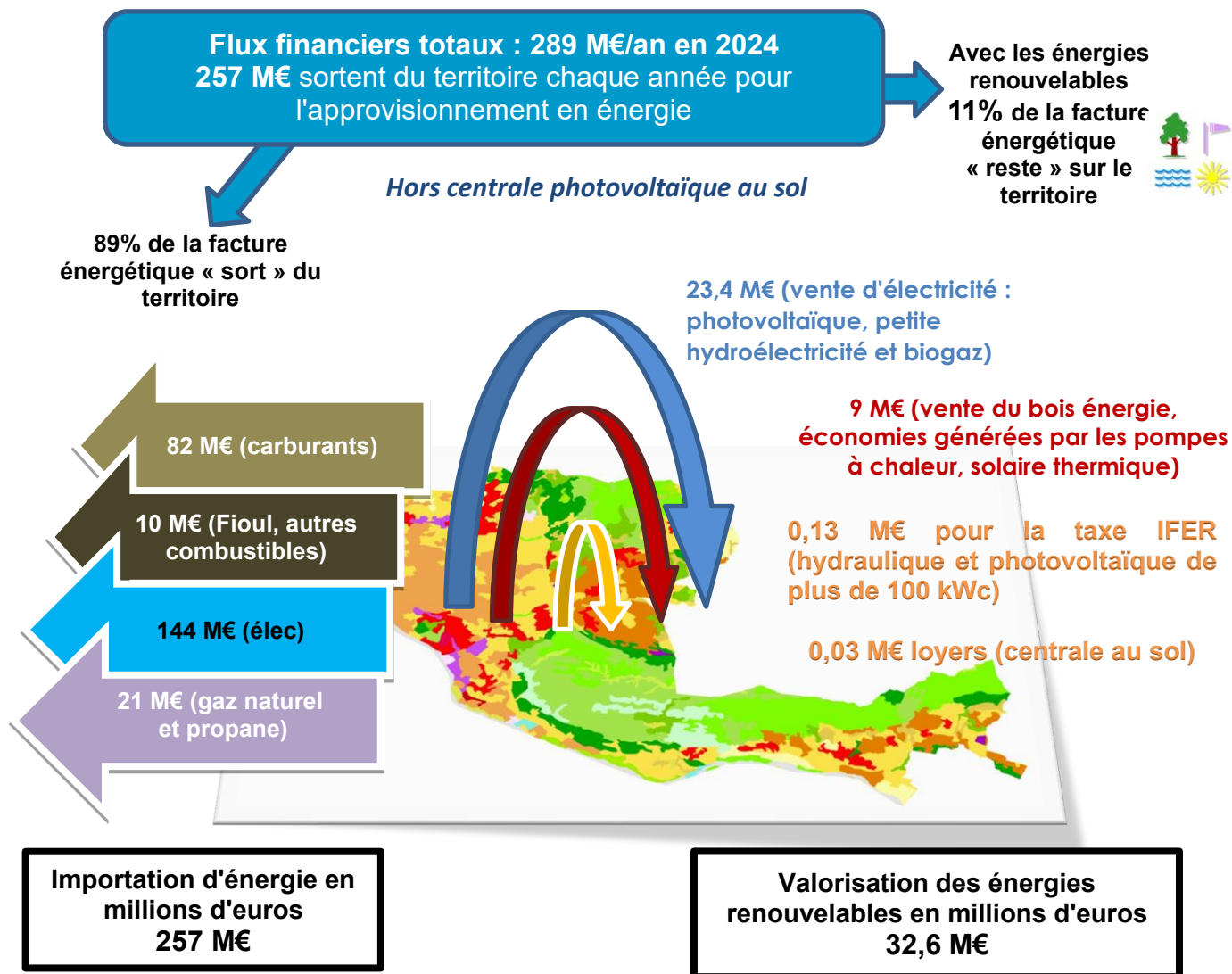
Cette facture énergétique a fortement augmenté entre 2020 et 2024, passant ainsi de 178 M€ à 265 M€ avec de fortes augmentations sur les produits pétroliers et le gaz naturel (32%) et de +22% sur l'électricité (ces variations sont beaucoup plus importantes pour les secteurs tertiaire et industrie, le bouclier tarifaire ayant joué son rôle sur le secteur résidentiel).

7 FLUX FINANCIERS

Les flux financiers sur le territoire proposent une vision complémentaire à la facture énergétique.

Ils tiennent compte de ce qui retourne au territoire avec les économies générées par les énergies renouvelables thermiques (y compris la vente du bois énergie que l'on considère locale), les factures éditées par les acteurs du territoire dans le cadre de l'obligation d'achat (photovoltaïque et hydrauliques hors grandes centrales propriétés des développeurs) et enfin des taxes IFER qui sont reversées aux collectivités et au département ainsi que la location des terrains pour les centrales au sol.

Le graphique ci-dessous présente les flux financiers.



Représentation des flux financiers de la production d'énergie (Source : Axenne)

On peut retrouver le montant de la facture énergétique en additionnant tout ce qui sort du territoire (carburant, fuel, élec, gaz naturel) et une partie de la valorisation financière de la chaleur thermique (les factures de bois énergie payées par les acteurs du territoire).

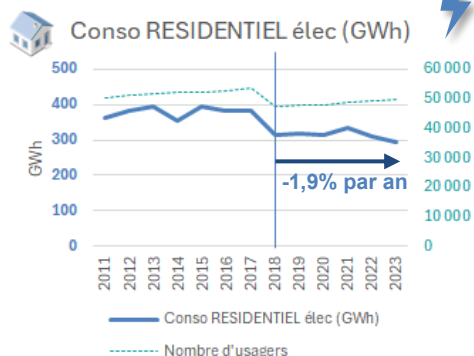
8 EVOLUTION DES CONSOMMATIONS

Si l'on se réfère aux données CIGALE, les consommations sur le territoire n'ont pas beaucoup évolué depuis 2015. Sans remonter jusqu'en 2008 pour avoir une vision de ce qui s'est passé sur les dernières années, les consommations augmentent légèrement de 0,1% par an depuis 2015 et c'est surtout le secteur tertiaire sur les deux EPCI et l'industrie sur la CALMV qui portent cette légère hausse. Sur les deux EPCI, les consommations baissent pour le secteur résidentiel, le transport et l'agriculture (même si les consommations de l'agriculture sont très faibles en rapport aux autres secteurs).

Si l'on suit les données CIGALE entre 2015 et 2022 et que l'on poursuit les tendances, alors entre 2020 et 2030 la consommation augmentera très légèrement de 0,7%. Nous avons bien sûr opté pour une ambition plus importante à l'horizon 2030 en nous fixant un objectif de -6% des consommations par rapport à 2020. En l'absence de données plus récentes de CIGALE, nous avons aussi utilisé les données des gestionnaires des réseaux (électricité et gaz naturel) afin d'étudier les évolutions qu'il y a eu entre 2018 et 2023. Attention! la seule observation des données des gestionnaires n'est pas suffisante pour se fixer un objectif sur les consommations attendues en 2030, puisqu'il y a seulement l'électricité et le gaz naturel. Les données CIGALE sont importantes, puisqu'elles incluent les consommations de bois énergie, de fioul et de gaz propane.

8.1 LE SECTEUR RESIDENTIEL -8% EN 2030

Les conso. d'électricité



Sources des données : gestionnaires des réseaux

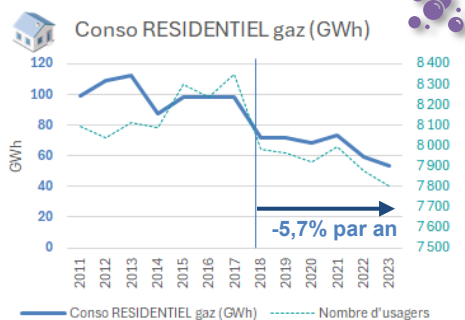


Modification d'affectation des consommateurs à partir de 2018.
Les variations s'observent donc sur deux périodes :

- 2011 → 2017
- 2018 → 2023

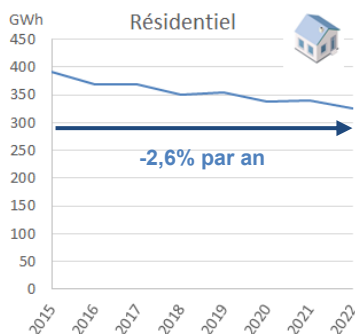
Les consommations d'électricité baissent alors que le nombre d'abonnés augmente. La baisse peut être attribuée à la sobriété énergétique suite aux augmentations successives de l'électricité depuis 2018 mais aussi à l'isolation des logements et des maisons. Cette baisse est constatée sur les deux EPCI.

Les conso. de gaz naturel



Si la consommation de gaz naturel chute, elle est en grande partie due à la baisse du nombre d'abonnés. Cette baisse est constatée sur les deux EPCI.

Source : <https://opendata.agenceore.fr/>



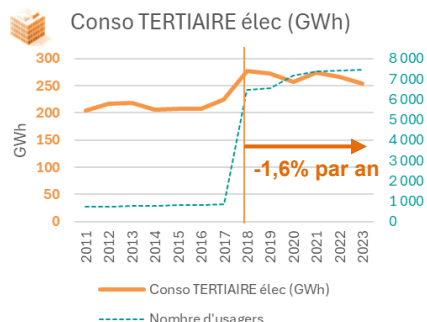
Sources des données : Observatoire (CIGALE)

Nous retiendrons une tendance à la baisse pour la trajectoire énergétique qui nous mène à **-8%** d'économie d'énergie en 2030 par rapport à 2022.

En tendanciel la réduction serait plus importante (-17%) mais il faut tenir compte que les ménages ont déjà fourni des efforts considérables et inédits depuis la crise de 1970 (modification de comportement, isolation, etc). De plus, l'objectif de -8% inclut les nouveaux logements qui chaque année, amènent des consommations supplémentaires (-12% d'économie entre 2022 et 2030 hors dynamique de construction).

8.2 LE SECTEUR TERTIAIRE -8% EN 2030

Les conso. d'électricité



Sources des données : gestionnaires des réseaux



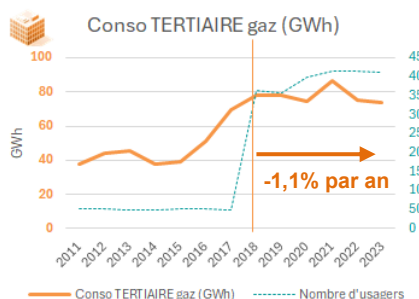
Modification d'affectation des consommateurs à partir de 2018.

Les variations s'observent donc sur deux périodes :

- 2011 → 2017
- 2018 → 2023

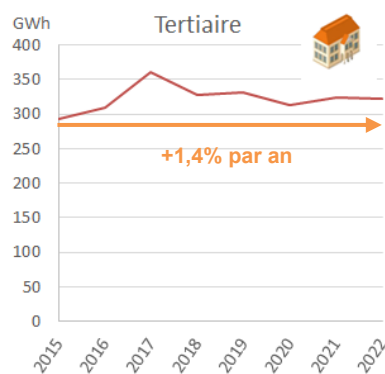
Les consommations d'électricité baissent alors que le nombre d'abonnés augmente. Cela signifie que les bâtiments sont mieux isolés et que les gestes et les actions d'économie d'énergie avec la crise énergétique ont porté leur fruit.

Les conso. de gaz naturel



La consommation de gaz naturel a baissé fortement sur la CALMV et augmenté sur la CCPSMV. A l'échelle du SCoT on constate une très légère baisse. Le nombre d'abonnés est relativement stable sur les deux EPCI.

Source : <https://opendata.agenceore.fr/>



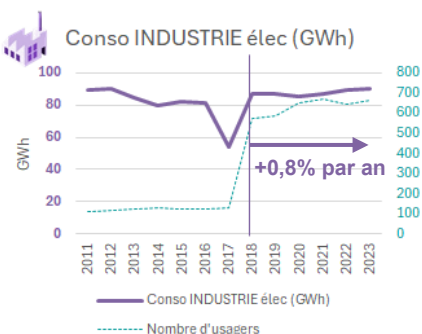
Sources des données : Observatoire (CIGALE)

Les données CIGALE qui prennent en compte toutes les énergies du secteur tertiaire laissent apparaître une hausse de la consommation d'énergie de 1,4% annuellement entre 2015 et 2022, cela nous conduirait à une augmentation de 12% en 2030 par rapport à 2022.

Toutefois, depuis 2018, la consommation a tendance à se stabiliser et avec le décret tertiaire qui impose la rénovation des bâtiments et l'évolution sur l'électricité et le gaz entre 2018 et 2022 nous nous fixons un objectif de **- 8%** d'économie d'énergie en 2030 par rapport à 2020. Cet objectif tient compte des nouveaux bâtiments tertiaires construits chaque année entre 2022 et 2030 (-9% d'économie entre 2022 et 2030 hors dynamique de construction).

8.3 L'INDUSTRIE -4% EN 2030

Les conso. d'électricité



Sources des données : gestionnaires des réseaux



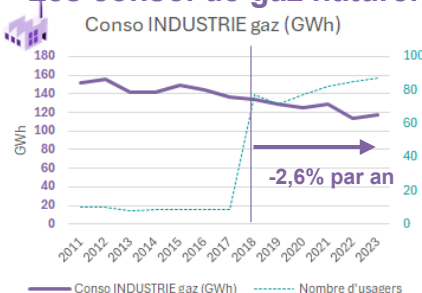
Modification d'affectation des consommateurs à partir de 2018.

Les variations s'observent donc sur deux périodes :

- 2011 → 2017
- 2018 → 2023

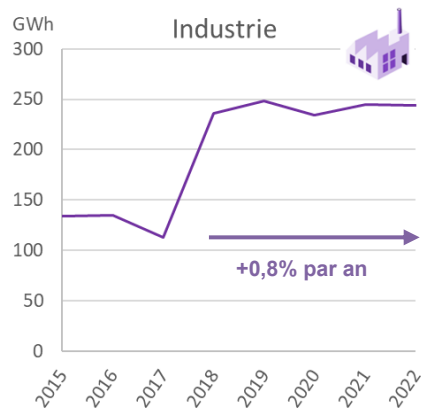
Les consommations d'électricité baissent sur la CALMV et augmentent légèrement sur la CCPSMV. Finalement à l'échelle du SCoT on a une légère augmentation. Entre 2018 et 2023 il y a une augmentation du nombre d'abonnés sur les deux EPCI.

Les conso. de gaz naturel



La consommation de gaz naturel est plutôt en baisse sur le SCoT avec une baisse prononcée sur la CCPSMV et une légère hausse sur la CALMV. Finalement, à l'échelle du SCoT la baisse représente -2,6% par an entre 2018 et 2023. On constate que dans le même temps le nombre d'abonné a augmenté.

Source : <https://opendata.agenceore.fr/>



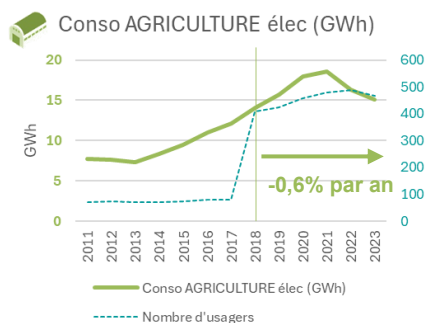
Sources des données : Observatoire (ODACE)

Les données CIGALE qui prennent en compte toutes les énergies du secteur de l'industrie laissent apparaître une hausse de la consommation d'énergie de +0,8% annuellement entre 2018 et 2022.

Cette évolution de la consommation dans l'industrie nous engage à proposer une baisse modeste de **- 4%** des consommations d'énergie en 2030 par rapport à 2022. Il sera nécessaire d'accompagner cette baisse notamment avec la récupération de la chaleur fatale qui permet de faire des économies d'énergie sur des process alimentés par la chaleur fatale d'équipements présents dans l'entreprise (compresseurs, fours, séchoirs, chaudières). Cet objectif tient compte des nouvelles entreprises qui vont s'installer sur le territoire entre 2022 et 2030 (-6% d'économie entre 2022 et 2030 hors dynamique de construction).

8.4 L'AGRICULTURE -4% EN 2030

Les conso. d'électricité



Sources des données : gestionnaires des réseaux

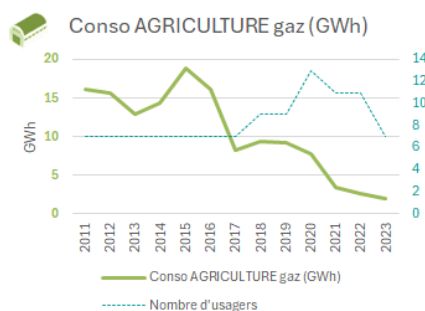


Modification d'affectation des consommateurs à partir de 2018. Les variations s'observent donc sur deux périodes :

- 2011 → 2017
- 2018 → 2023

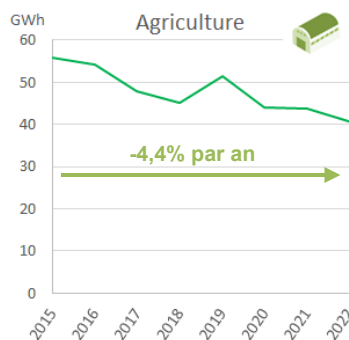
Les consommations d'électricité augmentent légèrement de +1,5% chaque année entre 2018 et 2023. Cette augmentation se vérifie sur les deux EPCI.

Les conso. de gaz naturel



Il y a moins de 10 abonnés sur le gaz naturel ne permettant pas de faire une analyse sur les consommations.

Source : <https://opendata.agenceoere.fr/>



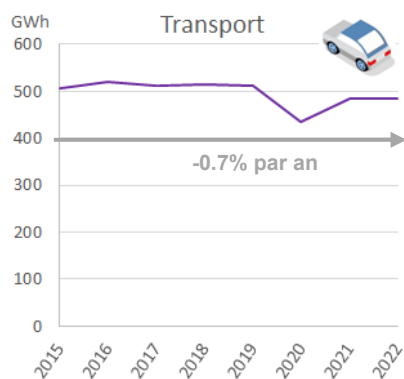
Sources des données : Observatoire (CIGALE)

Les données CIGALE prennent en compte toutes les énergies et notamment les carburants des tracteurs qui représentent la majeure partie des consommations.

La consommation diminue depuis 2008, mais nous allons retenir un objectif raisonnable de **- 4%** des consommations d'énergie en 2030 par rapport à 2022.

Pour l'agriculture nous avons raisonné à exploitations constantes entre 2020 et 2030.

8.5 LE TRANSPORT -5% EN 2030



Sources des données : Observatoire (CIGALE)

Les données CIGALE font apparaître une légère baisse de la consommation entre 2015 et 2022 (-0,7%/an). Si l'on poursuit cette tendance la baisse sera de 5% en 2030 par rapport à 2020.

Nous allons retenir cet objectif de **- 5%** des consommations d'énergie en 2030 par rapport à 2022.

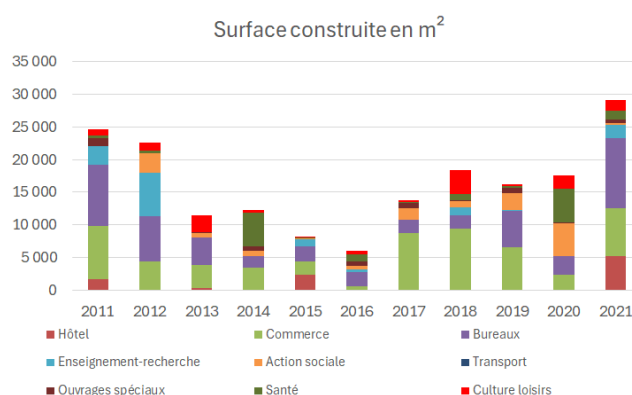
Cet objectif tient compte des nouveaux véhicules qui arrivent sur le territoire avec les nouvelles constructions (la réduction des consommations est de 12% en 2030 hors nouveaux véhicules).

9 CONSOMMATION SUPPLEMENTAIRES ATTENDUES EN 2030 +67GWH

Nous avons pu le voir précédemment, les consommations augmentent légèrement sur le territoire sur les secteurs de l'industrie et du tertiaire (à noter que, pour le tertiaire c'est sur la CCPSMV que les consommations augmentent). Les consommations sont par contre en baisse sur les secteurs résidentiel et transport.

Si nous avons retenu une baisse de 6% des consommations en 2030, cette baisse tient compte des nouvelles constructions et de l'augmentation du parc de véhicules sur le territoire.

Pour estimer les consommations supplémentaires attendues en 2030 avec la dynamique de construction, nous nous basons sur la dynamique qu'il y a pu y avoir sur le territoire sur les dix dernières années et nous allons tenir compte d'une baisse de cette dynamique de construction avec la démarche de zéro artificialisation nette. Ainsi, nous retenons 50% de la moyenne sur les dix dernières années pour l'ensemble des locaux à l'exception des commerces où seuls 10% de la moyenne sur les dix dernières années sera retenu (il n'est pas prévu qu'il y ait de nouveaux centres commerciaux sur le territoire ni d'implantation de nouveaux super ou hypermarchés).



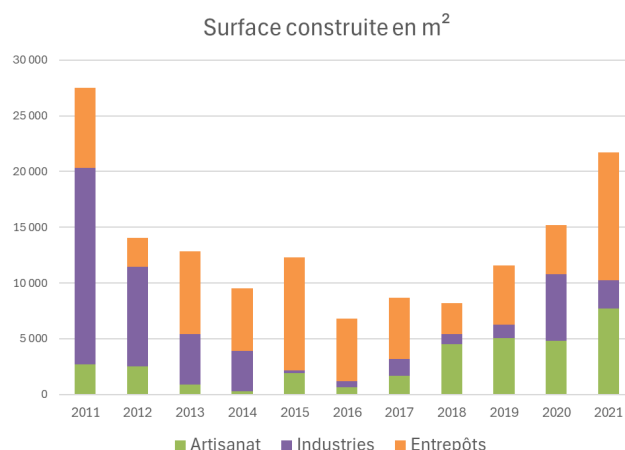
Surface construite pour les locaux sur les dix dernières années (source SITADEL)

Surfaces retenues pour le calcul des nouvelles consommations à l'horizon 2030 en ne retenant que 50% de la moyenne sur les dix dernières années et 10% pour les commerces :

Moyenne en SHON/an	Hébergement hôtelier	Commerce	Bureaux	Artisanat	Industrie	Locaux agricoles	Entrepôts	Enseignement - recherche	Action sociale	Transport	Ouvrages spéciaux	Santé	Culture loisirs
Moy général	397	478	2 054	1 499	1 499	11 095	3 042	575	779	3	191	741	628





L'industrie, l'artisanat et les entrepôts subissent également une réduction de 50% du nombre de m² de shon construits chaque année.

Surface construite pour l'industrie, l'artisanat et les entrepôts sur les dix dernières années (source SITADEL)

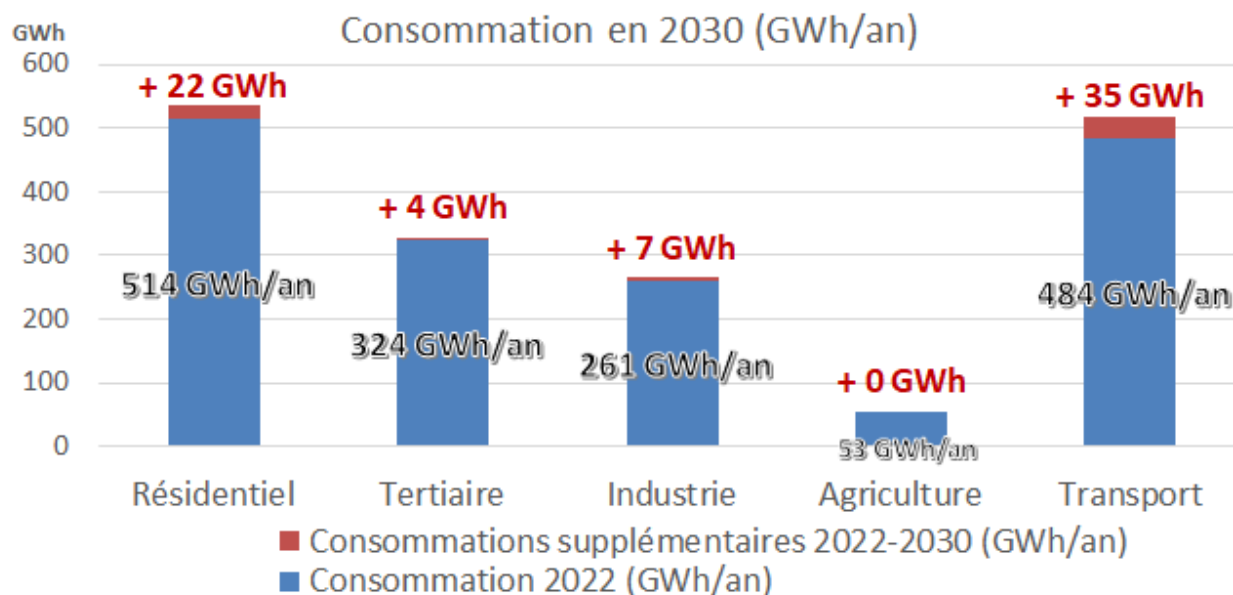


Pour les logements, le SCoT CCI propose 323 logements sur la CALMV et 199 logements sur la CCPSMV dont une partie sera réalisée en résidence principale. Nous avons retenu 40% en logements collectifs et 60% sur des maisons individuelles. Cela représente 280 maison/an et 186 logements collectifs/an jusqu'en 2030.

Le tableau ci-dessous met en lumière l'augmentation des consommations attendues avec les nouvelles constructions :

	Consommation 2022 (GWh/an)	Dynamique 2022-2030 (logements/an)	Consommations supplémentaires 2022-2030 (GWh/an)	Consommation en 2030 (GWh/an)
Logements individuels	408 GWh/an	280	16,1 GWh/an	424 GWh/an
Logements collectifs	105 GWh/an	186	5,6 GWh/an	111 GWh/an
Résidentiel	514 GWh/an	466	21,7 GWh/an	535 GWh/an
Tertiaire 	324 GWh/an		4 GWh/an	328 GWh/an
Industrie 	261 GWh/an		7 GWh/an	267 GWh/an
Agriculture 	53 GWh/an		0 GWh/an	53 GWh/an
Transport 	484 GWh/an		35 GWh/an	518 GWh/an
TOTAL	1 636 GWh/an		67 GWh/an	1 703 GWh/an



Consommations supplémentaires attendues en 2030

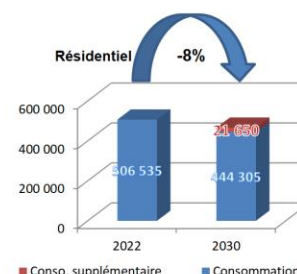


Nous n'avons pas pris en compte des consommations supplémentaires pour le secteur agricole, nous raisonnons avec un nombre d'exploitations constant.

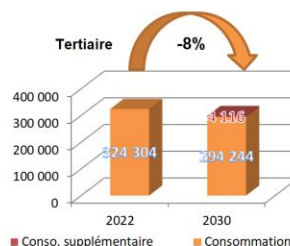
10 SCENARIO DE MAITRISE DE L'ENERGIE

Le scénario de maîtrise de l'énergie présenté ci-dessous tient compte de la dynamique de réduction des consommations passées et observées dans les différents secteurs, le décret tertiaire qui doit permettre une réduction des consommations énergétiques. Les consommations supplémentaires vues précédemment sont prises en compte.

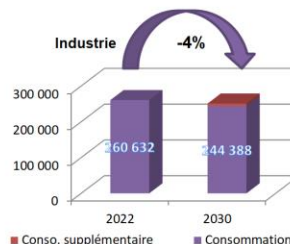
PROSPECTIVE EN 2030		GAIN ENERGETIQUE SUR L'EXISTANT		IMPACTS DES ACTIONS
		Electricité MWh/an	Autres énergies MWh/an	tCO2 évité/an en 2030
	HABITAT MAISONS INDIVIDUELLES			
	Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-11 120	-14 967	-3 529
	Sobriété énergétique et comportement	-14 452	-2 912	-2 493
	Electromenager performant	-5 016		-304
	GAINS ENERGETIQUES DANS LES MAISONS :	-30 588	-17 880	-6 326
	HABITAT LOGEMENTS COLLECTIFS			
	Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-3 372	-3 248	-1 353
	Sobriété énergétique et comportement	-4 009	-911	-509
	Electromenager performant	-2 223		-126
	GAINS ENERGETIQUES DANS LES LOGEMENTS COLLECTIFS :	-9 604	-4 158	-1 988
GAIN ENERGETIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR DE L'HABITAT :		-40 192	-22 038	-8 314
Rappel de la consommation de l'habitat en 2022 :		506 535		
Consommation supplémentaire nouveaux logements en 2030 :		21 650		
Consommation totale des maisons individuelles en 2030 :		465 955		-8%



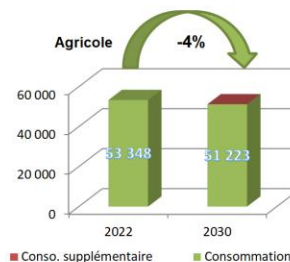
PROSPECTIVE EN 2030		GAIN ENERGETIQUE SUR L'EXISTANT		IMPACTS DES ACTIONS
		Electricité MWh/an	Autres énergies MWh/an	tCO2 évité/an en 2030
	SECTEUR TERTIAIRE			
	Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-22 614		-3 198
	Equipements performants	-7 446		-462
GAIN ENERGETIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR TERTIAIRE :		-30 060		-3 660
Rappel de la consommation du tertiaire en 2022 :		324 304		
Consommation supplémentaire en 2030 :		4 116		
Consommation totale du secteur tertiaire en 2030 :		298 360		-8%



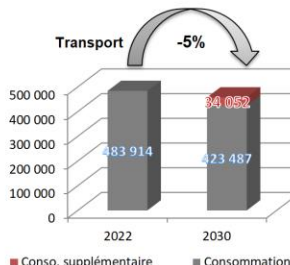
PROSPECTIVE EN 2030		GAIN ENERGETIQUE SUR L'EXISTANT		IMPACTS DES ACTIONS
		Electricité MWh/an	Autres énergies MWh/an	tCO2 évité/an en 2030
	SECTEUR INDUSTRIEL			
	Action sur le bâtiment	-3 659		-162
	Utilités	-7 413	-5 172	-368
GAIN ENERGETIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR INDUSTRIE :		-11 072	-5 172	-530
Rappel de la consommation de l'industrie en 2022 :		260 632		
Consommation supplémentaire en 2030 :		6 603		
Consommation totale du secteur industriel en 2030 :		250 991		-4%



PROSPECTIVE EN 2030		GAIN ENERGETIQUE SUR L'EXISTANT		IMPACTS DES ACTIONS
		Electricité MWh/an	Autres énergies MWh/an	tCO2 évité/an en 2030
	SECTEUR AGRICOLE			
	Action sur le bâti et les systèmes de chauffage	-641		-149
	Pratiques des éleveurs / réglage des équip.	-276		-46
	Consommation de carburant		-1 209	-391
GAIN ENERGETIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR AGRICOLE :		-916	-1 209	-586
Rappel de la consommation de l'agriculture en 2022 :		53 348		
Consommation supplémentaire en 2030 :		0		
Consommation totale du secteur agricole en 2030 :		51 223		-4%



PROSPECTIVE EN 2030		GAIN ENERGETIQUE SUR L'EXISTANT		IMPACTS DES ACTIONS
		Electricité MWh/an	Autres énergies MWh/an	tCO2 évité/an en 2030
	SECTEUR TRANSPORT			
	Equipement		-55 614	-16 464
	Service		-10 788	-1 234
	Conso. d'élec. supplémentaire (voiture hybride rechargeable et électrique)	5 974		
	GAIN ENERGETIQUE TOTAL DANS LE SECTEUR TRANSPORT :	5 974	-66 402	-17 698
Rappel de la consommation du transport en 2022 :		483 914		
Consommation supplémentaire en 2030 :		34 052		
Consommation supplémentaire d'élec 2030 :		506		
Consommation totale du secteur transport en 2030 :		458 045		-5%



Rappel de la consommation en 2022 :
(avec les résidences secondaires)

1 635 818 MWh/an



-7%

Consommation en 2030 : 1 525 179 MWh/an

Scénario de maîtrise de l'énergie en 2030

POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

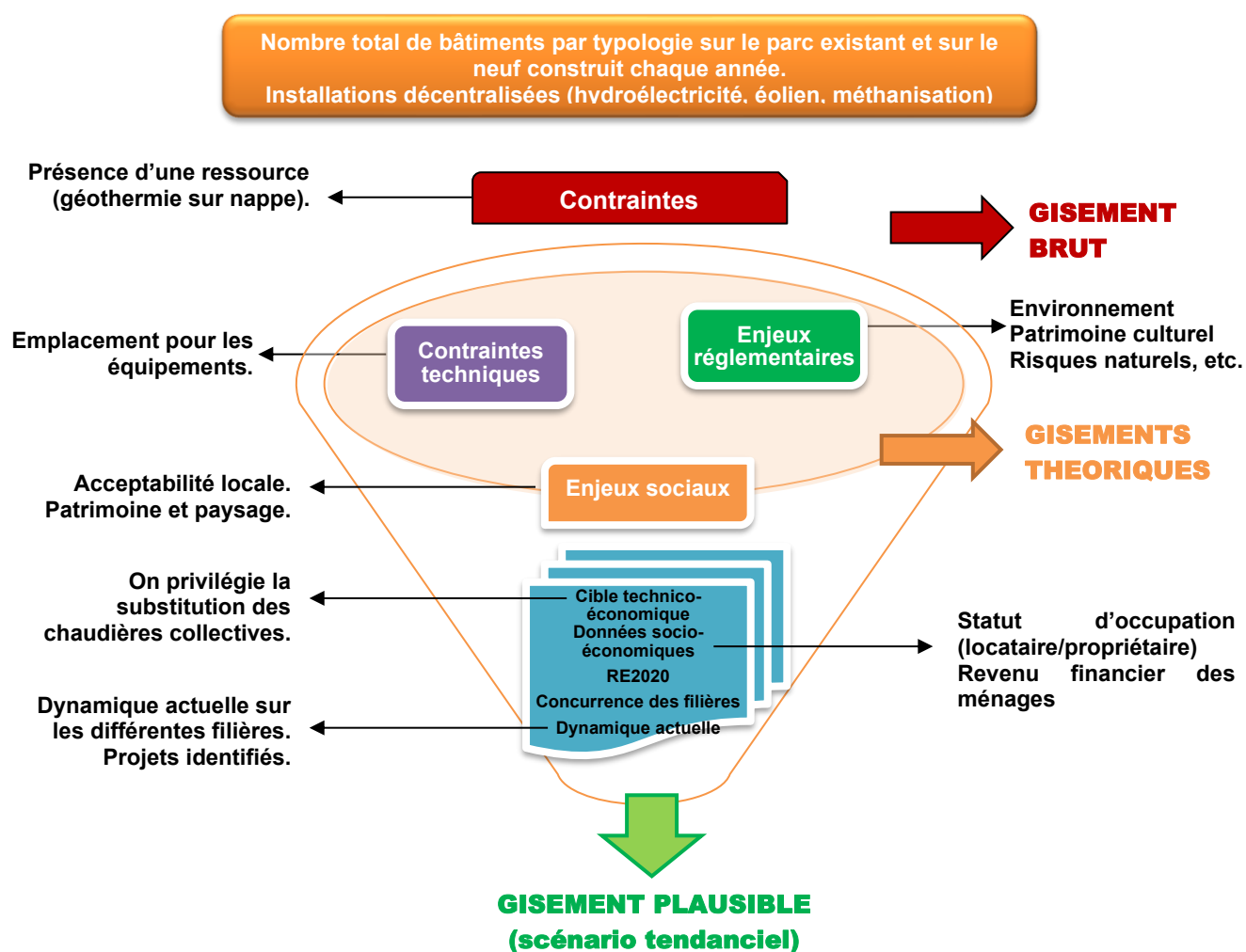
11 METHODOLOGIE

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

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.

Les gisements théoriques représentent toutes les installations qu'il serait possible de réaliser sur les bâtiments existants et toutes les installations 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.

Le schéma ci-dessous présente la démarche jusqu'à l'estimation des gisements plausibles. Ce rapport présente les gisements bruts et les gisements théoriques. Les gisements plausibles seront étudiés dans le cadre de l'élaboration des scénarios énergétiques.



Pour chaque typologie d'installation, on tient compte :

- des contraintes liées au patrimoine culturel (sites classés, sites inscrits, site patrimonial remarquable, monuments historiques, etc.) pour l'implantation de capteurs solaires thermiques ou de modules photovoltaïques en toiture et sur les parkings,
- de la carte réglementaire du BRGM pour les enjeux sur les risques naturels (remontée de nappe, cavités, etc.) pour la filière géothermie,
- des enjeux environnementaux pour l'implantation des centrales au sol,
- de la typologie des bâtiments, de leurs besoins énergétiques (eau chaude sanitaire, chauffage et besoins de rafraîchissement) ainsi que de leur équipement actuel de chauffage pour les logements collectifs (chaudière individuelle ou collective, type d'énergie),
- de la dynamique de construction pour les nouveaux projets, etc.

Les chiffres présentent donc **le potentiel maximal théorique** et ne tiennent pas compte de la capacité financière des maîtres d'ouvrage, du nombre d'artisans en mesure de réaliser les travaux, des réglementations thermiques actuelles et futures et de la concurrence entre les filières, y compris les filières traditionnelles (électricité, gaz naturel, fioul).

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

12 TYPOLOGIE DU TISSU URBAIN

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

! Les surfaces présentées représentent les surfaces de toiture rapportées au sol sur un plan horizontal.

La catégorie des maisons regroupe les baraquements, bungalow, cabane, chalet, grange, garage individuel, construction diverse et bien sûr les maisons. Nous avons volontairement supprimé les surfaces de moins de 25m² pour ne conserver que les maisons et éventuellement les garages.

Les logements collectifs regroupent les immeubles de logements collectifs.

Les immeubles quant à eux, regroupent tous les bâtiments tertiaires publics et privés.

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

Les serres agricoles dont la superficie inclut les allées entre les serres.

Les bâtiments agricoles regroupent les bâtiments d'élevage industriel, hangars agricoles de grande taille, 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, les annexes, etc.).

12.1 LA BASE PERMANENTE DES EQUIPEMENTS TERTIAIRES GEOLOCALISES DE L'INSEE

Au-delà de la base de données BDTopo, nous avons également à notre disposition la base de données géolocalisée des équipements de l'INSEE afin de cartographier les équipements tertiaires fortement consommateurs (centre hospitalier, centre commercial, maison de retraite, école, collège, etc.).

La base de données des équipements géolocalisés de l'INSEE a été retraitée par **AXENNE**. Cette base recense 181 types équipements. Nous en avons conservé 82 en fonction de leurs usages et besoins énergétiques généralement constatés (consommation d'eau chaude importante, besoin de rafraîchissement, etc.).



Contrairement à la BDTopo, ce ne sont pas des polygones représentant la superficie de la toiture, mais des points qui localisent plus ou moins précisément le bâtiment tertiaire sur le territoire.

Cette base est remise à jour chaque année par l'Insee et on constate une amélioration du positionnement des bâtiments au fil des années et une augmentation de leur nombre.

Chaque bâtiment a fait l'objet d'une analyse pour l'opportunité de l'équiper avec différentes installations d'énergies renouvelables en fonction de ses besoins de chauffage, de rafraîchissement et d'eau chaude sanitaire.

13 FILIERES SOLAIRES

⚡ Ne confondez pas les capteurs solaires thermiques et les modules photovoltaïques



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.

Il existe également des capteurs bi-énergie qui combinent la production solaire photovoltaïque et thermique (production d'eau chaude ou valorisation de l'air chaud à l'arrière des modules photovoltaïques). Ces technologies combinant la production d'électricité et de chaleur, on peut les considérer comme l'association des deux technologies présentées ci-dessus avec l'avantage de tenir moins de place sur les toitures. Cela dit, pour le capteur bi-énergie électricité / eau chaude, le rendement photovoltaïque est meilleur que sur un module photovoltaïque simple, mais le rendement pour la partie eau chaude est bien moins intéressant qu'un capteur solaire thermique seul.

13.1 GISEMENTS BRUTS

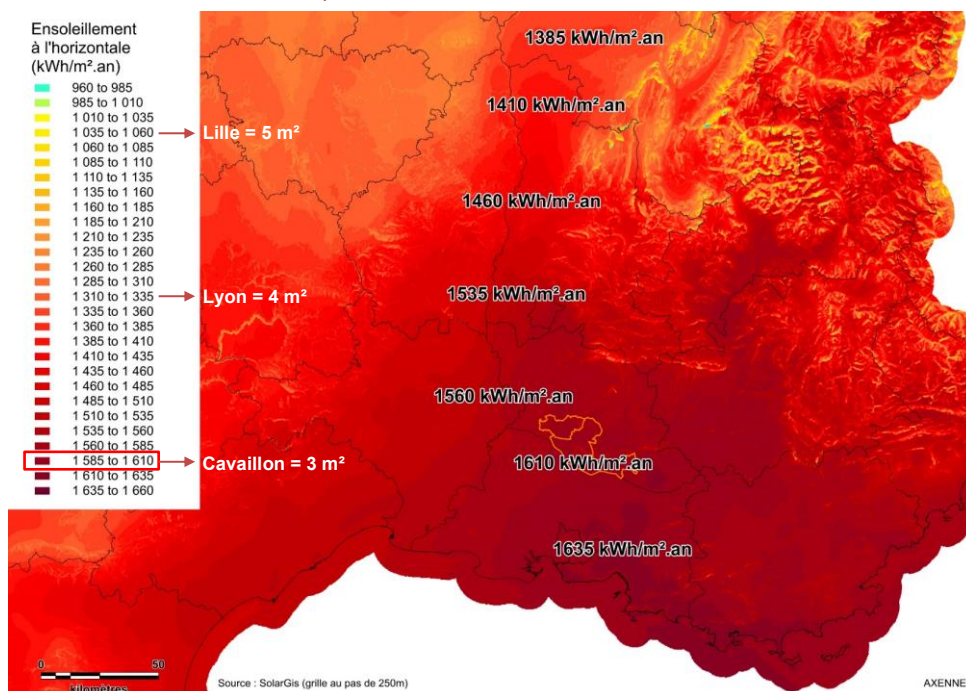
L'ensoleillement du territoire et les données météorologiques constituent le gisement de la filière solaire. Ces données servent de base au calcul du productible des installations solaires thermiques et photovoltaïques.

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

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

Ensoleillement annuel reçu à l'horizontale, en kWh/m²

Surface de capteurs solaires thermiques pour couvrir 60% des besoins d'eau chaude sanitaire d'une famille de 4 personnes



L'ensoleillement se situe dans les valeurs les plus élevées au plan national et permet d'entrevoir une production solaire très intéressante aussi bien pour les modules photovoltaïques que pour les capteurs solaires thermiques.

L'ensoleillement est excellent sur le territoire, y compris en hiver et parmi les plus importants de la métropole. Cela signifie pour les installations photovoltaïques une rentabilité 20% supérieure à la ville de Lyon et, pour le solaire thermique, la mise en place de 3m² de capteurs suffit à couvrir 60% des besoins d'eau chaude sanitaire d'une famille de 4 personnes contre 4m² à Lyon.

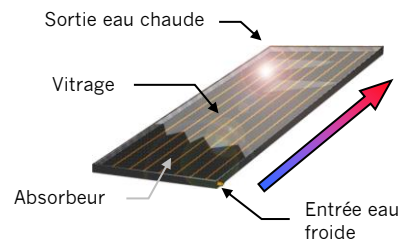
L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE



Production de chaleur

Les systèmes solaires thermiques convertissent l'énergie contenue dans les rayons du soleil en chaleur. Les capteurs solaires de type plan sont les plus couramment utilisés. Ils se composent d'un absorbeur situé dans un coffrage isolé en face arrière et constitué d'un vitrage en face avant. Cet absorbeur possède une couche sélective qui augmente la captation de l'énergie solaire tout en limitant les pertes par rayonnement. Le vitrage quant à lui évite le refroidissement de l'absorbeur par le vent et crée un effet de serre qui augmente le rendement du capteur. L'isolation à l'arrière du capteur diminue les pertes de chaleur.

C'est à la surface de l'absorbeur que le rayonnement solaire est converti en chaleur. Un liquide caloporteur circule dans l'absorbeur et vient transmettre sa chaleur via un échangeur à l'eau sanitaire. De ce fait, le circuit solaire est totalement indépendant du circuit consommateur.



De nombreux usages

L'énergie solaire thermique trouve de nombreuses applications :

- le chauffage de l'eau chaude sanitaire (logements, secteur tertiaire et agriculture),
- le chauffage des maisons,
- le chauffage des piscines,
- les centrales solaires thermiques pour des réseaux de chaleur ou des usages industriels.

Il est toujours nécessaire de recourir à un appoint, l'énergie solaire ne pouvant pas couvrir l'intégralité des besoins (en particulier en hiver) : un premier ballon de stockage solaire est généralement placé en amont d'un deuxième ballon d'appoint qui assure le maintien en température de consigne de l'eau chaude. Il est également possible d'installer un seul ballon qui intègre un deuxième échangeur ou une résistance électrique.



Capteurs solaires destinés à la production d'eau chaude sanitaire pour un hôtel.

Chauffe-eau solaire sur des maisons (premier plan) et un immeuble de logement.

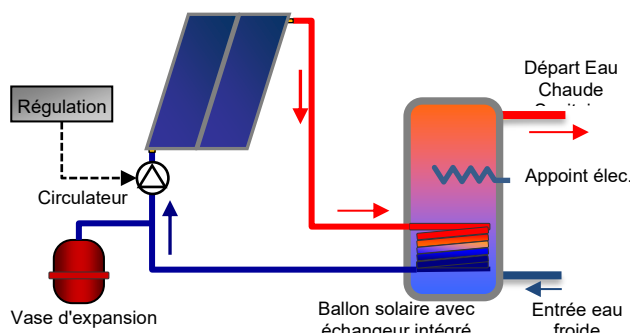


Schéma de principe d'un chauffe-eau solaire individuel avec appoint électrique

De nombreux avantages

- l'énergie solaire thermique est la plus performante sur le plan environnementale (toutes énergies confondues),
- le processus de production de chaleur n'a aucun impact sur l'environnement (pas de rejets polluants, pas de déchets, etc.),
- dans le secteur de l'habitat, les lave-vaisselle et lave-linge peuvent aussi bénéficier de l'eau chaude solaire,
- sur les maisons neuves la consommation d'eau chaude représente plus de 20% des besoins énergétiques, le solaire thermique permet de réduire de 75% ces consommations,
- l'augmentation du coût de l'énergie permet aujourd'hui l'essor des centrales solaires thermiques en appoint des réseaux de chaleur ou dans l'industrie,
- Plusieurs fabricants français : [HelioFrance](#), [Giordano](#), [Solisart](#), [DualSun](#) (capteurs bi-énergie).

Production sur le territoire*

5 m² pour une famille de 4 personnes
→ 75% des besoins d'eau chaude sanitaire

340 kWh/m².an soit 34% de rendement

7 800 €TTC (hors aides financières)

Temps de retour sur investissement
entre 6 et 13 ans suivant les aides et l'énergie substituée

* Dimensionnement pour 150 litres d'eau chaude à 55°C par jour

Eléments économiques Coût du MWh produit*

190 – 260 €TTC/MWh
(particulier en fonction des aides)

135 – 200 €HT/MWh
(collectif et tertiaire)

57 – 106 €HT/MWh
(centrale au sol : réseau de chaleur ou industrie)

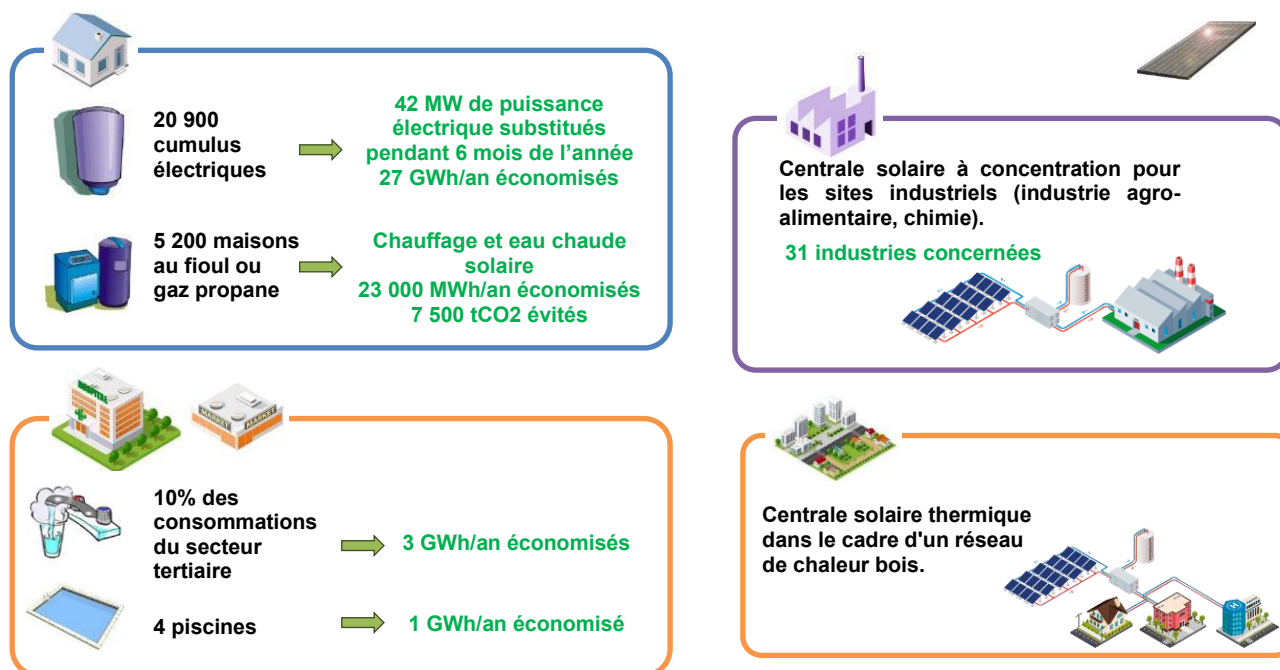
Coût complet des autres énergies pour les particuliers :

gaz naturel 260 €TTC - fioul 380 €TTC
Elec (chauffe-eau thermodynamique) 250 €TTC

* Coût complet de l'énergie en 2023 sur la durée de vie des équipements- source ADEME / actualisation Axenne

Unité : 1 kWh = 1 kilowatt heure = énergie consommée ou produite par un appareil d'une puissance de 1 000 watts pendant une heure
1 MWh = 1 mégawatt heure = 1 000 kWh

13.2.1 L'INTERET DU SOLAIRE THERMIQUE POUR LE TERRITOIRE



La substitution des usages électriques pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire et les équipements électroménagers (résistances des lave-vaisselle et lave-linge) ainsi que le développement des centrales solaires thermiques pour les réseaux de chaleur et les usages industriels représentent un enjeu pour l'optimisation des usages énergétiques au regard de la ressource solaire et l'augmentation de l'indépendance énergétique. Au-delà des aspects énergétiques, l'énergie solaire est compétitive à concurrence des énergies fossiles et permet d'entrevoir une baisse des factures énergétiques.

13.2.2 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.

• Chauffe-eau solaire individuel (CESI)

L'installation présente les caractéristiques suivantes :

- 5 m² de capteurs,
- Orientation sud et inclinaison à 25°,
- Ballon de stockage de 300 litres,
- Consommation de 150 litres par jour (ces besoins correspondent à ceux d'une famille de 4 personnes),
- Température de consigne de 55°C.

Avec les hypothèses mentionnées ci-dessus, l'installation produira 1 810 kWh/an, soit 75% des besoins en eau chaude sanitaire de la famille considérée (39% de couverture solaire en décembre et 97% en juillet). La productivité des capteurs est de 340 kWh/m².

• Chauffe-eau solaire collectif (CESC)

L'installation présente les caractéristiques suivantes :

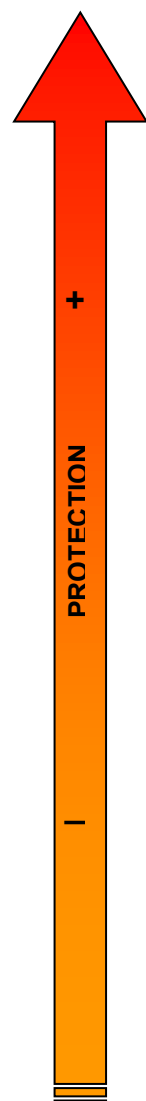
- 25 m² de capteurs,
- Orientation sud et inclinaison à 35°,
- Ballon de stockage de 3 000 litres,
- Consommation de 2 000 litres par jour (ces besoins correspondent à ceux d'un immeuble de 16 appartements de type T3),
- Température de consigne de 40°C.



Avec les hypothèses mentionnées ci-dessus, l'installation produira 14 800 kWh/an, soit 66% des besoins en eau chaude sanitaire considérés. La productivité des capteurs est de 600 kWh/m².

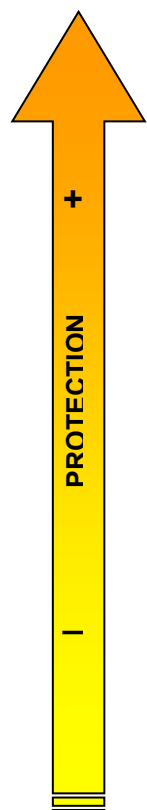
13.2.3 CONTRAINTES PATRIMONIALES



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.

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

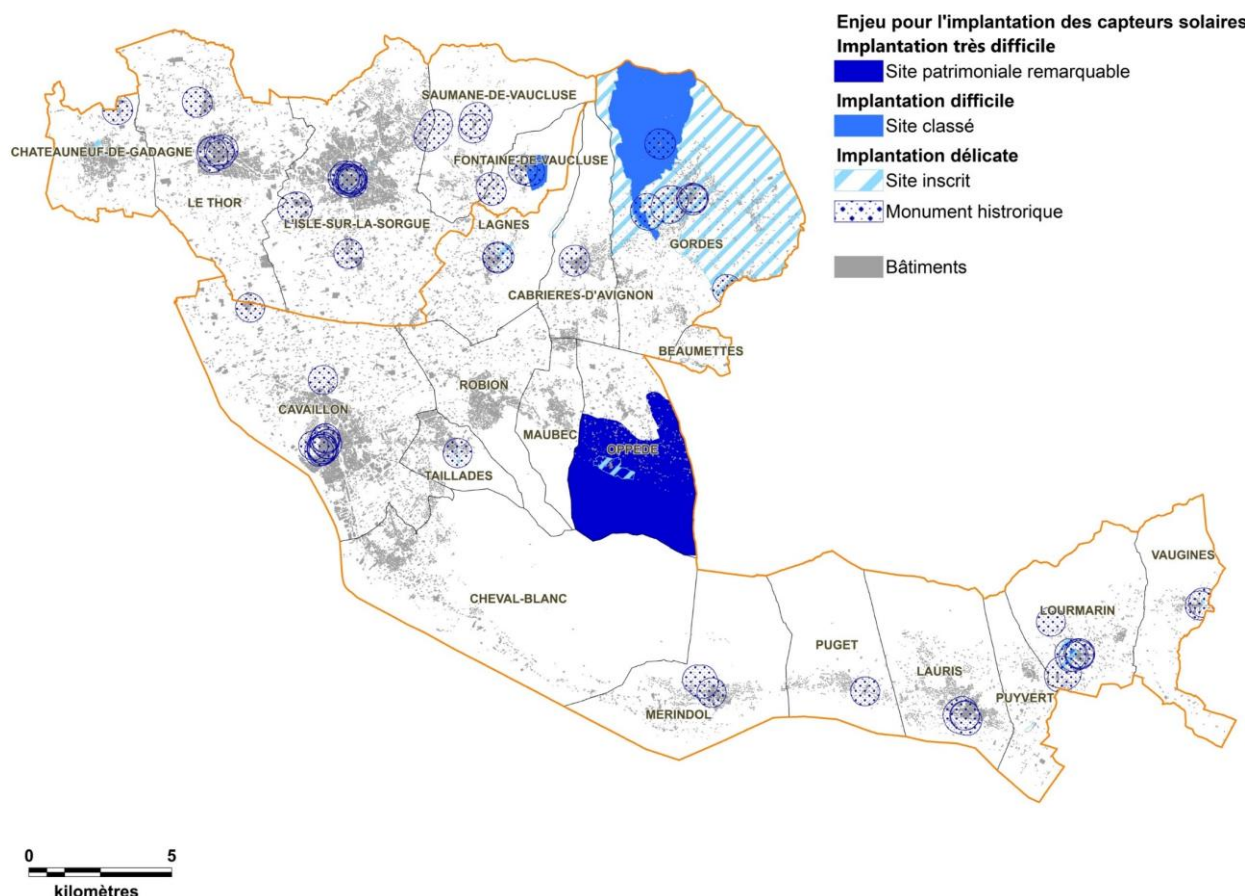


Type de protection	Définition	Objectifs	Procédures	Principes à respecter pour l'implantation de capteurs
Sites patrimoniaux remarquables Loi du 7 juillet 2016  ENJEU REDHIBITOIRE	<p>Les sites patrimoniaux remarquables sont « les villes, villages ou quartiers dont la conservation, la restauration, la réhabilitation ou la mise en valeur présente, au point de vue historique, architectural, archéologique, artistique ou paysager, un intérêt public. »</p> <p>Les sites patrimoniaux remarquables se substituent aux anciens dispositifs de protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> secteurs sauvegardés, zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP), aires de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP). 	<p>La création de ce classement a pour motivation :</p> <ul style="list-style-type: none"> 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'État et les collectivités locales, favoriser l'attractivité des territoires, mettre en valeur et préserver les sites, faciliter la protection des abords des monuments historiques. 	<p>Le classement résulte d'une décision du ministre de la Culture, après avis de la Commission nationale du patrimoine et de l'architecture, après enquête publique et après consultation des communes concernées. Le classement précise le périmètre concerné.</p> <p>Les enjeux sont retranscrits dans un plan de gestion du territoire qui peut prendre deux formes :</p> <ul style="list-style-type: none"> 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). <p>Chacun d'eux constitue un facteur de lisibilité pour les porteurs de projets et les habitants.</p>	<p>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.).</p> <p>Les capteurs solaires devront être intégrés aux volumétries, matériaux et teintes et se fondre dans l'architecture et son environnement.</p>
Site Classé Articles L341-1 à L341-22 du code de l'environnement  ENJEU MAJEUR	<p>Un site classé est un site à caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, dont la préservation ou la conservation présentent un intérêt général.</p>	<p>Cette procédure est utilisée en particulier en vue de la protection d'un paysage remarquable, naturel ou bâti. L'objectif de la protection est le maintien des lieux dans les caractéristiques paysagères ou patrimoniales qui ont motivé le classement.</p>	<p>Toute modification de l'état des lieux est soumise à autorisation spéciale, soit du ministre chargé de l'environnement après avis de la commission départementale de la nature des sites et des paysages (CDNPS) et, si le ministre le juge utile, de la commission supérieure des sites ; soit du préfet pour les travaux de moindre importance. L'avis conforme de l'architecte des bâtiments de France est requis dans ce dernier cas.</p>	<p>Il faut absolument éviter les pièces rapportées et les perceptions visuelles qui entraîneraient 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...).</p>



Type de protection	Définition	Objectifs	Procédures	Principes à respecter pour l'implantation de capteurs
Monument historique Loi du 31 décembre 1913  ENJEU FORT	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 covisibilité entre l'installation et le monument historique ou d'un avis simple s'il n'y a pas de covisibilité.	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  ENJEU FORT	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'État d'être informé des projets concernant le site, et d'intervenir de façon préventive, soit en vue de l'amélioration de ces projets, soit si nécessaire en procédant au classement du site.	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.).

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



Contraintes patrimoniales pour l'installation de capteurs solaires thermiques ou modules photovoltaïques

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.

Si l'on tient compte de l'ensemble des enjeux, il y a 80% de toitures libres de toute contrainte pour l'installation de capteurs solaires thermiques ou modules photovoltaïques. Les 14% de bâtiments en « implantation délicate » peuvent tout de même accueillir ce type d'installation s'il n'y a pas de covisibilité directe entre le monument historique et l'installation des capteurs solaires. 6% des toitures sont dans le périmètre du site patrimonial remarquable d'Oppède.

Enjeux du patrimoine culturel pour l'implantation de capteurs solaires	Surface (m ²)	
Implantation très difficile	675 544	6%
Implantation difficile	17 131	0,2%
Implantation délicate	1 494 483	14%
Pas de contrainte	8 534 366	80%
Total	10 721 524	

Tableau des enjeux patrimoniaux pour l'implantation de capteurs solaires

13.2.4 SYNTHÈSE DES CONTRAINTES POUR LES BATIMENTS

Le tableau ci-dessous présente les surfaces de toiture pouvant accueillir des panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques : ces toitures ne présentent pas ou peu de contraintes patrimoniales.

Typologie de bâtiment	Surface sans aucune contrainte (m²)	en % de la surface totale de la typologie
Maison	4 935 397	95,1%
Logements collectifs	621 411	78,8%
Immeuble	645 695	89,6%
Bâtiment industriel	1 114 834	97,9%
Bâtiment commercial	643 265	81,6%
Bâtiment sportif	25 770	90,7%
Bâtiment agricole	369 680	97,7%
	8 356 052	

Surfaces favorables à la mise en place de panneaux solaires





13.2.5 GISEMENTS THÉORIQUES DES INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES

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

13.2.5.1 Méthodologie : exemple des chauffe-eau solaires individuels

- **Gisement théorique des chauffe-eau solaires individuels dans les maisons existantes**

Les cibles indiquées dans le tableau – *Nombre total de maisons (cible totale)* – correspondent aux maisons existantes du territoire, classées par mode de chauffage (INSEE). Elles sont pondérées par les coefficients issus de l'analyse cartographique sur le patrimoine bâti et sur l'orientation des toitures : 95,1% des maisons existantes sont « éligibles » pour l'installation de capteurs solaires (cf. tableau précédente).

CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL SUR LES MAISONS EXISTANTES					
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="font-size: 2em;">⌞</div> <div style="font-size: 2em;">⌞</div> </div> <div> <p>x 95%</p> </div> </div>	Nombre total de Maisons (cible totale)	21 993	538	2 920	2 402
	Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire	ECS électrique	ECS gaz propane	ECS gaz naturel	Fioul/Electricité
	Gisement net CESI (nb d'installations)	20 915	512	2 777	2 284

Gisement théorique pour les chauffe-eau solaires individuels sur le parc des maisons existantes

- **Gisement théorique des chauffe-eau solaires individuels dans les maisons neuves**

Les cibles indiquées dans le tableau – *Nombre total de maisons (cible totale)* – correspondent aux maisons qui seront construites chaque année sur le territoire. Le chiffre total (280 maisons par an) correspond à la dynamique fixée précédemment. 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 les maisons neuves seront orientées convenablement pour une installation solaire thermique, et seules les contraintes patrimoniales sont prises en compte.

CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL SUR LES MAISONS NEUVES						
choix du mode de chauffage -->		Electricité	Fioul	Gaz bouteille	Gaz naturel	Réseau de chaleur
x 95 %	Nombre de Maisons/an (cible totale)	254/an	2/an	2/an	21/an	0/an
	Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire	Electricité	Fioul/Electricité	Gaz bouteille	Gaz naturel	Gaz naturel
	Gisement net annuel CESI (nb d'installations)	242/an	2/an	2/an	20/an	0/an

Données : Sitadel (dynamique de construction)







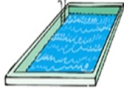


source : Axceléo

Gisement théorique annuel pour les chauffe-eau solaires individuels sur le parc des maisons neuves

La même approche est appliquée aux immeubles de logements collectifs, aux bâtiments tertiaires qui ont des besoins d'eau chaude sanitaire, au secteur agricole et industriel.

13.2.5.2 Synthèse des gisements théoriques

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

INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES										TOTAL
		CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL*	CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SOLAIRE MAISON INDIVIDUELLE**	EAU CHAUDE SOLAIRE COLLECTIVE*** (privé+HLM)	EAU CHAUDE SOLAIRE COLLECTIVE TERTIAIRE	Agricole (ECS et séchage)	CHAUFFAGE DE L'EAU DES PISCINES	Haute température (industrie)	Centrale solaire thermique	
dans l'existant		nombre : 26 487 surface totale* : 97 485 m ² MWh/an : 34 120	nombre : 5 207 surface totale* : 72 934 m ² MWh/an : 23 339	nombre : 173 surface totale* : 2 463 m ² MWh/an : 1 231	nombre : 235 surface totale* : 6 689 m ² MWh/an : 3 345	nombre : 24 surface totale* : 195 m ² MWh/an : 98	nombre : 4 surface totale* : 2 937 m ² MWh/an : 881	nombre : 31 surface totale* : 18 854 m ² MWh/an : 15 084	nombre : 1 surface totale* : 3 000 m ² MWh/an : 2 100	nombre : 32 163 surface totale* : 204 557 m ² MWh/an : 80 197 MWh/an
sur le neuf par an		nombre : 266 surface totale* : 610 m ² MWh/an : 214		nombre : 6 surface totale* : 43 m ² MWh/an : 21	nombre : 38 surface totale* : 38 m ² MWh/an : 19			nombre : 1 surface totale* : 883 m ² MWh/an : 706		nombre : 275 surface totale* : 1 573 m ² MWh/an : 960 MWh/an

* 4 m² par installation pour un chauffe-eau solaire

** 13 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

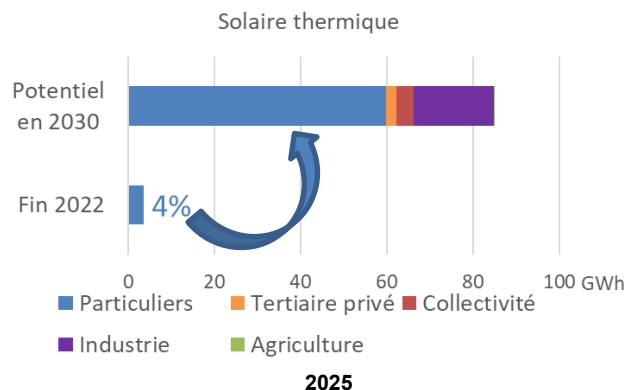
Remarques :

- 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.
- Il y a un potentiel pour des centrales solaires thermiques indiquées dans les dernières colonnes, non seulement pour l'industrie (« *Haute Température industrie* »), mais éventuellement dans la dernière colonne pour une *centrale solaire thermique* intégrée en appoint à un réseau de chaleur au bois (ces deux énergies sont très complémentaires).

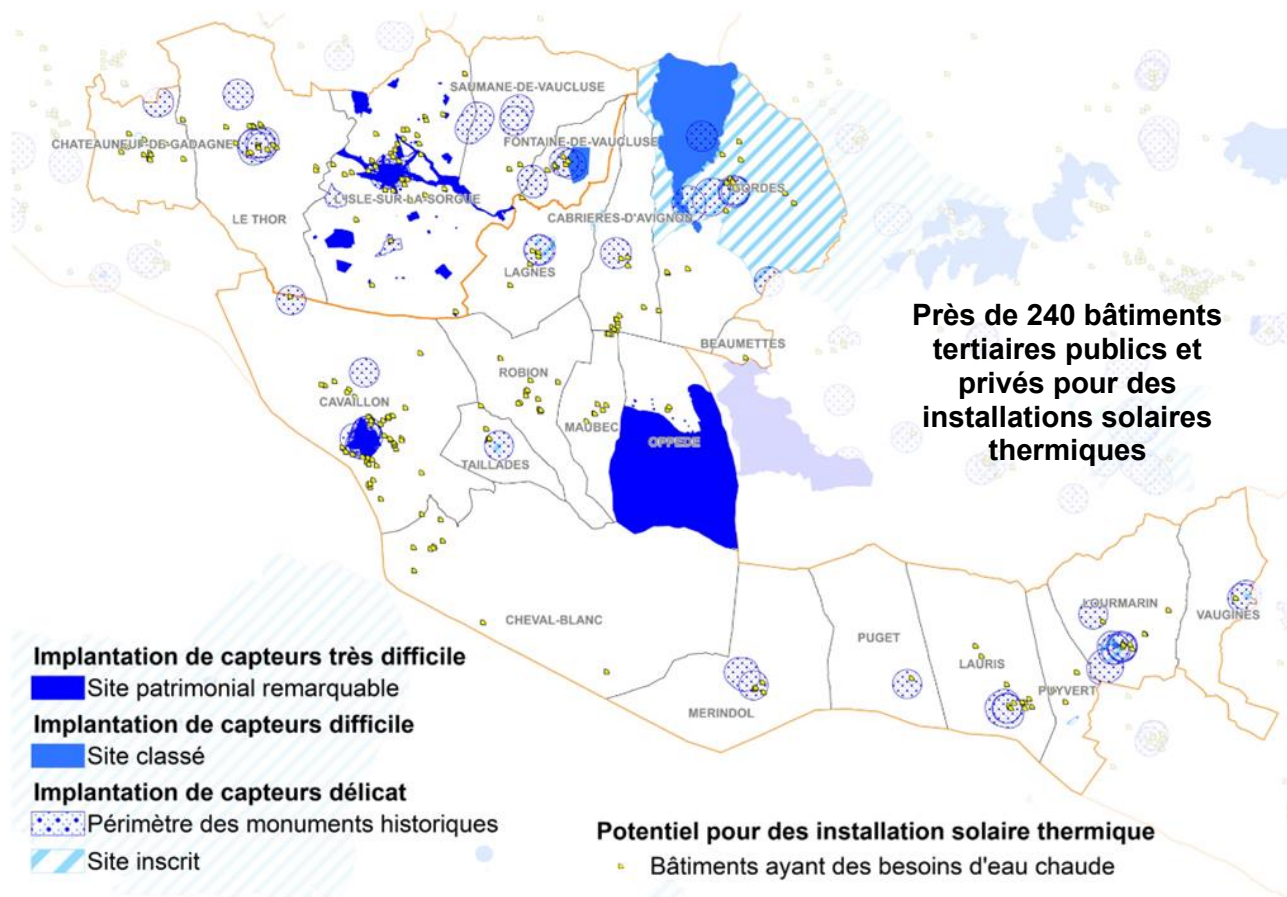
Les potentiels théoriques à l'horizon 2030 se calculent de la façon suivante :

80 197 MWh/an (potentiel dans l'existant) + 5 année x 960 MWh/an (potentiel chaque année) = 84 997 MWh/an

Potentiels théoriques
3% du potentiel est valorisé à fin 2022



13.2.6 CARTOGRAPHIES DES POTENTIELS SUR LES BATIMENTS TERTIAIRES PUBLICS ET PRIVES

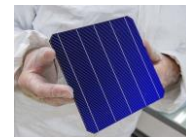




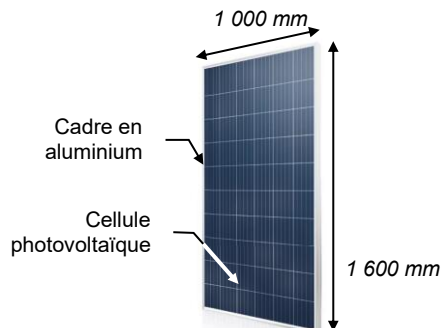
Mise en œuvre de la technologie

Une cellule photovoltaïque est composée d'un matériau semi-conducteur qui absorbe l'énergie lumineuse du soleil et la transforme en électricité.

Lorsqu'une cellule est exposée au rayonnement solaire, les photons de la lumière viennent frapper sa face avant. L'énergie des photons est partiellement transmise aux électrons qui se déplacent de la face arrière de la cellule à la face avant. C'est ce déplacement des électrons qui crée un courant électrique.



Cellule de 166 mm x 166 mm et d'épaisseur 0,1 mm



Un module polycristallin de 1,6 m² et d'une puissance de 320 Wc

La puissance d'un module photovoltaïque est exprimée en Watt crête ; c'est une valeur donnée pour un ensoleillement de 1 000 W/m² et une température de 25 °C

1 MWh = 1 mégawatt crête = 1 000 000 Wc

Chaque cellule photovoltaïque ne génère qu'une petite quantité d'électricité. Elles sont donc assemblées en série pour constituer **un module photovoltaïque**, qui se compose généralement d'un circuit de 60 cellules (ou 120 demi-cellules). Le matériau utilisé étant très fragile, les cellules sont encapsulées entre une plaque de verre et un matériau composite. Il existe des modules bi-verre plus résistant et permettant de laisser passer une partie du rayonnement entre les cellules. Un cadre en aluminium permet la fixation de ce module sur différents types de supports. Des modèles sans cadre permettent différentes variantes pour l'intégration architecturale.

Un générateur photovoltaïque est composé d'un champ de modules, de structures rigides (fixes ou mobiles) pour poser les modules, du câblage, et des onduleurs qui permettent de convertir le courant continu en courant alternatif compatible avec le réseau électrique.

Les matériaux employés (verre, aluminium) résistent aux pires conditions climatiques (notamment à la grêle). Les modules photovoltaïques sont généralement garantis 25 ans et leur durée de vie est d'environ 30 ans.

3kWc de modules photovoltaïque (15m²) produisent 3,3 MWh (mégawatt heure) dans l'année sur le territoire.

Mode de valorisation de l'électricité produite

Historiquement, avec des tarifs d'achats très avantageux, il était économiquement plus viable de vendre en totalité l'électricité produite à EDF ou aux Entreprises Locales de Distribution (Régie d'électricité). Ainsi depuis 2006, la plupart des projets ont été conçus sur ce principe.

Avec la baisse des coûts des modules photovoltaïques (plus de 80% depuis 2010), la production d'énergie photovoltaïque devient désormais compétitive avec le coût de l'électricité du réseau. Il devient intéressant économiquement d'autoconsommer sa production plutôt que de vendre la totalité de son courant. Les différents modes de valorisation de l'électricité produite sont présentés à la page suivante.



Centrale au sol

Éléments économiques*



180 €TTC/MWh (particulier - 3kWc)

130 €HT/MWh (tertiaire collectif – 30 kWc)

100 €HT/MWh (grande toiture > 500 kWc)

80 €HT/MWh (centrale au sol)

* Coût complet de l'énergie en 2023 sur la durée de vie des équipements- source ADEME

IFER 3 400 €/MWc (pour les installations de plus de 100 kWc. 50% EPCI. 50% Département)

Emprise moyenne au sol



1 ha/MWc (centrale au sol)

source ADEME

Idées reçues

Les technologies solaires photovoltaïques actuellement utilisées n'utilisent pas de terre rares.

L'éco-organisme SOREN est missionné par l'Etat pour collecter et recycler les modules photovoltaïques en fin de vie. La filière de recyclage existe depuis 2007 et les modules sont actuellement recyclés à 94%.

Les coûts des systèmes photovoltaïques et les coûts d'exploitation ont spectaculairement baissé au début de la décennie 2010.

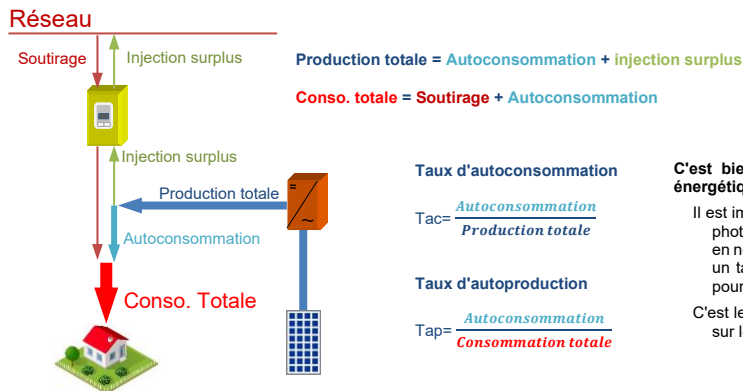
Le coût d'une installation a notamment été divisé par 10 en 10 ans.

Lorsqu'elles produisent, les installations photovoltaïques viennent en substitution des centrales à gaz. En 2019, RTE a estimé que l'énergie éolienne et photovoltaïque avait permis d'éviter 22 Mt CO₂ dans l'année.

Ce n'est pas la chaleur du soleil mais bien les photons de lumière qui sont exploités. D'ailleurs plus la température de la cellule augmente plus son rendement diminue.

Source : RTE, ADEME

Schéma de principe d'une installation photovoltaïque

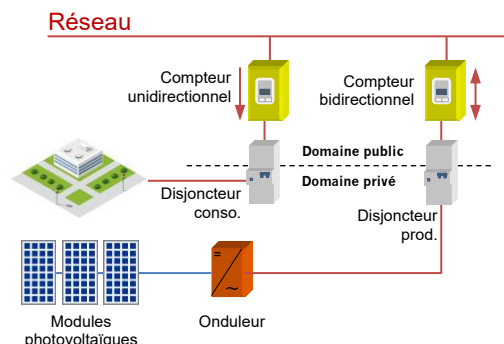


C'est bien le Taux d'autoproduction qui importe sur le plan énergétique et économique :

Il est important qu'il soit le plus élevé, cela signifie que le système photovoltaïque couvre le maximum des besoins du site. En effet, en ne mettant par exemple que 100Wc sur une maison on atteint un taux d'autoconsommation de 100% mais de 1% seulement pour le taux d'autoproduction.

C'est le taux d'autoproduction qui permet d'estimer les économies sur les kWh soutirés au réseau.

Les différents modes de valorisation d'une installation photovoltaïque

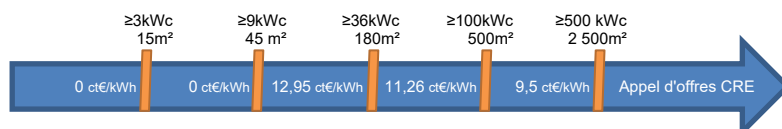


VENTE EN TOTALITE :

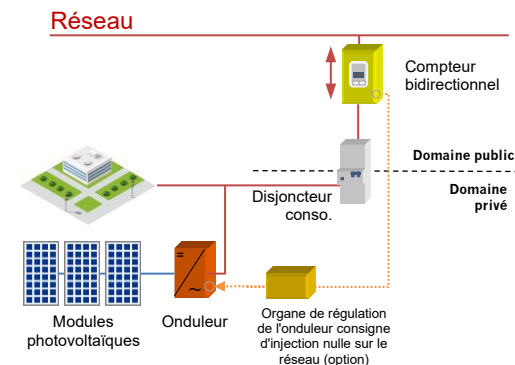
- la production photovoltaïque est complètement dissociée de la partie consommation du client,
- toute la production est injectée sur le réseau, mais les électrons se dirigent directement vers les équipements au plus proche (a priori dans le bâtiment s'il y a une consommation ou chez le plus proche voisin qui consomme),
- il y a des frais pour le deuxième compteur de production de l'énergie,
- **il n'y a plus de tarif d'achat pour les installations de moins de 9kWc**, il faut autoconsommer sa production (voir ci-dessous « Autoconsommation et vente du surplus »)

Les tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque sont modifiés tous les trois mois.

Tarif en vigueur entre le 01/04/2025 et le 30/06/2025



Source : <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/photovoltaique/tarif-rachat-electricite-photovoltaique/>
Entre 100 et 500kWc, la production annuelle est plafonnée à 1 100 heures et au-delà vente à 4ct€/kWh

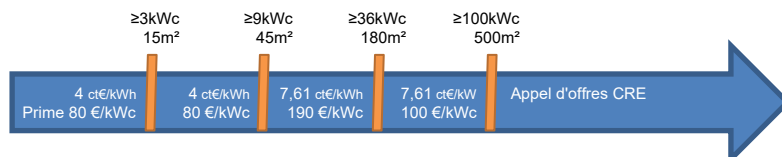


AUTOCONSUMMATION ET VENTE EVENTUELLE DU SURPLUS :

- la production photovoltaïque est en partie ou en totalité autoconsommée,
- si la production photovoltaïque excède la consommation du bâtiment, le surplus est comptabilisé par le compteur Linky est vendu à EDF ou aux Entreprises Locales de Distribution,
- lorsque le producteur s'est engagé à ne rien injecter sur le réseau, il y a alors un organe de régulation de l'onduleur qui régule la puissance de l'onduleur,
- il y a un seul compteur Linky qui se charge de comptabiliser la consommation et le surplus injecté sur le réseau.

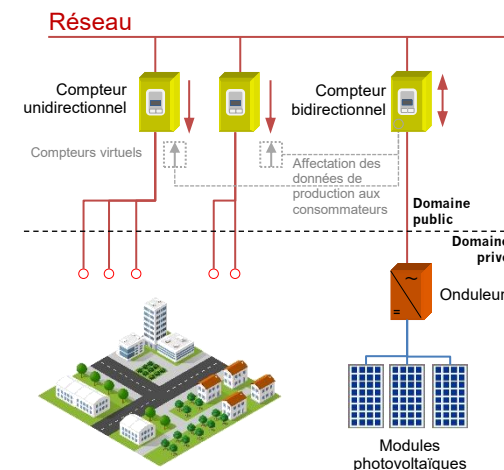
Les tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque sont modifiés tous les trois mois.

Tarif en vigueur entre le 01/04/2025 et le 30/06/2025



La prime est versée en une seule fois lors du 1^{er} versement de la vente de l'électricité.

Source : <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/photovoltaique/tarif-rachat-electricite-photovoltaique/>



AUTOCONSUMMATION COLLECTIVE :

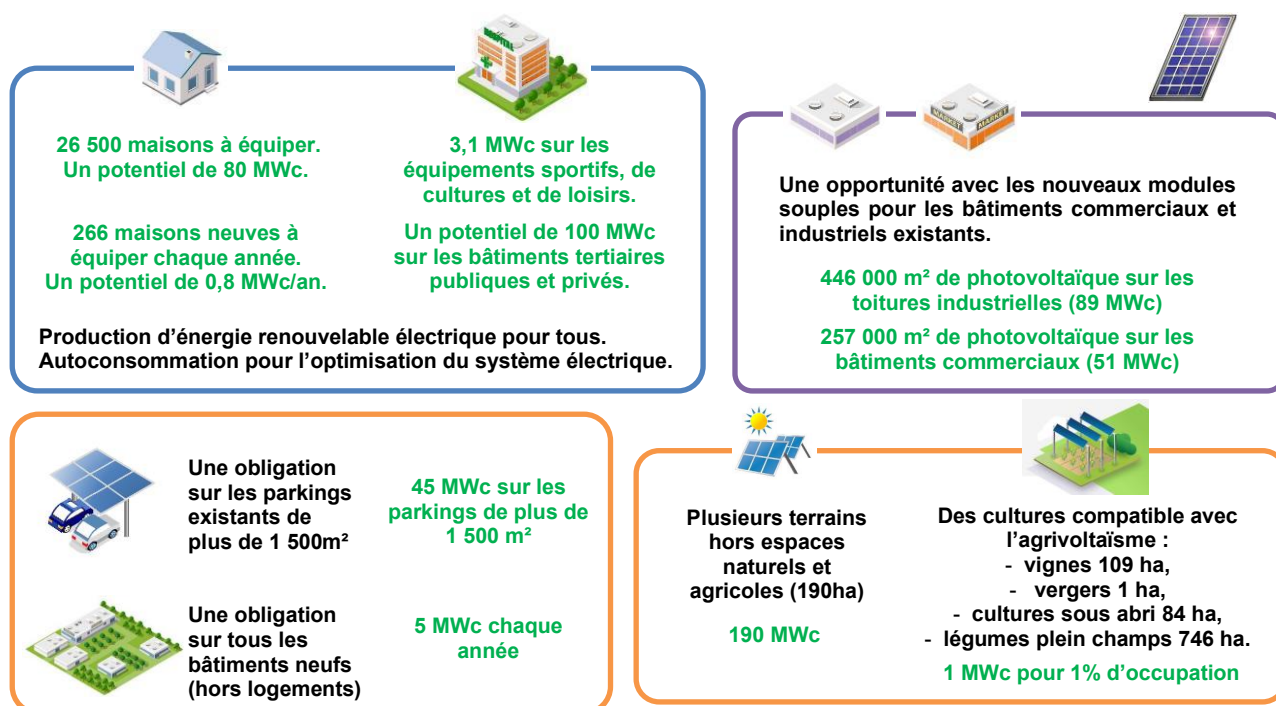
- Opération au sein de laquelle la fourniture d'électricité est effectuée entre un (ou plusieurs) producteur(s) et plusieurs consommateurs.
- La PMO (Personne Morale Organisatrice) est l'entité qui regroupe le producteur et les consommateurs. Cette PMO peut par la suite désigner toute personne morale susceptible de se substituer par effet de la loi. **C'est elle qui organise l'opération d'Autoconsommation Collective** et notamment comment la production d'électricité sera répartie entre les consommateurs :
 - Clés de répartition statique définies par la PMO (30% à Paul, 50% à Jean, etc.)
 - Clés de répartition dynamique calculée automatiquement par Enedis au prorata de la consommation de chaque participant (avantage les sites les plus consommateurs mais facile à mettre en place puisqu'il ne faut rien transmettre à Enedis).
 - Clés de répartition dynamique simple définies par la PMO (par exemple, la production affectée à chaque consommateur peut varier d'une période à l'autre, été/hiver ou semaine/week-end.). Il n'y a pas d'ordre de priorité par exemple pour le site qui héberge l'installation photovoltaïque.
 - Clés de répartition Full dynamique pour flécher la production par couple producteur / consommateur. C'est à dire que chaque producteur d'une même opération peut choisir son propre ordre de priorité vers les consommateurs.

13.3.1 PRODUCTIBLE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Le productible solaire photovoltaïque est estimé via PVGIS. Une installation photovoltaïque installée en toiture inclinée à 25° et orientée sud produira 1,39 MWh/an.kWc, tandis qu'une centrale au sol inclinée à 20° et orientée plein sud produira 1,43 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 inclinaison de 90° assez défavorable à la production photovoltaïque (la perte atteint 30% par rapport à une inclinaison optimum à 38°).

13.3.2 L'INTERET DU PHOTOVOLTAÏQUE POUR LE TERRITOIRE



Il n'y a pratiquement pas de potentiel pour le grand éolien et le potentiel est très faible pour l'hydroélectricité. Dès lors, l'énergie photovoltaïque est la seule ressource pour la production d'électricité renouvelable et il se trouve que le territoire dispose d'un gisement conséquent pour toutes les catégories de projet. C'est également l'opportunité de développer cette filière pour augmenter la part de production d'électricité qui atteint 12% de la consommation totale d'électricité. Enfin, le développement des grandes centrales doit intégrer une ouverture du capital des projets pour les communes et les acteurs du territoire.

13.3.3 GISEMENTS THEORIQUES DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

13.3.3.1 Méthodologie : exemple des immeubles existants

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

Tous les immeubles sont susceptibles d'être équipés d'un générateur photovoltaïque, il faut donc simplement tenir compte des contraintes réglementaires et techniques (travail réalisé dans l'approche cartographique) afin de déterminer le gisement théorique 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 (84% pour les immeubles, 91 % pour les bâtiments sportifs)
- de 40 % pour les immeubles, quelle que soit la toiture (terrasse ou inclinée). Dans le premier cas, les lanterneaux, conduits de ventilation et cages d'ascenseur, viennent limiter la surface disponible. Dans le second cas, seul un pan de la toiture est équipé, et il faut tenir compte de la présence d'une éventuelle cheminée ou de velux,
- de 60 % sur les bâtiments sportifs qui sont généralement moins contraints par les lanterneaux, conduits de ventilation et cages d'ascenseur.

PHOTOVOLTAÏQUE SUR LES BATIMENTS EXISTANTS			
Type de Bâtiment		Immeuble (logements, bureaux, hopitaux, etc.)	Bâtiments sportifs & tribunes
Nombre de m ² de toiture (cible totale)		1 508 888	28 422
Gisement net (nb m ² de toiture exploitable)		506 842	15 462
Gisement net pour les installations photovoltaïques (nb d'installations)*		2 530	31

*200 m² sur un immeuble, 500 m² sur un bâtiment sportif

Gisement théorique pour les installations photovoltaïques sur les bâtiments existants

13.3.3.2 Ombrières photovoltaïques

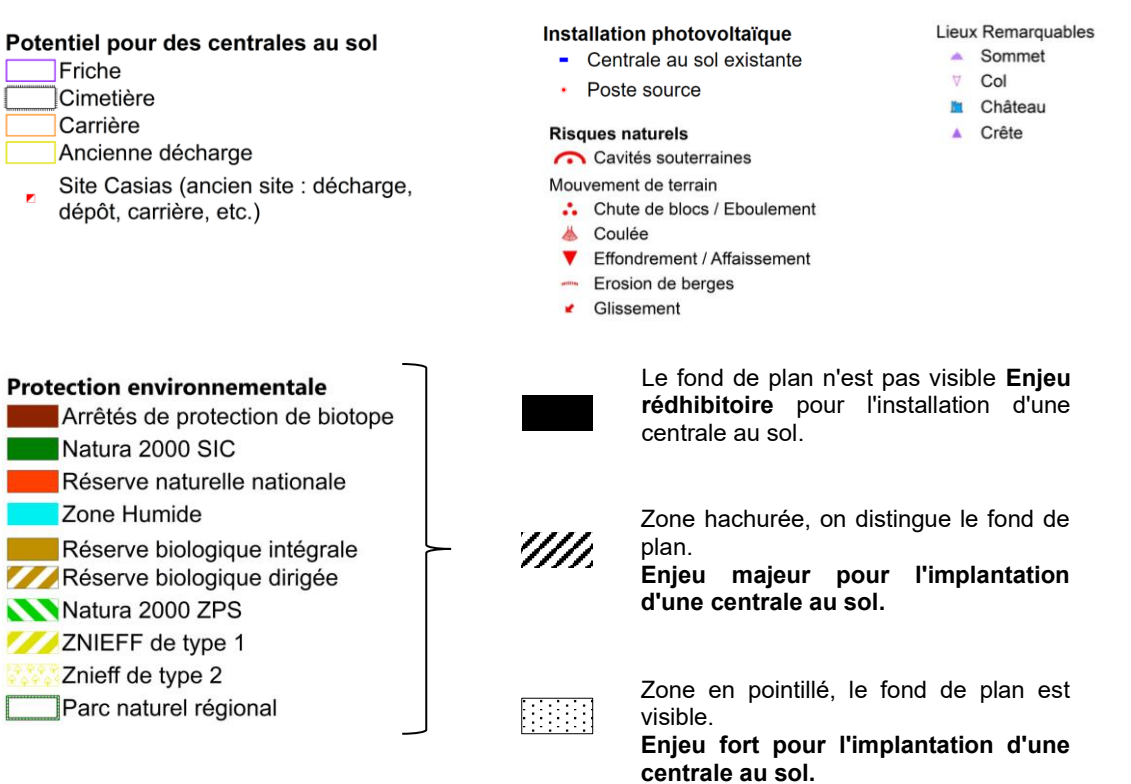
Les parkings sont issus de l'Open Data de l'état dans le cadre de l'élaboration des zones d'accélération pour le développement des énergies renouvelables. Ce sont les parkings de plus de 500 m² sachant que la loi impose d'équiper les parkings existants de plus de 1 500 m². Des dérogations sont bien sûr prévues si le parking est déjà végétalisé, s'il y a des ombres portées trop importantes, si le parking est dans le périmètre d'un site classé, etc.

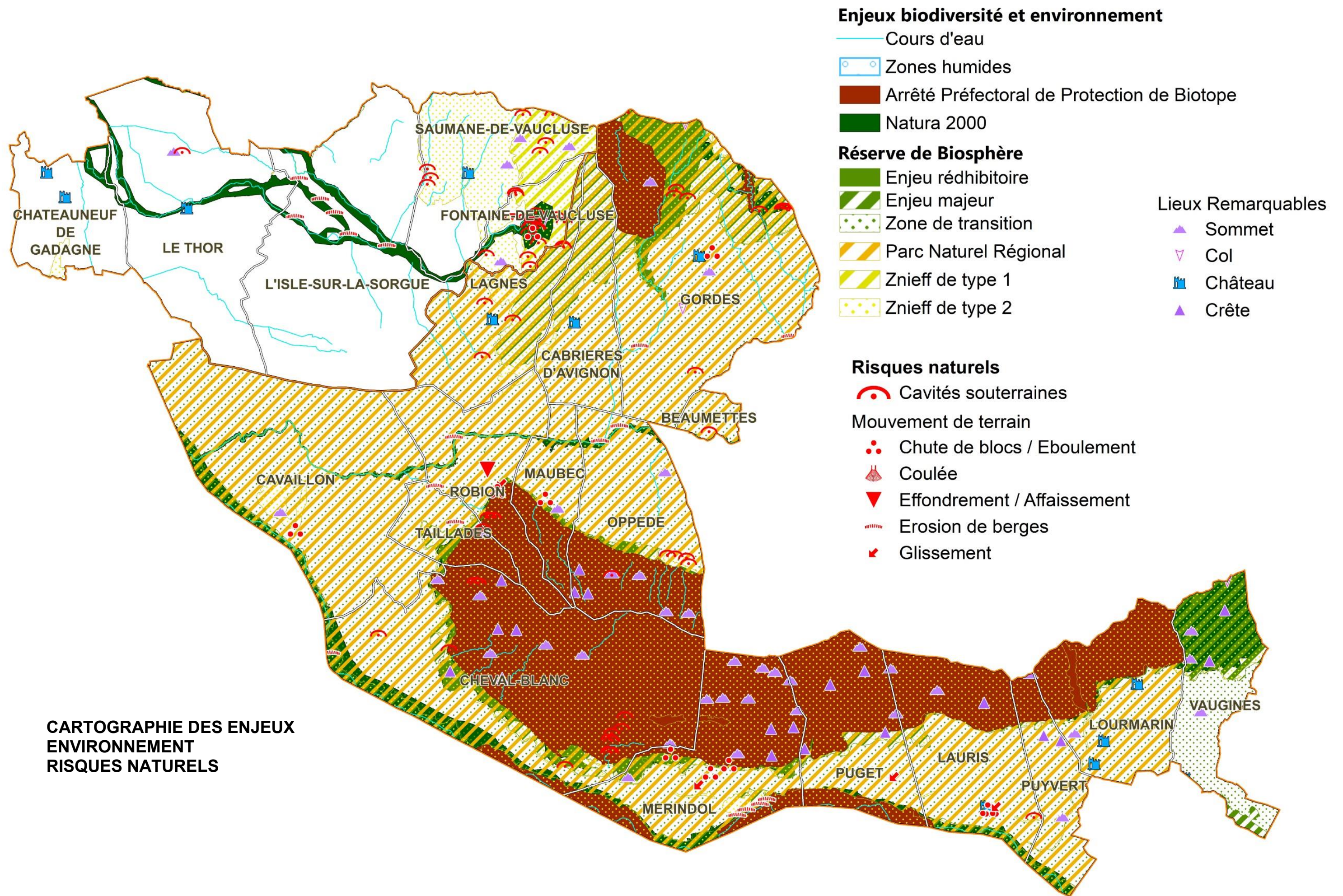
13.3.3.3 Les centrales photovoltaïques au sol

Nous avons recherché en priorité les sites artificialisés, les carrières, les friches, les zones artificialisées, etc. Au-delà de ces projets, l'agrivoltaïsme est susceptible de se développer sur le territoire. Il est très important d'encadrer ces projets non seulement avec le respect du décret no 2024-318 du 8 avril 2024 *relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers*, mais aussi sur le plan de leur intégration paysagère et des retombées économiques pour le territoire (participation des entreprises locales aux chantiers, investissement participatif des communes et citoyens du territoire).

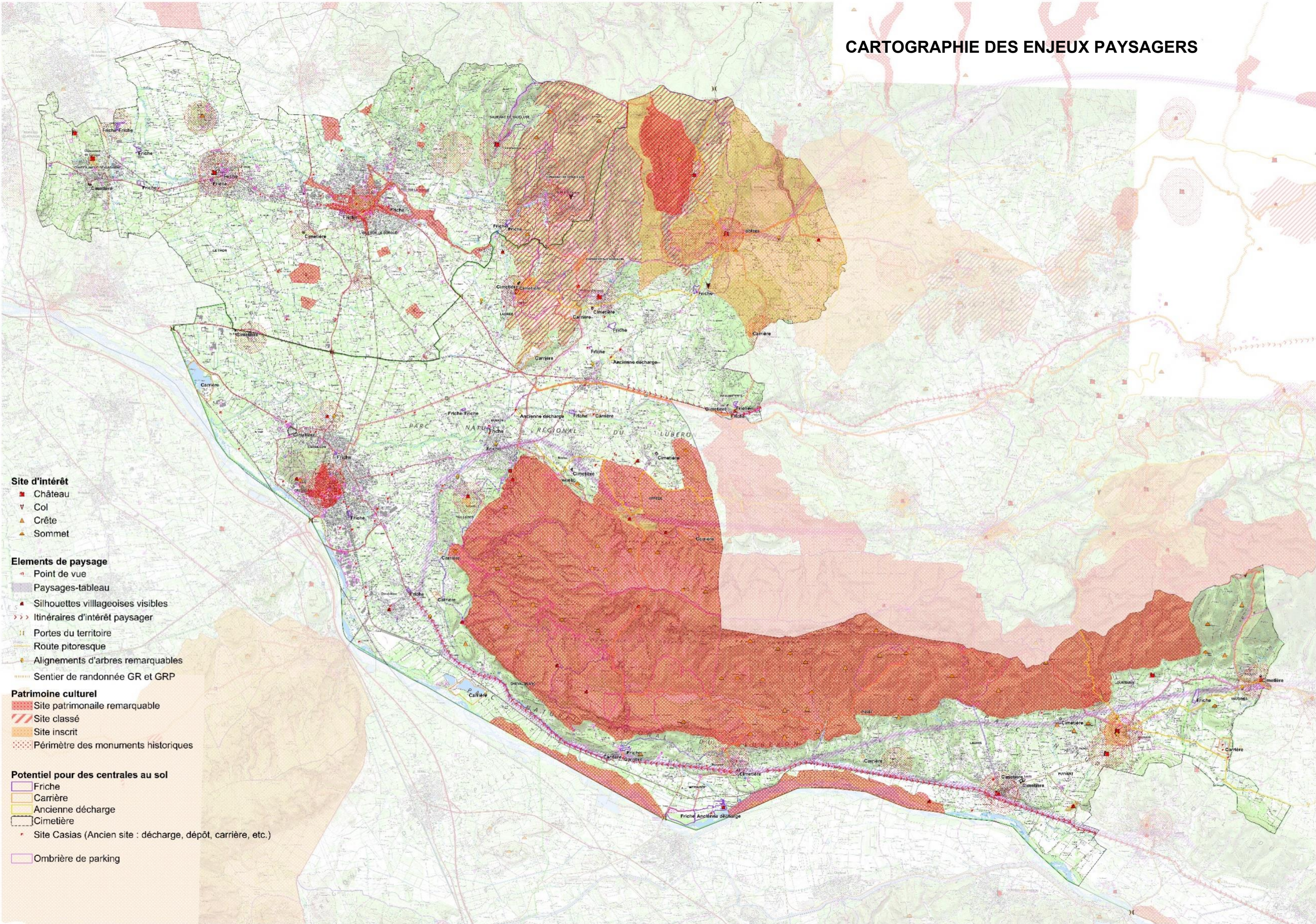
Une cartographie détaillée des contraintes pour l'implantation des centrales photovoltaïques au sol a été élaborée. Celle-ci tient compte des contraintes environnementales, d'une partie des risques naturels et des enjeux paysagers et touristiques.

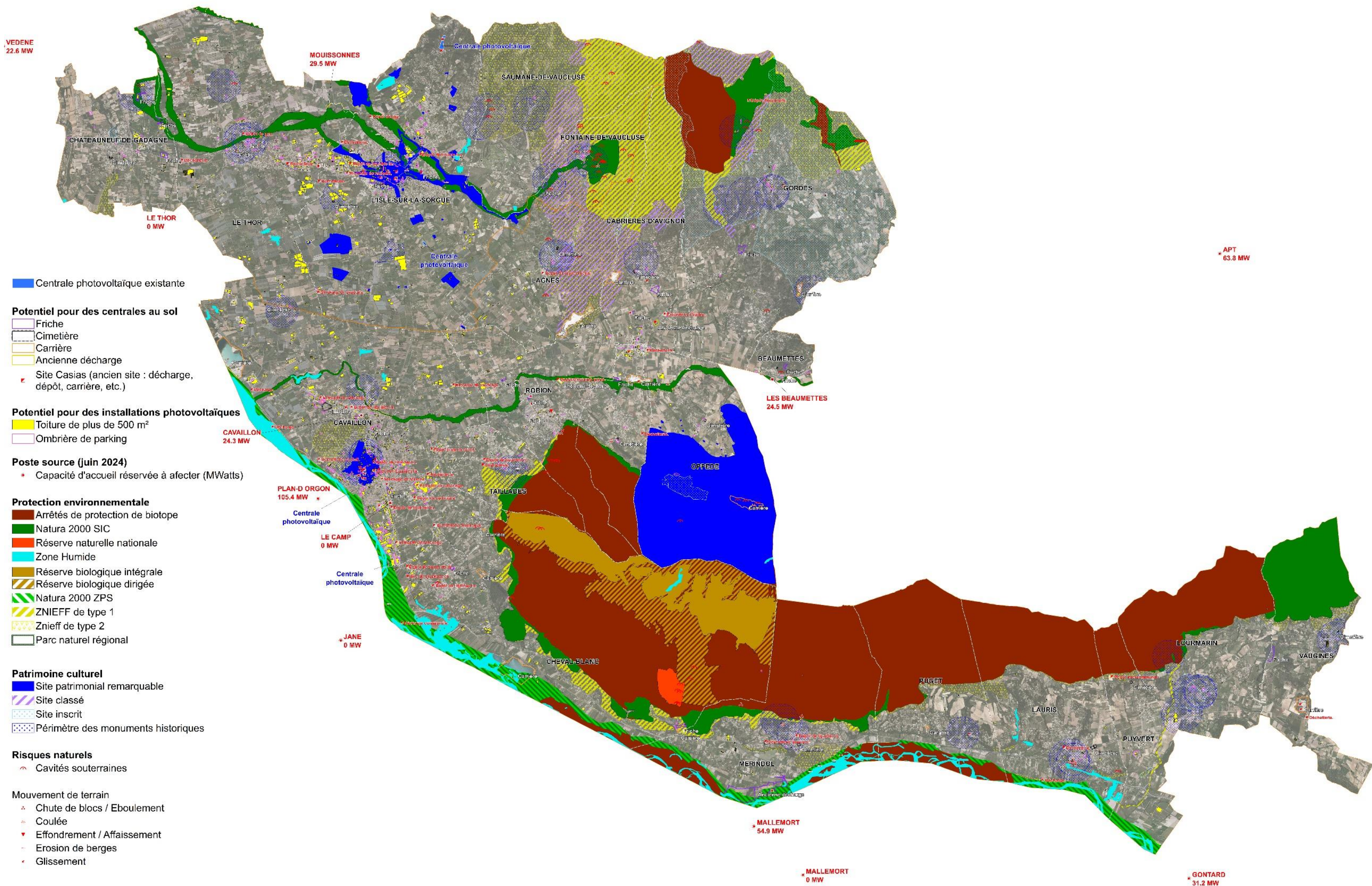
Les thématiques prises en compte sont présentées ci-dessous et les cartographies à la page suivante présentent ces enjeux.





CARTOGRAPHIE DES ENJEUX PAYSAGERS





Les projets agrivoltaïques disposent désormais d'un cadre rédigé dans la loi d'accélération pour le développement des énergies renouvelables et codifié dans le code de l'énergie (article L314-36) :

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

Cette définition est issue de nombreuses études et analyses réalisées par différents organismes et au niveau de l'état, on peut citer :

- L'AFNOR vient d'établir un [référentiel label projet agrivoltaïque](#) permettant de qualifier un projet agrivoltaïque qui favorise la production agricole (décembre 2021),
- L'association [France Agrivoltaïsme](#) milite pour des projets vertueux et propose une définition de l'agrivoltaïsme : "*Il s'agit de l'ensemble des techniques utilisant tout outil de protection et de régulation agro-climatique d'activités agricoles, qui produit à titre secondaire de l'électricité photovoltaïque*",
- L'Ademe a rédigé un guide en 2021 pour [caractériser les projets photovoltaïques sur terrains agricoles et l'agrivoltaïsme](#) ainsi qu'un [recueil de retours d'expériences sur les systèmes PV en terrains agricoles](#),
- Le Sénat a adopté le 4 janvier 2022 une [résolution tendant au développement de l'agrivoltaïsme](#) en France, cette résolution précise :
 - o Considérant que l'agrivoltaïsme permet non seulement de maintenir, mais également d'améliorer la production agricole tout en produisant de l'énergie photovoltaïque ;
 - o Considérant que l'agrivoltaïsme a des vertus agroéconomiques et une fonction de régulation agroclimatique via les différents services apportés à l'agriculture, notamment une réduction des stress hydrique, lumineux et thermique ;
 - o Observant que l'agrivoltaïsme souffre d'un manque de définition, de leviers via les appels d'offre de la CRE et de financements notamment via les fonds européens de la politique agricole commune (PAC) ;
 - o Invite le Gouvernement à lever les freins législatifs et réglementaires au développement de l'agrivoltaïsme et à donner un nouvel essor à cette filière ;
 - o Souhaite inscrire une définition de l'agrivoltaïsme au sein du code de l'énergie et en tirer les conséquences législatives ;
 - o Estime qu'il est nécessaire de sortir les projets agrivoltaïques des appels d'offres « solaire innovant » de la CRE afin de créer une famille dédiée au sein des appels d'offres ;
 - o Propose de modifier le IV de l'article 8 de l'arrêté du 9 octobre 2015 du ministre chargé de l'agriculture précité afin que les projets agrivoltaïques puissent bénéficier des financements européens de la PAC ;
 - o Estime qu'il est nécessaire d'envisager un cadre réglementaire uniforme favorisant les pratiques de compensation agricole.

S'ils sont réalisés sur des parcelles agricoles, alors c'est d'abord le projet agricole qui doit primer et l'installation agrivoltaïque ne doit pas se faire au détriment de la production agricole.

La loi Climat et résilience comporte plusieurs dispositions afin d'atteindre les objectifs de réduction d'artificialisation des sols.

Dans ce cadre, afin de ne pas faire obstacle à leur développement, les installations solaires ne seront pas comptabilisées dans la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers si leurs caractéristiques garantissent l'absence d'effets durables sur les fonctions écologiques du sol, et si, lorsqu'elles sont implantées dans un milieu agricole, elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole ou pastorale.

13.3.3.4 L'agrivoltaïsme

Le principe est le même que celui d'une centrale photovoltaïque au sol, à la différence près que la surface utilisée est principalement valorisée par une activité agricole. Cela peut se faire de plusieurs manières : implémentation de panneaux sur serres, mise en place de structures photovoltaïques au-dessus des plantations, ou encore partage de la surface avec des troupeaux d'élevage (souvent de type ovin ou pour des parcours de volailles).

- Pour les serres, le concept s'est beaucoup développé dans le cadre des tarifs de rachat garantis sans prise en compte de l'intérêt agronomique et de l'impact du manque de luminosité pour les cultures. On a vu des serres qui étaient des prétextes à l'installation de modules photovoltaïques sans qu'il n'y ait aucune culture en dessous.



Contre-exemple de photovoltaïque sur serre



Projet cohérent sur la commune de Saugon

- Pour pallier ces dérives, la filière agrivoltaïque s'est penchée sur des modules qui peuvent être orientés/déplacés selon l'intérêt des cultures, et ainsi éviter les « excès » climatiques. Le fait d'avoir le contrôle sur l'inclinaison des modules permet d'avoir une satisfaction homogène des besoins radiatifs des cultures se trouvant sous les modules. Les modules photovoltaïques permettent d'augmenter la production agricole par un contrôle de la photosynthèse et de lutter contre la grêle et la sécheresse. Ces projets existent depuis plus de 10 ans, avec une entreprise française pionnière dans le domaine (Sun'R) qui a travaillé notamment avec l'INRA. Les démonstrateurs ont été mis en place sur différents types de culture : viticulture, arboriculture, maraîchage et grandes cultures.



Exemple d'agrivoltaïsme, avec modules à inclinaison contrôlable

- L'autre moyen de faire cohabiter agriculture et photovoltaïque relève de l'élevage en plein air. La centrale est alors posée au sol, sur une parcelle où les troupeaux viennent paître entre les lignes de modules. Différents exemples ont été répertoriés en France.



Exemple de cohabitation entre moutons et centrale photovoltaïque

Pour ces deux derniers cas, l'intérêt agronomique doit rester la priorité pour que le projet ne soit pas considéré comme une artificialisation nette du sol. En ce sens, [le guide de l'Institut de l'Elevage](#) (idele) permet d'apporter bon nombre de réponses ou tout du moins d'éclairages pour une construction avisée des projets : de la conception de la centrale, à l'évolution du système de production agricole en passant par le volet partenarial qui constitue la base de la durabilité du projet.

La production d'électricité via l'agrivoltaïsme présente plusieurs avantages :

- le rendement de la parcelle exploitée augmente inévitablement du fait de l'ajout d'une seconde activité qui ne doit pas réduire l'efficacité de la première.
- le modèle d'agrivoltaïsme sur culture en plein air semble pertinent pour certains végétaux dont la forte exposition au soleil peut être néfaste. Le pilotage via des algorithmes peut permettre de contrôler cet ensoleillement, en le limitant, par exemple, pendant les heures les plus chaudes de la journée. La structure portant les panneaux pourrait aussi être munie de filets pour protéger de la grêle et de certains nuisibles. Du fait de sa hauteur (supérieure à 5 mètres), la pratique des activités agricoles n'est pas altérée.
- pour l'élevage, l'intérêt est plutôt synergique. Les troupeaux s'occupent de l'entretien de la parcelle et les panneaux leur fournissent un abri. L'herbe à l'ombre sous les panneaux une partie de la journée serait aussi protégée des fortes radiations.
- dans les deux cas, il a été montré que le sol restait plus humide sous les panneaux, car l'ombre réduit l'évaporation. Des économies d'eau peuvent être réalisées.

13.3.3.5 Le photovoltaïque flottant ou flottovoltaïque

Le principe est le même que celui d'une centrale photovoltaïque au sol, à la différence près que les panneaux reposent sur des structures qui flottent sur une étendue d'eau. Ces structures ont été conçues de manière à résister à certains seuils de vents et de hauteur de vagues. L'agglomération des panneaux et de leurs flotteurs est ancrée au fond du bassin ou peut encore être rattachée aux rives, en fonction des données bathymétriques et topographiques. Des poids peuvent être rajoutés aux câbles pour réduire la mobilité de la structure.

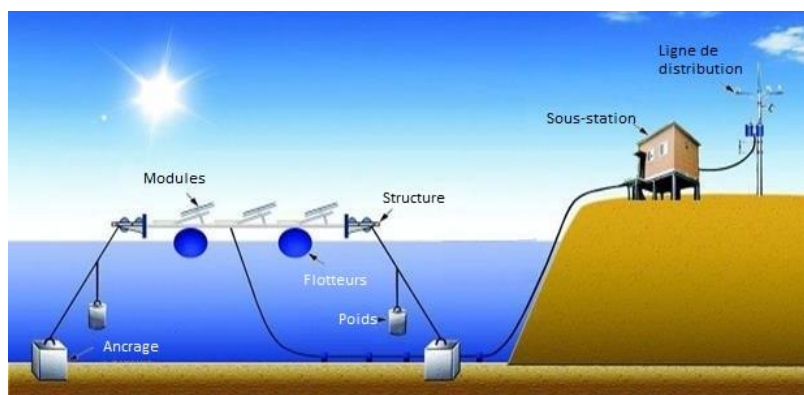


Schéma d'une installation photovoltaïque flottante

La production d'électricité via une centrale photovoltaïque flottante présente plusieurs avantages :

- comparativement à une centrale au sol, le rendement des modules photovoltaïques est plus intéressant, du fait d'un refroidissement plus important grâce à la présence d'eau.
- elle permet de valoriser des surfaces sans conflit d'usage : plan d'eau de carrière, artificiel, ou encore dans un environnement industriel, des réservoirs d'irrigation ou de barrages hydroélectriques. Ces sites sont généralement situés à l'écart des habitations, les enjeux environnementaux souvent restreints, et de grandes superficies peuvent être disponibles.
- la présence des modules permet de réduire l'évaporation du bassin et la prolifération d'algues, de par l'ombre produquée.

La technologie est au point, plusieurs installations ont déjà été mises en service en France, la plus connue étant celle de Piolenc (Vaucluse), avec 17 MWc installés sur 17 hectares. Toutefois, les retours d'expériences sur le plan des impacts environnementaux sont encore assez peu connus.


Les surfaces ciblées sont généralement les plans d'eau d'origine anthropique, dont la surface n'est pas utilisée pour une autre activité :

- Les réservoirs d'irrigation
- Les réservoirs des barrages hydroélectriques
- Les bassins de traitement d'eau
- Les bassins de carrières ou de mines (ex : gravières)
- Les bassins d'origine industrielle

Sur le territoire, il n'y a pas de plans d'eau permettant l'installation d'une centrale photovoltaïque de taille conséquente pour rentabiliser le projet. Il y a 274 réservoirs (bassin d'orage, bassin piscicole et bassine) pour, dont 53 de plus de 1000m² le plus gros n'atteignant pas les 1 ha ; mais là encore, la rentabilité des projets pose question et des questions se posent également sur les impacts de la prolifération microbienne et des algues. L'interception des ultra-violets par les modules photovoltaïques, antibactériens indispensables, pourrait représenter un risque sanitaire pour des productions agricoles arrosées à partir de plans d'eau couverts. On ne peut alors que préconiser d'expérimenter un projet sur une bassine et d'effectuer des prélèvements avant et après sur une durée de 1 an.

13.3.3.6 Synthèse des gisements théoriques








Le tableau suivant présente les gisements théoriques pour l'implantation de centrales au sol :

	Vignes 1% Vergers 1%	Carrière	Ancienne décharge	Centre d'enfouissement	Plans d'eau / bassines	aérodromes	Site stockage	Cimetière	Friche	TOTAL
	Corine land cover	BDTopo, Orthophotos	BDTopo, BASIAS, Orthophotos	Orthophotos	Corine Land Cover	Orthophotos	Orthophotos	Orthophotos	Etude ADEME	
nombre :		8	3	0	0	0	0	15	7	33
surface ha :	1	197	62	0	0	0	0	12	14	286
Puissance MWc :	1	197	62	0	0	0	0	12	14	285
MWh/an :	1 258	297 284	93 678	0	0	0	0	17 909	20 668	430 797 MWh/an

Remarques :

- Les projets en cours de développement sur les sites dégradés sont intégrés dans les différentes catégories de projets. Au total, ces projets en réflexion représentent 25 MWc sur les 285 MWc identifiés.
- Les sites potentiels identifiés sur des enjeux majeurs vis-à-vis du paysage n'ont pas été pris en compte dans le tableau ci-dessus. La puissance totale de ces sites représentait environ 160 MWc (160 ha).
- Il faut ajouter à cela les projets agrivoltaïques qui n'apparaissent pas dans le tableau ci-dessus pour un total de 25 ha et 15 MWc.

Le tableau suivant présente les gisements théoriques du photovoltaïque par typologie de bâtiment, les centrales au sol sont présentées dans la dernière colonne de sorte que le total fait apparaître le gisement théorique de la filière.

		Obligation réglementaire pour les bâtiments de plus de 500m² (hors immeuble de logements collectifs) à partir du 1/01/2028				Obligation réglementaire pour les parkings de plus de 1 500m²		
INSTALLATIONS PHOTOVOLTAIQUES								TOTAL
		MAISONS INDIVIDUELLES*	BATIMENTS**	EQUIP. CULTURES LOISIRS	GRANDES TOITURES***	OMBRIERES DE PARKING	CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE	
dans l'existant	nombre : Puissance MWc : MWh/an :	26 487 79 MWc 110 605	2 530 101 MWc 141 102	31 3 MWc 4 305	1 508 178 MWc 227 213	313 45 MWc 60 389	33 285 MWc 430 797	30 902 691 MWc 974 411 MWh/an
sur le neuf par an	nombre : Puissance MWc : MWh/an :	266 0,80 MWc 1 112	12 0,24 MWc 340,31	0,01 MWc 17,43	4 1,79 MWc 2 459			283 3 MWc 3 929 MWh/an

* 3 kWc par installation dans l'habitat
** Bâtiments collectifs de logements et bâtiments publics et privés
*** Industrielles, commerciales et agricoles

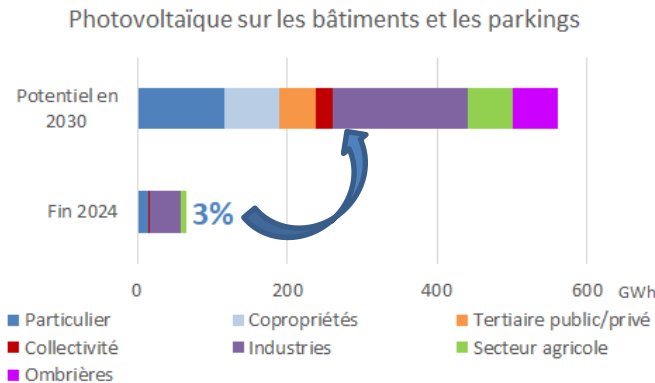
Source : Axceléo

Obligation réglementaire pour les bâtiments de plus de 500m² (entrepôts, hangars, industries, commerces, bâtiments tertiaires).

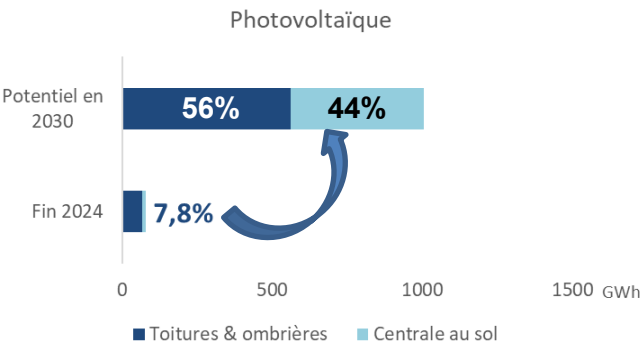
Remarques :

- Le gisement d'installations solaires sur des ombrières est estimé uniquement pour des parkings existants.
- Les bâtiments et parkings représentent 66% du gisement théorique

Potentiels théoriques
3% du potentiel est valorisé à fin 2024 pour les bâtiments et parkings



7,8% du potentiel est valorisé à fin 2024 au global avec les centrales au sol

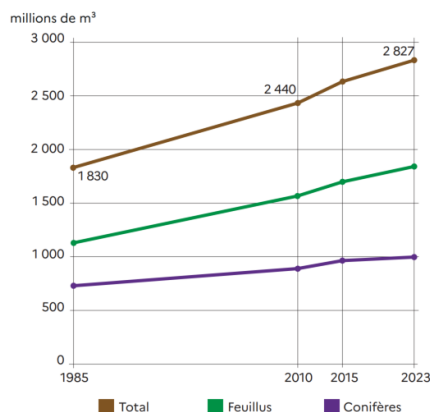


LA FILIERE BIOMASSE COMBUSTIBLE



Éléments d'information sur la ressource en bois au plan national

Évolution du volume de bois total, de feuillus et de conifères, durant les trente dernières années

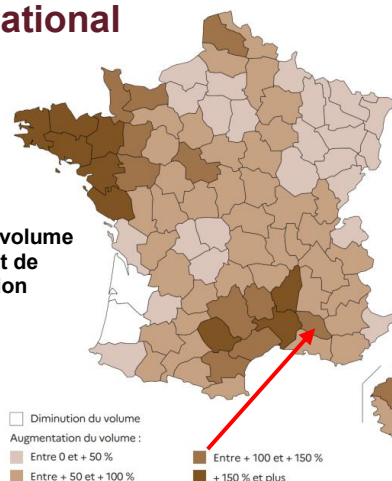


Depuis plus d'un siècle, la superficie forestière métropolitaine augmente d'environ 90 000 ha par an (soit neuf fois la superficie de Paris).

Cela dit, si on compare deux périodes :
2005→2013
2014→2023
on observe →

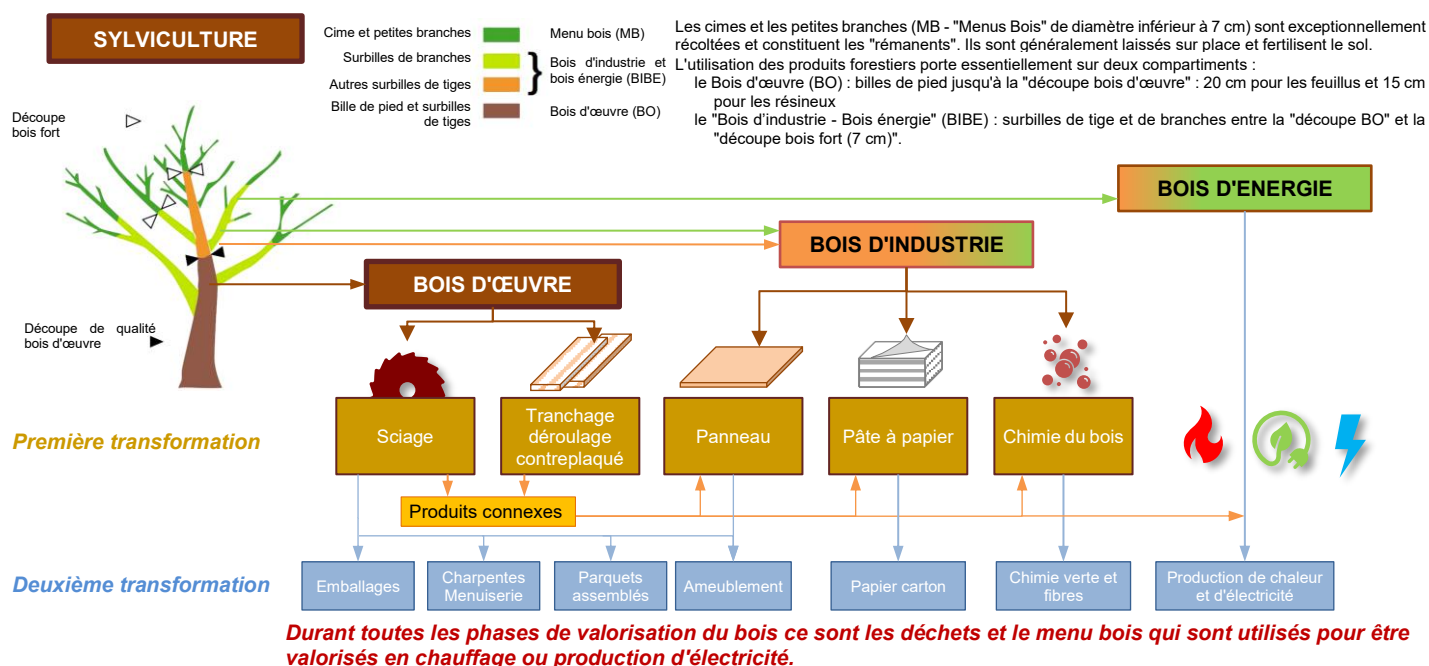
Une baisse de la croissance de la forêt (-4%)
Une hausse de la mortalité (+100%)
Une hausse des prélèvements (+13%)

Variation du volume de la forêt de production



Source : <https://www.ign.fr/reperes/la-foret-francaise-en-2024>

La filière forêt-bois



Le saviez-vous ?

Le développement d'une filière bois locale structurée entraîne toute une économie qui peut bénéficier à tous les acteurs (haies bocagères, filière pour la construction bois et les produits biosourcés, affouage, etc.).

Un poêle labellisé Flamme Verte 7* rejette 10 fois moins de particules qu'un appareil acheté il y a 20 ans.

Le bois énergie est la première énergie renouvelable en France (33% de la consommation d'énergie primaire renouvelable en 2022).

La filière bois énergie nécessite 3 à 4 fois plus d'emplois par rapport aux énergies conventionnelles.

Fabricants français de chaudières et poêles bois : [Seguin](#), [Invicta](#), [Godin](#).



Éléments économiques Coût du MWh produit*

66 – 130 €TTC/MWh (particulier poêle bûches)
120 – 150 €HT/MWh (particulier poêle granulés)

126 – 148 €HT/MWh
(collectif – tertiaire < 500 kW au pellets)

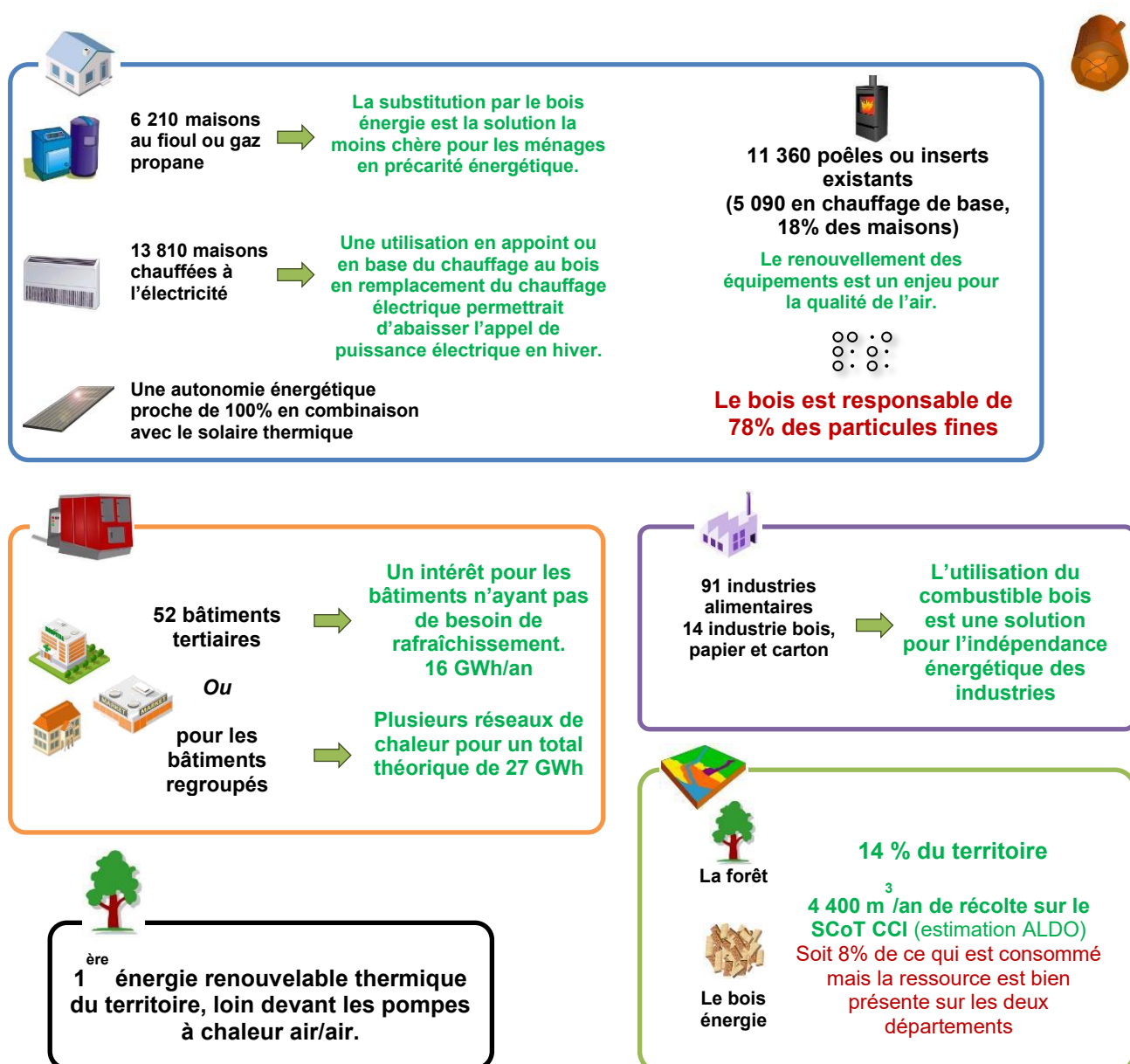
60 – 96 €HT/MWh
(collectif – tertiaire 500kW → 1 000kW plaquettes forestières)

Coût complet des autres énergies pour les particuliers :
gaz naturel 260 €TTC - fioul 380 €TTC
électricité (pompe à chaleur air/air) 220 €TTC

* Coût complet de l'énergie en 2023 sur la durée de vie des équipements - source ADEME / actualisation Axenne

Unité : 1 kWh = 1 kilowatt heure = énergie consommée ou produite par un appareil d'une puissance de 1 000 watts pendant une heure
1 MWh = 1 mégawatt heure = 1 000 kWh

14.1 LES INTERETS DE LA FILIERE BIOMASSE COMBUSTIBLE



Le bois énergie est une des solutions possibles pour la substitution du gaz naturel qui alimente actuellement les logements chauffés collectivement.

Pour le secteur résidentiel, un poêle à bois combiné au solaire thermique pour la production d'eau chaude est la solution la plus intéressante pour des maisons neuves bien conçues (avec une conception bioclimatique pour se passer de climatisation).

Le renouvellement des appareils existants a de nombreuses vertus : une baisse de la consommation de combustible avec un appareil ayant un meilleur rendement, une très forte baisse des particules fines, puisqu'un appareil récent émet 10 fois moins de particules qu'un appareil acheté avant 2000 et un confort accru pour les utilisateurs.

14.2 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.

14.2.1 RESSOURCES BOIS-ENERGIE EN PROVENCE-ALPES-COTE-D'AZUR

Les données du paragraphe suivant proviennent d'une étude de l'IGN/ ADEME sur la disponibilité en bois des forêts de Provence-Alpes Côte d'Azur (PACA) à l'horizon 2035 (https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/ign_etude_dispo_paca_rapport_tome_1_2017.pdf)

Trois types de scénarios d'offre de bois ont été définis en concertation avec les professionnels locaux de la filière forêt-bois et implémentés à l'horizon 2035 :

- 1) Tendanciel ; ce scénario de base simule un maintien des pratiques actuelles de gestion pendant les 20 années à venir.
- 2) Industrie-énergie ; ce scénario simule sur la période considérée une dynamisation de la gestion forestière dans le but d'accroître les prélèvements de bois destiné à l'industrie et à l'énergie.
- 3) Industrie-énergie intermédiaire ; ce scénario est une modulation du scénario industrie-énergie : il simule sur la période considérée une dynamisation plus modérée de la gestion forestière dans le but d'accroître les prélèvements de bois destiné au marché de l'industrie et de l'énergie, qui est dominant, mais n'empêche pas le développement des autres marchés (bois d'œuvre en particulier).

Les résultats des simulations montrent qu'une dynamisation de la gestion entraînerait une importante augmentation des disponibilités (brutes et techniques) en bois en PACA (Figure 17 ; Tableau 10 ; Tableau 12). Ainsi dans le cas du scénario industrie-énergie, la disponibilité technique en bois fort total augmente de 63 % en passant progressivement de 624 900 à 1 021 000 m³/an sur la période considérée (2011-2035), soit une disponibilité supplémentaire totale de 396 100 m³/an en 2035 (Figure 18 ; Tableau 13). Dans le cas du scénario intermédiaire, la disponibilité technique augmente de 52 % en passant de 624 900 à 953 200 m³/an sur la période, soit une disponibilité supplémentaire totale de 328 300 m³/an en 2035. Par contraste, le maintien des pratiques actuelles de gestion limiterait la hausse de la disponibilité technique à 80 000 m³/an (de 624 900 à 704 900 m³/an, soit 13 % de plus).

Disponibilités annuelles en bois fort en PACA – Totaux régionaux

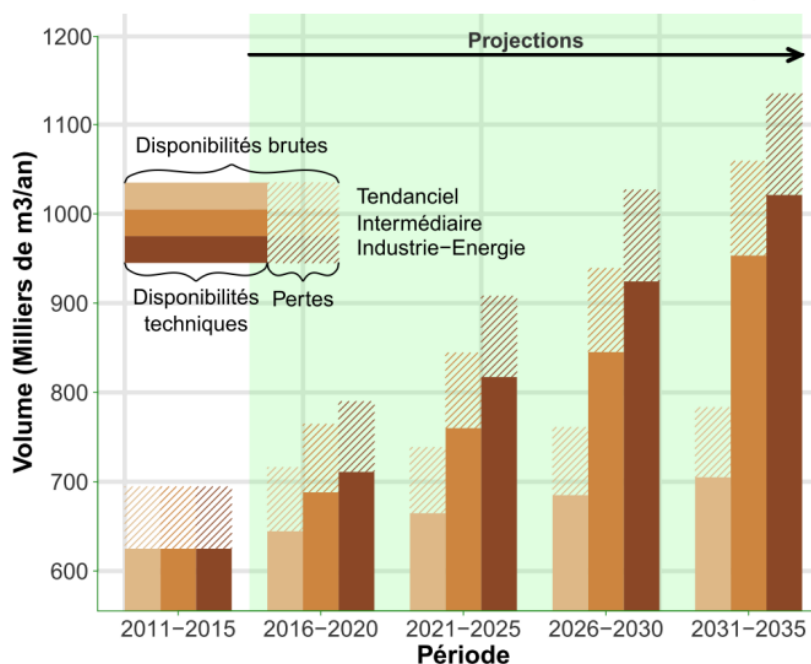


Figure 17 : Evolution des volumes de disponibilités annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en PACA à l'horizon 2035 simulés selon les 3 scénarios de gestion.
 Les barres (somme des parties pleines et hachurées) représentent les disponibilités brutes en bois fort total. Les disponibilités techniques (partie pleine des barres) sont obtenues après avoir retranché les pertes dues à l'exploitation (partie hachurée des barres). Ces pertes ont été estimées égales à 10 % du volume de bois fort.

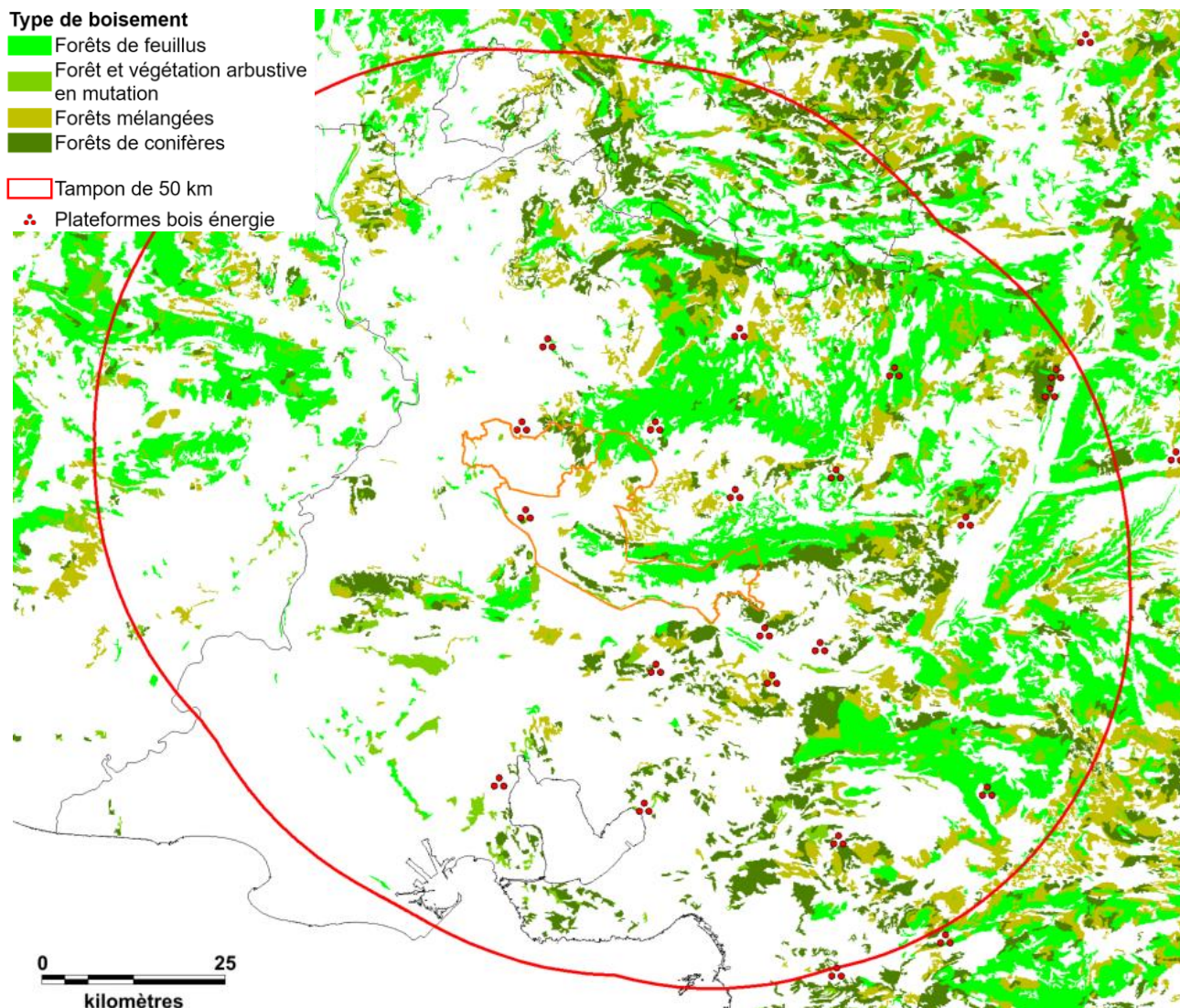
L'étude montre que les capacités de la forêt en PACA permettent une augmentation importante de la récolte en bois à l'horizon 2035, jusqu'à +396 000 m³ /an (hors MB) dans le scénario le plus dynamique, tout en restant dans le cadre d'une gestion durable puisque la ressource forestière en PACA continuerait de capitaliser. L'augmentation de la récolte concernerait davantage les bois résineux (75 %) que les bois feuillus (25 %). Cette évolution de la récolte pourrait satisfaire – mais seulement en partie au vu des prévisions relatives à la demande en bois – une augmentation de la demande en bois, notamment pour l'industrie et l'énergie. Cependant, l'augmentation continue du stock de bois sur pied prévue pour les 20 prochaines années suggère l'existence d'une certaine marge pour dynamiser encore davantage la gestion par rapport à ce qui a été envisagé dans les simulations.

Toutefois, l'étude met aussi en évidence quelques défis majeurs pour arriver à accroître la récolte :

- une dynamisation modérée mais rapide de la gestion pour arriver à la hausse simulée des prélèvements,
- une part importante des disponibilités en bois est marquée par des conditions d'exploitabilité très difficiles, en particulier dans les Alpes,
- un quart de la forêt (et de la disponibilité) en PACA est concerné par des contraintes réglementaires importantes,
- enfin, une grande partie des disponibilités se trouve dans des propriétés privées de petites tailles non dotées de plan de gestion.

14.2.2 RESSOURCES BOIS-ENERGIE SUR LE TERRITOIRE

La cartographie ci-dessous présente en synthèse le boisement sur le territoire. La forêt occupe 11,3% de la superficie du territoire, largement dominée par les forêts de feuillus. Ce sont les territoires agricoles qui prédominent avec les cultures (27%) et la vigne qui occupe 15% du territoire.



Occupation de la forêt sur le territoire source : Corine Land Cover 2018)

L'outil ALDO de l'ADEME qui permet de comptabiliser le stockage de carbone et les flux de carbone annuels sur un territoire donne également une estimation de la récolte biomasse pour le bois énergie. C'est une estimation dans la mesure où la récolte théorique est un calcul considérant un taux de prélèvement égal à celui de la grande région écologique et une répartition entre usage égale à celui de la région administrative. Cela dit en l'absence de données plus précises qui nécessiteraient une enquête et une étude spécifique, les chiffres donnent une première idée de la disponibilité du bois énergie au regard des massifs forestiers.

CC Pays des Sorgues et Monts de Vaucluse :

Récolte théorique EPCI (calcul ADEME considérant un taux de prélèvement égal à celui de la grande région écologique et une répartition entre usage égal à celui de la région administrative)	Produits bois		
$m^3 \cdot an^{-1}$	feuillus	Conifères	Total
BO	6	123	130
BI	38	304	342
BE	521	59	581
Total	565	487	1 052

BO : bois d'œuvre (Le bois d'œuvre est le bois destiné au sciage, déroulage, tranchage et autres usages "nobles" de la filière bois ; après transformation, ces bois servent notamment en menuiserie, ameublement, charpente ou construction)

BI : bois d'industrie (Le bois industrie est lui destiné à la trituration pour produire de la pâte à papier ou des panneaux qui servent en menuiserie, ameublement, charpente et construction)

BE : bois énergie (le bois énergie est destiné au broyage pour produire des plaquettes et des granulées utilisées pour le chauffage).

CA Lubéron Monts de Vaucluse

Récolte théorique EPCI (calcul ADEME considérant un taux de prélèvement égal à celui de la grande région écologique et une répartition entre usage égal à celui de la région administrative)			
$m^3 \cdot an^{-1}$	Produits bois		
	feuillus	Conifères	Total
BO	43	474	517
BI	260	1 166	1 426
BE	3 600	228	3 828
Total	3 904	1 867	5 771

La récolte théorique de bois sur les deux EPCI comptabilise 4 408 m³ soit environ 11 GWh/an tandis que la consommation de bois énergie est de 134 GWh en 2022.

On constate toutefois sur la carte que dans un rayon de 50 km la ressource bois est bien présente, notamment sur la parc naturel régional du Lubéron.

14.3 GISEMENTS THEORIQUES POUR LES INSTALLATIONS

14.3.1 CONTRAINTES

On considère que les **maisons existantes** équipées de chaudières au fioul ou au gaz propane pourront s'équiper d'une chaudière automatique au bois lors du renouvellement de la chaudière. On ne considère que les maisons ayant une surface suffisante (minimum 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**, tel qu'une école ou une maison de retraite, se heurte à différentes contraintes :

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

14.3.2 ENJEUX SUR LE RENOUVELLEMENT DES POELES EXISTANTS

18% des ménages (5 091 maisons) se chauffent au bois en base et une partie des ménages (6 271 maisons) utilisent également le bois en appoint de leur mode de chauffage principal (fioul, l'électricité, etc.).

Au total, environ 11 362 équipements de chauffage au bois sont présents sur le territoire. Il y a un enjeu à plusieurs titres à remplacer ces équipements par des appareils plus récents et plus performants :

- La consommation de bois va être moindre puisque le rendement des équipements est meilleur.
- Les émissions de particules fines vont fortement se réduire, les nouveaux équipements labélisés Flamme Verte 7* émettent 10 fois moins de particules qu'un appareil acheté avant l'an 2000.
- Le confort est amélioré, les nouveaux appareils sont plus performants et offrent une chaleur mieux diffusée.
- L'utilisation est plus simple avec des granulés plus faciles à manipuler que les bûches.







14.3.3 SYNTHÈSE DES GISEMENTS THÉORIQUES

Les tableaux suivants présentent les gisements théoriques d'installations bois énergie par typologie de bâtiment.

Renouvellement du parc existant :

- 1^{er} enjeu d'amélioration de la qualité de l'air
- 2^{ème} enjeu de réduction de la consommation de bois énergie

Solution bien souvent la moins chère en substitution du fioul et du gaz propane

INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE AU BOIS								TOTAL hors cogén. Poêles bouilleurs et chaudière
		RENOUVELLEMENT POELES ET INSERTS PERFORMANTS*	NOUVEAUX ACQUEUREURS POELES	CHAUDIERE AUTOMATIQUE INDIVIDUELLE**	POELES BOUILLEURS (ecs + chauffage)	POELES BOUILLEURS (ecs + chauffage)	MICRO-COGENERATION BOIS INDIVIDUELLE	
dans l'existant	nombre :	11 362	13 192	6 213	6 213	6 213	6 213	24 554
	MWh/an :	78 775	63 331	30 428	30 428	30 428	24 215	142 106 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :		280				280	280
	MWh/an :		818				818	818 MWh/an

* 6kW par poêle
** 7kW par chaudière individuelle

Source : Axceléo

Maison individuelle nb de maisons constr. après 2012

Chauffage urbain	0	0,0%
Gaz naturel	156	8%
Fioul	34	1,6%
Electricité	1 445	70%
Gaz propane	21	1%
Autres moyens	412	20%








Solution retenue par 20% des nouveaux acquéreurs depuis 2012

Remarques : Insee : RGP 2020 2 068 100%

- 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 particuliers vont opter soit pour un poêle, soit pour une chaudière automatique.
- 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 RE 2020). Le gisement « sur le neuf par an » de ce système est donc nul.

Pour certaines industries, le bois énergie est une solution pour limiter les coûts d'énergie.

Quelques petits réseaux de chaleur possibles avec le regroupement de bâtiments tertiaires.

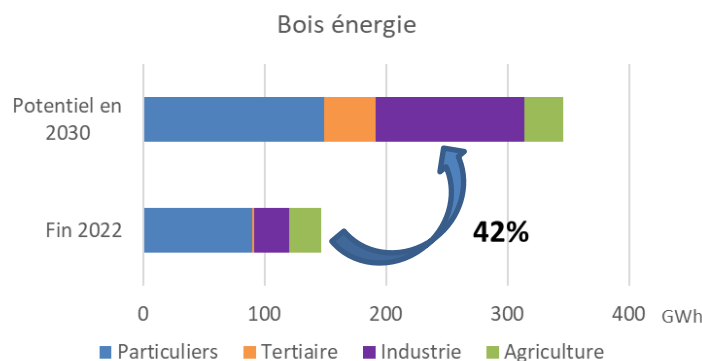
CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES AU BOIS ET RÉSEAU DE CHALEUR								TOTAL HORS COGENERATION
		CHAUDIÈRE AUTOMATIQUE COLLECTIVE DANS L'HABITAT	CHAUDIÈRE AUTOMATIQUE COLLECTIVE DANS LE TERTIAIRE	COGENERATION BOIS TERTIAIRE	CHAUDIÈRE DANS LE SECTEUR AGRICOLE	CHAUDIÈRE DANS L'INDUSTRIE	RÉSEAU DE CHALEUR	
dans l'existant	nombre :	110	52	52	62	99	25	348
	MWh/an :	1 113	15 760	15 760	32 027	93 618	26 809	169 327 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :	23	0	0				24
	MWh/an :	259	85	85				345 MWh/an

Source : Axceléo

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 RE 2020). 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 »). L'analyse cartographique a permis d'identifier les regroupements de bâtiments qui se prêteraient à un petit réseau de chaleur.

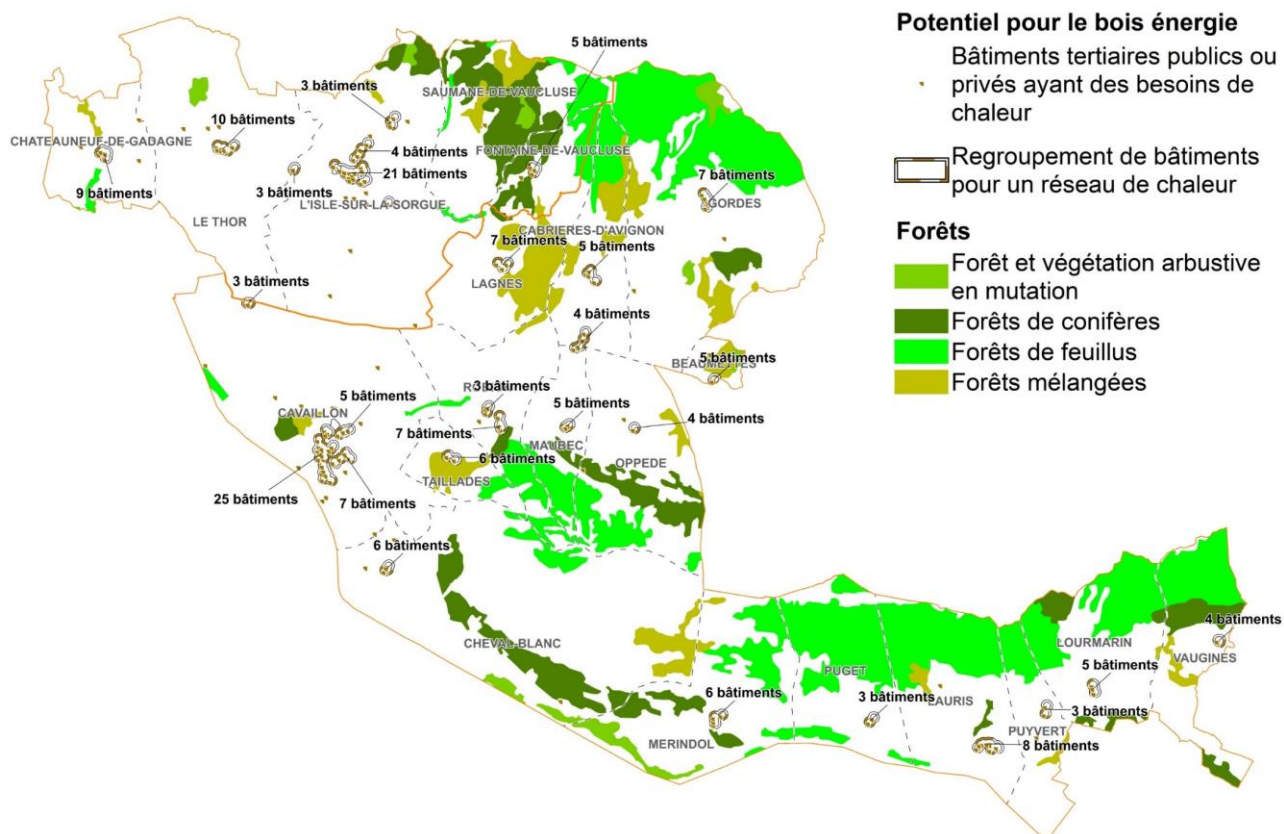
Potentiels théoriques
42% du potentiel est valorisé à fin 2022



14.3.4 CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS POUR DES CHAUDIERES BOIS SUR LES BATIMENTS TERTIAIRES

La cartographie ci-dessous présente les potentiels pour des chaudières individuelles sur les bâtiments tertiaires publics (école, lycée, mairie, maison de retraite, hôpital, etc.) et privés (hôtel, clinique, etc.) et lorsqu'il y a plus de 3 bâtiments dans un rayon de 150m, il est possible d'envisager des petits réseaux de chaleur. Cette approche est une estimation basée uniquement sur le regroupement de ces bâtiments, il est nécessaire ensuite d'identifier les modes de chauffage actuel, l'âge des équipements, l'accessibilité pour la livraison du combustible et la surface foncière pour le stockage, etc.

Au total une vingtaine de zones ont été recensées.



Sources : IGN BDTopo, CLC 2018, INSEE Base de données des bâtiments tertiaires

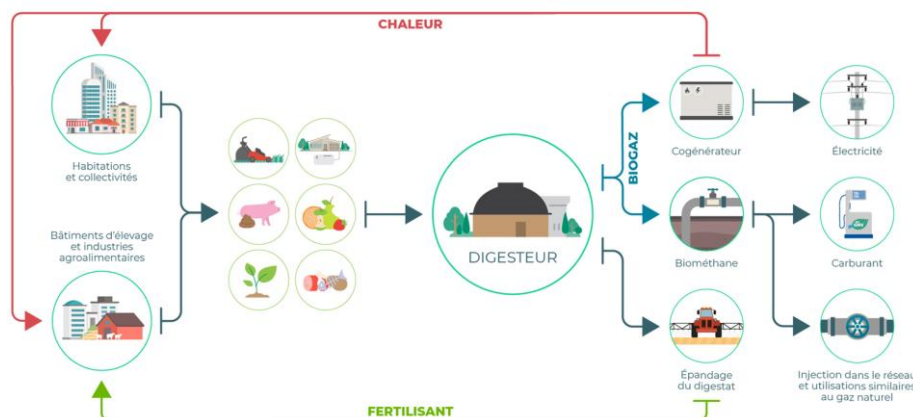
Axenne©

Identification des regroupements de bâtiments pour la mise en œuvre de petits réseaux de chaleur au bois



Mise en œuvre de la technologie

La MÉTHANISATION

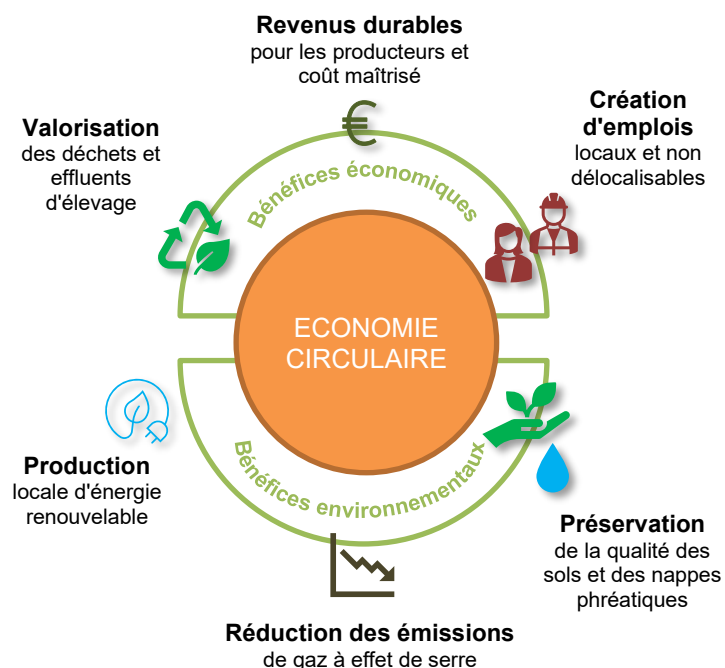


La méthanisation est un processus de production de biogaz par fermentation de matière organique en l'absence d'oxygène (anaérobie) et sous l'effet de la chaleur. C'est une source d'énergie non continue et stockable. Le biogaz produit peut être valorisé de nombreuses manières, sur ou hors des exploitations :

- 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.

Des modèles spécifiques de bus, de camions, de tracteurs et de véhicules d'entreprises et de collectivités peuvent rouler au gaz naturel véhicule (GNV).

La méthanisation, un principe d'économie circulaire



Éléments économiques Coût du MWh produit*



90 – 125 €HT/MWh (en 2022 pour de l'injection)

78 – 132 €HT/MWh
(chiffre 2020 pour la cogénération, valorisation en chaleur et électricité)

* Coût complet de l'énergie en 2022 sur la durée de vie des équipements- source ADEME

Emprise moyenne au sol



Environ 1 ha (unité à la ferme)

3 ha unité territoriale (projet en injection)

source ADEME

Chiffres clés

Avec 1 370 installations en métropole, l'injection de biométhane dans le réseau en 2023 atteint 9 136 GWh, soit 3,13% de la consommation totale de gaz naturel.

Si l'objectif de 10% d'injection est atteint en 2030, la consommation de gaz naturel sera toujours dépendante à 90% des pays étrangers et émettrice de 280 gCO₂/kWh.

15% de cultures principales sont admises au maximum dans un méthaniseur, la priorité est donnée aux effluents d'élevages, aux déchets et résidus agricoles et aux biodéchets.



Unité de méthanisation à la ferme

15.1 L'INTERET DE LA METHANISATION SUR LE TERRITOIRE



Un potentiel intéressant, mais en partie en concurrence avec d'autres usages (compostage).

Gisement théorique total
32 GWh/an



Tous les professionnels ont l'obligation de trier et valoriser leurs biodéchets depuis le 1^{er} janvier 2024 (la méthanisation est une solution).

100 industries
alimentaires



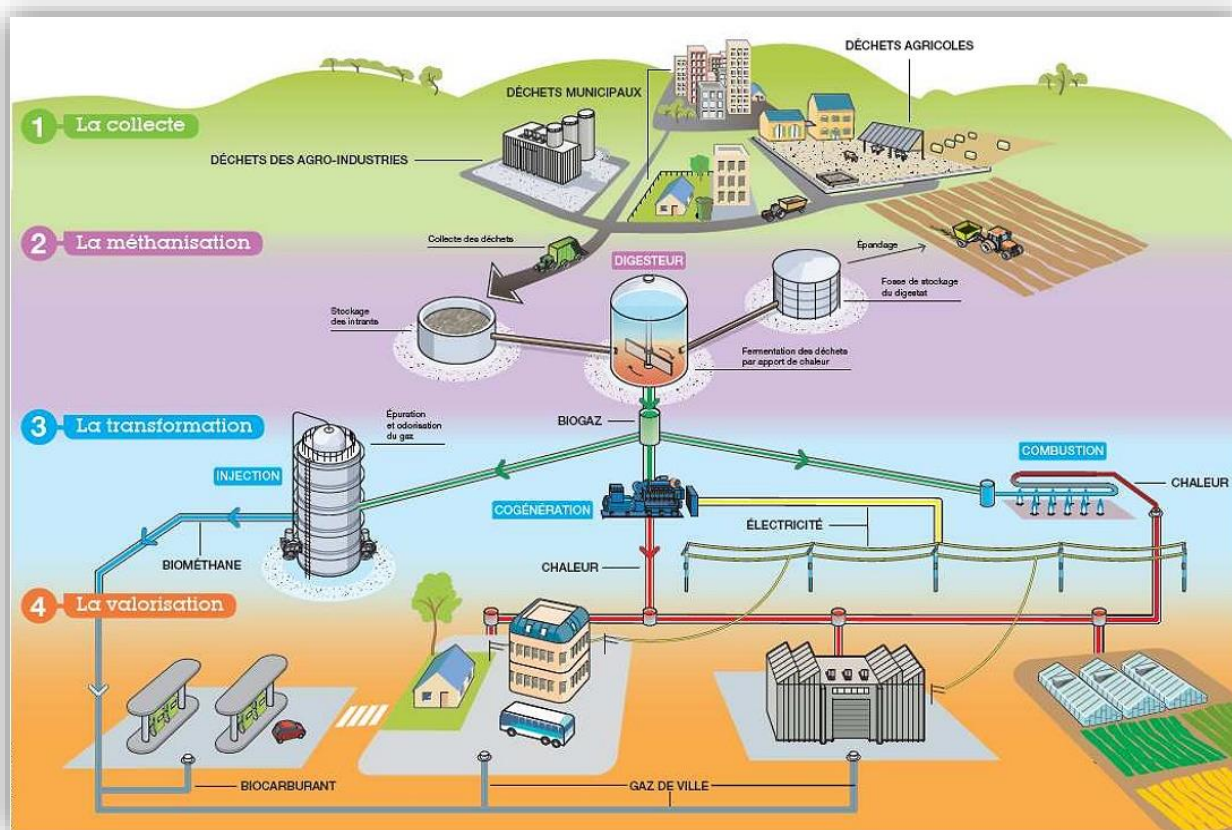
Gisement théorique
8,5 GWh/an

L'intérêt de la méthanisation ne réside pas dans l'injection de biogaz « plus propre » et plus locale que le gaz naturel actuellement importé des pays étrangers. En effet, tout au plus en 2030, le gaz naturel sera encore importé à plus de 80% des pays étrangers et on ne pourra toujours pas parler de gaz vert avec une charge en CO₂ à hauteur de 188kgCO₂/MWh.

L'intérêt du biogaz est dans la valorisation des déchets qui sont présents, notamment dans les industries agroalimentaires, les boues de station d'épuration, les déchets des collectivités, etc. Si la production de biogaz a du sens au-delà de ce que pourraient devenir ces déchets (compostage, utilisation pour un autre usage) alors la méthanisation est une solution très intéressante. C'est notamment le cas des industries qui ont l'obligation depuis le 1^{er} janvier 2024 de valoriser leurs biodéchets. Cette valorisation peut permettre une production de chaleur, d'électricité ou de biogaz injecté dans le réseau.

15.2 GISEMENTS BRUTS

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



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

15.2.1 ESTIMATION DES RESSOURCES - AXENNE

Les données de base permettant d'évaluer les ressources méthanisables de l'agriculture sont issues du recensement agricole de l'AGRESTE. Les données sont disponibles à la maille régionale, départementale, cantonale et communale. Nous avons utilisé les données à la maille cantonale² dans la mesure où de nombreuses données communales sont soumises au secret statistique sur le territoire.

Les données sur les déchets des industries agroalimentaires utilisent le nombre d'effectifs salariés par typologie d'entreprise sur le territoire avec un coefficient de 5 tonnes/an.employé (La production de déchets organiques varie fortement d'une activité à l'autre entre 2 et 32 tonnes/an.employé).

Les biodéchets de la restauration sont estimés en première approche avec le nombre de personnes qui ne travaille pas sur leur commune (et qui prennent leur repas à l'extérieur) et le nombre d'étudiants qui mangent à la cantine.

Les déchets verts sont estimés à partir de tonnages apportés en déchetterie sur le département du Vaucluse avec un ratio par habitant.

Le tableau suivant synthétise les gisements identifiés ci-dessus au niveau du territoire du SCoT CCI :

Type de ressource	Gisement total [t Matière Brute]	Gisement mobilisable [t Matière Brute]	Gisement mobilisable [t Matière Organique]	Production de méthane [Nm ³ CH ₄]	Energie primaire [MWh]
Effluents d'élevages	6 465	3 811	1 374	349 493	3 474
Résidus de culture	17 401	2 722	2 017	409 816	4 074
Culture à vocation éner.	0	0	0	0	0
Déchets des IAA	5 865	4 692	1 877	863 328	8 581
Boues de STEP		23 988	881	234 302	2 329
Graisses de STEP	nc	nc	nc	nc	nc
Biodéchets des ordures ménagères et déchets verts	9 685	9 685	2 990	920 890	9 154
Déchets verts	5 468	5 468	1 407	441 885	4 392
Huiles alimentaires usagées	nc	nc	nc	nc	nc
Biodéchets de la restauration (hors HAU)	857	857	137	54 306	540
Biodéchets des grandes et moyennes surfaces	0	0	0	0	0
TOTAL	45 741	51 224	10 682	3 274 020	32 544

Source : Disar, emplois du secteur IAA, Syndicat des déchets, AXENNE

Synthèse des différents gisements de méthanisation – source Axenne

MB : matière brute

MS : matière sèche

En conclusion, **32 544 MWh d'énergie primaire** pourraient être produits via la méthanisation des ressources du territoire. La majorité de cette production proviendrait des biodéchets des ordures ménagères (nécessite une collecte sélective), des industries agroalimentaires et des déchets verts. Ce tableau n'inclut pas les cultures intermédiaires à vocation énergétiques (CIVE), mais elles ont été estimées dans le cadre des autres sources de données (voir les deux paragraphes suivants).

15.2.2 ESTIMATION DES RESSOURCES - GRDF

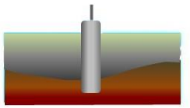
GRDF fournit une estimation des gisements méthanisables à l'horizon 2050 sur la base de l'étude menée par l'ADEME ("Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ?"). Les ressources s'établissent à 100 GWh/an en 2050 avec les cultures à vocation énergétique.

15.3 GISEMENTS THEORIQUES

On conservera le chiffre de 32 GWh/an en 2030 pour le gisement théorique.

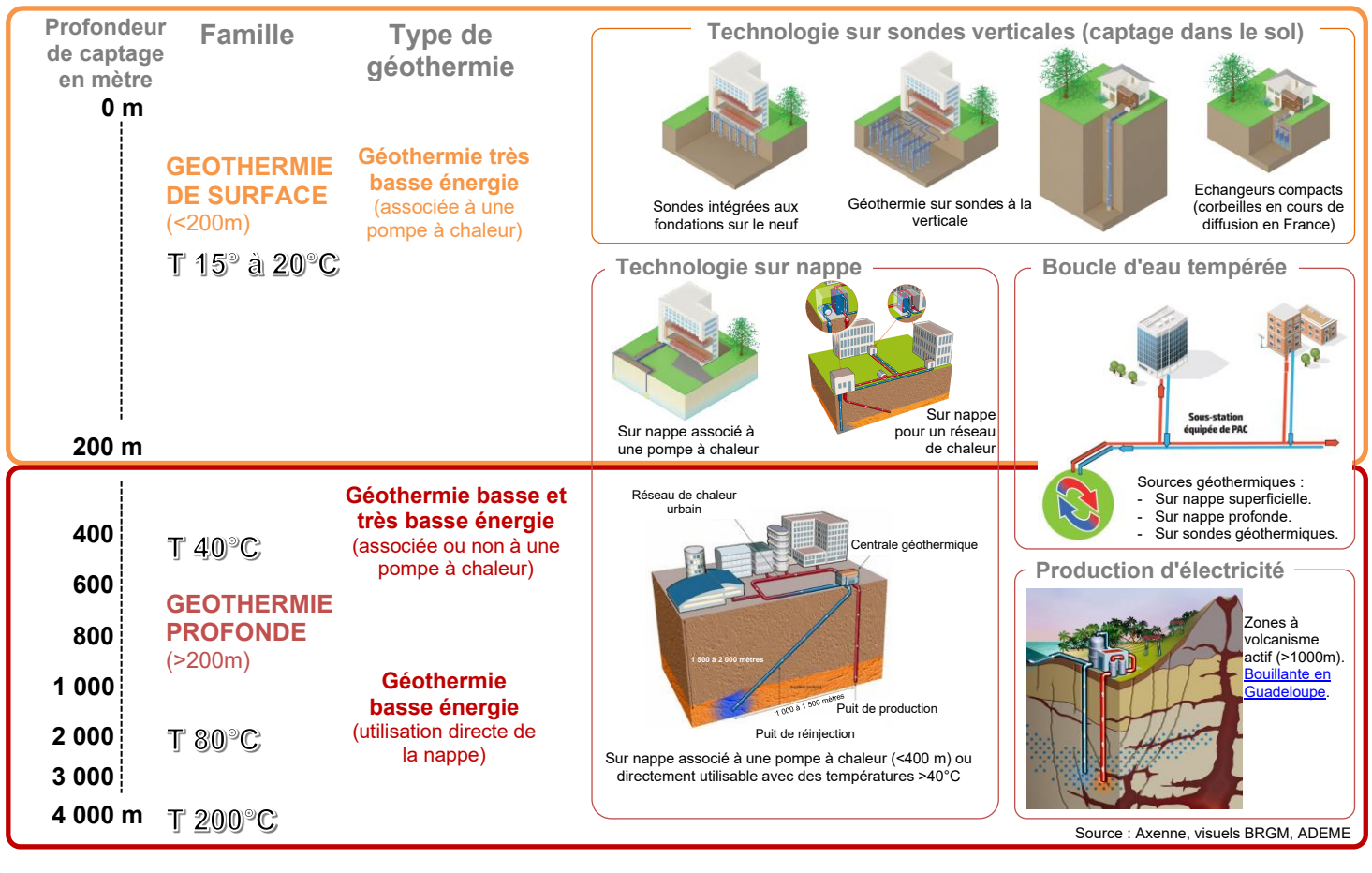
² Le recensement datant de 2010, ce sont les cantons antérieurs au redécoupage cantonal.

LA GEOTHERMIE



Description des technologies

Il n'y a pas qu'une géothermie mais plusieurs qui permettent d'exploiter les calories dans une nappe d'eau ou dans le sol. Ainsi, on distingue des types de géothermies en fonction de la profondeur et des types de technologies suivant la valorisation de la ressource.

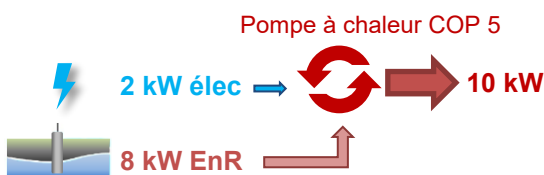


Éléments de dimensionnement

Une sonde de 100 mètres de profondeur fournit une puissance thermique d'environ 5 kW. En considérant que la pompe à chaleur associée au forage a un COP de 3,5, la puissance thermique fournie au bâtiment ou au réseau de chaleur est d'environ 7 kW par sonde :



Dans le cadre d'un projet sur nappe, tout va dépendre de la disponibilité de la ressource (débit de pompage en m³/h possible) et de la température de l'eau. La performance est généralement légèrement supérieure à très supérieure par rapport aux sondes verticales.



Éléments économiques

Coût du MWh produit*



156 – 174 €TTC/MWh
(pompes à chaleur sur champ de sondes pour les particuliers)

135 – 200 €HT/MWh
(pompes à chaleur sur aquifère superficiel pour les particuliers)

135 – 145 €HT/MWh
(pompes à chaleur sur champ de sondes tertiaire / collectif)

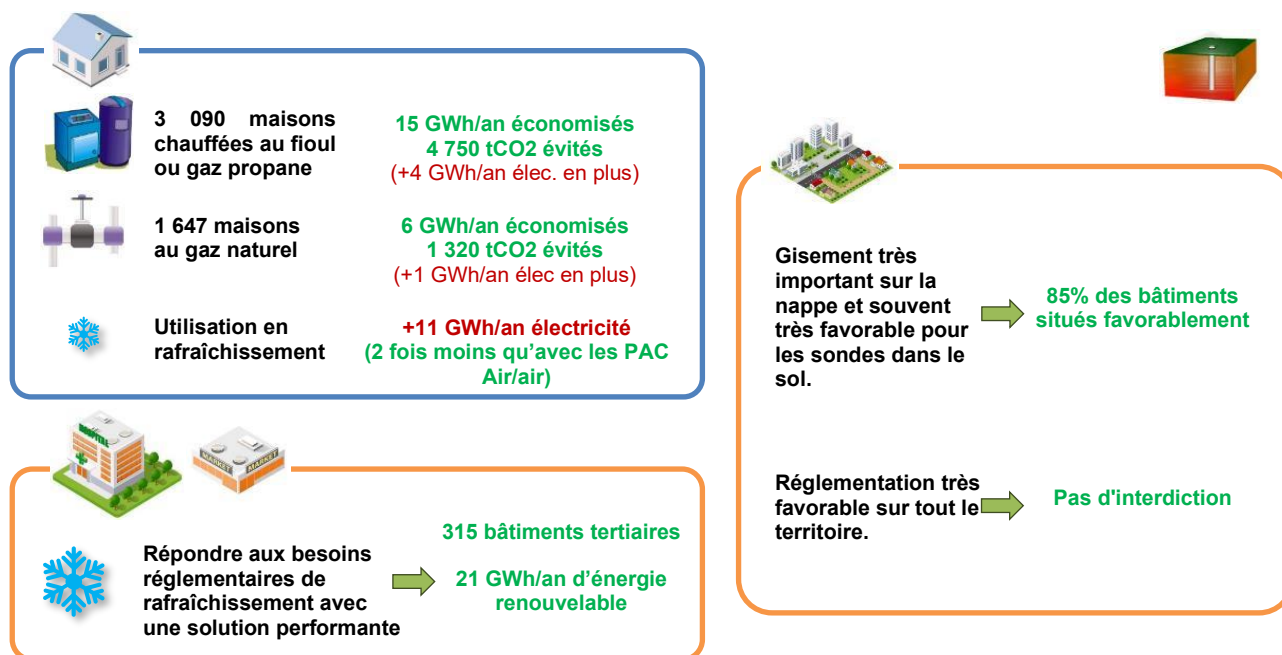
Coût complet des autres énergies pour les particuliers :

- gaz naturel 260 €TTC - fioul 380 €TTC
- Elec (pompe à chaleur air/air) 220 €TTC

* Coût complet de l'énergie en 2023 sur la durée de vie des équipements- source ADEME / actualisation Axenne

Unité : 1 kWh = 1 kilowatt heure = énergie consommée ou produite par un appareil d'une puissance de 1 000 watts pendant une heure

16.1 INTERET DE LA GEOTHERMIE POUR LE TERRITOIRE



La géothermie est une réponse adaptée aux enjeux du territoire avec une augmentation des besoins de confort d'été et la présence d'une ressource très favorable. C'est la solution à privilégier sur les bâtiments neufs qui ont des besoins réglementaires de rafraîchissement (crèche, maison de retraite, hôpitaux, etc.). Plus performante que les pompes à chaleur air/air ou air/eau, la géothermie permet de limiter les appels de puissance sur les réseaux, de supprimer les modules extérieurs bruyant et disgracieux et de garantir la même performance, quelle que soit la température extérieure.

Si la mise en œuvre et le montage des projets sont plus complexes que pour les énergies conventionnelles, la géothermie offre de très nombreux avantages :

- les pompes à chaleur ont un très bon rendement énergétique (de 3 à 5 kWh thermiques fournis pour 1 kWh électrique consommé) c'est deux à quatre fois plus performant que les pompes à chaleur air/air,
- la chaleur dans la nappe ou dans le sol est à une température constante et ne dépend pas des conditions atmosphériques,
- la géothermie offre la possibilité d'installer un seul équipement qui se chargera de la chaleur et du refroidissement du bâtiment,
- les équipements ne se voient pas, ne font pas de bruit et sont très discrets,
- il est possible d'utiliser les places de parking extérieures pour installer des sondes verticales sur un bâtiment existant ou neuf,
- il est possible de faire du géocooling : en arrêtant la pompe à chaleur on peut rafraîchir un bâtiment en transférant sa chaleur dans le système de captage. C'est très économique pour rafraîchir naturellement un bâtiment.

16.2 GISEMENTS BRUTS

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

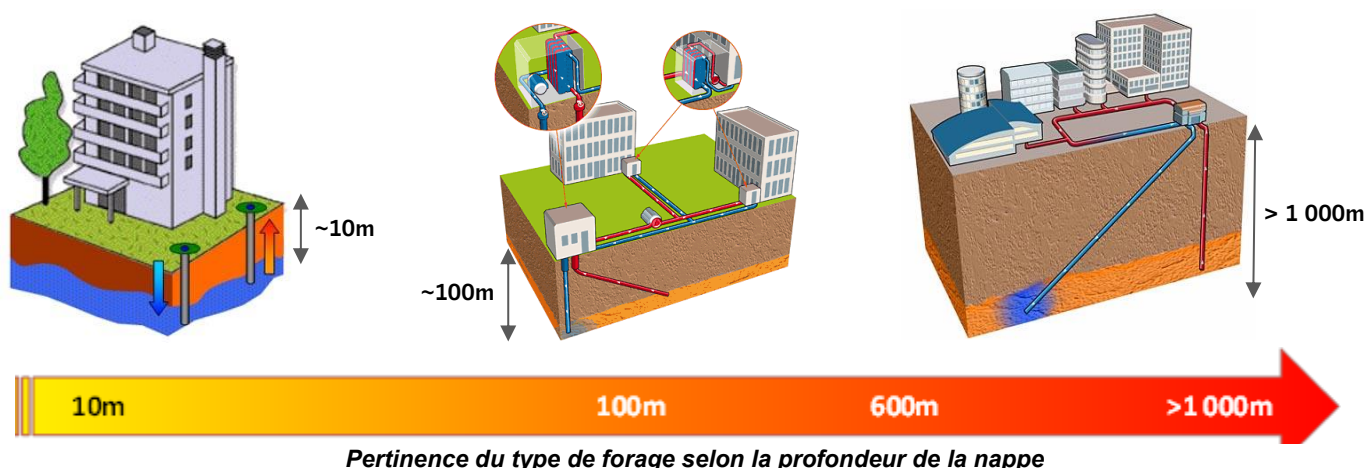
- les calories sont puisées dans le sol par le biais de sondes géothermiques,



Figure 1 : Représentations de sondes géothermiques

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).



Les ressources accessibles en dessous de 600m ont généralement une température inférieure à 40°C, il s'agit de géothermie très basse énergie.

Au-delà de 600m les températures atteignent généralement entre 40° et 90°C, il s'agit de géothermie basse énergie. L'adjonction d'une pompe à chaleur n'est plus nécessaire, la ressource est utilisée directement pour chauffer les bâtiments.

16.2.1 POMPES A CHALEUR SUR CAPTEURS HORIZONTAUX

La conductivité thermique d'un terrain varie suivant deux paramètres principaux : son humidité et sa texture. En effet, plus un sol est humide et plus sa texture est fine, meilleure sera sa conductivité thermique.

Capteurs horizontaux
© geothermie-perspectives.fr, ADEME-BRGM



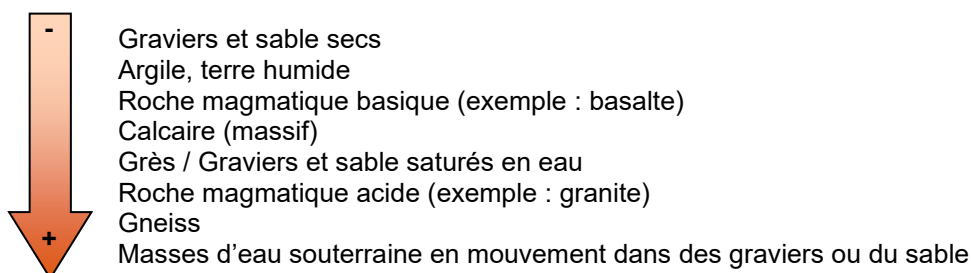
Remarque : les pompes à chaleur géothermiques sur capteurs horizontaux nécessitent de disposer d'une surface de terrain suffisante pour les capteurs. En moyenne, on estime la surface nécessaire de capteurs à

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 potager, 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.

16.2.2 POMPES A CHALEUR SUR CAPTEURS VERTICAUX

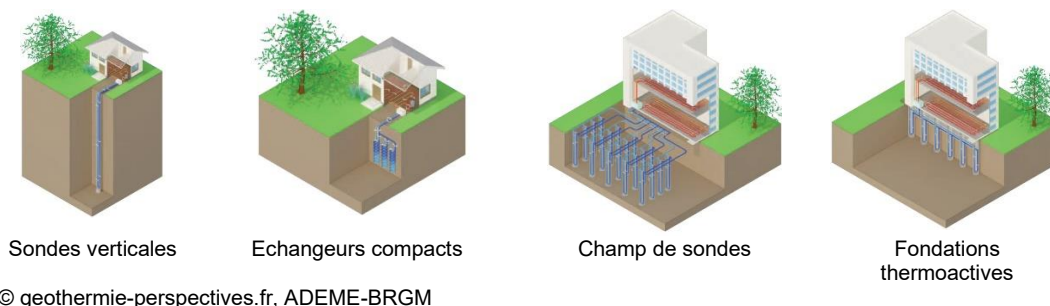
La géothermie sur capteurs verticaux (ou géothermie sur sondes) consiste à capter les calories dans le sol. La température exploitée est inférieure à 30°C (généralement comprise entre 9 et 15°C). Pour exploiter cette gamme de températures, il est nécessaire de recourir à l'utilisation de pompes à chaleur (PAC).

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 :



En revanche, 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. En tenant compte de la réglementation sur la géothermie de minime importance et des contraintes très locales (cavités souterraines, mouvement de terrain, etc.), **il est possible de réaliser ce type d'installation n'importe où sur le territoire**. Seules les performances de l'installation vont varier en fonction des caractéristiques des terrains traversés.

Sur un bâtiment neuf, il est très simple d'intégrer les sondes dans les fondations ou sur le terrain de l'immeuble, pour une maison existante, on va privilégier des capteurs sur sondes à la verticale plutôt qu'à l'horizontale (de nombreuses contre-références existent avec des capteurs qui n'ont pas été enterrés suffisamment profonds).

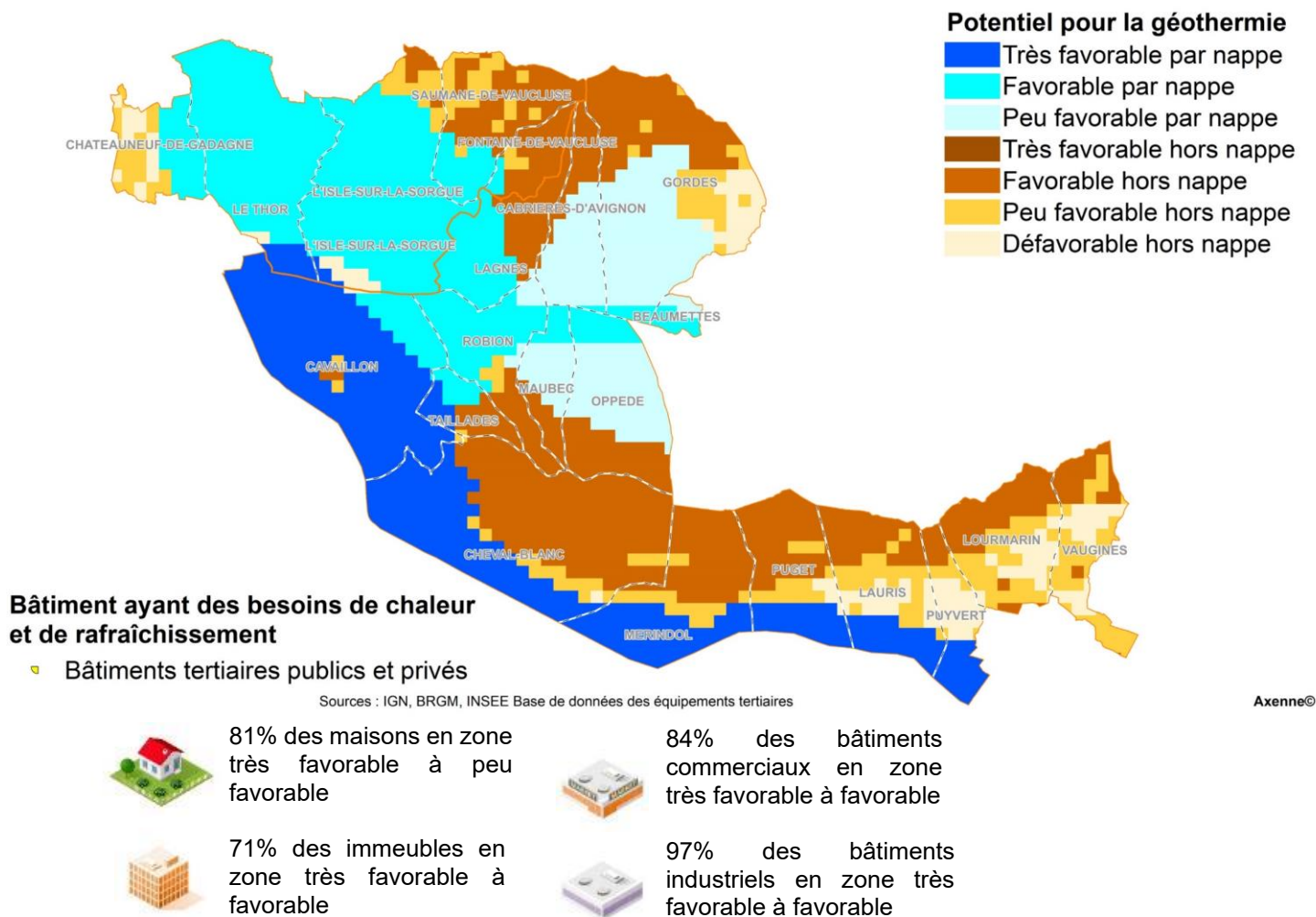


L'atlas des potentiels pour les projets sur sondes existe uniquement sur le département du Vaucluse et il est inclus dans un atlas global pour les sondes et les projets sur nappe superficielle (voir le paragraphe suivant).

16.2.3 POMPES A CHALEUR SUR NAPPE SUPERFICIELLE

Un atlas du potentiel d'utilisation des aquifères superficiels accompagné d'un outil d'aide à la décision en matière de géothermie très basse énergie a été réalisé par le BRGM sur le département. Pour chaque aquifère superficiel, des données telles que la profondeur, l'épaisseur, la température, le débit, la minéralisation, le potentiel géothermique voire la puissance possible à installer, etc. sont disponibles.

Finalement, en croisant les deux atlas, nous obtenons une carte de synthèse pour les projets sur nappe et une carte des potentiels sur sonde. Les points jaunes sur la carte représentent des bâtiments tertiaires adaptés à la géothermie puisqu'ils ont des besoins de chaleur et de rafraîchissement (Hôtels, cliniques, hôpitaux, maison de retraite, crèche, commerces, etc.)



Potentiel géothermique pour des projets sur nappe superficielle (BRGM) et positionnement des bâtiments tertiaires publics et privés ayant des besoins de chaleur et de rafraîchissement (Insee base permanente des équipements tertiaires géolocalisés)

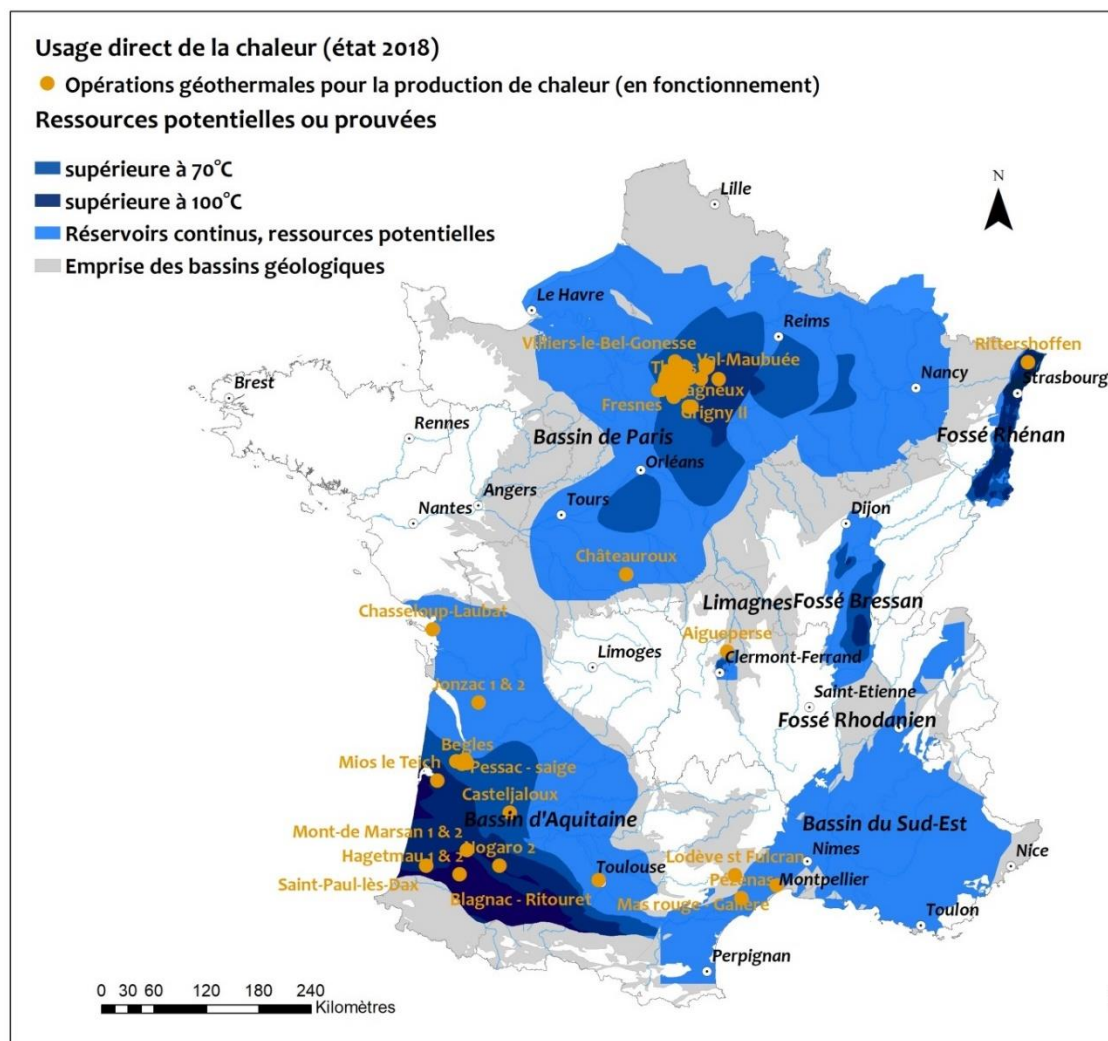
! Cette **cartographie** est **indicative**, le BRGM précisant que :

- « l'atlas constitue ainsi une première approche à destination des maîtres d'ouvrage potentiels, bureaux d'études, décideurs des collectivités territoriales, afin qu'ils puissent déterminer la possibilité d'utiliser la géothermie lors d'un choix énergétique. Les informations transmises ne peuvent et ne doivent en aucun cas remplacer l'étude de faisabilité réalisée par des bureaux d'étude compétents à l'échelle parcellaire qui permettra d'obtenir des gammes de puissance plus précises. »

→ Le **potentiel de la géothermie sur nappe est connu et fort sur la majorité du territoire. Même sur les zones en potentiel moyen, il est possible d'alimenter des bâtiments tertiaires et des logements collectifs.**

16.2.4 LA GEOTHERMIE BASSE ENERGIE SUR NAPPES PROFONDES

La France métropolitaine possède des aquifères profonds dans ses bassins sédimentaires et fossés d'effondrement. Ils se situent essentiellement dans le sous-sol des bassins parisiens et aquitains qui sont bien identifiés et sur lesquels de nombreux projets ont vu le jour. Le bassin du Sud-Est est peu connu et n'a pas été identifié clairement par le BRGM. Une étude en cours à des profondeurs de plus de 1 000m doit voir le jour dans les Bouches-du-Rhône.



Ressources en aquifères profonds en métropole et opérations géothermales pour la production de chaleur
© BRGM

LES POMPES A CHALEUR SUR NAPPE EN BASSE ENERGIE

L'eau chaude entre 40 et 90°C contenue dans la nappe profonde est extraite et utilisée directement via un échangeur de chaleur, c'est-à-dire sans nécessiter l'utilisation d'une pompe à chaleur. Plus de trente réseaux de chaleur urbains sont alimentés par ce type de géothermie en France métropolitaine.

! Les coûts d'investissement sont tout particulièrement importants sur l'ensemble du territoire, si la ressource est bien confirmée. Cela suppose de réserver cette ressource à des projets de réseau de chaleur d'envergure, correspondant à une consommation d'au moins 10 000 MWh/an.

16.3 GISEMENTS THEORIQUES

16.3.1 CONTRAINTES

GÉOTHERMIE DE MINIME IMPORTANCE

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

Le BRGM et le CEREMA ont établi une carte des zones relatives à la géothermie de minime importance³ pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. Cette carte s'appuie sur une méthodologie d'élaboration prenant en compte neuf phénomènes redoutés pouvant apparaître lors d'un forage géothermique de minime importance :

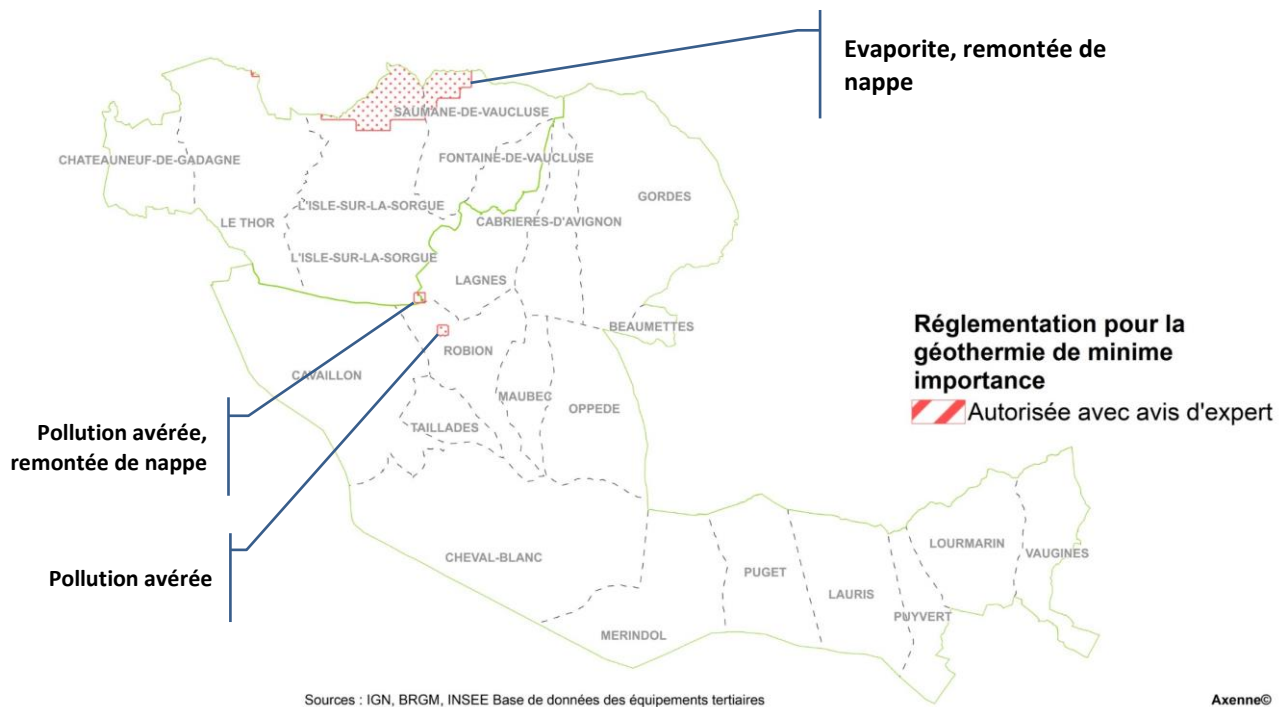
- Affaissement / surrection lié au niveau d'évaporites,
- Affaissement / effondrement lié aux cavités (minières ou non minières),
- Mouvement ou glissement de terrain,
- Pollution des sols et des nappes,
- Artésianisme,
- Mise en communication d'aquifères,
- Remontée de nappe.

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. Des prescriptions spécifiques lors du forage et des aménagements techniques peuvent permettre de lever les restrictions.*
- 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.*

³ Sont considérées comme des exploitations de gîtes géothermiques à basse température relevant du régime de la minime importance :

- Les activités recourant à des échangeurs géothermiques fermés (géothermie sur capteurs verticaux) dont la profondeur de forage est inférieure à 200m et dont la puissance thermique maximale prélevée du sous-sol et utilisée pour l'ensemble de l'installation est inférieure à 500 kW.
- Les activités recourant à des échangeurs géothermiques ouverts (géothermie sur nappe) dont la température de l'eau prélevée est inférieure à 25°C, dont la profondeur de forage est inférieure à 200m et dont la puissance thermique maximale prélevée du sous-sol et utilisée pour l'ensemble de l'installation est inférieure à 500 kW. Les eaux prélevées doivent être en totalité réinjectées dans le même aquifère. Les débits prélevés ou réinjectés doivent être inférieurs à 80 m³/h.



Zonage réglementaire pour la géothermie de minime importance sur nappe (BRGM)





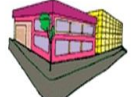

L'avis d'un expert est requis sur plusieurs communes du territoire. La présence de pollution avérée, de remontée de nappe ou encore d'évaporite explique le classement en zone orange. Mais cela n'est quasiment jamais un frein au déroulement du projet, des dispositions peuvent être prises pour tenir compte de ces contraintes. Il n'y a aucune zone rouge et finalement, sur la quasi-totalité du territoire, il est possible de réaliser des installations sur sondes ou sur la nappe au regard de la réglementation.

La carte ci-dessous présente la synthèse des ressources géothermiques, de la réglementation et des potentiels sur les bâtiments tertiaires existants.

16.3.2 SYNTHÈSE DES GISEMENTS THÉORIQUES

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

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

INSTALLATIONS GEOTHERMIQUES								
		CAPTEURS VERTICAUX	IMMEUBLES DE LOGEMENTS	BÂTIMENTS TERTIAIRES	BÂTIMENTS INDUSTRIELS	RESEAU DE CHALEUR NAPPE SUPERFICIELLE	TOTAL	
dans l'existant	nombre :	4 736	110	315	97	9	5 267	
	MWh/an*	20 370	2 601	21 441	38 995	28 140	111 547 MWh/an	
sur le neuf par an	nombre :	226	17	2			244	
	MWh/an*	527	148	107			782 MWh/an	

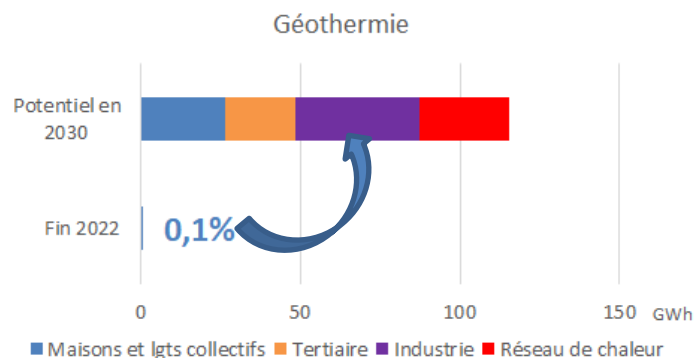
* Il s'agit de la quantité de chaleur renouvelable et non de la quantité de chaleur produite au total

Sources : Axceléo

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.

Potentiels théoriques
0,1% du potentiel est valorisé à fin 2022



17 FILIERE AEROTHERMIE

17.1 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.

17.2 GISEMENTS THEORIQUES

Le tableau suivant présente les gisements théoriques de l'aérothermie par typologie de bâtiment.

INSTALLATIONS AEROTHERMIQUES (AIR/AIR et AIR/EAU)					
		Maison	Immeuble	Immeubles tertiaires	TOTAL
dans l'existant	nombre :	22 072	154	1 124	23 351
	MWh/an :	52 979	1 807	46 913	101 698 MWh/an
sur le neuf par an	nombre :	280	23	2	305
	MWh/an :	409	130	102	640 MWh/an

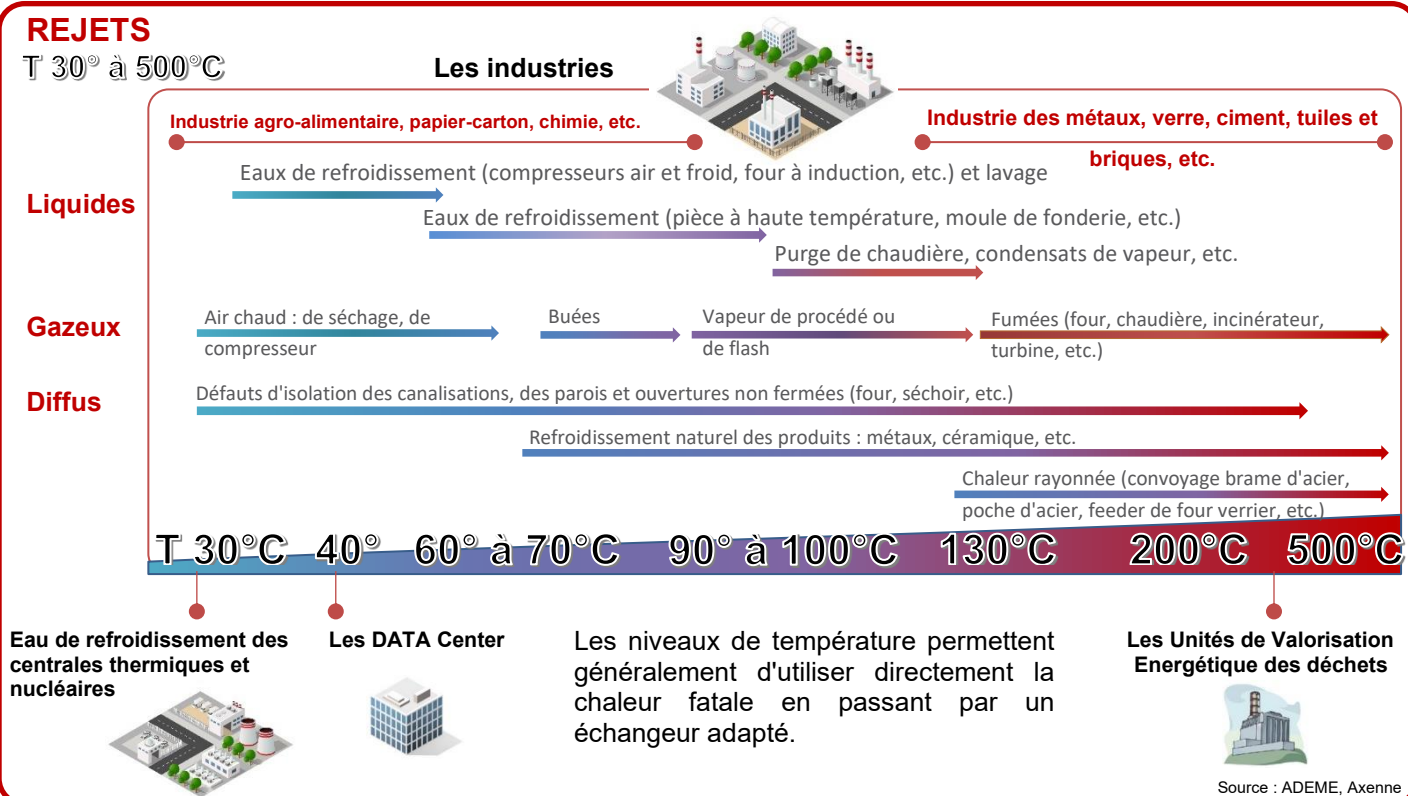
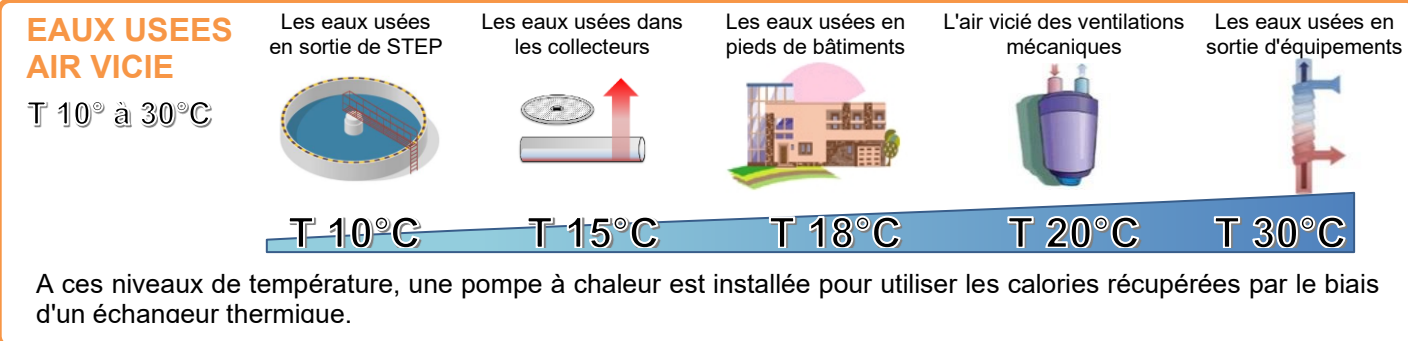
* Il s'agit de la quantité de chaleur renouvelable et non de la quantité de chaleur produite au total

Sources : Axceléo

LA RECUPERATION DE CHALEUR FATALE



« La chaleur fatale est une énergie thermique indirectement produite par un processus ou un équipement et qui n'est ni récupérée, ni valorisée ».



Enjeux de la récupération de chaleur

PAYS

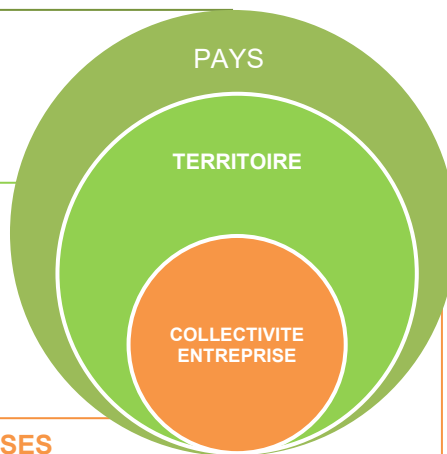
- Indépendance énergétique
- Respect des objectifs environnementaux
- Développement industriel

TERRITOIRE

- Utilisation de la chaleur pour un bassin de population
- Politique de maîtrise de l'énergie
- Contribution aux engagements des territoires (PCAET, TEPOS)

COLLECTIVITES ET ENTREPRISES

- Gain économique
- Compétitivité
- Stratégie d'économie circulaire
- Anticipation des réglementations futures



Quelles valorisation ?

Dans le cas des eaux usées en sortie d'équipements (douche, etc.) ou au pied des bâtiments, elles peuvent permettre de préchauffer l'eau froide sanitaire.

Pour les collecteurs d'eaux usées dans la voirie, les stations d'épuration ou les Data Center, il est possible de chauffer des bâtiments.

Dans l'industrie, la chaleur fatale peut répondre à des besoins de chaleur propres à l'entreprise (séchage sur d'autres lignes de procédés, préchauffage de l'air

comburant, chauffage des locaux, etc.) ou à des besoins externes pour d'autres entreprises ou des réseaux de chaleur.

Avec un changement de vecteur énergétique, il est même possible d'envisager de la production d'électricité à partir de cette chaleur.

18.1 L'INTERET DE LA RECUPERATION DE CHALEUR SUR LE TERRITOIRE



Des projets à étudier au cas par cas dans l'industrie

Industrie agroalimentaire, chimie, papier-carton. → 13 GWh/an



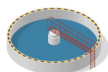
Charte pour la bonne installation des chauffe-eau thermodynamiques.



Généraliser la récupération de chaleur sur les eaux usées pour les bâtiments neufs.



Envisager la récupération de chaleur dans les collecteurs essentiellement pour les communes de Cavaillon et de L'Isle-sur-la-Sorgue



Envisager la valorisation énergétique en sortie des stations d'épuration les plus importantes du territoire (Cavaillon et l'Isle-sur-la-Sorgue qui va réaliser un réseau de chaleur principalement alimenté par sa station d'épuration).



10 GWh/an

La récupération de chaleur peut s'envisager sur des sites diversifiés et pour de nombreux usages. Les projets devront être étudiés au cas par cas. Avant d'alimenter un nouveau bâtiment sur le territoire, la question de la valorisation de la chaleur fatale doit être abordée tant les ressources sont nombreuses et diversifiées (industrie, collecteur d'eau usée, station d'épuration, etc). Lors de la rénovation d'un réseau de canalisation d'eau potable dont le diamètre est supérieur à 400mm, il faut se poser la question d'intégrer éventuellement des collecteurs pourvus d'échangeurs pour récupérer la chaleur fatale.

18.2 GISEMENTS BRUTS

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

(Source : Programmation Pluriannuelle des Investissements Chaleur).

Nous allons étudier les principales sources de chaleur suivantes :

- La valorisation de la chaleur des eaux usées à différents endroits :
 - [au niveau des collecteurs](#),
 - [au niveau des bâtiments](#),
 - [en sortie de station d'épuration](#),
- [Les industries](#) avec les fours, les chaudières, les compresseurs, etc.
- Les Data Center (il n'y a pas de Data Center sur le territoire)

Nous présentons en annexe les différentes technologies de la récupération de chaleur fatale.

18.2.1 LES COLLECTEURS D'EAUX USEES

Le potentiel théorique est calculé pour des villes de plus de 10 000 habitants avec une consommation moyenne de 144l/personne/jour, un fonctionnement de 8 760 heures par an puisque l'on considère que l'on pourra alimenter l'eau chaude sanitaire des bâtiments collectifs (il s'agit de la part énergie renouvelable et non de la production totale qui pourrait être multipliée par deux avec une pompe à chaleur) :

(nb habitants*144/24 heures/3600 secondes)*1*4186*0,5*8 760/10^6 = MWh/an

débit minimum par temps sec en l/s x masse volumique de l'eau 1 kg/l x pouvoir calorifique eau 4186 J/kg/°K x Delta T (0,5°C) x 8 760 heures dans l'année






On ne prélève que 0,5°C au milieu pour ne pas perturber le fonctionnement de la station d'épuration.

Nous avons conservé les deux plus grandes communes du territoire dépassant les 10 000 habitants: Cavaillon et L'Isle-sur-la-Sorgue. Il y a d'ailleurs un projet de réseau de chaleur à L'Isle-sur-la-Sorgue alimenté par la chaleur fatale d'un industriel et les eaux usées de la station d'épuration.

NOM_COMMUNE	Potentiel en MWh thermique de la part énergie renouvelable de la récupération de chaleur dans les collecteurs d'eaux usées
Cavaillon	790 MWh/an
L'Isle-sur-la-Sorgue	612 MWh/an

18.2.1.1 Contraintes et enjeux du développement de la récupération de chaleur sur les eaux usées

Niveau d'enjeu : Enjeu fort  Enjeu modéré  Enjeu faible 

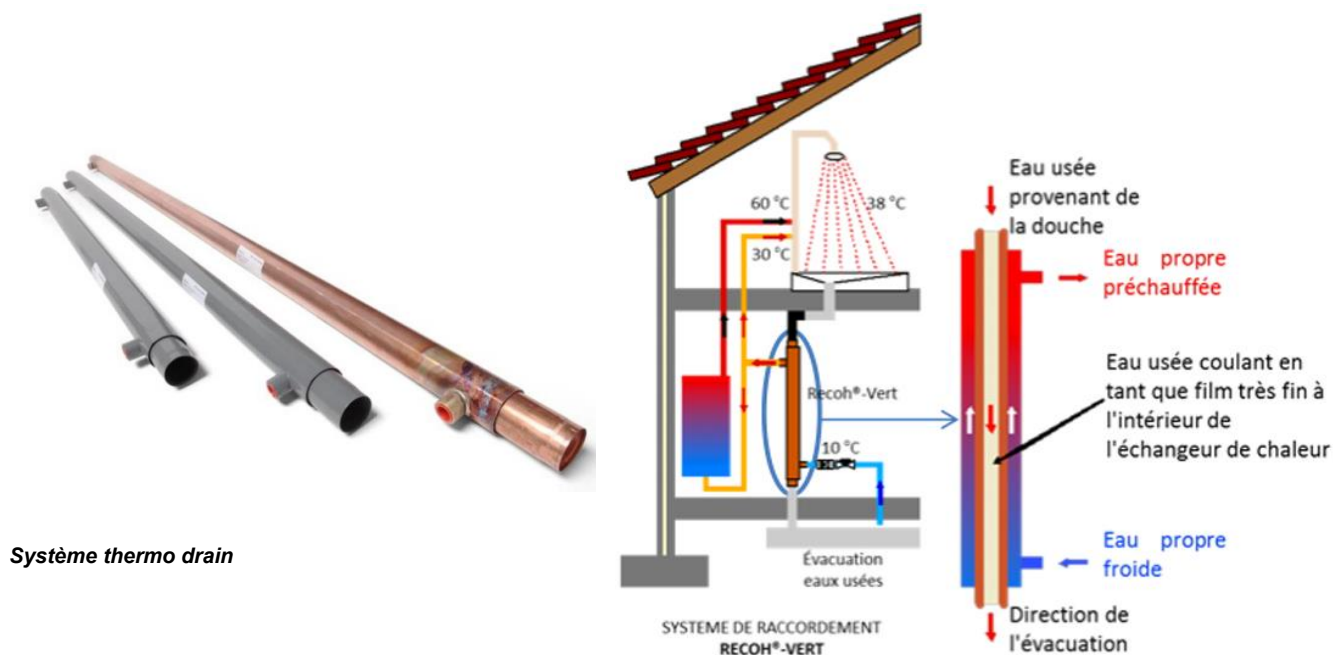
	Type de critère	Frein	Niveau d'enjeu	Moyen d'action / commentaires
"Contexte de développement"	Sociologique	Méconnaissance de la filière.		Diffuser les guides et retours d'expériences existants auprès des collectivités, aménageurs, etc. : <ul style="list-style-type: none"> - présentation détaillée sur les eaux usées, - Récupération de chaleur en sortie de STEP à Belleville, - Guide à la rédaction d'un cahier des charges pour la mise en place de PAC sur eaux usées.
	Institutionnel	Pas de volonté de la part des aménageurs.		Etudier en amont le recours à la chaleur fatale dans les règlements de ZAC. Imposer la récupération de chaleur au pied des bâtiments pour les maisons de retraite, foyers d'hébergement, hôtels, etc. tous les bâtiments ayant des consommations d'eau chaude importantes Communiquer sur les avantages de la filière auprès des professionnels. Réaliser des projets exemplaires sur les équipements publics afin d'en faire des vitrines pour les acteurs du territoire.
"Potentiel de développement"	Industriel	Disponibilité de la technologie.		Les équipements existent pour les réseaux d'eaux usées où il s'agit d'échangeurs très simples et robustes. Il existe également de nombreux équipements pour la récupération de chaleur au pied des bâtiments.
	Accès à la ressource	Parfois difficile de mobiliser la chaleur à proximité		Etudier l'opportunité de la valorisation de chaleur en amont de la programmation des zones d'aménagement.
	Mobilisation de la ressource	Plus complexe à mettre en œuvre sur les réseaux d'eaux usées existants.		Travailler avec les exploitants et concepteurs de réseau pour optimiser la mise en œuvre de la récupération sur les eaux usées. Ne pas oublier la possibilité de récupération dans les stations de relevage des eaux usées. Profiter de la réfection des réseaux pour mettre en place des échangeurs intégrés aux canalisations.

	Concurrentiel			Il n'y a pas de concurrence sur le sujet de la récupération de chaleur, mais plutôt des choix technologiques à privilégier.
	Economique	Etudier uniquement les sites avec une proximité immédiate de la chaleur fatale pour les collecteurs d'eaux usées.		
	Financière	Méconnaissance des aides qui peuvent être apportées par l'ADEME pour toute une catégorie de projets.		

18.2.2 RECUPERATION AUX PIEDS DES BATIMENTS

La récupération de la chaleur fatale aux pieds des bâtiments consiste à capter les calories des eaux usées avant qu'elles ne sortent du bâtiment dans la voirie, pour préchauffer l'entrée d'eau froide avant le ballon de stockage.

Si cette technologie est généralement simple avec des échangeurs passifs, elle est toutefois difficile à mettre en œuvre sur les bâtiments existants dans la mesure où le collecteur de sortie des eaux usées n'est pas forcément à côté de l'entrée d'eau froide.

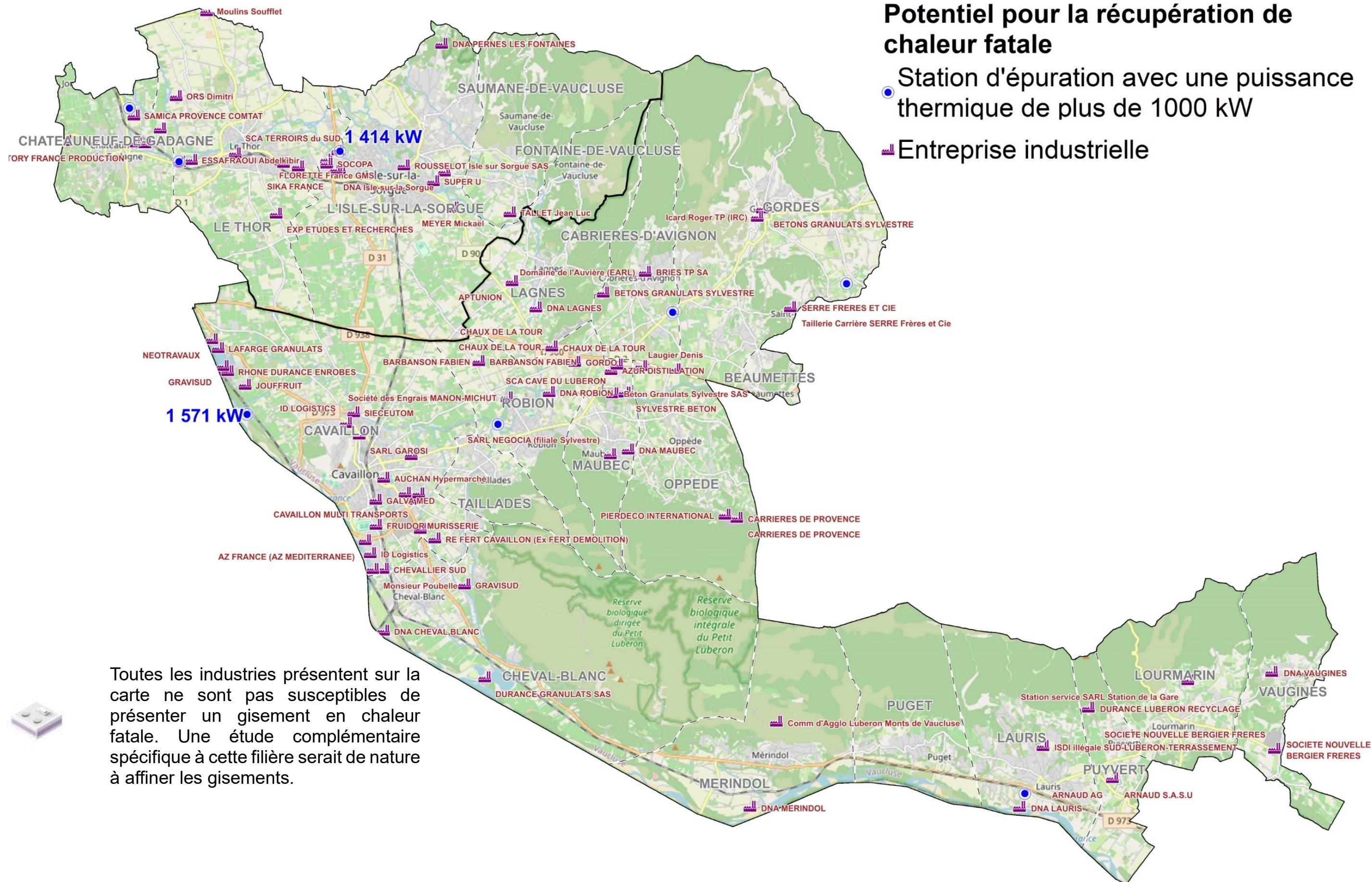


En revanche, sur les bâtiments neufs, y compris les maisons, le système est très simple à concevoir. Le potentiel sur le neuf est de 576 MWh/an et de 36 000 MWh/an sur l'existant.

18.2.3 RECUPERATION DE CHALEUR DANS LES STATIONS D'EPURATION ET LES INDUSTRIES

18.2.3.1 Cartographie des ressources – industries et station d'épuration

La carte à la page suivante présente les sites industriels que nous avons identifiés sur la base d'activités susceptibles d'avoir de la chaleur fatale et les stations d'épuration ayant un potentiel.

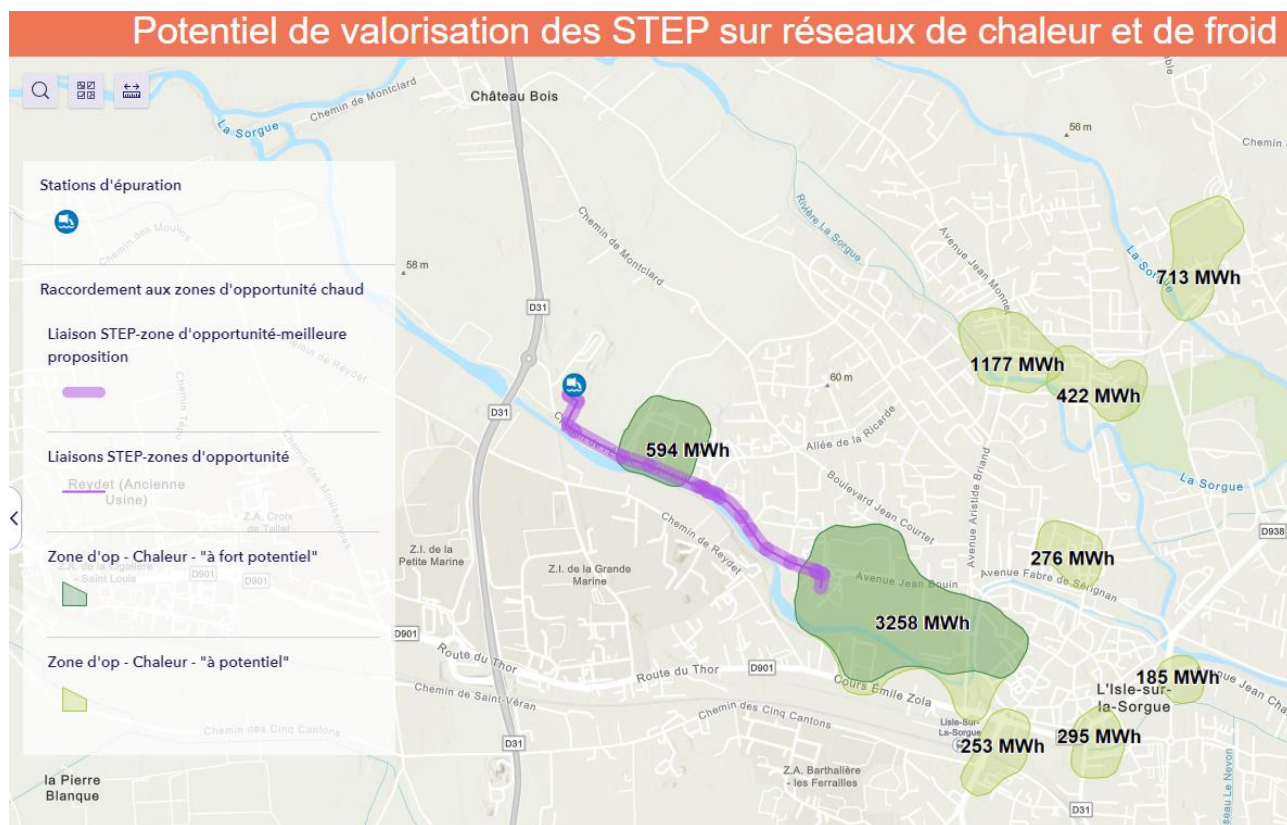


Source : <https://www.georisques.gouv.fr/> installation industrielles

18.2.3.2 Valorisation sur la station d'épuration de l'Isle-sur-la-Sorgue

Le CEREMA a évalué le potentiel de valorisation des stations d'épuration en regard de la proximité des zones d'opportunité pour la chaleur et le froid.

Sur tout le territoire du SCoT, seule la station d'épuration de l'Isle-sur-la-Sorgue, qui développe actuellement un projet, dispose des conditions pour la valorisation dans un réseau de chaleur.



Source : <https://cartagene.cerema.fr/portal/apps/experiencebuilder/experience/?draft=true&id=db0aabcec5f443909eb8b4a99aeb6add>

La longueur de la liaison : 1 163 m

Chaleur fatale valorisable en sortie de STEP : 4 144 MWh

Besoin de chaleur de la zone : > 6000 MWh

Cette évaluation est proche du projet en cours qui prévoit une consommation de 9 800 MWh/an qui seront alimentés par la station d'épuration et une entreprise qui dispose d'une chaleur fatale.

18.2.3.3 Contraintes et enjeux du développement de la récupération de chaleur pour les industries

Niveau d'enjeu : Enjeu fort Enjeu modéré Enjeu faible

	Type de critère	Frein	Niveau d'enjeu	Moyen d'action / commentaires
"Contexte de développement"	Sociologique	Méconnaissance de la filière.		Diffuser les différents guides existants auprès des industriels : <ul style="list-style-type: none"> - guide sur la chaleur fatale dans l'industrie, - rapport sur l'efficacité des Centres de données, Valoriser les retours d'expériences. Faire connaître le réseau national d'écologie industrielle et territoriale (EIT) créée en 2017 ayant pour objectif d'échanger sur les nouvelles solutions à implémenter.
	Institutionnel	Pas de volonté de la part des industriels (ils n'ont pas le temps pour s'occuper de ces sujets). Etudes approfondies nécessaires pour valider la faisabilité.		Etudier en amont le recours à la chaleur fatale dans les règlements de ZAC. Communiquer sur les avantages de la filière auprès des professionnels Accroître la synergie entre territoires et industries.
	Industriel	Disponibilité de la technologie.		Les équipements existent que ce soit dans l'industrie ou pour les Centres de données. Certains fabricants de groupes froids et de compresseurs proposent des options sur la récupération de la chaleur fatale.
	Accès à la ressource	Parfois difficile de mobiliser la chaleur à proximité		Etudier l'opportunité de la valorisation de chaleur en amont de la programmation des zones d'activités.
"Potentiel de développement"	Mobilisation de la ressource	Nécessité de prendre en compte l'impact du prélèvement de chaleur sur les process dans l'industrie. La valorisation possible sur le site est parfois distante du point de prélèvement.		
	Concurrentiel			Il n'y a pas de concurrence sur le sujet de la récupération de chaleur, mais plutôt des choix technologiques à privilégier.
	Economique	Valorisation dans l'industrie pénalisée par des temps de retour jugés trop longs par le secteur (certains industriels n'engagent pas d'investissement si le temps de retour est supérieur à 2 ans).		Communiquer auprès des entreprises sur les aides. La récupération de chaleur fatale dans l'industrie est généralement rentable.
	Financière	Méconnaissance des aides qui peuvent être apportées par l'ADEME pour toute une catégorie de projets.		L'Ademe a édité récemment un guide sur le financement des opérations de récupération de chaleur . Il présente des cas de figure différents permettant d'appréhender toutes sortes de situations.

18.2.3.4 Chaleur fatale des industries

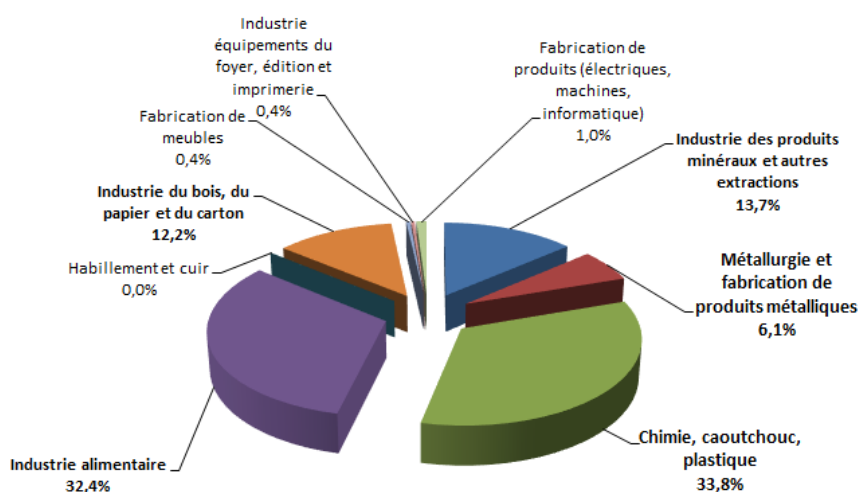
La chaleur fatale des entreprises industrielles peut être valorisée en interne (besoins de chaleur de l'entreprise) ou en externe (besoins de chaleur d'une autre entreprise, réseau de chaleur), mais se heurte actuellement à plusieurs contraintes et freins d'ordre technique, économique ou encore réglementaire,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

L'ensemble des contraintes présentées en annexe 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.

Sur l'ensemble de ces industries, nous avons estimé en toute première approche les gisements de chaleur fatale sur les compresseurs, les fours, les chaudières et les équipements de séchage.

L'ADEME a estimé à 9 190 GWh le gisement de chaleur fatale des industries pour des températures jusqu'à 500°C sur la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (source : https://bibliothèque.ademe.fr/ged/2321/chaleur_fatale-8821-2018-06_pdf.pdf).

Le tissu industriel du SCoT CCI est très représentatif des industries disposant d'une chaleur fatale actuellement non exploitée (en gras sur le graphique ci-dessous) :



répartition de la consommation d'énergie dans l'industrie en 2020 (source : Axenne sur la base des consommations de l'ODACE répartie suivant les coefficients de consommation par employé)

En faisant une règle de trois sur près de 98% des consommations entre le SCoT CCI et la région on obtient un gisement de 56 GWh. Le document de l'ADEME indique également que la chaleur fatale représente 36% de la consommation de combustible. Si l'on applique ce ratio à la consommation de l'industrie sur le SCoT CCI on obtient 63 GWh/an.







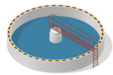


Nous conserverons **56 GWh** pour les gisements théoriques en gardant à l'esprit qu'il s'agit d'une estimation.

18.2.4 SYNTHÈSE DES GISEMENTS THÉORIQUES

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

Très compliqué à mettre en place sur l'existant

Valorisation en cours avec le réseau de chaleur de l'Isle-sur-la-Sorgue

INSTALLATIONS DE RECUPERATION DE CHALEUR (EAUX USEES/AIR VICIE/PROCEDES INDUSTRIELS)		 Maison Chauffe-eau thermodynamique récup. air vicié	 Maison récup. eaux usées système statique	 récup. eaux usées logements (ECS)	 récup. eaux usées tertiaire (ECS)	 récup. sur les collecteurs	 récup. sur les stations d'épuration	 Data Center	 Récupération de chaleur fatale dans l'industrie**	TOTAL
		nombre :	20 889	27 852	63	229	2	6	0	49 041
dans l'existant		MWh/an :	19 382	13 926	559	3 632	1 401	10 221	0	105 083 MWh/an
sur le neuf par an		nombre :	280	280	19	0				579
		MWh/an :	160	140	90	29				420 MWh/an

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

** Potentiel de chaleur fatale à l'échelle régionale estimé par l'ADEME : 9 190 GWh/an

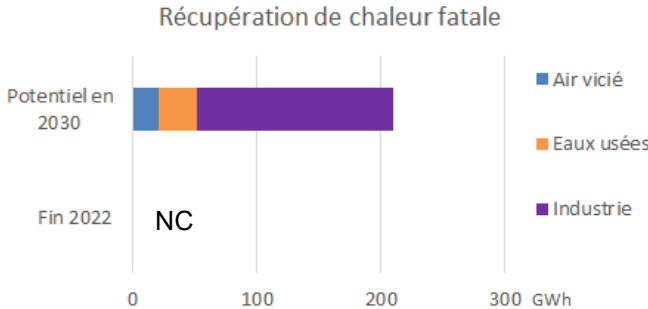
Sources : Axceléo

Extrêmement simple à mettre en place sur le neuf

Remarques :

Les data centers d'une puissance totale nominale supérieure à 1 MW seront dans l'obligation d'utiliser la chaleur fatale, sauf impossibilité technique ou économique. Une analyse coûts/avantages devra désormais être réalisée pour tout projet de nouvelle installation ou de rénovation substantielle. Les data centers devront se mettre en conformité avec ces obligations avant le 11 octobre 2025.

Potentiels théoriques



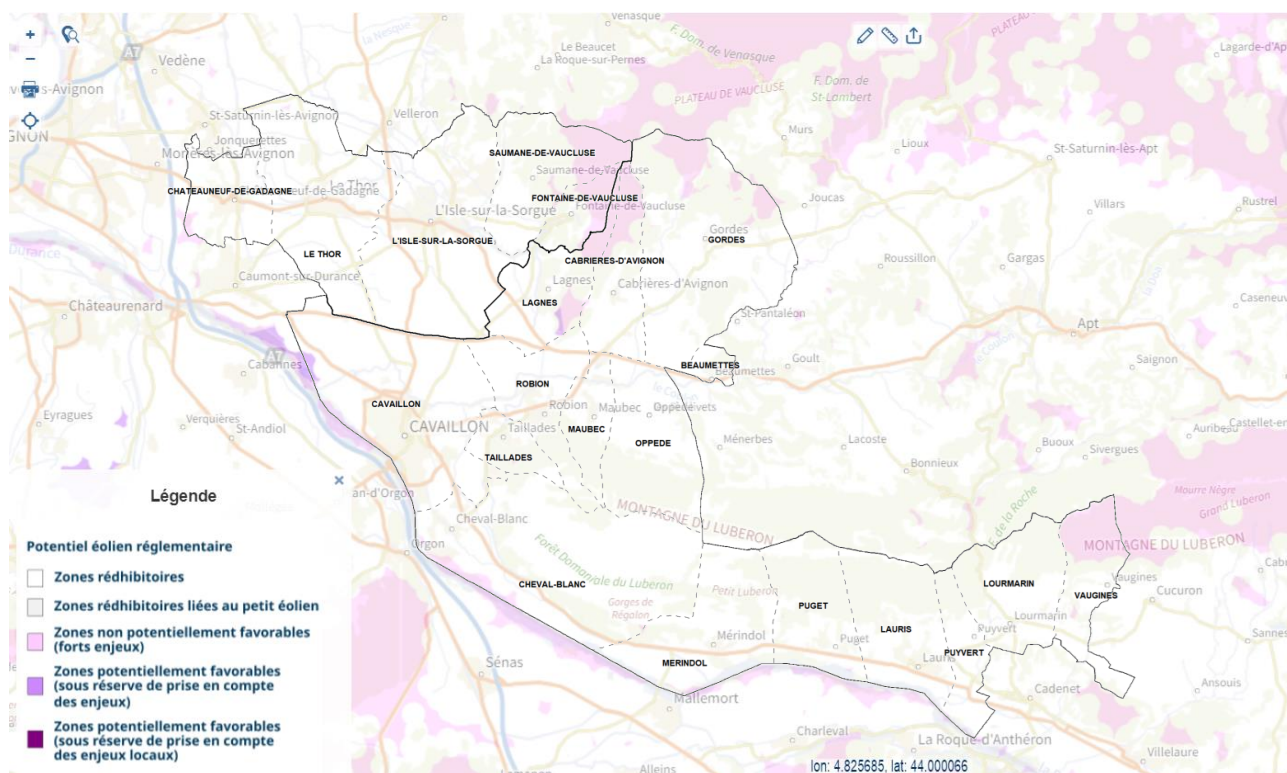
19 FILIERE EOLIEN

19.1 GISEMENTS BRUTS

19.1.1 LE GRAND EOLIEN

La carte suivante présente le potentiel réglementaire pour le développement des parcs éoliens. Elle est issue du site internet <https://macarte.ign.fr/carte/1X3jxe/Carre-EnR-Grand-public> et permet en première approche d'identifier les zones favorables au développement d'un parc éolien.

Il est bien précisé que « ces zones n'ont aucune valeur juridique ou politique, elles ne sont que des aides à destination des élus locaux et ne préjugent en rien de la possibilité de développer des projets à d'autres endroits ou de définir des zones d'accélération ».



Cartographie des zones favorables au développement de l'énergie éolienne sur le territoire du SCoT CCI

On constate que le territoire ne dispose pas de zones potentiellement favorables de taille suffisante pour accueillir un parc éolien, mais uniquement des zones réhabilitaires et des zones non potentiellement favorables. On peut considérer que le potentiel est proche de zéro compte tenu des contraintes.

19.1.2 LE PETIT EOLIEN

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.

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.



Eolienne à axe horizontal Eolys de 12 kW (source : SEPEN)



Eolienne à axe vertical Darrieus H de 6 kW

Le petit éolien fait face à plusieurs contraintes qui sont bien souvent rédhibitoires et qui ne permettent pas aux installations d'être pérenne et rentable dans le temps :

- il n'y a aucun tarif d'achat de l'électricité spécifique pour ce type de machine. Dès lors la rentabilité est mise à mal par des coûts d'investissement important et le coût d'une étude sur le gisement éolien qu'il faudrait systématiser pour ces projets,
- la maintenance n'est pas garantie, avec la plupart du temps, des producteurs de machines n'ayant pas réussi à industrialiser leur concept et qui bien souvent mettent la clé sous la porte laissant les particuliers et maître d'ouvrage sans pièce de rechange ni suivi du fonctionnement des machines,
- **les installations chez les particuliers avec de toutes petites machines sont absolument à éviter et à proscrire définitivement** tant les retours d'expériences ont été mauvais avec des rendements déplorables, des installations qui parfois n'ont jamais fonctionné et des propriétaires à 90% insatisfait ([RAEE Guide petit eolien Rhone Alpes.pdf](#)).

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 périurbain, 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. »

19.2 GISEMENTS THEORIQUES

19.2.1 LE GRAND EOLIEN

Au regard de la cartographie des contraintes, nous n'avons pas tenu compte du développement d'un parc éolien à l'horizon 2030. Il faut noter qu'il n'y a pas eu de véritable prospection par les développeurs pour ce type de projet, signe que le potentiel reste faible.

19.2.2 LE PETIT EOLIEN

19.2.2.1 Réglementation

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

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

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 recommande 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)

19.2.2.2 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 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).

19.2.2.3 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 suivantes⁴ :

- 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,

⁴ Fiche technique « Petit éolien », ADEME, février 2015

- même pour des petites machines de quelques kW, une hauteur minimale (~12 m) est nécessaire pour assurer le facteur de charge, ce qui nécessite un permis de construire et une déclaration au titre des ICPE.

Typologie	Constat	Recommandations ADEME
Eoliennes raccrochées au pignon des habitations	Peuvent mettre en danger la stabilité du bâtiment	Déconseiller systématiquement
Eoliennes en milieu urbain ou périurbain	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.

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

20 FILIERE HYDROELECTRICITE

La filière hydroélectrique est déjà exploitée sur le territoire avec trois centrales hydroélectriques sur la CCPSMV et une pico-centrale sur la CALMV.

Il est difficile d'envisager le développement d'autres grands projets, nous ne retiendrons que quelques anciens moulins (petite hydroélectricité), une optimisation des équipements existants d'ici 2030 et les projets identifiés sur les zones d'accélération par les communes pour une puissance unitaire de 300kW et un fonctionnement de 2 200 heures à puissance nominale (valeur des installations actuellement en fonctionnement sur le territoire).

20.1 SYNTHESE DES GISEMENTS THEORIQUES






Le tableau suivant présente la synthèse des gisements théoriques pour la filière hydroélectricité.

INSTALLATION HYDROELECTRIQUES		 Petites hydroélectricité	 Nouveaux sites	 Optimisation, suréquipement	 Turbinage eau potable	 Turbinage eaux usées	 Hydrolienne	TOTAL
potentiel global	Nombre	10	11	4	0	0	0	5 458
	puissance (kW) :	2 000	3 300	0	0	0	0	13 832 MWh/an
	MWh/an :	6 400	7 260	172	0	0	0	

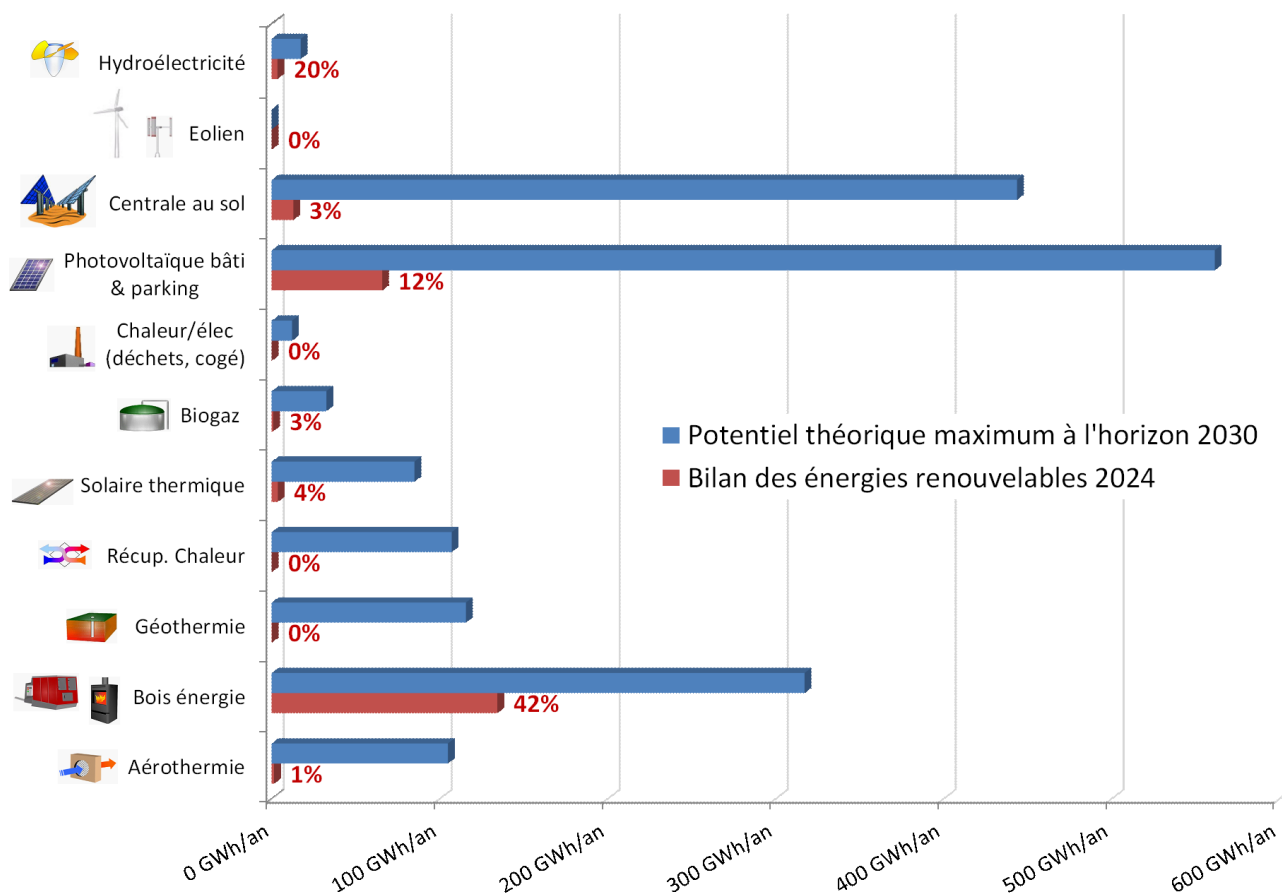
21 SYNTHESE DES GISEMENTS THEORIQUES

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

	Bilan des gisements d'énergies renouvelables	Gisement identifié sur l'existant (nb d'inst.)	Gisement identifié sur l'existant	Gisement identifié sur l'existant ou réalisé une seule fois (inst. décentralisées) (MWh/an)	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 de chaleur	Solaire thermique							
	CESI (chauffe-eau solaire individuel)	26 487	97 485 m²	34 120 MWh/an	266	610 m²	214 MWh/an	18 tep/an
	SSC (système solaire combiné)	5 207	72 934 m²	23 339 MWh/an				
	CESC sur les logements privés	80	1 203 m²	602 MWh/an	6	43 m²	21 MWh/an	2 tep/an
	CESC sur les logements HLM	93	1 260 m²	630 MWh/an				
	CESC secteur tertiaire	235	6 689 m²	3 345 MWh/an	2	38 m²	19 MWh/an	2 tep/an
	Agricole (ECS et séchage)	24	195 m²	98 MWh/an	0	0 m²	0 MWh/an	0 tep/an
	<i>Clim. Solaire individuelle</i>							
	<i>Clim. Solaire (tertiaire)</i>							
	Haute T° (industrie)	31	18 854 m²	15 084 MWh/an	1	883 m²	706 MWh/an	61 tep/an
	Chauffage de l'eau des piscines	4	2 937 m²	881 MWh/an				
	Réseau de chaleur solaire thermique	1	3 000 m²	2 100 MWh/an				
	Sous-total solaire thermique :	32 163	204 557 m²	80 197 MWh/an	275	1 573 m²	960 MWh/an	83 tep/an
	Bois énergie - Chaudières automatiques							
	Maison - chaudière automatique	6 213	12 066 kW	30 428 MWh/an				
	Chaudière collective (immeubles logts)	110	441 kW	1 113 MWh/an	23	103 kW	259 MWh/an	22 tep/an
	Chaudières collectives (tertiaire)	52	6 676 kW	15 760 MWh/an	0	50 kW	85 MWh/an	7 tep/an
	Chaudières dans l'industrie	99	29 700 kW	93 618 MWh/an				
	Chaudière secteur agricole	62	12 701 kW	32 027 MWh/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an
	Réseaux de chaleur	25	8 505 kW	26 809 MWh/an				
	<i>Micro-cogénération bois (tertiaire)</i>	<i>52</i>	<i>6 676 kW</i>	<i>15 760 MWh/an</i>	<i>0</i>	<i>50 kW</i>	<i>85 MWh/an</i>	<i>7 tep/an</i>
	<i>Micro-cogénération bois (individuelle)</i>	<i>6 213</i>	<i>9 603 kW</i>	<i>24 215 MWh/an</i>	<i>280</i>	<i>770 kW</i>	<i>818 MWh/an</i>	<i>70 tep/an</i>
	Sous-total bois énergie (hors cogénération) :	348	58 023 kW	169 327 MWh/an	24	153 kW	345 MWh/an	30 tep/an
	Inserts et Poêles performants							
	Poêles et inserts renouvellement	11 362	31 239 kW	78 775 MWh/an	280	770 kW	818 MWh/an	70 tep/an
	Poêles et inserts nouveaux équipements	13 192	25 115 kW	63 331 MWh/an				
	<i>Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)</i>	<i>6 213</i>	<i>12 066 kW</i>	<i>30 428 MWh/an</i>				
	Sous-total chauffage au bois (hors poêles bouilleurs) :	24 554	56 353 kW	142 106 MWh/an	280	770 kW	818 MWh/an	70 tep/an
	Géothermie - PAC							
	Maison géothermie verticale	4 736	6 462 kW	20 370 MWh/an	226	167 kW	527 MWh/an	
	Immeubles collectifs (nappe ou sondes)	110	825 kW	2 601 MWh/an	17	47 kW	148 MWh/an	13 tep/an
	Immeubles tertiaires (nappe ou sondes)	315	4 475 kW	21 441 MWh/an	2	35 kW	107 MWh/an	9 tep/an
	Immeubles industriels	97	2 474 kW	38 995 MWh/an				
	Réseau de chaleur géothermique	9	1 785 kW	28 140 MWh/an	19		41 MWh/an	
	Sous-total géothermie PAC :	5 282	16 023 kW	111 547 MWh/an	263	249 kW	823 MWh/an	22 tep/an
	Géothermie basse et haute T°							
	Géothermie profonde, prod. chaleur	0		0 MWh/an				0 tep/an
	Sous-total géothermie basse et haute T° :	0		0 MWh/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an
	Aérothermie - PAC							
	Maison aérothermie (air/eau)	22 072	10 505 kW	52 979 MWh/an	280	81 kW	409 MWh/an	35 tep/an
	Immeuble aérothermie (air/air)	154	358 kW	1 807 MWh/an	23	26 kW	130 MWh/an	11 tep/an
	Bâtiments tertiaires	1 124	9 302 kW	46 913 MWh/an	2	20 kW	102 MWh/an	9 tep/an
	Sous-total aérothermie PAC :	23 351	20 165 kW	101 698 MWh/an	305	127 kW	640 MWh/an	55 tep/an
	Récupération de chaleur fatale							
	Maisons (chauffe-eau thermodynamique)	20 889	14 622 kW	19 382 MWh/an	280	196 kW	160 MWh/an	14 tep/an
	Maisons (ECS - eaux usées)	27 852		13 926 MWh/an	280		140 MWh/an	12 tep/an
	Immeubles collectifs (ECS - eaux usées)	63	177 kW	559 MWh/an	19	29 kW	90 MWh/an	8 tep/an
	Immeubles tertiaires (ECS - eaux usées)	229	1 152 kW	3 632 MWh/an	0	9 kW	29 MWh/an	3 tep/an
	Collecteurs & Stations d'épuration	8	3 687 kW	11 623 MWh/an				
	Chaleur fatale industrie	252	17 753 kW	55 961 MWh/an				
	Data Center	0	0 kW	0 MWh/an				
	Sous-total récup. chaleur :	49 293		105 083 MWh/an	579		420 MWh/an	36 tep/an
	Biogaz chaleur							
	Projet à la ferme			0 MWh/an				
	Injection de biogaz dans le réseau	1	3 800 kW	32 544 MWh/an				
	Sous-total biogaz :	1		32 544 MWh/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an
	Valorisation des déchets/biomasse en chaleur							
	Unité de valorisation des déchets	0	0 kW	0 MWh/an				
	Unité de valorisation de la biomasse							
	Sous-total incinération :			0 MWh/an	0	0 kW	0 MWh/an	0 tep/an

Bilan des gisements d'énergies renouvelables				Gisement identifié sur l'existant (nb d'inst.)	Gisement identifié sur l'existant	Gisement identifié sur l'existant ou réalisé une seule fois (inst. décentralisées) (MWh/an)	Gisement identifié sur le neuf (nb d'inst./an)	Gisement identifié sur le neuf chaque année	Gisement identifié sur le neuf chaque année (MWh/an)
Production d'électricité	Photovoltaïque 								
	Maison individuelle			26 487	79 460 kW	110 605 MWh/an	266	799 kW	1 112 MWh/an
	Immeubles de logements			1 321	11 kW	73 699 MWh/an	10	0 kW	0 MWh/an
	Bâtiments tertiaires			1 209	10 kW	67 403 MWh/an	2	0 kW	0 MWh/an
	Equipements sportifs, culture, loisirs			31	1 kW	4 305 MWh/an	0,1	0 kW	0 MWh/an
	Grandes toitures (industrielles, stockage)			625	140 648 kW	175 755 MWh/an	1	434 kW	573 MWh/an
	Bâtiments agricoles			884	36 968 kW	51 458 MWh/an	3	1 355 kW	1 886 MWh/an
	Ombrières de parking			313	48 326 kW	60 389 MWh/an			
	Centrales photovoltaïques			33	300 938 kW	430 797 MWh/an			
	Sous-total photovoltaïque :			30 902	606 360 kW	974 411 MWh/an	283	2 588 kW	3 571 MWh/an
	Hydroélectricité 								
	Petites hydroélectricité			10	2 000 kW	6 400 MWh/an			
	Nouveaux sites			11	3 300 kW	7 260 MWh/an			
	Otpimisation, suréquipement			4	158 kW	172 MWh/an			
	Turbinage eau potable			0	0 kW	0 MWh/an			
	Turbinage eaux usées			0	0 kW	0 MWh/an			
	Hydroliennes			0	0 kW	0 MWh/an			
	Sous-total hydroélectricité :			25	5 458 kW	13 832 MWh/an			
	Eolien 								
	Parc éolien (nb de machines)			0	0 kW	0 MWh/an			
	Petites éoliennes			0	0 kW	0 MWh/an			
	Sous-total éolien :			0	0 kW	0 MWh/an			
	Biogaz électricité 								
	Projet à la ferme					0 MWh/an			
	Injection de biogaz dans le réseau								
	Sous-total biogaz :				0 kW	0 MWh/an			
	Valorisation de déchets & de la biomasse en électricité 								
	Unité de valorisation des déchets			0	0 kW	0 MWh/an			
	Unité de valorisation de la biomasse				0 kW				
	Micro-cogénération bois tertiaire			52	1 113 kW	2 627 MWh/an	0	8 kW	14 MWh/an
	Micro-cogénération bois individuelle			6 213	3 201 kW	8 072 MWh/an	280	257 kW	273 MWh/an
	Sous-total incinération et micro-cogénération :				4 314 kW	10 698 MWh/an	280	265 kW	287 MWh/an

Le graphique suivant met en évidence les gisements théoriques identifiés à 2030 par filière, ainsi que leur exploitation à fin 2022 pour la chaleur renouvelable (barre rouge) et 2024 pour l'électricité renouvelable.



Gisements théoriques par filière à 2030 et production à fin 2022 / 2024 par énergie renouvelable

Les filières thermiques :

Le graphique met également en évidence des gisements très importants qui sont actuellement inexploités sur **le solaire thermique, la récupération de chaleur fatale et la géothermie**. Pour cette dernière c'est malheureusement l'aérothermie (pompe à chaleur air/air et air/eau) qui est plutôt privilégiée par les maîtres d'ouvrage tandis qu'elle est moins performante et suppose l'installation de module extérieur bruyant et disgracieux. Les gisements théoriques de **la récupération de chaleur** sont envisageables dans les industries, sur 2 stations d'épuration et dans les collecteurs d'eaux usées et également au pied des bâtiments neufs pour la récupération de la chaleur des eaux usées.

Les filières électriques :

Le photovoltaïque est la filière électrique présentant le potentiel le plus important. La marge de développement par rapport à l'existant est conséquente aussi bien sur les bâtiments, les parkings et les centrales au sol. Les potentiels sur l'éolien et l'hydroélectricité sont excessivement restreints.

21.1 LES FREINS AU DEVELOPPEMENT DES FILIERES

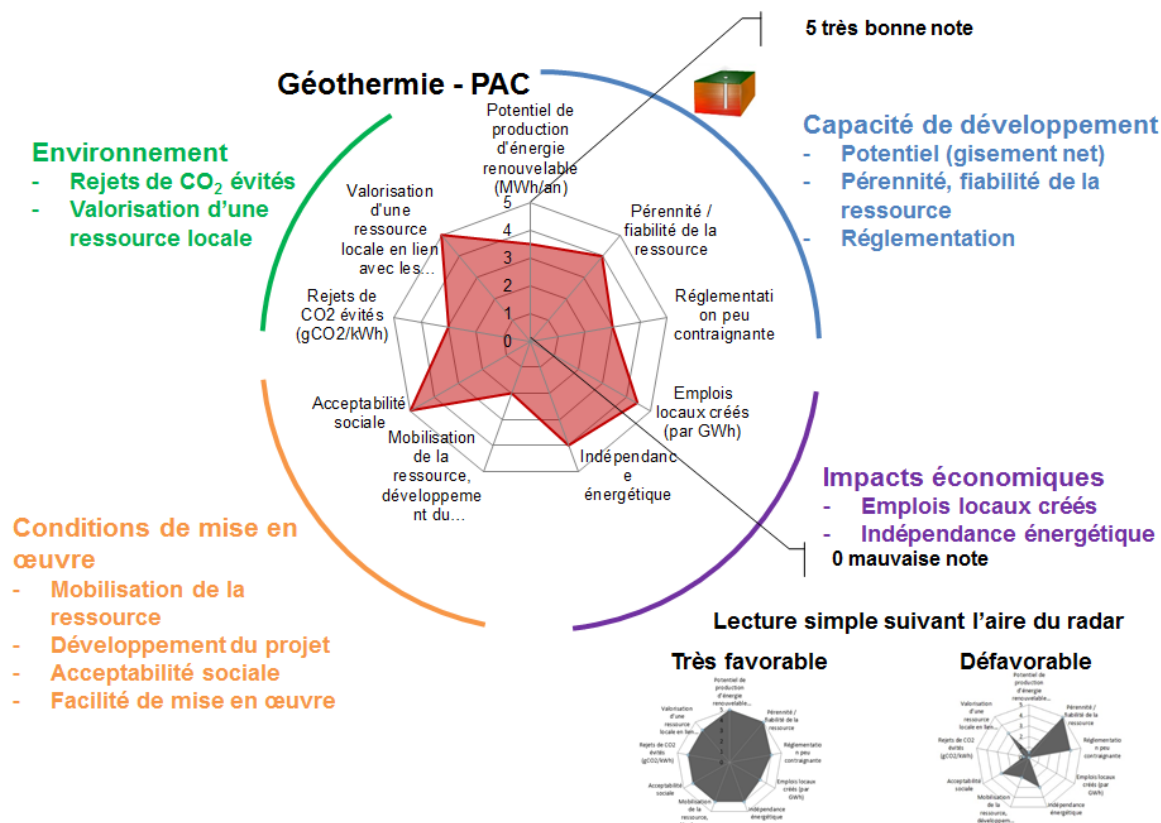
Le tableau ci-dessous recense les principaux freins au développement des filières énergies renouvelables.

	Filières	Principaux freins	
Chaleur	Solaire thermique 	<ul style="list-style-type: none"> Coût d'investissement Concurrence des CET (chauffe-eau thermodynamique) 	<ul style="list-style-type: none"> Enjeux patrimoniaux Préférence pour le photovoltaïque
	Géothermie 	<ul style="list-style-type: none"> Coût d'investissement Concurrence avec les PAC air/eau et air/air 	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance des technologies Montage du projet délicat (étude de sol, étude de surface)
	Bois énergie 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation importante en chauffage de base avec des équipements polluants. Mauvaise utilisation des particuliers (allumage, régulation) 	<ul style="list-style-type: none"> Concurrence du gaz sur les gros projets
	Méthanisation 	<ul style="list-style-type: none"> Acceptabilité locale Maîtrise des technologies 	<ul style="list-style-type: none"> Montage des projets
Electricité	Hydroélectricité 	<ul style="list-style-type: none"> Réglementation sur les cours d'eau classés 	<ul style="list-style-type: none"> Baisse des débits dans les cours d'eau.
	Photovoltaïque 	<ul style="list-style-type: none"> Image dégradée qui perdure avec le démarchage agressif 	<ul style="list-style-type: none"> Enjeux patrimoniaux
	Eolien 	<ul style="list-style-type: none"> Acceptabilité locale Montage des projets 	<ul style="list-style-type: none"> Insertion paysagère

21.2 HIERARCHISATION DES FILIERES

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.

9 critères regroupés en 4 principaux enjeux sont présentés dans ces graphiques. Un exemple est donné ci-dessous.



Explication du radar de performance des filières énergétiques

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 et la récupération de chaleur⁵ seront favorisées. 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.

La capacité de développement de la filière

- Le potentiel de développement est étudié au regard des potentiels théoriques et un classement est effectué entre les filières en dissociant la chaleur et l'électricité renouvelable.
- La pérennité et la fiabilité de la ressource sont étudiées en fonction des évolutions attendues en 2030 sur les différents gisements (solaire, géothermie, combustible bois, ressource hydraulique, etc.)
- La réglementation est un critère qui se base sur les différentes démarches à réaliser en amont d'un projet au titre de l'urbanisme (déclaration préalable, permis de construire, etc.), des risques naturels, de l'environnement et de la biodiversité.

L'impact économique

⁵ Chauffe-eau thermodynamique ou récupération de chaleur sur les eaux usées.

- Les emplois locaux se basent sur les données de l'étude ADEME « Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération » - juillet 2021. Les emplois considérés sont des emplois locaux, constatés en France et liés à la fabrication des équipements et à leur exploitation et maintenance. Le photovoltaïque pour l'instant largement produit en Chine n'aura pas créé beaucoup d'emplois pour la fabrication des modules photovoltaïques en France. Cette situation et le nombre d'emplois devraient augmenter avec les futures créations de Giga-factory (Carbon et HoloSolis notamment). Le bois énergie fait apparaître un faible nombre d'emplois mais c'est sans compter toute la filière amont du bois construction, matériaux qui représente un nombre considérable d'emplois. Finalement, le bois énergie n'étant que les déchets de toute la filière, les emplois pour la récupération, le stockage et le conditionnement sont modestes.
- L'indépendance énergétique caractérise les filières les plus intéressantes lorsqu'elles permettent de ne pas utiliser une autre énergie en complément ; c'est le cas du bois énergie par exemple tandis que les pompes à chaleur ont besoin d'électricité pour fonctionner et le solaire thermique n'est pas autonome tout au long de l'année. Pour les filières électriques, nous avons considéré qu'elles étaient autonomes en 2030 et d'autant plus en 2050 avec une complémentarité des productions (éolien, photovoltaïque et hydroélectricité à l'échelle de la métropole), une gestion appropriée du réseau électrique et des systèmes de stockage. La note pour l'hydroélectricité est toutefois la plus élevée dans la mesure où le temps de fonctionnement à puissance nominale est plus important.

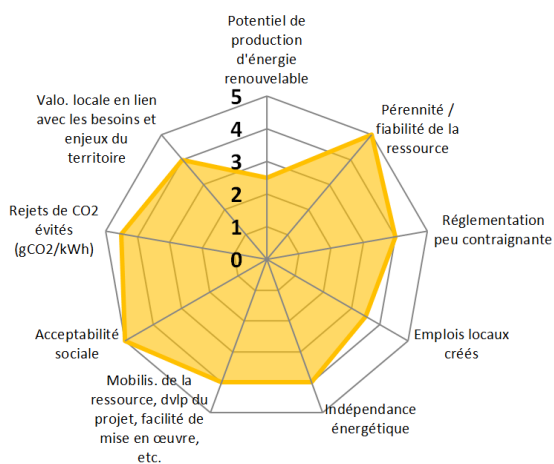
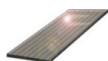
Le contexte local

- La mobilisation de la ressource, le développement du projet et sa facilité de mise en œuvre représentent les difficultés de montage du projet et les délais impartis.
- L'acceptabilité locale dépend des citoyens et des riverains à proximité des différentes installations.

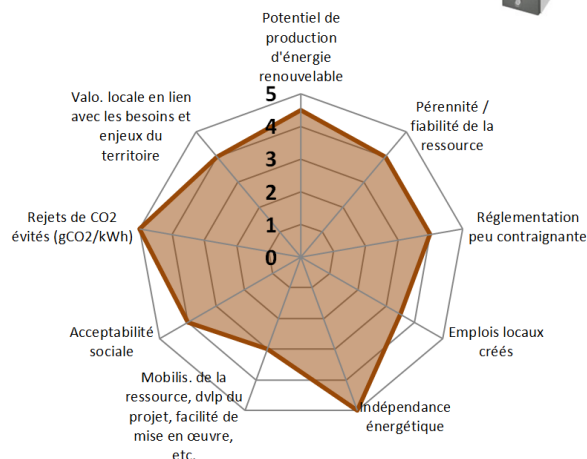
L'environnement

- Les rejets de CO₂ évités se basent sur le mix énergétique actuel pour les filières de la chaleur renouvelable (200gCO₂/kWh pour le chauffage dans les maisons par exemple) et pour les filières électriques c'est environ 330 gCO₂/kWh au regard des émissions évitées sur le réseau électrique.
- La valorisation locale en lien avec les enjeux et les besoins du territoire est une note que nous avons fixée en tenant compte des potentiels actuels des différentes filières, de la dépendance énergétique des différents acteurs ainsi que la préservation de la biodiversité et des paysages.

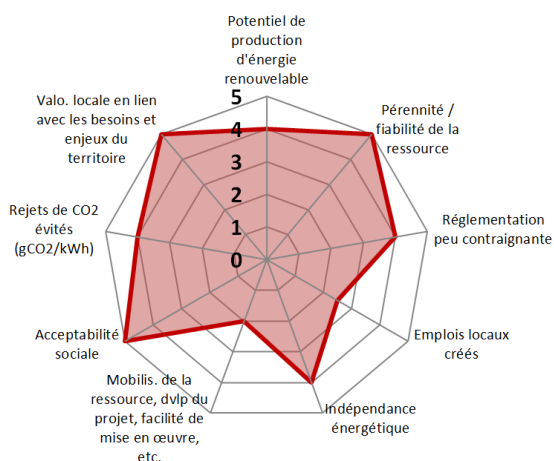
Solaire thermique



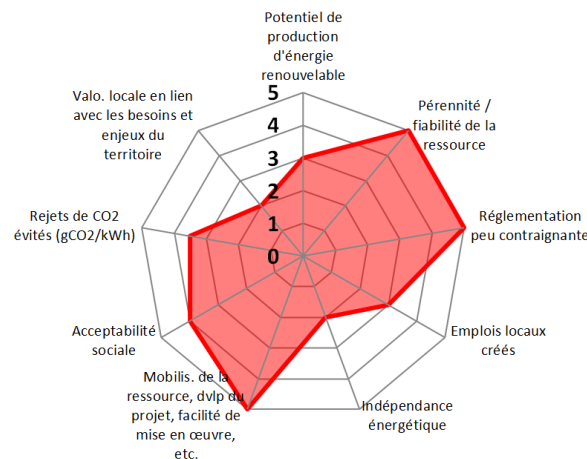
Bois énergie



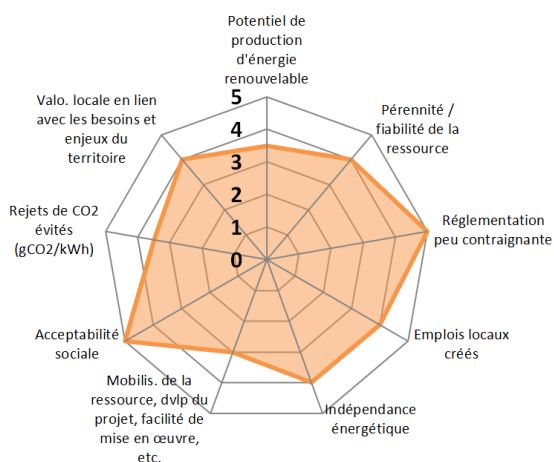
Géothermie



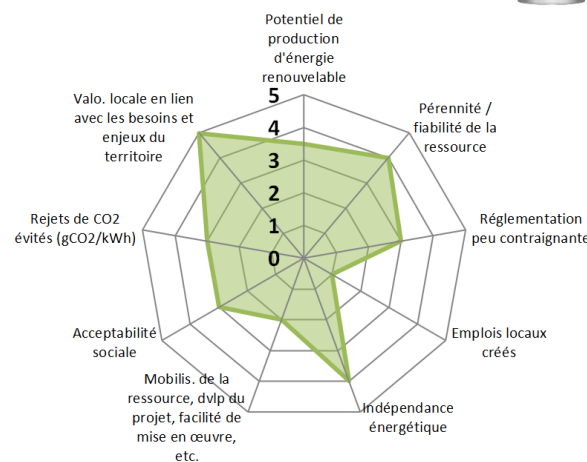
Aérothermie - PAC



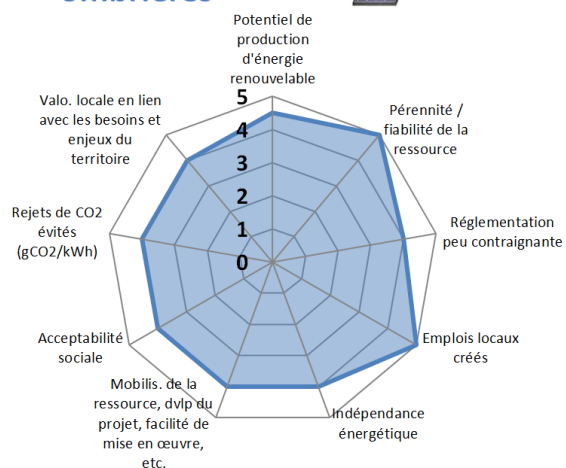
Récupération de chaleur fatale



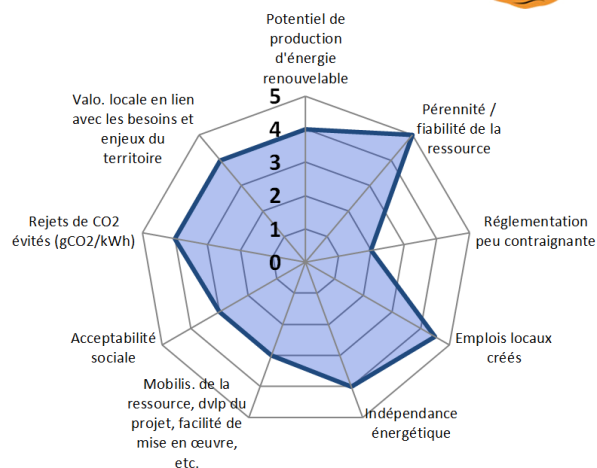
Biogaz



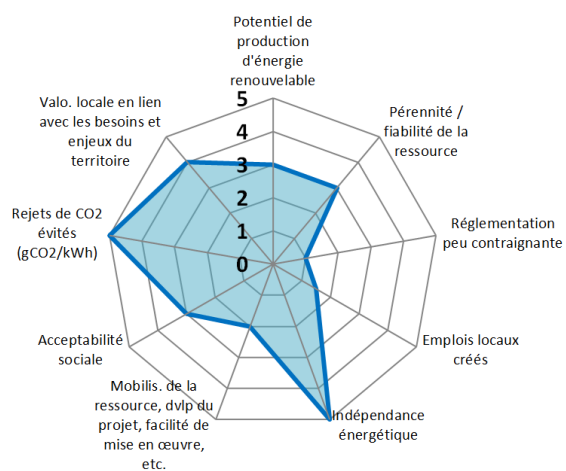
Photovoltaïque bâti et ombrières



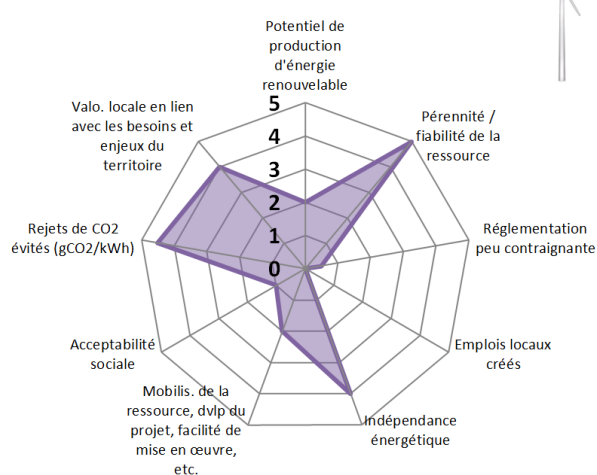
Centrale au sol



Hydroélectricité



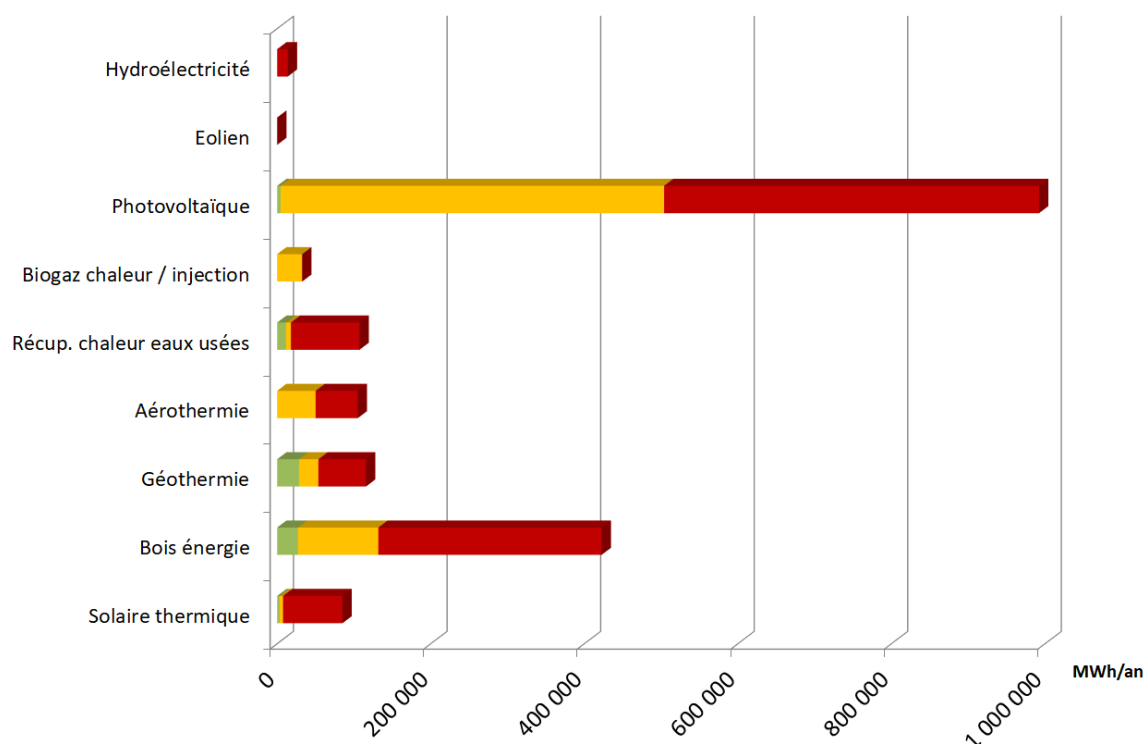
Eolien



Radars de performances des filières énergétiques sur le territoire du SCoT CCI

21.3 LA REPARTITION DU POTENTIEL THEORIQUE

Le SCoT, les EPCI et les communes n'ont pas les mêmes moyens d'actions et de leviers sur les différents gisements d'énergies renouvelables.



■ **Impact direct** : Ce sont les bâtiments ou le patrimoine de la collectivité ainsi que le développement des réseaux de chaleur. Sur ces projets, la collectivité dispose d'un impact direct puisqu'elle décide directement de leur développement en étant maître d'ouvrage.

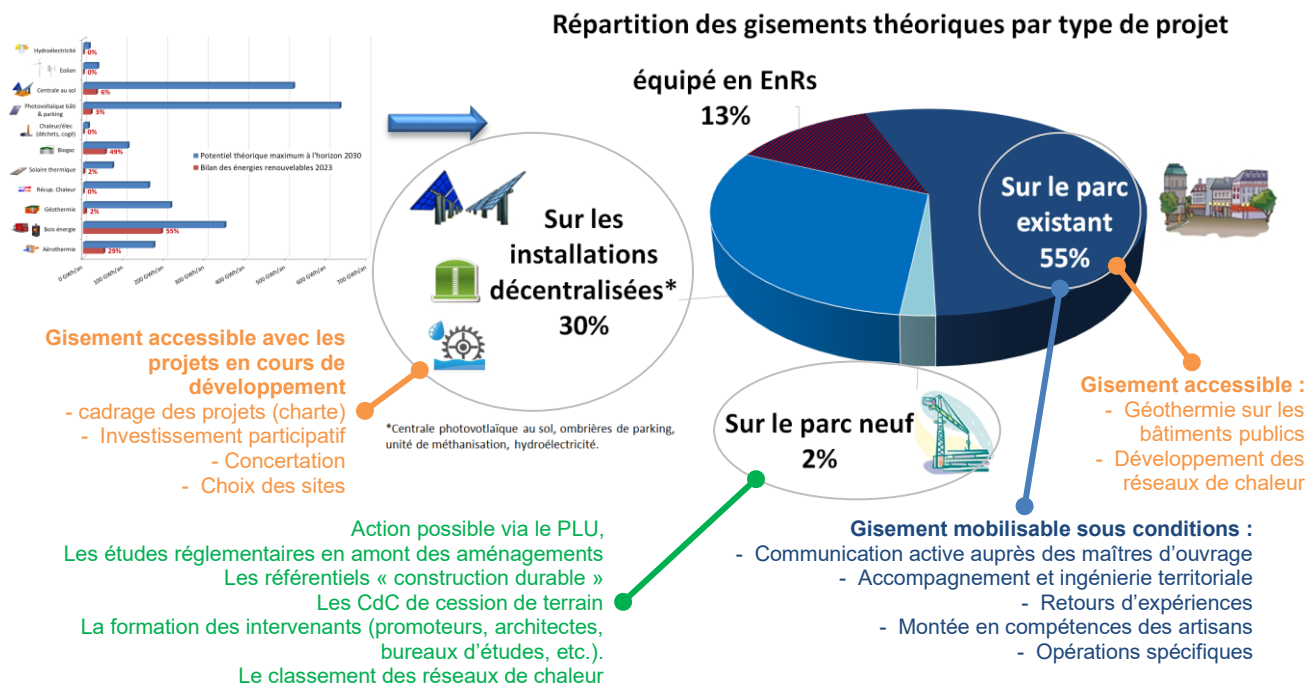
■ **Impact indirect** : Ce sont les bâtiments neufs, la collectivité peut agir par le biais des documents d'urbanisme, des cahiers des charges de cession de terrain, des référentiels de construction durable ou encore des études de faisabilité réglementaires sur les ZAC. Sur les centrales au sol et parkings, elle peut faciliter leur implantation.

■ **Impact limité** : Sur tous les bâtiments et équipements existants, la collectivité n'a que très peu de leviers. Il faut généralement attendre une réglementation nationale pour que les énergies renouvelables se développent (à l'image des obligations récentes sur les parkings).

22 LES 3 SCENARIOS DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

En regard de ce qui vient d'être présenté, il est possible d'agir à différents niveaux pour développer les gisements d'EnRs. **Une partie du gisement est facilement accessible** puisqu'il s'agit des projets en cours de réflexion sur le territoire (le projet de réseau de chaleur sur L'Isle-sur-la-Sorgue alimenté par la chaleur fatale d'un industriel et les eaux usées de la station d'épuration, plusieurs projets en géothermie dont l'hôpital de Cavaillon, un projet de réseau de chaleur au bois énergie, de nombreux projets sur les toitures et parkings pour le photovoltaïque, etc.). **Les installations décentralisées** (centrales au sol) sont susceptibles de faire augmenter très rapidement la part d'énergie renouvelable sur le territoire, mais sans avoir d'impact sur l'indépendance énergétique des acteurs du territoire. Le cadrage des projets pour un retour économique partagé peut être abordé avec une charte de co-développement des projets. **Sur le parc neuf**, le potentiel est faible, mais il représente un enjeu à plusieurs niveaux et se révèle être le plus important :

- les choix énergétiques sur les nouveaux bâtiments sont effectués pour les 30 prochaines années, engager les maîtres d'ouvrage à opter pour les solutions les plus performantes permettra de se prémunir des erreurs passées ("les grilles pains" dans les logements sociaux ou les solutions individuelles difficilement substituables dans les logements collectifs comme les chaudières individuelles au gaz dans les appartements),
- au-delà des leviers disponibles avec le règlement du PLU, nous pouvons citer la mise à disposition d'un référentiel de construction durable, les prescriptions qui peuvent être imposées dans le cahier des charges de cession de terrain et les études obligatoires sur les énergies renouvelables dans les nouvelles ZAC,
- la mise en place de ces prescriptions dans les nouvelles constructions va inciter les artisans à se former et ils seront ainsi beaucoup plus enclins à proposer ces solutions dans le parc existant,
- au-delà des artisans, c'est toute l'ingénierie en amont de la construction qui devra s'adapter et monter en compétences sur les énergies renouvelables (architectes, aménageurs, bureaux d'études, etc.),
- dès lors, si ces actions sur le neuf ne représentent environ que 40 GWh supplémentaires en 2030, elles ont un bénéfice bien au-delà de leurs seuls impacts, puisqu'elles ont vocation à entraîner tout le territoire dans la transition énergétique.



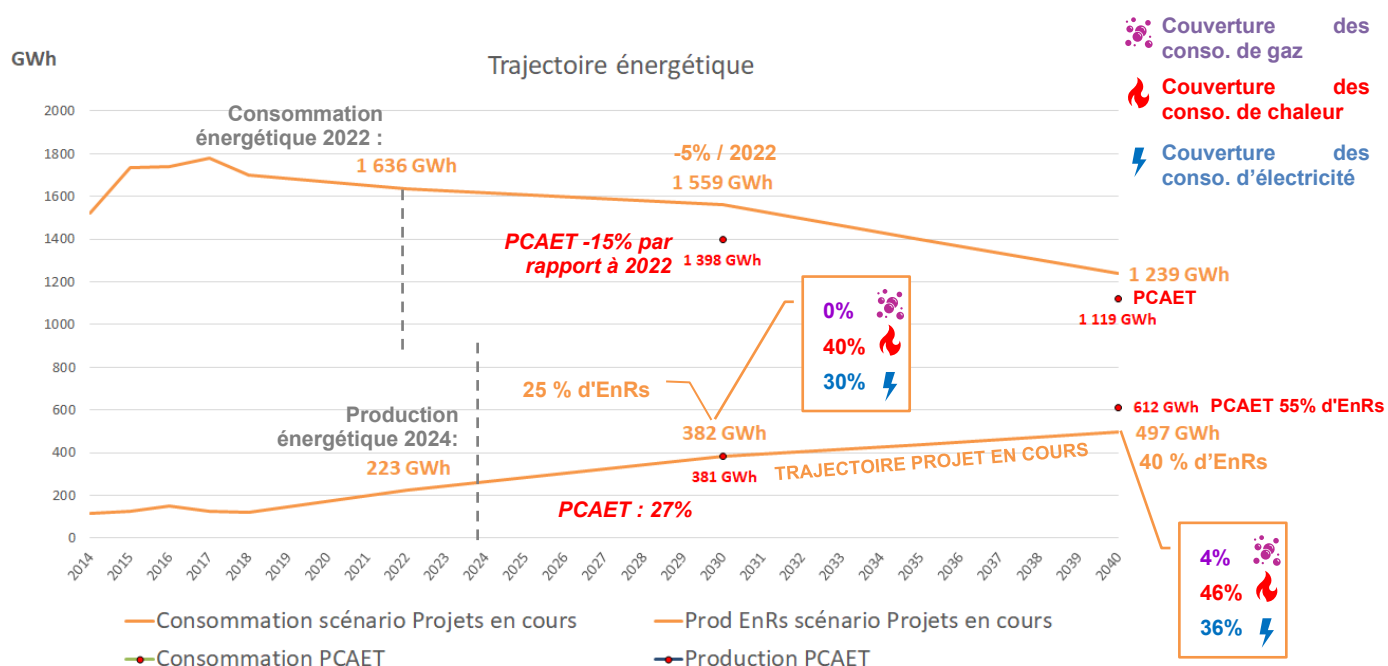
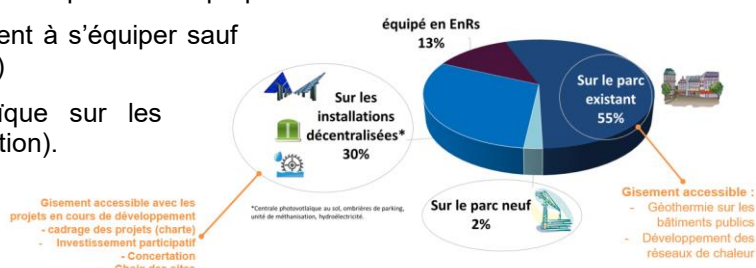
Le gisement mobilisable sous conditions concerne 55% du gisement théorique. Il s'agit de toutes les installations que l'on pourrait réaliser sur les bâtiments existants. Comme il n'y a pas d'obligation pour tous les maîtres d'ouvrage (particuliers, secteur économique, etc.), il faut mettre en œuvre tous les leviers de la phase amont des projets jusqu'à leur développement (communication, incitation, information puis accompagnement sur le montage des projets et opérations spécifiques).

Il est possible d'élaborer trois scénarios très concrets pour le développement des énergies renouvelables, le scénario final étant ajusté en fonction des priorités des élus, des propositions énoncées lors des ateliers et des objectifs de la collectivité.

22.1 LE SCENARIO "PROJET EN COURS" UNE DYNAMIQUE BIEN PRESENTE POUR CERTAINES FILIERES

Ce scénario conforte et accompagne les dynamiques actuelles :

- Le réseau de chaleur sur L'Isle-sur-la-Sorgue voit le jour,
- Les projets en géothermie également (hôpital de Cavaillon, centre aquatique à L'Isle-sur-la-Sorgue, etc.).
- Sur les constructions neuves, dans le domaine privé, le choix se porte principalement sur les pompes à chaleur air/air ou air/eau.
- Le solaire thermique ne se développe pas. Les investissements dans les EnRs pour la chaleur renouvelable dans le parc existant ne sont pas la priorité des propriétaires et bailleurs sociaux.
- Les secteurs économiques tardent également à s'équiper sauf sur les obligations réglementaires (parkings)
- Développement important du photovoltaïque sur les bâtiments neufs et les parkings (réglementation).

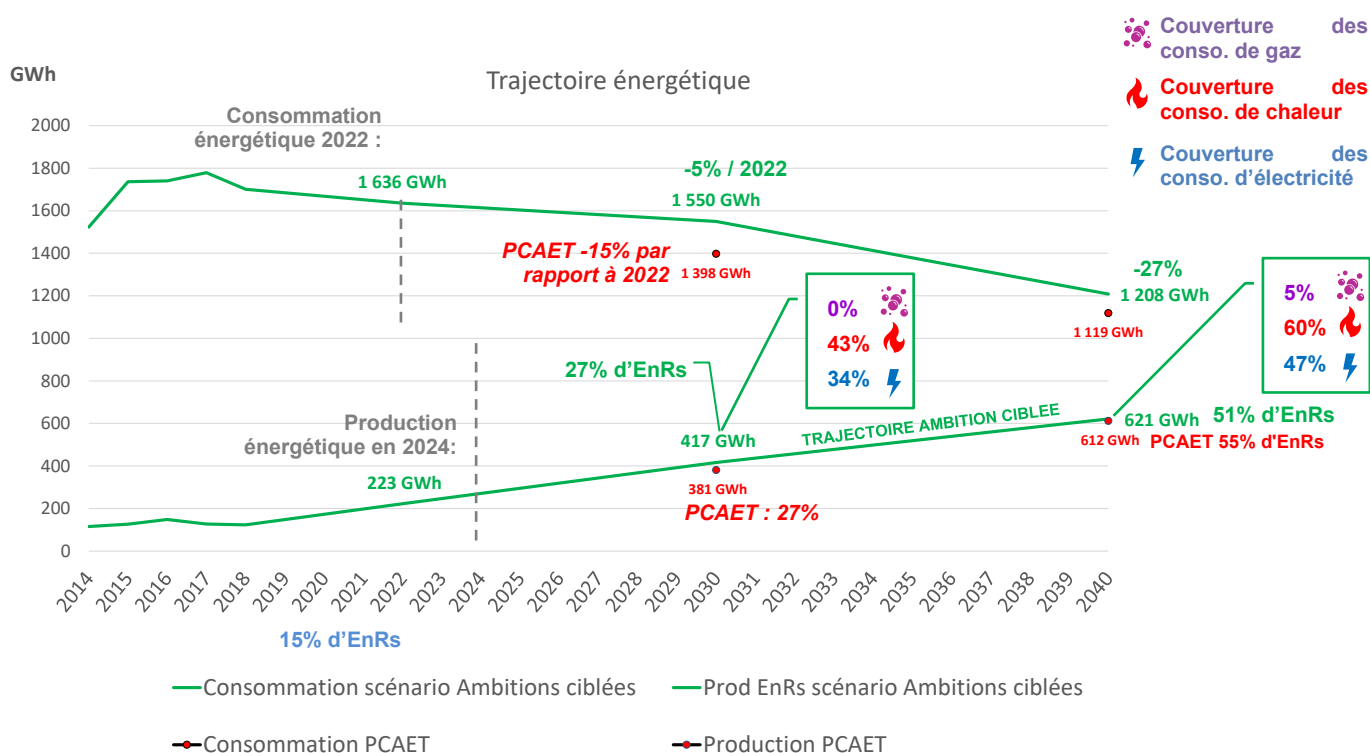
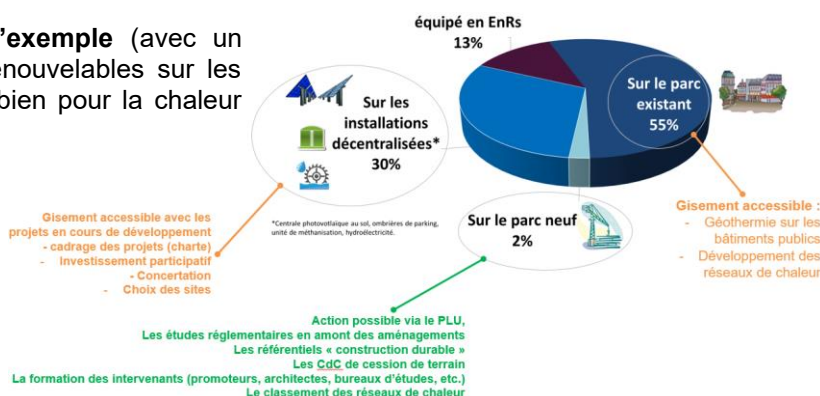


Dans le cas du scénario "projet en cours" l'objectif de production d'énergies renouvelables n'est pas atteint en 2030 avec 25% d'EnRs sur la consommation totale, même si en production chiffrée en GWh l'objectif est atteint (382 GWh contre 381 GWh attendus dans le PCAET). En effet, comme la réduction des consommations n'atteint pas l'objectif du PCAET et que les consommations sont plus importantes en 2030 (1 559 GWh contre 1 398 GWh attendus dans le PCAET), 25% d'énergies renouvelables sur une consommation totale plus importante permettent d'atteindre 382 GWh. A plus long terme en 2040 et 2050, on constate que ce scénario n'atteindra pas les ambitions du PCAET (la consommation est déjà plus importante en 2040 et la production d'énergies renouvelables en retrait par rapport à l'objectif du PCAET).

22.2 LE SCENARIO "AMBITIONS CIBLEES" COLLECTIVITES ET CONSTRUCTIONS NEUVES EXEMPLAIRES

En plus de l'accompagnement sur les dynamiques et les projets existants :

- **L'accent est mis sur un développement très vertueux des énergies renouvelables sur les constructions neuves** par le biais d'incitation et de prescriptions dans les documents d'urbanisme, les projets d'aménagement et de renouvellement urbain et les référentiels de constructions durables (choix des élus dans le sondage).
- **Des formations sont proposées aux intervenants** (aménageurs, promoteurs, architectes et bureaux d'études) pour une montée en compétence sur les technologies d'énergies renouvelables dans tous les domaines : production d'eau chaude, bioclimatisme, chauffage et rafraîchissement, photovoltaïque en autoconsommation, etc.).
- **Les communes et l'EPCI montrent l'exemple** (avec un développement soutenu des énergies renouvelables sur les bâtiments et équipements publics aussi bien pour la chaleur que pour l'électricité renouvelable).
- Cette dynamique sur le neuf et les bâtiments publics permet d'entrevoir un **regain d'intérêt des maîtres d'ouvrages sur le parc existant et une offre proposée par les professionnels** dans une deuxième phase entre 2030 et 2040.



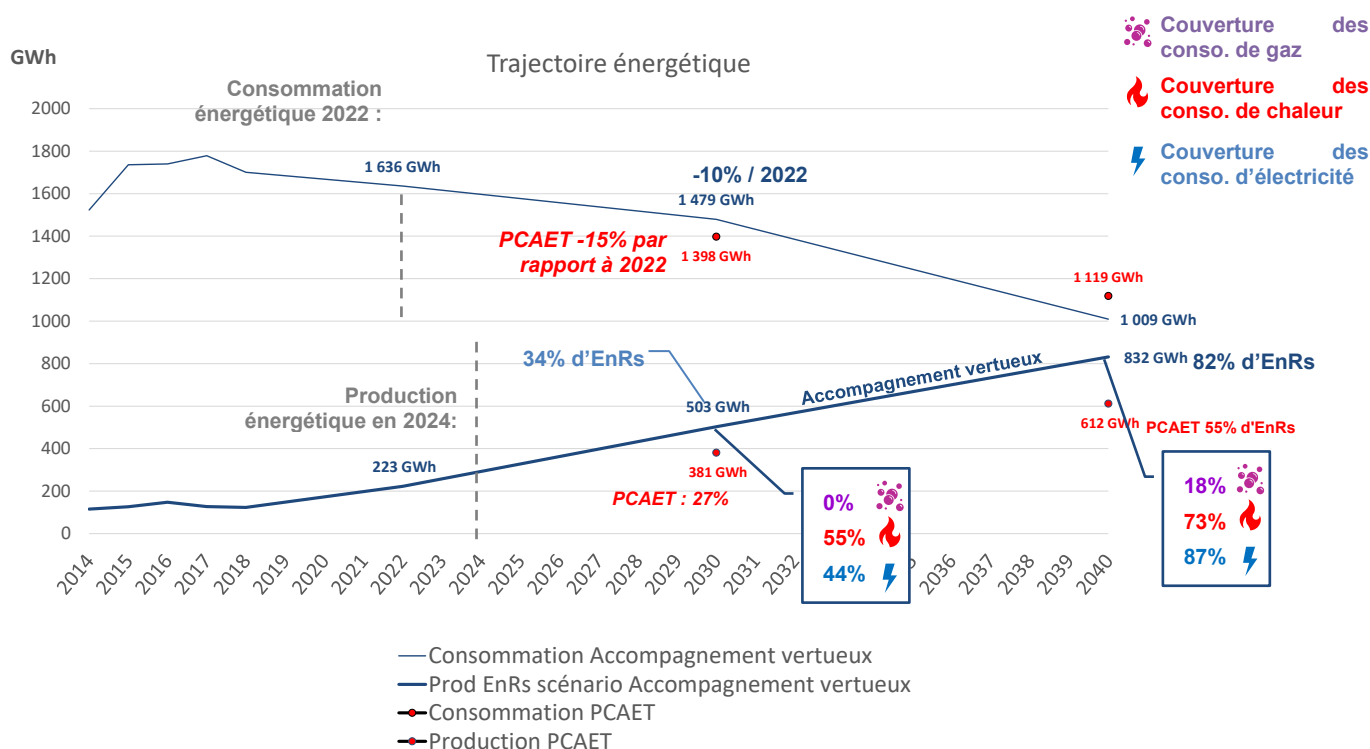
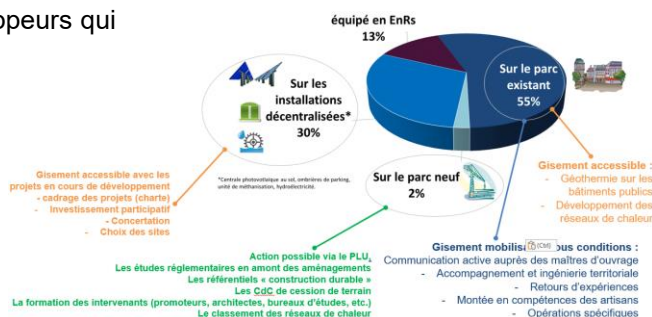
La production d'énergies renouvelables est conforme au PCAET dans le scénario "ambitions ciblées". La part d'énergie renouvelable est de 27% et la production atteint 417 GWh. Toutefois à plus long terme en 2050, la trajectoire énergétique des consommations n'atteint pas l'objectif du PCAET et la couverture des énergies renouvelables approche les 100% sans les atteindre.

22.3 LE SCENARIO "ACCOMPAGNEMENT VERTUEUX"

Le scénario « accompagnement vertueux » suppose des efforts et des investissements considérables. Ce scénario repart des objectifs du scénario ambitions ciblées avec en plus :

- **Une communication auprès des particuliers et des maîtres d'ouvrage** pour le développement d'énergies renouvelables performantes (changement des appareils de chauffage au bois, valorisation du solaire thermique, incitation à la géothermie plutôt qu'aux pompes à chaleur air/air, etc.) sur l'ensemble du parc existant et sur le neuf.
- **Une communication active auprès des différentes cibles et des opérations spécifiques pour financer des installations sur certaines filières sont envisagées.**
- Ce scénario suppose, pour les cibles envisagées, un fort accompagnement des maîtres d'ouvrage qui ne sont pas en mesure de dégager du temps pour le montage des projets et la recherche des financements.
- Ces opérations sont financées en partie par les développeurs qui s'installent sur le territoire pour développer les projets.

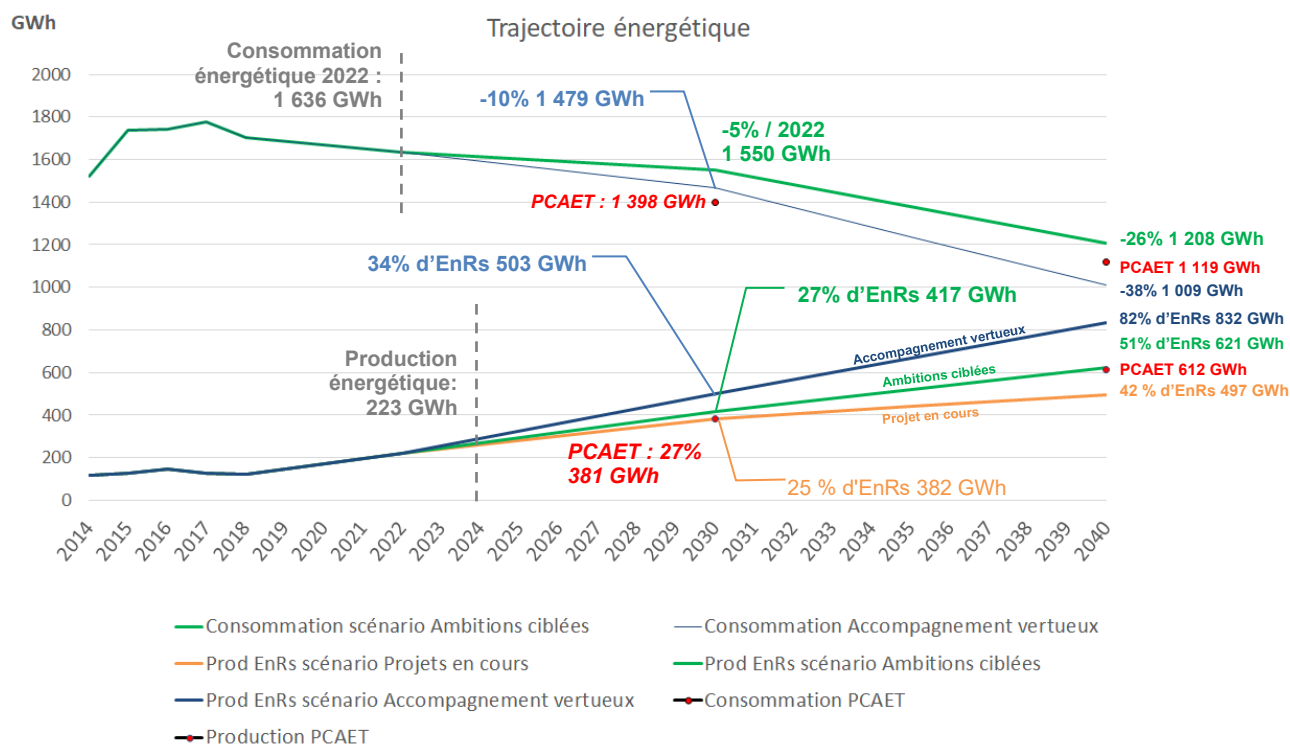
Ce scénario est difficilement envisageable compte tenu des efforts à fournir sur tous les secteurs, des délais très courts (5 ans), de la mobilisation des acteurs et de l'ingénierie territoriale à déployer et enfin des financements à mobiliser. Il a été simulé pour s'approcher de l'objectif du PCAET en 2050 (100% d'EnRs en 2050 et 55% en 2040).



22.4 SYNTHÈSE DES TROIS SCÉNARIOS

Nous avons représenté ci-dessous les trajectoires des 3 scénarios. Il faut être prudent dans l'interprétation des courbes en 2030 puisque l'écart entre le scénario "Ambitions ciblées" et le scénario "Projets en cours" paraît faible avec 35 GWh de plus ; mais il s'agit d'un effort très important qui ne se voit guère sur les deux courbes.

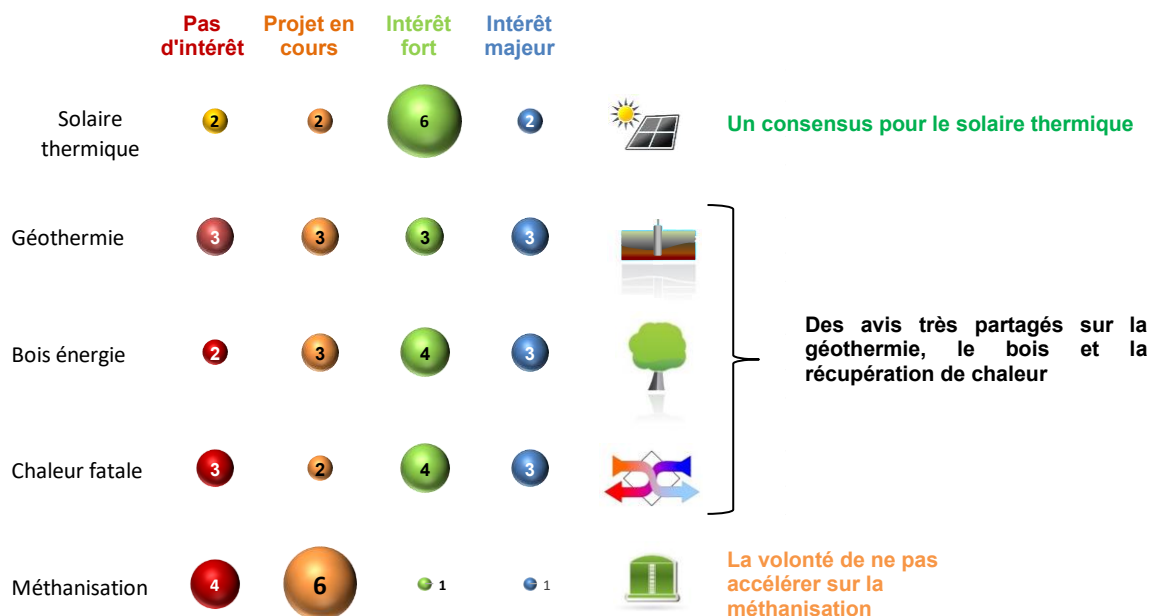
35 GWh supplémentaires représentent plus de 4 fois le projet de réseau de chaleur de L'Isle-sur-la-Sorgue ou encore 35 ha de centrale au sol.



22.5 LES PRIORITES DES ELUS SUR LES DIFFERENTES FILIERES

Lors du séminaire élus, nous avons présenté les trois scénarios et nous avons demandé aux élus quel scénario ils envisageaient suivant les différentes filières.

Comme nous pouvons le voir ci-dessous, pour la chaleur renouvelable, les avis des élus sur les filières géothermie, bois énergie et chaleur fatale sont très partagés. Pour le solaire thermique, il y a par contre un intérêt fort qui se dégage et à l'inverse sur la méthanisation la volonté de ne pas accélérer sur cette filière.



Pour le photovoltaïque, la volonté des élus est d'accélérer sur les toitures et les parkings, sur les centrales au sol, le choix est partagé entre s'arrêter aux projets en cours ou augmenter la production en 2030.

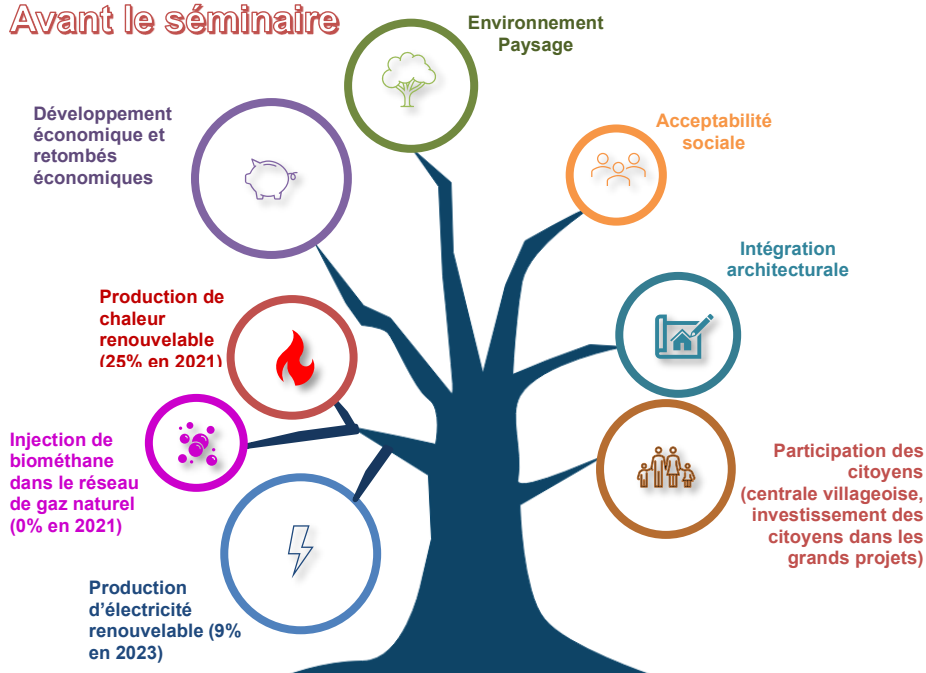


23 LES NIVEAUX D'ENJEUX DE L'ARBRE STRATEGIQUE

L'arbre stratégique vise à confronter les ambitions énergétiques avec les enjeux du territoire. Que ce soit sur le plan environnemental, paysager ou pour l'investissement des acteurs dans la transition énergétique, la taille des bulles représente l'importance portée par les élus à chaque thématique.

Nous avons élaboré un premier arbre stratégique en fonction de nos différentes rencontres (atelier, COPIL), les élus ont pu par la suite voter pour augmenter ou diminuer la taille des bulles pour mieux refléter leur engagement.

Avant le séminaire



La bulle sur la production d'électricité est très importante puisque le territoire et en retard sur cet objectif.

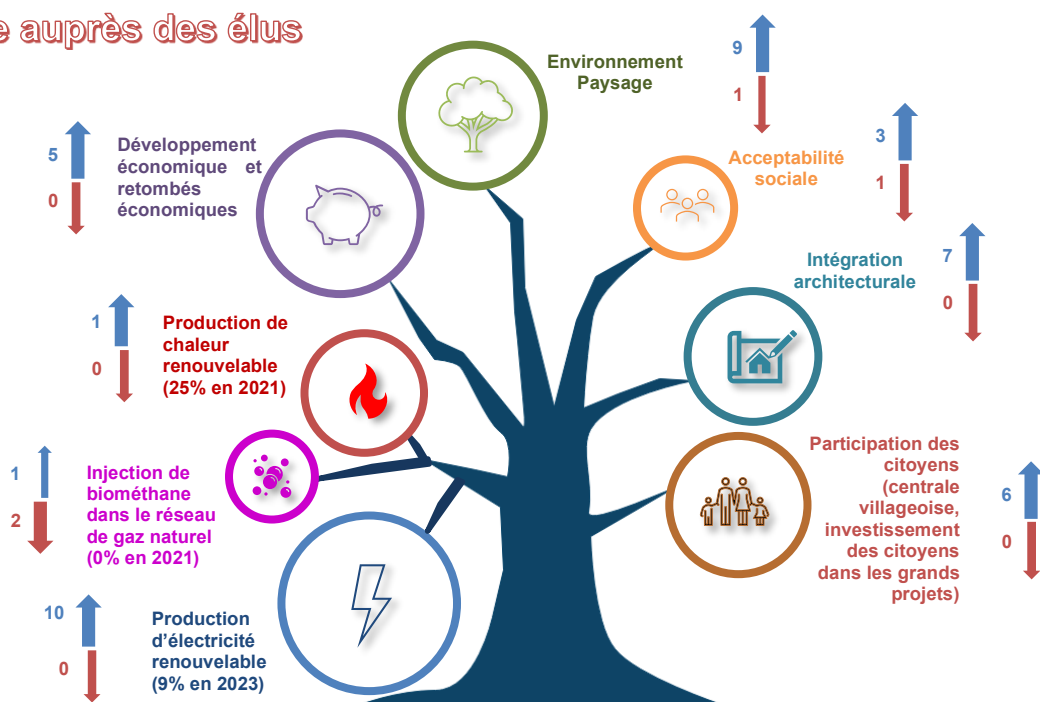
La bulle sur l'acceptabilité sociale est de petite taille puisqu'il n'y a pas de projet éolien qui génèrent des opposition citoyenne. Seuls les parcs photovoltaïques au sol et l'agrivoltaïsme seraient de nature à entraîner des oppositions locales.

L'intégration architecturale concerne, au-delà des capteurs thermiques et des modules photovoltaïques, les caissons de pompe à chaleur à l'extérieur des maisons et des bâtiments.

Après le sondage auprès des élus

Les flèches font apparaître le choix des élus pour augmenter ou diminuer la taille des bulles.

Il y a eu lors du vote une volonté forte d'augmenter la taille des bulles pour la production d'électricité, la protection du paysage et de l'environnement et de l'intégration architecturale des installations.

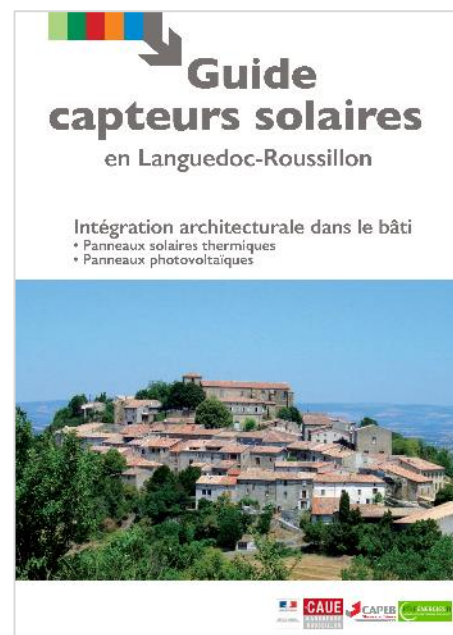


Pour accompagner le souhait des élus dans le cadre des enjeux mis en exergue, nous pouvons proposer plusieurs actions et outils :

- **Environnement et paysage** : travailler sur l'intégration des centrales au sol à partir de la cartographie des enjeux paysagers, rédiger des prescriptions dans la charte de co-développement des projets.
- **Production d'électricité renouvelable** : étudier l'autoconsommation sur les équipements pour l'eau (captage, distribution et traitement).
- **Intégration architecturale** : utiliser les guides existants pour des prescriptions dans les PLU.
- **Développement économique et retombés économiques** : rédaction de prescriptions dans la charte de co-développement des projets. Des modèles économiques pour éclairer les élus sur la rentabilité des projets.



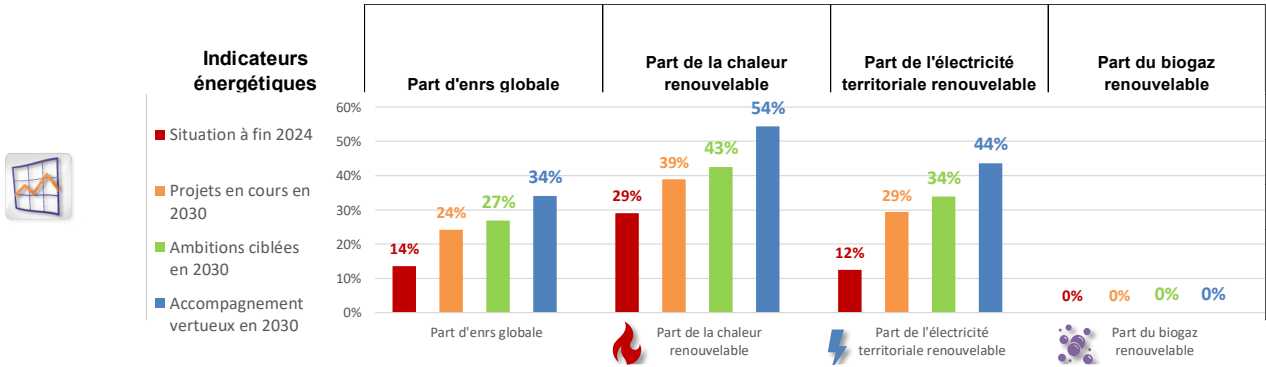
Source : <https://axenne.sharepoint.com/:b:/s/AXENNE/EaLy1sOjmD5Jt302La-l2xEBx5srCwOJPoZqfQ2dsdkvjw?e=lbqBOC>



Source : <https://axenne.sharepoint.com/:b:/s/AXENNE/EaZGws5ruQZF190FkqgdrMcBIjkOh-FnJSR0UJ1b1POjog?e=JURjLM>

23.1 LES IMPACTS DES SCENARIOS SUR LA PRODUCTION ENERGETIQUE, LES INVESTISSEMENTS A CONSENTIR ET LE RETOUR ECONOMIQUE AU TERRITOIRE

Nous présentons ci-dessous les indicateurs énergétiques, économiques et environnementaux des trois scénarios. Si le dernier scénario "accompagnement vertueux" présente les chiffres le plus intéressants, il faut garder à l'esprit qu'il n'est pas réalisable dans le délai imparti.



Nous faisons apparaître, dans les deux dernières lignes du tableau ci-dessous, la part effective d'énergie renouvelable des acteurs du territoire en enlevant les grandes centrales au sol.

Indicateurs énergétiques	Situation à fin 2024	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
Consommation d'énergie	1 636 GWh	1 581 GWh	1 550 GWh	1 479 GWh
Evolution des consommations totales		-3%	-5%	-10%
Production énergies renouvelables	223 GWh/an	382 GWh/an	417 GWh/an	503 GWh/an
Part d'EnRs globale	14%	24%	27%	34%
Part de la chaleur renouvelable	29%	39%	43%	54%
Part de l'électricité renouvelable	12%	29%	34%	44%
Part du biogaz injecté	0%	0%	0%	0%
Production hors grandes inst.	210 GWh/an	327 GWh/an	345 GWh/an	404 GWh/an
Part d'EnRs des acteurs du territoire	13%	21%	22%	27%
Part de l'électricité renouvelable des acteurs du territoire	11%	21%	22%	26%

- Part d'Enrs globale :

Part de la chaleur renouvelable :

Part de l'électricité renouvelable :

Part du biogaz injecté :
- production locale totale d'EnRs / consommation totale du territoire

consommation de chaleur du territoire dans les différents secteurs hors chaleur électrique (convecteurs, pompe à chaleur, etc.) / consommation totale de chaleur hors chaleur électrique (convecteurs, pompe à chaleur, etc.)

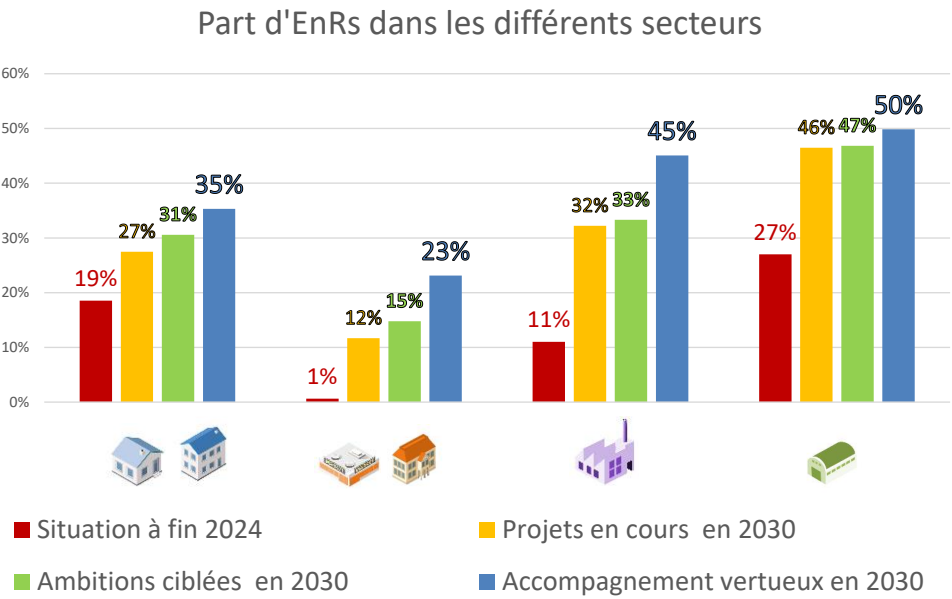
production locale d'électricité renouvelable / consommation totale d'électricité

biogaz local injecté dans le réseau de gaz naturel / consommation totale de gaz naturel
- Part d'Enrs des acteurs du territoire :

Part de l'électricité renouvelable des acteurs du territoire :
- production locale d'EnRs hors grande centrale au sol / Consommation totale du territoire

part d'électricité renouvelable des acteurs du territoire si on laisse de côté les grandes centrales au sol.

La part d'énergie renouvelable des différents secteurs est un critère important, puisqu'elle représente également la part d'indépendance énergétique des acteurs et citoyens du territoire. Plus la part d'énergie renouvelable est importante et moins les différents secteurs utilisent des énergies fossiles. La production d'énergie photovoltaïque sur les différents bâtiments a été prise en compte dans le calcul des pourcentages présentés ci-dessous.



Les indicateurs environnementaux laissent apparaître une baisse des polluants atmosphériques en 2030, mais moins prononcés dans les deux derniers scénarios, puisque le bois énergie est plus développé. La dernière colonne sur la surface mobilisée s'entend comme emprise totale des centrales au sol et ce n'est pas la superficie réglementaire (nous avons fait un calcul simple avec 1MWc = 1 ha, mais dans les faits il faudrait connaître la part des projets agrivoltaïque qui n'ont pas le même ratio. Le ratio pour l'agrivoltaïque varie fortement entre les ombrières de parcours de volaille, les centrales sur pâturage ou sur culture).



Indicateurs environnementaux	Situation à fin 2024	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
Rejets de CO2 évités		-25%	-31%	-40%
Rejets d'émission de polluants atmosphériques		-17%	-13%	-14%
Nb de logements chauffés au fuel et gaz propane	5 950	0	0	0
% d'équipements au bois renouvelé		10%	20%	30%
Part des énergies fossiles pour la chaleur	68%	59%	56%	0%
Surface mobilisée ha (centrale au sol)	9	28	38	56

Avec les actions de maîtrise de l'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables, la facture énergétique du territoire est inférieure de 8 M€ entre le scénario "projet en cours" et le scénario "ambitions ciblées". L'écart serait encore plus important en déployant toutes les énergies renouvelables auprès des acteurs du territoire dans le scénario "accompagnement vertueux".



Indicateurs économiques	Situation à fin 2024	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
Consommation d'énergie	1 636 GWh	1 581 GWh	1 550 GWh	1 479 GWh
CA (M€) travaux (maîtrise de l'énergie) résidentiel		138 M€	138 M€	275 M€
Evolution des consommations totales		-6%	-6%	-12%
Facture énergétique du territoire (M€)	256 M€/an	305 M€/an	291 M€/an	265 M€/an

Indicateur	Situation à fin 2024	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
produits pétroliers	92	116	114	109
électricité	144	163	152	137
gaz	21	27	25	19

Nous avons calculé ce qui retourne au territoire en 2030 avec l'augmentation du coût des énergies et les économies générées par la chaleur renouvelable (un particulier qui possède un chauffe-eau solaire ne paie pas son eau chaude pendant 6 mois de l'année).



Indicateurs économiques	Situation à fin 2024	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
Production énergies renouvelables	223 GWh/an	382 GWh/an	417 GWh/an	503 GWh/an
Economie qui retourne au territoire (M€/an)	33 M€/an	52 M€/an	80 M€/an	95 M€/an
Economie sur la chaleur, vente du bois énergie	9 M€/an	23 M€/an	25 M€/an	30 M€/an
Economie d'électricité des acteurs du territoire	23 M€/an	28 M€/an	54 M€/an	64 M€/an
Taxes ou location des terrains	0,1 M€/an	0,6 M€/an	0,7 M€/an	0,8 M€/an

Augmentation annuelle de l'énergie : 5,3% fioul et gaz propane, 5% gaz naturel, 5% électricité, 2,5% pour le bois et les réseaux de chaleur

La part d'énergie renouvelable augmente finalement peu entre le scénario "projet en cours" et le scénario "ambitions ciblées" +2%, mais l'écart sur les économies générées se chiffre à près de trente millions d'euros.

Entre le scénario "projet en cours" et "ambitions ciblées" les écarts sont très intéressants, il peut être également intéressant de sélectionner des opérations spécifiques du scénario "accompagnement vertueux" pour certaines filières ou même pour quelques actions spécifiques en direction d'une cible privilégiée.

23.2 LE NOMBRE D'INSTALLATIONS A REALISER D'ICI 2030 SUR LE PARC EXISTANT ET LE PARC NEUF POUR CHAQUE SCENARIO

Nous présentons ci-dessous le nombre d'installations à réaliser sur le parc existant et sur le parc neuf d'ici 2030. Ces chiffres permettent d'appréhender les efforts à réaliser pour chaque typologie d'installation et ils mettent en lumière la difficulté qu'il y aurait à porter son choix sur le scénario accompagnement vertueux.

Les chiffres sur les investissements à consentir se basent sur les données de l'ADEME (le marché et l'emploi dans les EnRs) ainsi que les coûts de référence de la production d'électricité provenant de la CRE suite aux appels d'offres ou encore de la profession pour les installations plus petites. L'économie en 2030 tient compte d'une augmentation des coûts des énergies pour chiffrer les économies réalisées avec les EnRS : fioul et gaz propane +5,3%/an, gaz naturel +5%/an, électricité +5%/an, bois énergie +2.5%/an et chauffage urbain +2.5%/an.

	Nb d'installations		
	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
SOLAIRE THERMIQUE			
CESI (chauffe-eau solaire individuel)	141	351	1 991
SSC (système solaire combiné)	13	16	16
CESC sur les logements privés	2	10	16
CESC sur les logements HLM	1	1	1
CESC secteur tertiaire	8	21	46
Agricole (ECS et séchage)	4	4	8
Haute T° (industrie)	1	1	5
Chauffage de l'eau des piscines	1	1	2
Réseau de chaleur solaire thermique	0	0	1
Total :	172	405	2 087
Fin 2024 :	10403 m²	12890 m²	13853 m²
SOLAIRE THERMIQUE			
Production totale en MWh/an	5 252	6 131	13 468
Emissions de CO ₂ évités (tCO ₂ eq)	647	766	1 821
Investissement	2 167 k€	4 346 k€	16 860 k€
Economie en 2030 k€/an	298 k€/an	483 k€/an	1 740 k€/an

Opérations spécifiques (1 000 toits solaires) ~500 000 €

Opérations spécifiques (cibler le chauffage collectif)

Communes

Communication
Ingénierie technique
Accompagnement

Communes

Les études réglementaires en amont des aménagements
Les référentiels « construction durable »
Application de l'arrêté du 18 décembre 2007
La formation des intervenants (promoteurs, architectes, bureaux d'études, etc.)

	Nb d'installations		
	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
INSERTS ET POELES PERFORMANTS			
Renouvellement	1 113	2 272	3 409
Nouveaux équipements	1 074	1 862	2 664
Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)	20	20	61
Total :	2 208	4 155	6 134
Fin 2024 :	89 GWh	85 GWh	89 GWh
INSERTS ET POELES PERFORMANTS			
Production totale en MWh/an	85 174	89 350	80 482
Polluants évités (particules t/an)	-65	-96	-147
Investissement	2 742 k€	5 086 k€	7 630 k€
Economie en 2030 k€/an	1 064 k€/an	2 139 k€/an	2 841 k€/an

Fonds Air Bois 1 000€/foyer

Favoriser dans les constructions neuves avec le solaire thermique pour une autonomie maximale

	Nb d'installations		
	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
BOIS ENERGIE - CHAUDIERE ET RESEAU DE CHALEUR			
Maison - chaudière automatique	7	10	10
Chaudière collective (immeubles logts)	3	4	10
Chaudières collectives (tertiaire)	1	1	6
Chaudières dans l'industrie	0	0	22
Chaudière secteur agricole	0	0	1
Réseaux de chaleur	0 GWh/an	0 GWh/an	8 GWh/an
Total :	12	15	56
Fin 2024 :	45 GWh	46 GWh	47 GWh

Développement sur le neuf

Accompagnement dans l'industrie

Communes

BOIS ENERGIE - CHAUDIERE ET RESEAU DE CHALEUR			
Production totale en MWh/an	46 139	47 494	74 738
Emissions de CO ₂ évités (tCO ₂ eq)	2 595	2 788	6 663
Investissement	355 k€	375 k€	11 283 k€
Economie en 2030 k€/an	159 k€/an	296 k€/an	3 432 k€/an

	Nb d'installations		
	Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
GEOthermie			
Maison géothermie verticale	47	343	457
Immeubles collectifs (nappe ou sondes)	10	59	69
Immeubles tertiaires (nappe ou sondes)	15	19	21
Immeubles industriels	0	0	10
Réseau de chaleur géothermique	0, GWh/an	0, GWh/an	5,8 GWh/an
Total :	72	421	562
Fin 2024 :	0 GWh	3 GWh	5 GWh

Opérations spécifiques substitution fioul et gaz propane

Développement plus soutenu sur le neuf


Communication, ingénierie technique, accompagnement

GEOthermie			
Production totale en MWh/an	3 459	4 548	15 102
Emissions de CO ₂ évités (tCO ₂ eq)	993	1 212	4 285
Investissement	12 199 k€	15 896 k€	53 994 k€
Economie en 2030 k€/an	681 k€/an	927 k€/an	2 865 k€/an

Les études réglementaires en amont des aménagements
 Les référentiels « construction durable »
 Application de l'arrêté du 18 décembre 2007
 La formation des intervenants (promoteurs, architectes, bureaux d'études, etc.)


AEROTHERMIE - PAC			
Maison aérothermie (air/eau)	10 621	10 571	15 370
Immeuble aérothermie (air/air)	97	96	96
Bâtiments tertiaires	78	78	116
Total :	10 796	10 745	10 745
Fin 2024 :	1 GWh	40 GWh	39 GWh

RECUPERATION DE CHALEUR			
Maisons (chauffe-eau thermodynamique)	1 639	1 332	733
Maisons (ECS - eaux usées)	0	420	700
Immeubles collectifs (ECS - eaux usées)	0	47	65
Immeubles tertiaires (ECS - eaux usées)	0	0	0
Collecteurs & Stations d'épuration	1	4	1
Chaleur fatale industrie	14,4 GWh/an	15,2 GWh/an	25,7 GWh/an
Data center	0	0	0
Total :	1 640	1 803	1 499
Fin 2024 :	16 GWh	22 GWh	28 GWh

		Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030	
PHOTOVOLTAIQUE					
	Maison individuelle	433	566	867	} Cadastre solaire, communication, visite de sites, etc.
	Immeubles de logements	16	23	32	
	Bâtiments tertiaires	107	161	209	} Etude opérationnelle sur les bâtiments existants, sur les équipements d'eau
	Equipements sportifs, culture, loisirs	13	20	25	
	Grandes toitures (indust., stockage)	21	22	38	} Communes
	Bâtiments agricoles	19	20	36	
	Total :	609	813	1 208	} Accompagnement Communication Ingénierie technique
	Ombrières de parking (en MWc)	31 MWc	31 MWc	31 MWc	
	Fin 2024 : 47 MWc	36 MWc	40 MWc	49 MWc	
	Fin 2024 : 66 GWh	114 GWh	120 GWh	131 GWh	
CENTRALE PHOTOVOLTAIQUE AU SOL					
	Centrales photovoltaïques (en MWc)	28 MWc	38 MWc	56 MWc	
	Fin 2024 : 9 MWc	37 MWc	47 MWc	65 MWc	
	Fin 2024 : 13 GWh	68 GWh	83 GWh	111 GWh	

Incitation des bailleurs sociaux à l'autoconsommation sur les logements collectifs.

Présentation de la rentabilité des installations en autoconsommation sur les maisons neuves aux promoteurs, architectes.

		Projets en cours en 2030	Ambitions ciblées en 2030	Accompagnement vertueux en 2030
HYDROELECTRICITE				
	Petites hydroélectricité	0	0	0
	Nouveaux sites	0	2	2
	Otpimisation, suréquipement	0	0	0
	Turbinage eau potable	0	0	0
	Turbinage eaux usées	0	0	0
	Hydroliennes	0	0	0
	Total :	0	2	2
	Fin 2024 : 3 GWh	3 GWh	5 GWh	5 GWh

Sur les 11 sites identifiés en hydroélectricité, nous avons retenu un objectif réaliste à l'horizon 2030 de 2 projets mis en service. Après 2030, il est possible que d'autres projets émergent.

24 STRATEGIE ENERGETIQUE

« une ambition ciblée et un accompagnement vertueux sur la chaleur renouvelable »

La stratégie proposée tient compte de l'état des lieux énergétiques, des potentiels et des projets en cours de réflexion sur les communes. C'est également un cheminement avec les différentes étapes de concertation menées avec les élus et acteurs du territoire :

- les ateliers sur les différents secteurs,
- le séminaire élus
- l'atelier d'opérationnalisation de la démarche.

Le territoire du SCoT CCI, la Communauté d'Agglomération Lubéron Monts de Vaucluse et la Communauté de Communes du Pays des Sorgues et Monts de Vaucluse réaffirment leur engagement résolu en faveur du développement des énergies renouvelables. Cet engagement se veut exemplaire par la prise en compte des paysages, du patrimoine culturel et des protections environnementales qui façonnent le territoire. Cet engagement se traduit par **une accélération significative du déploiement de la chaleur renouvelable dans les nouvelles constructions, la rénovation des quartiers, ainsi que sur leur propre patrimoine et celui des communes.**

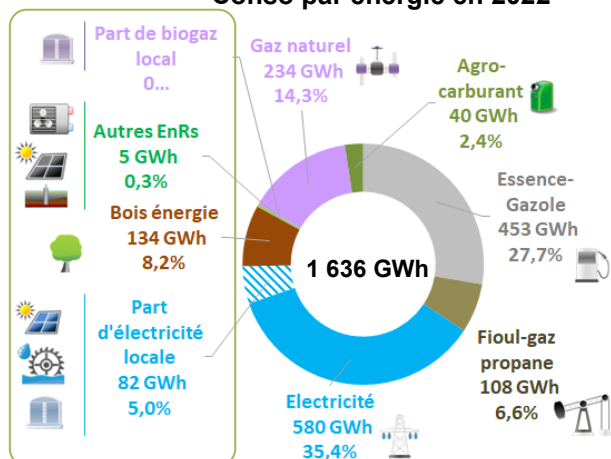
Le tout premier pilier du SCoT du Bassin de vie Cavaillon, Coustellet, L'Isle-sur-la-Sorgue est "**Consolider la qualité patrimoniale, paysagère, naturelle et environnementale du territoire**". Aussi, le développement des grands projets d'énergies renouvelables (centrale photovoltaïque au sol, ombrières de parking, unité de méthanisation) devra **tenir compte des enjeux d'insertion paysagère des projets et de leur incompatibilité dans les nombreuses zones protégées du territoire** qui lui confère son attractivité touristique et sa spécificité au regard des territoires urbains voisins.

La seconde grande ambition du SCoT est la dynamisation économique du territoire en confortant tous les moteurs fondant son potentiel de développement. Là aussi les énergies renouvelables ont un rôle à jouer, avec le déploiement des installations chez les particuliers et les bâtiments tertiaires pour accroître leur indépendance énergétique et renforcer le tissu artisanal pour la pose et la maintenance des équipements. Pour les grands projets de centrales au sol, **la charte de co-développement insistera sur l'intégration des entreprises locales pour les nombreux travaux et fournitures d'équipements au-delà des seuls modules photovoltaïques** (barrières, chemin d'accès, système d'alarme et caméra, génie civil, etc.). Les bureaux d'études et architectes paysagistes locaux pourront également être sollicités. Enfin, l'investissement participatif des communes si elles le souhaitent, et des citoyens, sera facilité par les développeurs.

L'ensoleillement exceptionnel du territoire est en mesure de fournir une production de chaleur non seulement pour les particuliers et les bâtiments tertiaires ayant des besoins d'eau chaude mais également avec les grandes centrales solaires thermiques pour des usages industriels et un couplage avec les réseaux de chaleur du territoire. Cette énergie solaire thermique en substitution du fioul et du gaz permettra une baisse des émissions de gaz à effet de serre et lorsqu'elle substituera l'électricité, elle libérera des appels de puissance en ligne et des consommations au profit des nouveaux usages (électromobilité et pompes à chaleur).

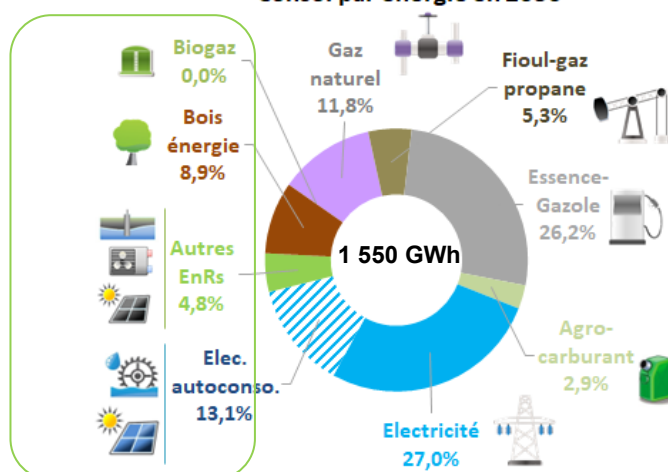
Des opérations spécifiques seront également menées sur le parc existant en direction des ménages, des entreprises et du secteur tertiaire. Ainsi, le développement des réseaux de chaleur, de l'énergie solaire thermique et de la géothermie, toutes deux actuellement sous-exploitées, représentent une chance pour le territoire en vue d'atteindre des objectifs ambitieux en 2030.

Conso par énergie en 2022



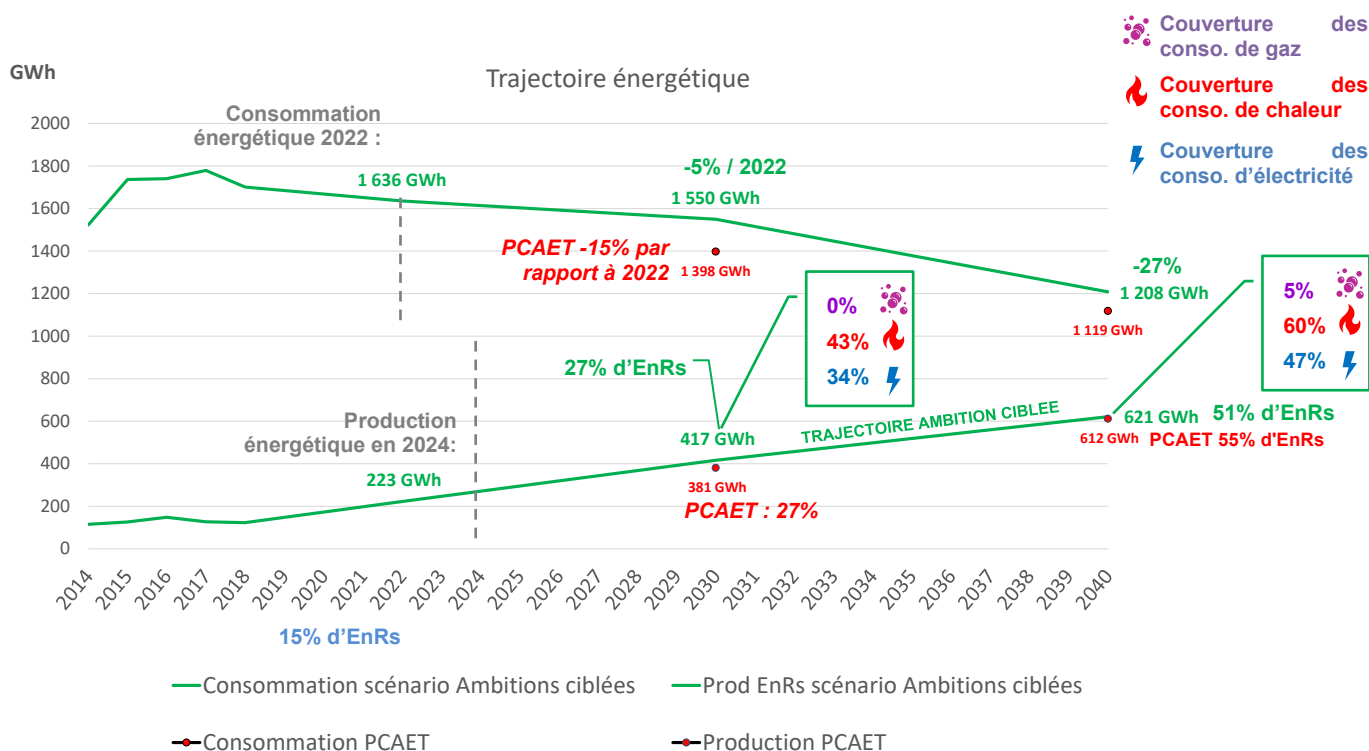
14 % d'EnRs

Conso. par énergie en 2030

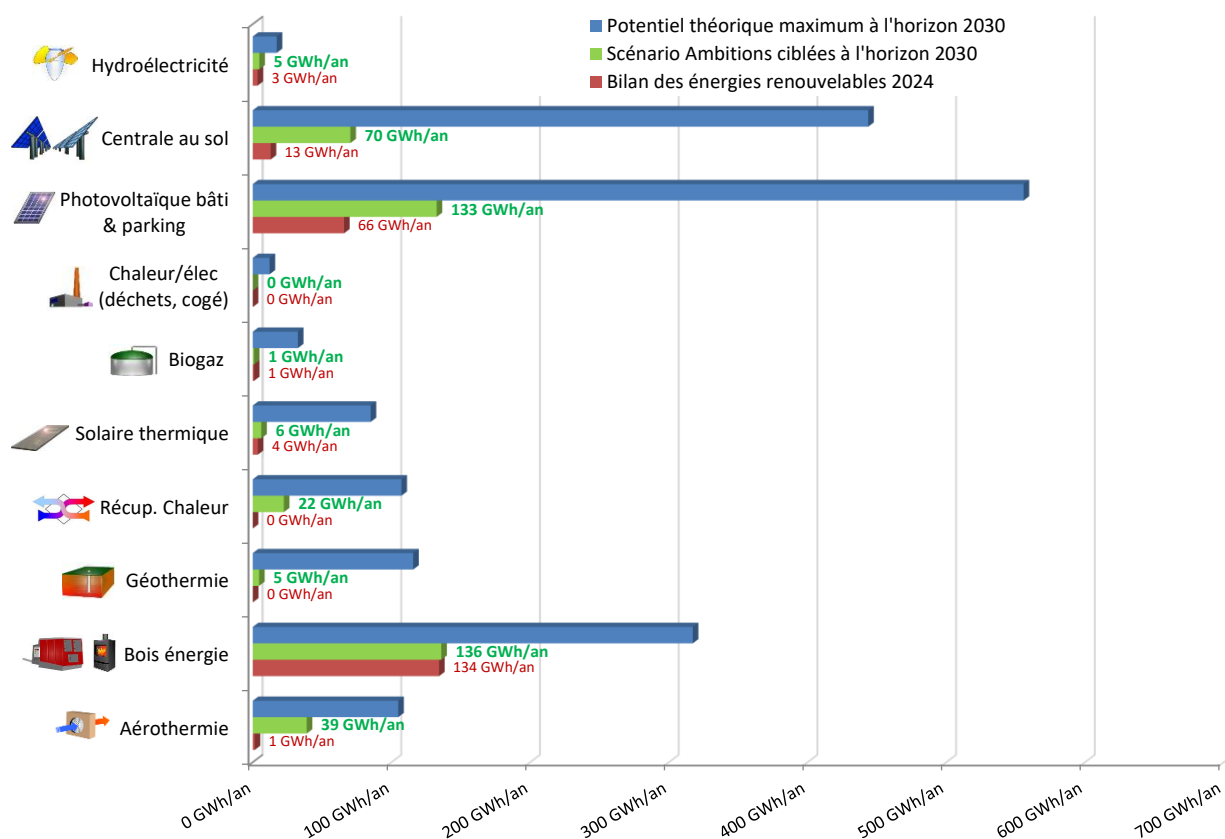


27 % d'EnRs

- la consommation baisse de 5% et dans le même temps, la part d'énergie renouvelable augmente considérablement passant de 14% à 27% en 2030,
- toutes les énergies progressent avec un fort développement du photovoltaïque, de la géothermie, du solaire thermique et de la chaleur fatale.



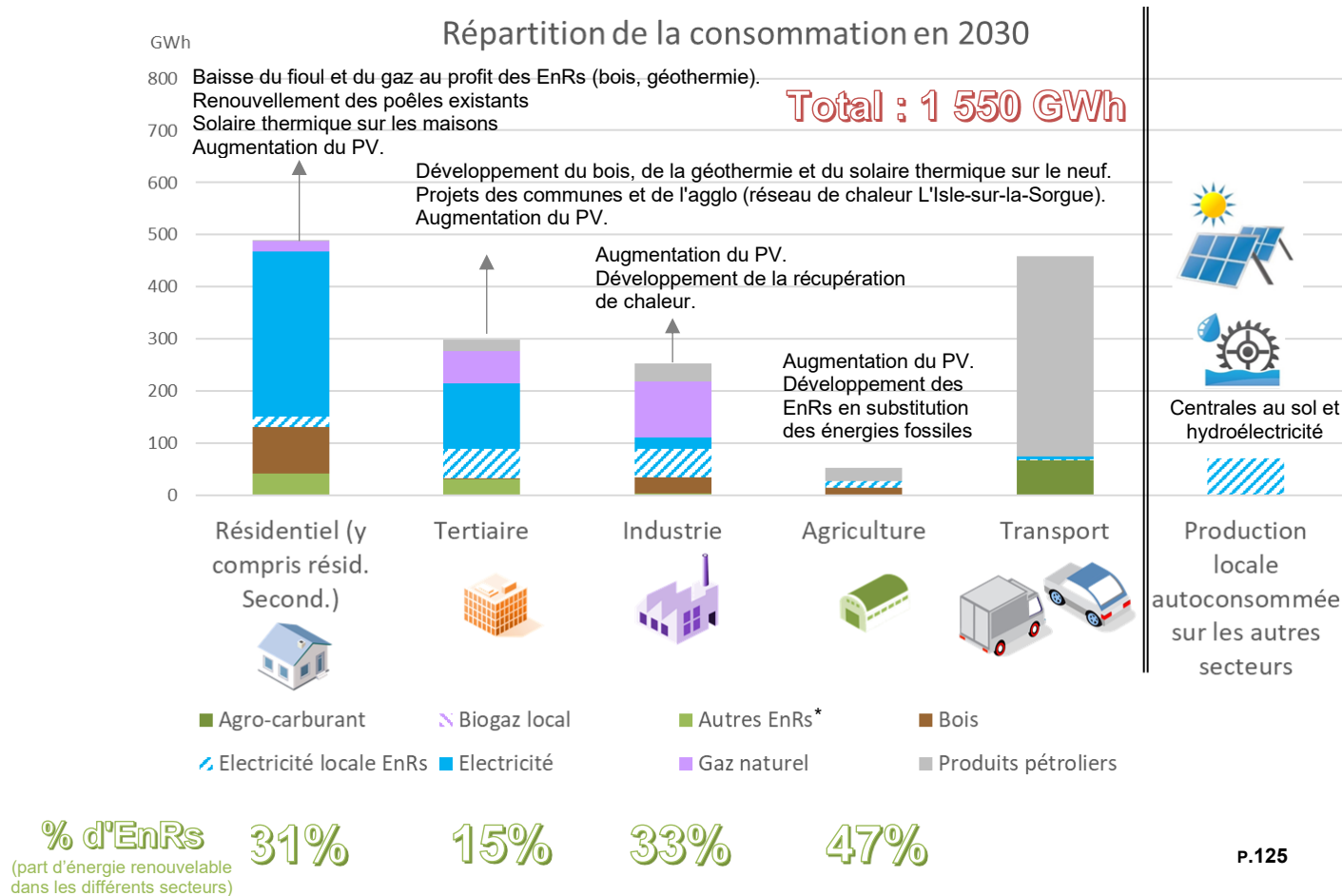
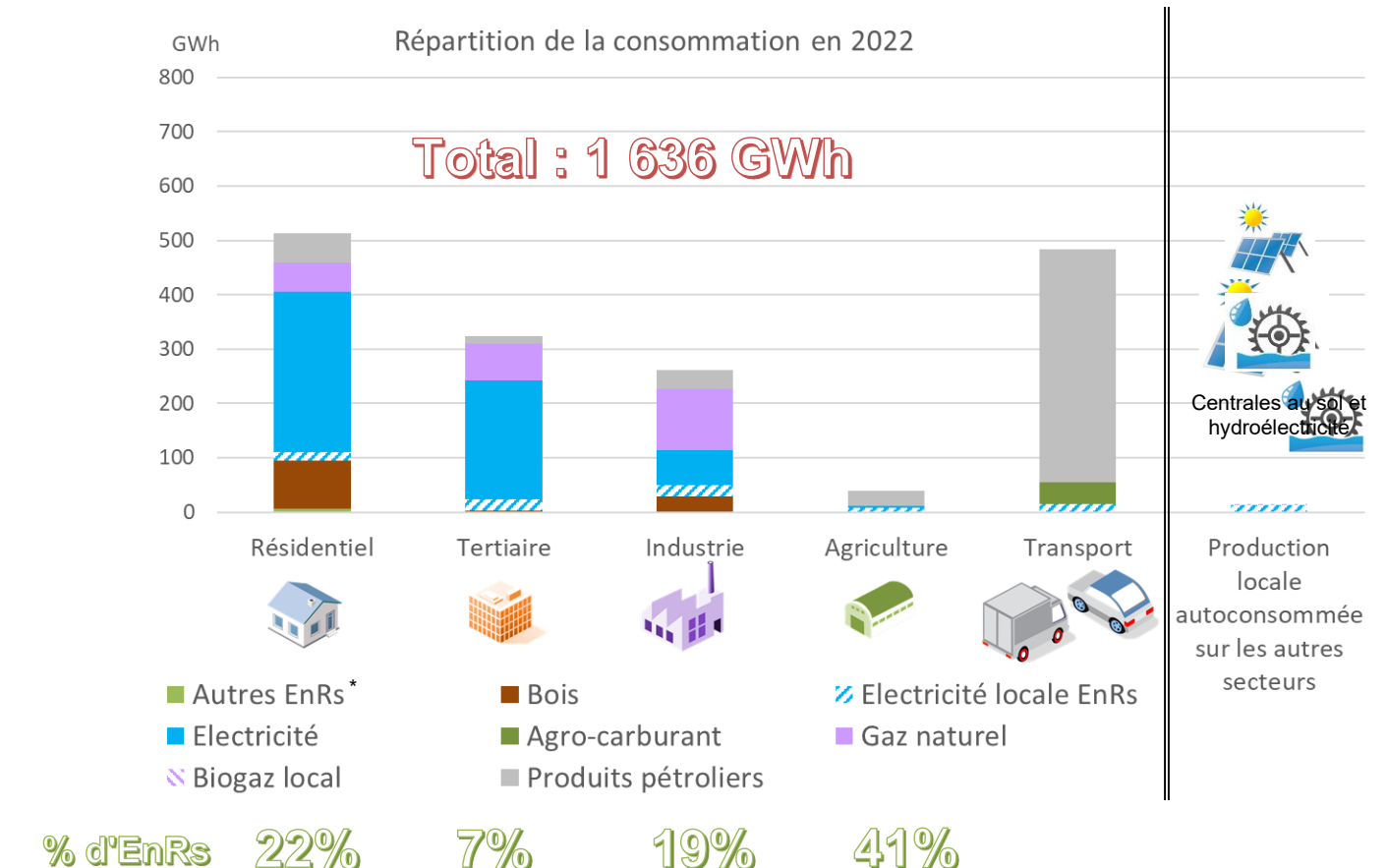
Le graphique à la page suivante présente l'état des lieux des filières en 2022 pour la chaleur et 2024 pour l'électricité (barre rouge), les objectifs en 2030 apparaissent en vert. Ils tiennent compte pour la chaleur renouvelable (bois énergie, géothermie et aérothermie) d'une baisse des consommations énergétiques. Ainsi, pour le bois énergie, le faible écart entre 2022 et 2030 relève plus d'une baisse des consommations qu'un faible nombre de projets. Au contraire, il est prévu près 1 900 nouveaux poêles en remplacement des chaudières fioul et gaz propane et 5 chaudières individuelles sur des logements collectifs ou immeubles tertiaires.



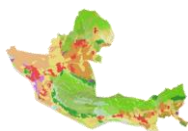
Les grandes orientations stratégiques du schéma directeur des énergies renouvelables :

- produire de l'électricité renouvelable pour accroître l'indépendance énergétique du territoire et répondre aux besoins futurs liés à la transition énergétique (utilisation de pompes à chaleur en privilégiant la géothermie et le bois pour la substitution du fioul et du gaz propane, électromobilité avec l'électrification du parc automobile),
- substituer les usages électriques de la chaleur (eau chaude sanitaire et résistances électriques des équipements : lave-vaisselle et lave-linge) au profit de l'énergie solaire thermique pour libérer des appels de puissance et des consommations électriques.
- favoriser le développement de la géothermie plutôt que l'aérothermie pour augmenter les performances énergétiques et la part d'énergie renouvelable produite,
- développer les réseaux de chaleur au bois et en géothermie en substitution du gaz naturel et informer et inciter à la modernisation des poêles et inserts pour contenir les polluants atmosphériques et la ressource (le renouvellement des équipements avec un rendement supérieur permet de moins consommer de bois énergie),
- valoriser toutes les ressources énergétiques diversifiées du territoire en tenant compte des paysages, des projets déjà en place et du positionnement des futurs projets,
- encadrer le développement des grands projets avec une charte de co-développement à destination des développeurs,
- conseiller sur l'habitat bioclimatique pour les nouvelles maisons et logements collectifs dans le but d'éviter la climatisation mais opter pour un rafraîchissement passif et des protections solaires adaptées,
- sans attendre la refonte des PLU, utiliser tous les leviers disponibles pour accroître le développement des énergies renouvelables sur les constructions neuves incitant ainsi la profession à monter en compétence et insufflant une dynamique sur le parc existant par la suite entre 2030 et 2040.

La présentation de l'état des lieux énergétique par acteur et de sa projection en 2030 permet d'entrevoir le chemin à parcourir et les dispositifs à renforcer ou à créer suivant les secteurs :



24.1 DECLINAISON TERRITORIALE DE LA STRATEGIE



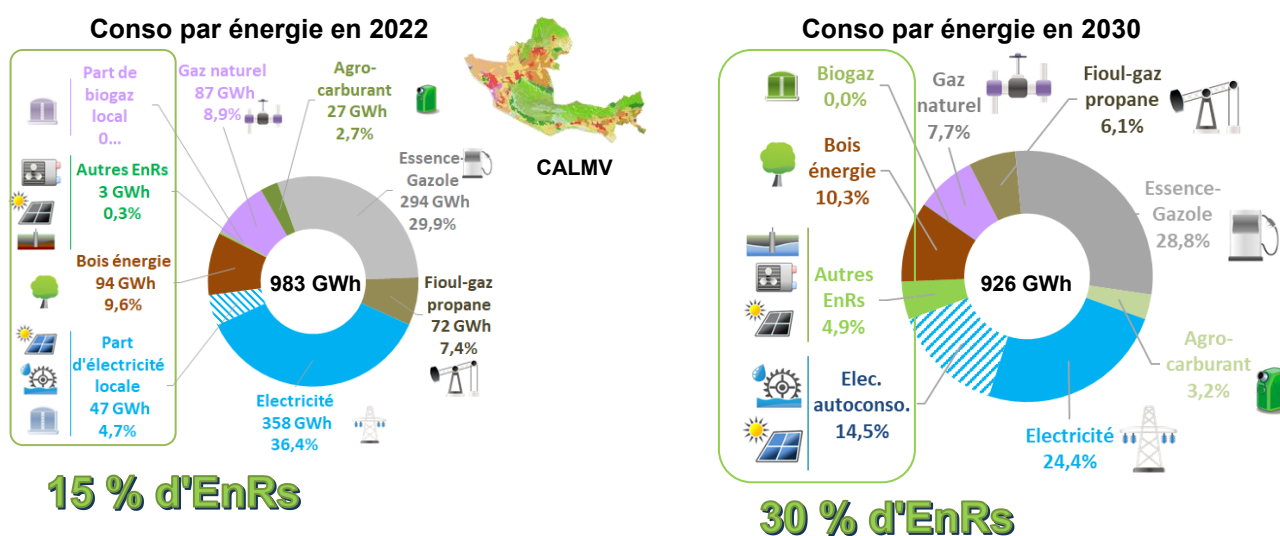
24.1.1 LA COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION LUBERON MONTS DE VAUCLUSE

La communauté d'agglomération Lubéron Monts de Vaucluse (CALMV) est bien placée sur la couverture des besoins de chaleur par des énergies renouvelables locales. En effet, celles-ci couvrent 38% des consommations de chaleur en 2022. Cela est dû à l'utilisation du bois énergie bien présent sur le territoire pour les réseaux de chaleur, une utilisation dans l'industrie et une présence dans les maisons comme chauffage en base (19% des maisons sont chauffées au bois). Cela dit, en 2022, 3 680 maisons (22%) sont encore chauffées au fioul et au gaz propane et le gaz naturel est présent dans 40% des logements collectifs.

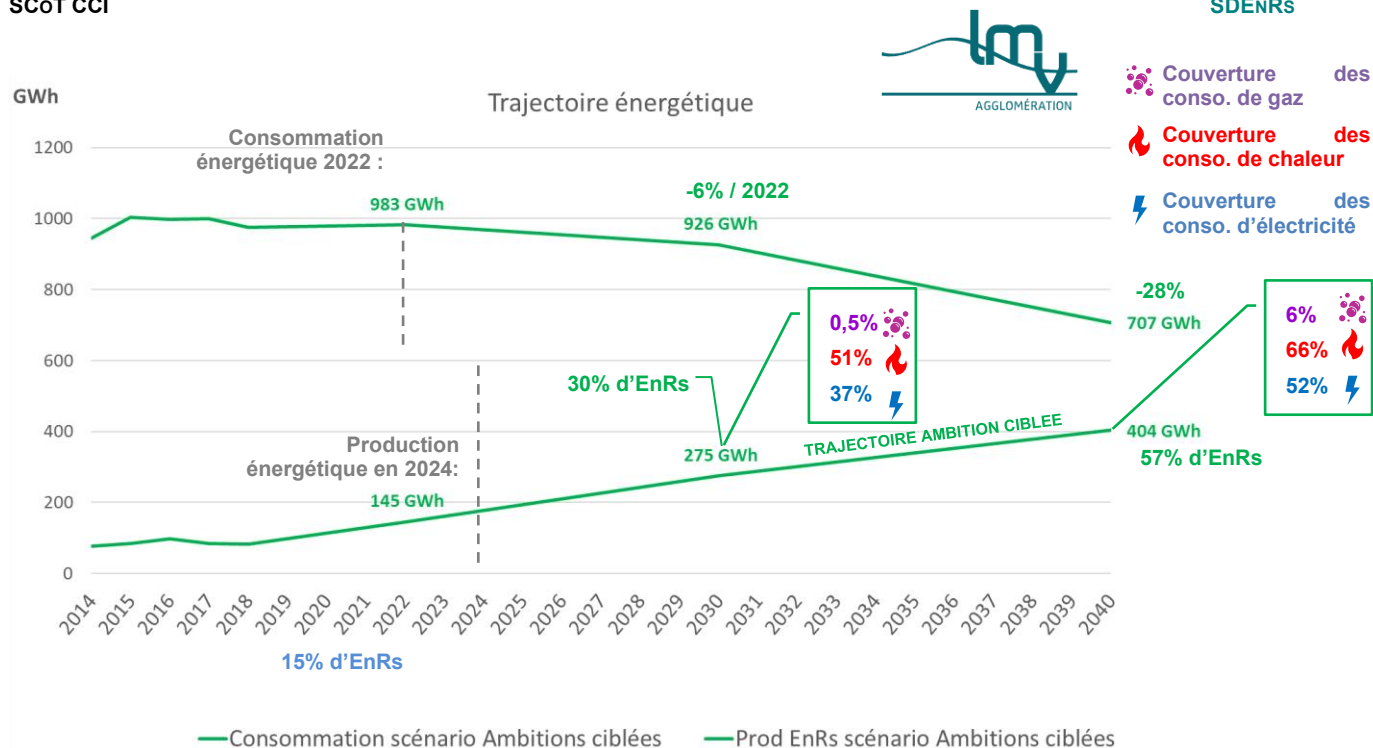
La CALMV est en retard sur la production d'électricité avec 12% de couverture des consommations totales d'électricité en 2024 (l'objectif national est de 40% en 2030).

Les énergies renouvelables couvrent 15% des consommations totales (y compris le transport).

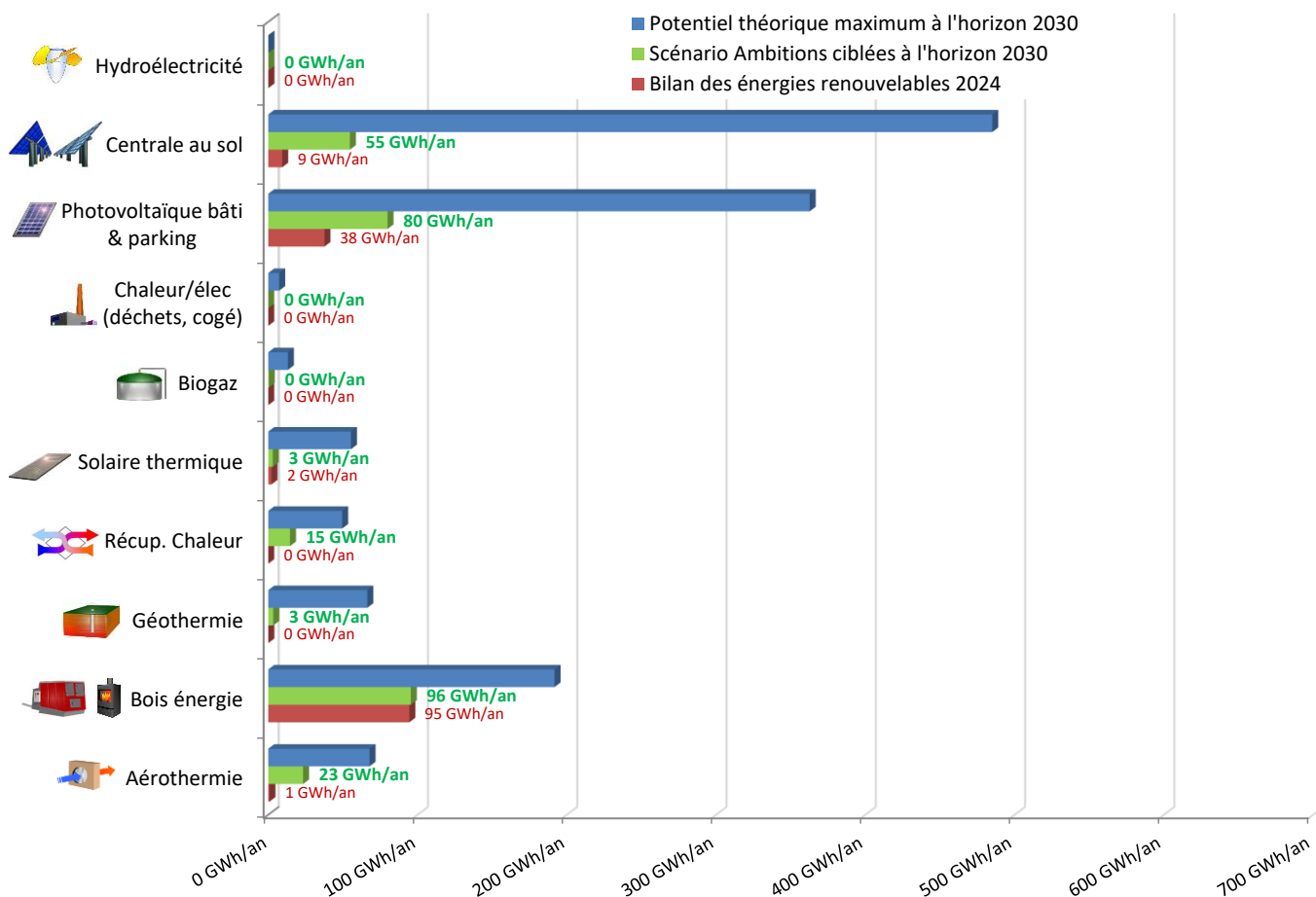
Les grandes orientations du schéma directeur des énergies renouvelables du SCoT peuvent être reprises pour la CALMV. Il faut cependant accroître les efforts pour la part de production d'énergies renouvelables électriques afin de répondre aux enjeux d'indépendance énergétique des citoyens, collectivités, entreprises et agriculteurs et développer des projets de centrales au sol aux bénéfices des acteurs du territoire (entreprises de services et travaux de BTP et d'ingénierie, investissement participatif). La chaleur renouvelable doit s'accroître aux bénéfices de factures allégées pour les consommateurs et d'une valorisation des ressources locales (le bois énergie et la géothermie actuellement sous-exploitée sur le territoire). Toutes les communes situées le long de la Durance possèdent un potentiel très fort pour la géothermie sur nappe.



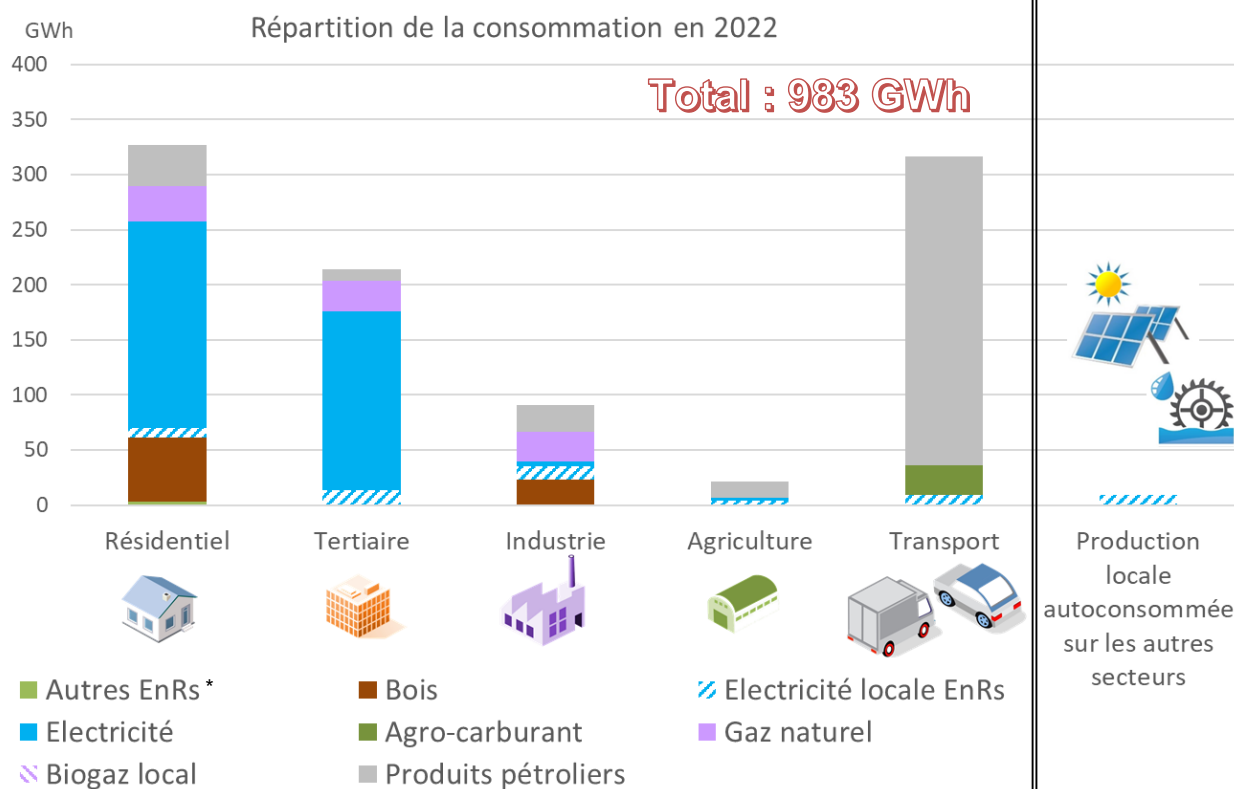
- la consommation baisse de 6% et dans le même temps, la part d'énergie renouvelable augmente considérablement passant de 15% à 30% en 2030,
- toutes les énergies progressent avec un fort développement du photovoltaïque, de la géothermie et du solaire thermique,
- au regard du faible nombre de zones d'accélération pour la chaleur renouvelable définies par les communes, il faudra identifier les projets de substitution des énergies fossiles (gaz naturel, propane et fioul) pour engager une dynamique sur le solaire thermique pour la production d'eau chaude et la géothermie et le bois énergie pour les petits réseaux de chaleur/froid. Les projets de géothermie sur l'hôpital ou sur la commune de Puget, s'ils voient le jour, peuvent servir d'exemple à suivre,
- les zones d'accélération pour les centrales au sol devront tenir compte des zones environnementales protégées et du paysage. Les projets devront en outre permettre de maximiser les retombés économiques pour les acteurs, les collectivités et les citoyens du territoire.



Le graphique ci-dessous présente l'état des lieux des filières en 2022 pour la chaleur et 2024 pour l'électricité (barre rouge), les objectifs en 2030 apparaissent en vert. Ils tiennent compte pour la chaleur renouvelable (bois énergie, géothermie et aérothermie) d'une baisse des consommations énergétiques. Ainsi, pour le bois énergie, le faible écart entre 2022 et 2030 relève plus d'une baisse des consommations qu'un faible nombre de projets. Au contraire, il est prévu près de 1 200 nouveaux poêles en remplacement des chaudières fioul et gaz propane et 5 chaudières individuelles sur des logements collectifs ou immeubles tertiaires.



La présentation de l'état des lieux énergétique par acteur et de sa projection en 2030 permet d'entrevoir le chemin à parcourir et les dispositifs à renforcer ou à créer suivant les secteurs :



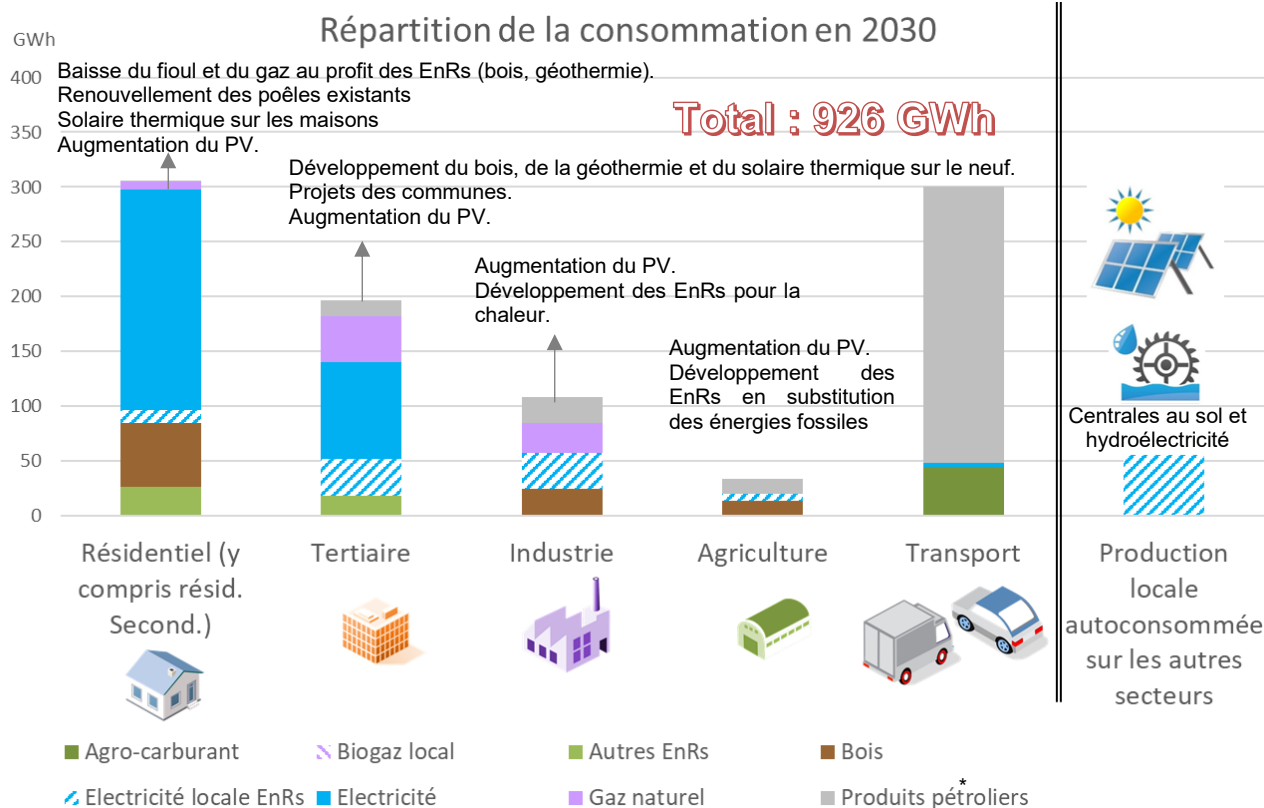
% d'EnRs
(part d'énergie renouvelable dans les différents secteurs)

21%

6%

38%

50%



% d'EnRs
(part d'énergie renouvelable dans les différents secteurs)

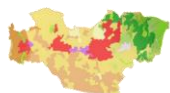
31%

13%

60%

57%

*Autres EnRs : Pompe à chaleur air/air et air/eau, géothermie, solaire thermique



24.1.1 LA COMMUNAUTE DE COMMUNES DU PAYS DES SORGUES ET DES MONTS DE VAUCLUSE

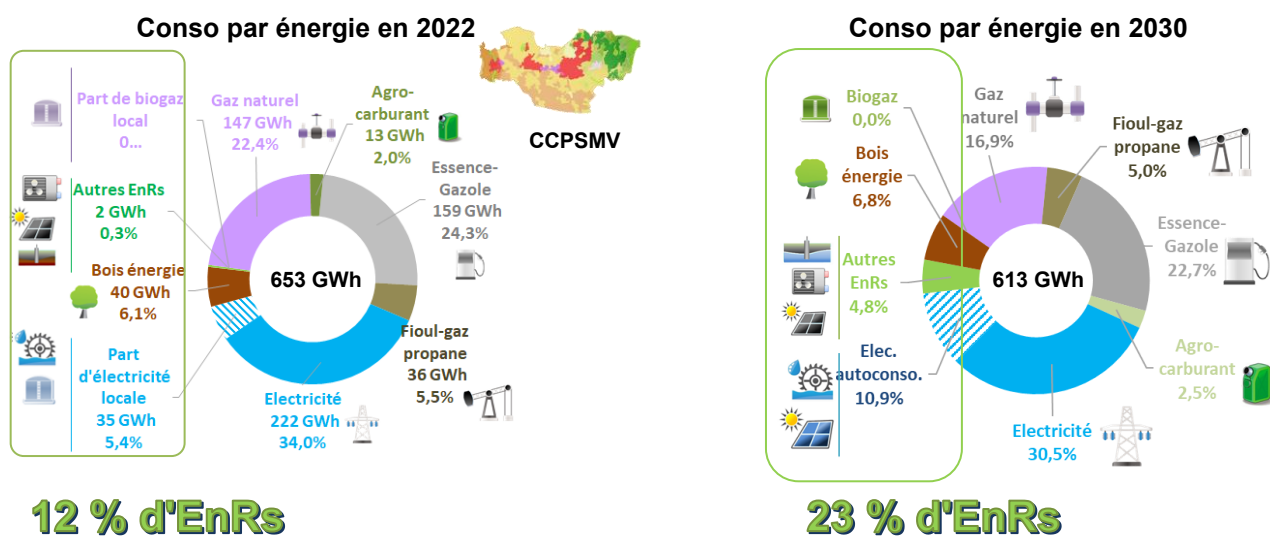
La communauté de communes du Pays des Sorgues et des Monts de Vaucluse bénéficie d'un tissu industriel important avec 26% des consommations totales du territoire.



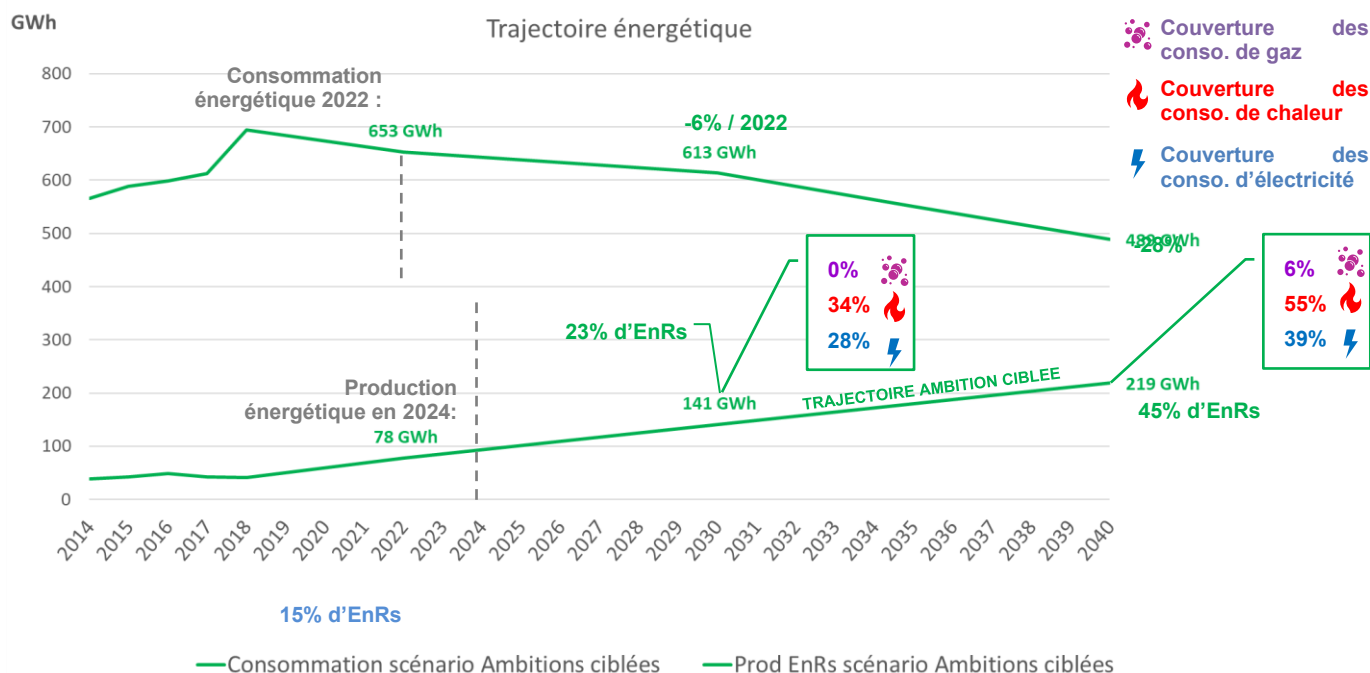
Dès lors, la part d'énergie renouvelable thermique sur la consommation totale de chaleur reste relativement faible avec 19% en 2022. Elle se retrouve dans le chauffage au bois des ménages (17% des maisons se chauffent au bois en base) et deux chaufferies bois dans un collège et un lycée. Toutefois, avec l'essor du réseau de chaleur de l'Isle-sur-la-Sorgue, cette part de chaleur renouvelable va s'accroître significativement.

La production d'électricité renouvelable reste faible avec 14% de couverture des consommations totales d'électricité en 2024 tandis que l'objectif national est de 40% en 2030

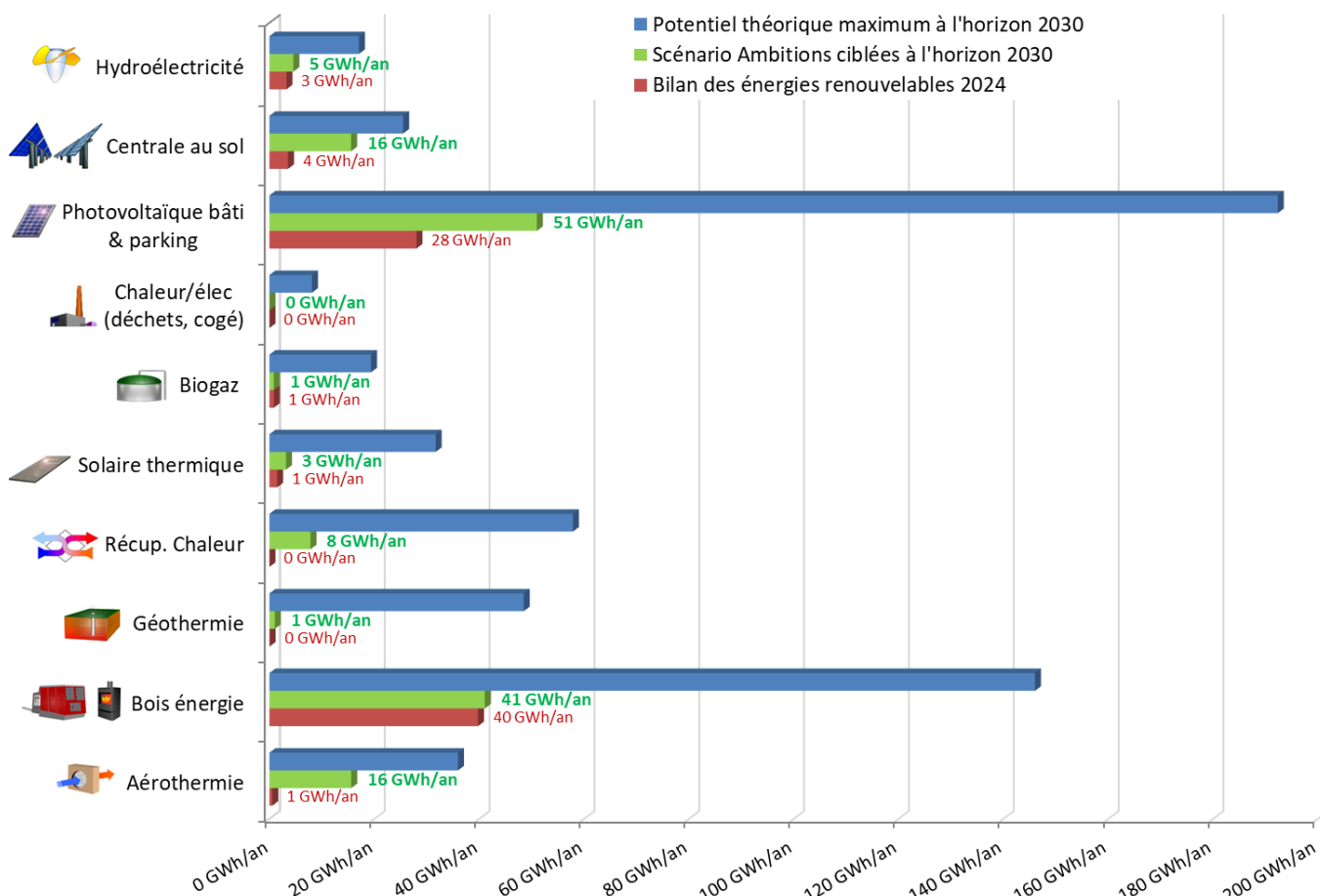
Les grandes orientations du schéma directeur des énergies renouvelables du SCoT peuvent être reprises pour la CCPSMV. Il faut cependant augmenter les efforts pour la part de production d'énergies renouvelables électriques afin de répondre aux enjeux d'indépendance énergétique des acteurs du territoire (citoyens, collectivités, entreprises et agriculteurs) et développer des projets de centrales au sol aux bénéfices des acteurs du territoire (entreprises de services et travaux de BTP et d'ingénierie, investissement participatif). Le réseau de chaleur de l'Isle-sur-la-Sorgue et les réseaux sur le territoire de la CALMV peuvent servir d'exemple pour les communes qui souhaiteraient accroître leur indépendance énergétique et utiliser des énergies renouvelables locales. La mise en service d'une centrale solaire à concentration de l'entreprise Coq Noir doit être valorisée auprès des entreprises locales comme solution d'indépendance énergétique, de réduction de la facture et de décarbonation.



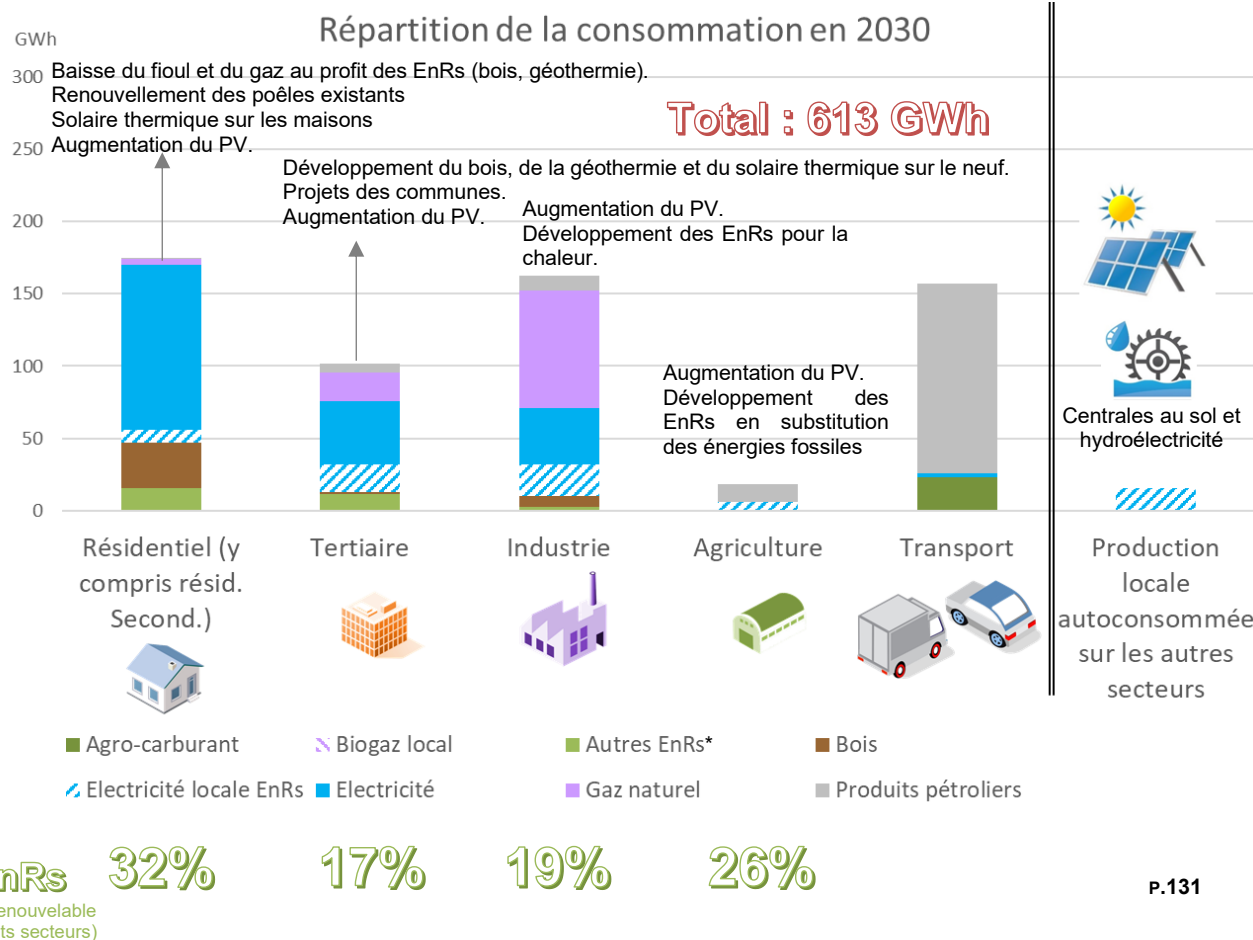
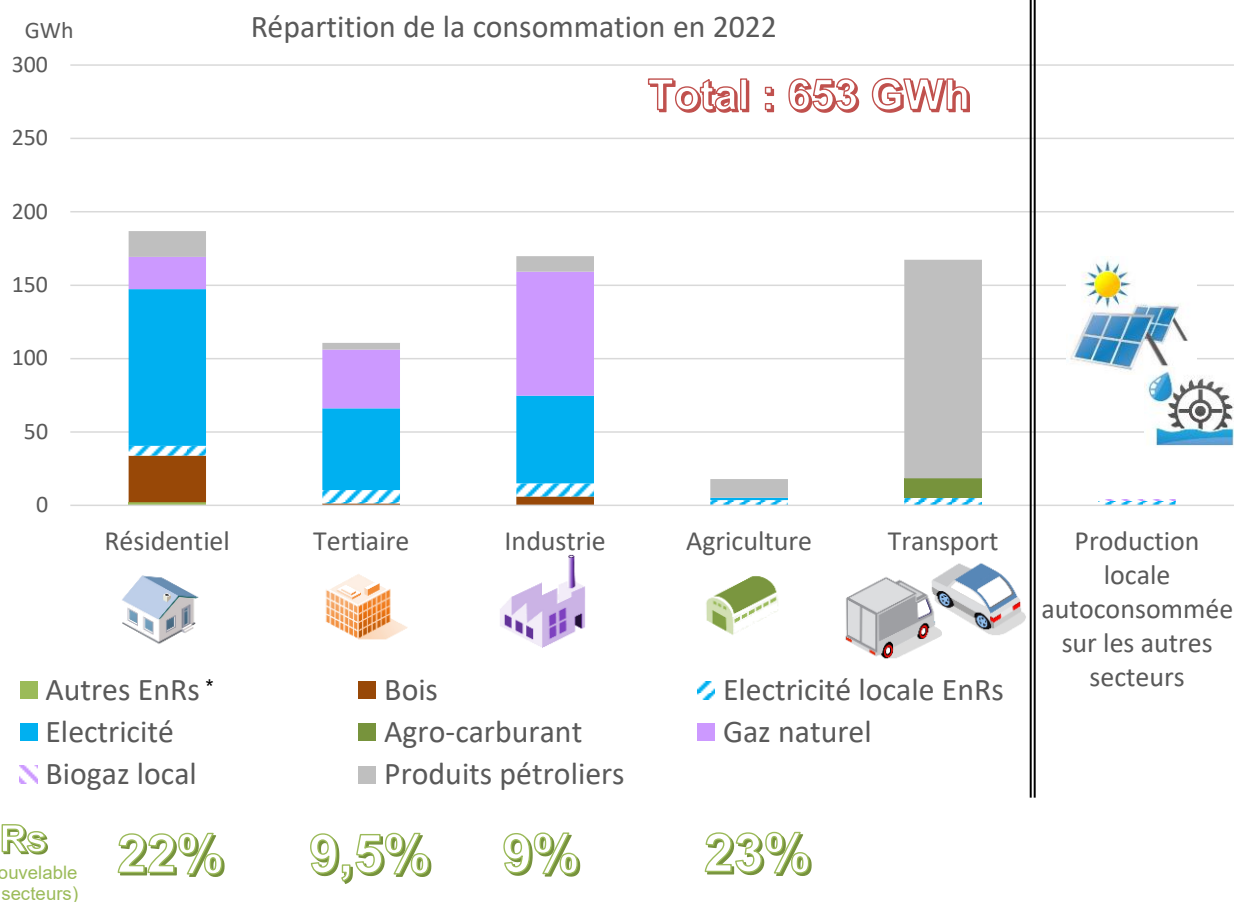
- la consommation baisse de 6% et dans le même temps, la part d'énergie renouvelable augmente considérablement passant de 12% à 23% en 2030,
- toutes les énergies progressent avec un fort développement du photovoltaïque, de la récupération de chaleur fatale (récupération de chaleur sur la station d'épuration pour le réseau de l'Isle-sur-la-Sorgue), de la géothermie et du solaire thermique. L'hydroélectricité est également mise à contribution avec un objectif de deux petits projets d'ici 2030,
- au regard du faible nombre de zones d'accélération pour la chaleur renouvelable définies par les communes, il faudrait s'appuyer sur les projets déjà finalisés (solaire thermique à concentration) ou en cours de développement (réseau de l'Isle-sur-la-Sorgue) pour dupliquer les initiatives auprès des acteurs du territoire,
- les zones d'accélération pour les centrales au sol devront tenir compte des zones environnementales protégées et du paysage. Les projets devront en outre permettre de maximiser les retombés économiques pour les acteurs, les collectivités et les citoyens du territoire.



Le graphique ci-dessous présente l'état des lieux des filières en 2022 pour la chaleur et 2024 pour l'électricité (barre rouge), les objectifs en 2030 apparaissent en vert. Ils tiennent compte pour la chaleur renouvelable (bois énergie, géothermie et aérothermie) d'une baisse des consommations énergétiques. Ainsi, pour le bois énergie, le faible écart entre 2022 et 2030 relève plus d'une baisse des consommations qu'un faible nombre de projets. Au contraire, il est prévu 700 nouveaux poêles en remplacement des chaudières fioul et gaz propane.



La présentation de l'état des lieux énergétique par acteur et de sa projection en 2030 permet d'entrevoir le chemin à parcourir et les dispositifs à renforcer ou à créer suivant les secteurs :

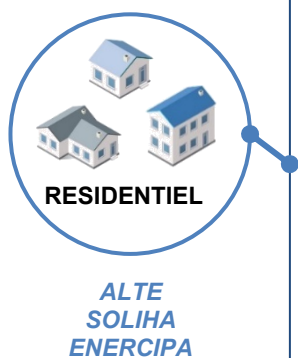


*Autres EnRs : Pompe à chaleur air/air et air/eau, géothermie, solaire thermique

24.2 SYNTHÈSE DES PROPOSITIONS SUR LES DISPOSITIFS À RENFORCER, LES ACTIONS ISSUES DES ATELIERS DE CONCERTATION

Nous présentons à la page suivante les propositions, issues des ateliers de concertation, qui ont permis aux élus et acteurs du territoire de se prononcer sur les actions à mener, les dispositifs à renforcer dans les différents secteurs.

Une partie de ces propositions seront reprises dans le plan d'action du SCoT CCI et des EPCI.



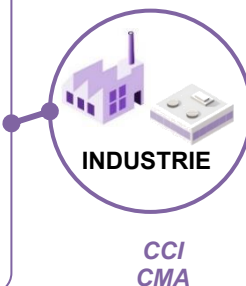
MIEUX INTEGRER LES EnRs DANS L'HABITAT

- Elargir le dispositif ALTE/SARE à la production d'énergies renouvelables.
- **Fournir une information éclairée** et indépendante (chiffres clés, rentabilité, etc.).
- **Communiquer** sur le cadastre solaire, la thermographie aérienne et développer les balades thermographiques.
- Inciter et développer des **projets citoyens**.
- Développer l'autoconsommation (copropriétés, lotissement, ASL)
- **Développer un quartier à haute qualité environnementale** et autonome en énergie.

RELANCER LES EnRs DANS LES ENTREPRISE

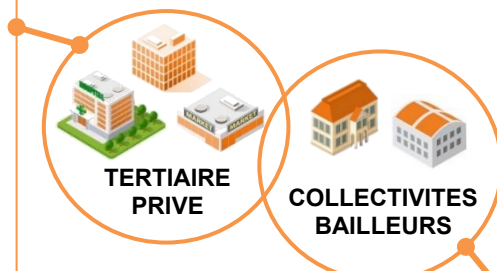
- **Guichet unique** : information sur les incitations financières et accompagnement technique
- Vision globale et mutualiser sur les zones d'activité (démarche E.I.T.*)
- Communiquer sur les ateliers de la ALTE.

*E.I.T. : Ecologie Industrielle et Territoriale



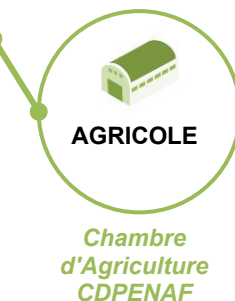
ACCOMPAGNEMENT ET CIBLAGE

- Etablir un **cycle régulier de visites** sur les installations EnRs (COFOR pour le bois énergie, syndicat d'énergie pour le photovoltaïque, etc.).
- Cibler les campings, les hôtels, les gîtes (pour l'eau chaude sanitaire solaire).
- **Fiche REX** sur les coûts/bénéfices en € des différents projets (ressources ADEME, AMORCE).
- Utiliser le label OPQIBI pour la qualification des bureaux d'études.



UN MODELE DE PRODUCTION VERTUEUX

- **Encadrer le dévelop. de l'agrivoltaïsme.**
- Suivre la rédaction du « document-cadre »
- Meilleure prise en compte de la transition énergétique (chambre d'agriculture)



MONTER EN COMPETENCE DES PROFESSIONNELS

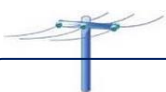
- Développer la **formation continue** des professionnels (RGE).
- Inciter à la professionnalisation des installateurs de PAC.
- Renforcement des compétences des partenaires sur les filières énergétiques (CCI, CMA, CA).



**Chambre des
Métiers et de
l'Artisanat**

RENFORCER LES DISPOSITIFS EXISTANTS

- Informer sur la technique, les aides (y compris banque des territoires), les opportunités.
- Visite de sites, **relancer l'Energie Tour** (SEV84).



ORGANISER LE DEPLOIEMENT DU PHOTOVOLTAIQUE POUR LES GRANDS PROJETS

Charte de co-développement des projets d'énergies renouvelables :

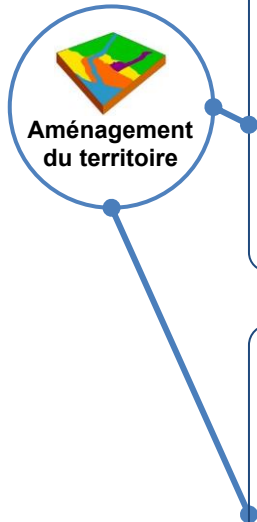
- Insister sur la réversibilité
- Insister sur les visuels qui présentent l'impact paysager
- Prise en compte de la gestion des risques (inondation, incendie, etc.)
- Choix des matériaux et recyclage

Prise en compte de la doctrine du Parc Naturel Régional du Lubéron.

Quels projets pour le territoire ?

- Etudier toutes les options d'énergies renouvelables sous-exploitées (ex : géothermie, hydroélectricité, etc.)
- **Développer l'autoconsommation collective.**
- Pousser au développement des initiatives locales citoyennes, le partage de la valeur des projets.
- Encourager les « gros » projets de coopération public/privé – ex. réseau de chaleur.
- Prioriser les projets sur toiture et les ombrières sur parking.
- **Le développement de l'agrivoltaïsme doit se faire avec beaucoup de maîtrise et d'équilibre.**





PROPOSITIONS ISSUES DE L'ATELIER

- Rappeler l'arrêté de 2007 sur l'étude obligatoire sur l'énergie dans les nouveaux bâtiments (or logements individuels et collectifs).
- Inciter dans les documents d'urbanisme à une **labélisation Eco-quartier ou BDM** (Bâtiment Durable Méditerranéens).
- **Communiquer** sur le cadastre solaire, la thermographie aérienne et développer les balades thermographiques.
- Inciter et développer des **projets citoyens** pour les EnRs.
- Développer l'autoconsommation (copropriétés, lotissement, ASL)

ENGAGEMENT DES ELUS DANS LA TRANSITION ENERGETIQUE (sondage en ligne)

- Intégrer les enjeux énergie-climat dans le rapport de présentation, le PADD, Le DOO pour le SCoT. (sondage : **100%** oui)
- **Intégration des enjeux énergétiques et des zones d'accélération EnRs** dans le rapport de présentation, le PADD, les OAP et le règlement pour le PLU. (sondage **83%** oui)
- Etude EnRs qualitative et pas seulement une simple étude pour le choix d'alimentation en énergies des nouveaux quartiers. (sondage : 58% oui)
- **Renforcement des EnRs dans le cahier des charges (CdC) pour la construction durable sur les ZAC et les CdC de cession de terrain.** Pas seulement sur le photovoltaïque qui est obligatoire, mais sur la chaleur renouvelable le rafraîchissement et la production d'eau chaude. (Sondage : **92%** oui)

ANNEXES

<u>A</u>	<u>TABLEAU DETAILLE DE LA PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES EN 2030 POUR LE SCOT CCI</u>	<u>136</u>
<u>B</u>	<u>TABLEAU DETAILLE DE LA PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES EN 2030 POUR LA CALMV</u>	<u>139</u>
<u>C</u>	<u>TABLEAU DETAILLE DE LA PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES EN 2030 POUR LA CCPSMV</u>	<u>142</u>
<u>D</u>	<u>FICHE D'INFORMATION SUR LES INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES</u>	<u>145</u>
<u>E</u>	<u>REJETS DE CO2 EVITES PAR LES FILIERES ENERGIES RENOUVELABLES</u>	<u>146</u>
<u>F</u>	<u>TECHNOLOGIE DE LA RECUPERATION DE CHALEUR</u>	<u>149</u>

A Tableau détaillé de la production d'énergies renouvelables en 2030 pour le SCoT CCI



Syndicat Mixte du SCoT
du bassin de vie
Cavaillon, Coustellet
L'Isle sur la Sorgue

[Accueil](#)
2030**Ambitions ciblées**




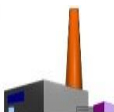
	Proposition d'un objectif en % du gisement identifié						Production attendue en 2030 des installations existantes	Réalisation entre 2025 2030	Réalisations par an entre 2025 2030	Production totale en MWh/an 2030
	NB SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois			NB SUR LE NEUF (réalisation chaque année)						
	%	Ambition s ciblées	MWh/an	%	Ambition s ciblées	MWh/an	MWh/an	MWh/an	nb/an	MWh/an
Solaire thermique CESI (chauffe-eau solaire individuel) SSC (système solaire combiné) CESC sur les logements privés CESC sur les logements HLM CESC secteur tertiaire Agricole (ECS et séchage) Haute T° (industrie) Chauffage de l'eau des piscines Réseau de chaleur solaire thermique										
	0%	85	102 MWh/an	20%	53	43 MWh/an		315	70	
	0%	16	81 MWh/an					81	3	
	1%	1	10 MWh/an	30%	2	6 MWh/an		42	2	
	1%	1	10 MWh/an					10	0	
	9%	20	1 073 MWh/an	10%	0	8 MWh/an		1 114	4	
	16%	4	16 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		16	1	
	5%	1	684 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		684	0	
	25%	1	220 MWh/an					220	0	
	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Sous-total solaire thermique :	1,2	169	2 197 MWh/an	100	55	57 MWh/an	3 641	2 483	89	6 124
Bois énergie - Chaudière automatique Maison - chaudière automatique Chaudière collective (immeubles logts) Chaudières collectives (tertiaire) Chaudières dans l'industrie Chaudière secteur agricole Réseaux de chaleur Micro-cogénération bois (tertiaire) Micro-cogénération bois (individuelle)										
	0%	10	61 MWh/an					61	2	
	1%	1	45 MWh/an	3%	1	6 MWh/an		74	1	
	1%	0	79 MWh/an	38%	0	19 MWh/an		176	0	
	0%	0	236 MWh/an			396 MWh/an		2 217	0	
	1%	0	205 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		205	0	
	0%	0	0 MWh/an					0	0	
	0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		0	0	
	0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		0	0	
Ss-total bois énergie - chaudière automatique :	1	12	627 MWh/an	1	1	421 MWh/an	44 761	2 733	3	47 494
Inserts et Poêles performants Poêles et inserts renouvellement Poêles et inserts nouveaux équipements Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)										
	20%	2 272	15 756 MWh/an				Renouvel. et baisse de la consommation -->	15 756	454	
	12%	1 583	8 072 MWh/an	20%	56	137 MWh/an		8 757	372	
	0%	20	124 MWh/an					124	4	
Sous-total bois énergie - inserts et poêles :	1	3 876	23 952 MWh/an		56	137 MWh/an	63 807	24 637	831	88 444
Géothermie-PAC Maison géothermie verticale Immeubles collectifs (nappe ou sondes) Immeubles tertiaires (nappe ou sondes) Immeubles industriels Réseau de chaleur géothermique Sources chaudes										
	0%	5	19 MWh/an	30%	68	133 MWh/an		684	69	
	2%	1	54 MWh/an	70%	12	87 MWh/an		489	12	
	14%	14	3 008 MWh/an	50%	1	30 MWh/an		3 159	4	
	0%	0	0 MWh/an					0	0	
	0%	0	0 MWh/an	50%	9	21 MWh/an		103	9	
	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Sous-total géothermie PAC :	1	20	3 081 MWh/an	1	90	271 MWh/an	113	4 435	94	4 548
Géothermie basse et haute T° Géothermie profonde, prod. chaleur	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Sous-total géothermie basse et haute T° :		0	0 MWh/an		0	0 MWh/an	0	0	0	0
Aérothermie - PAC Maison aérothermie (air/eau) Immeuble aérothermie (air/air) Bâtiments tertiaires										
	46%	10 109	25 772 MWh/an	33%	92	113 MWh/an		26 338	2 114	
	36%	56	1 253 MWh/an	35%	8	38 MWh/an		1 443	19	
	7%	75	9 595 MWh/an	35%	1	23 MWh/an		9 709	16	
Sous-total aérothermie PAC :	2	10 239	36 619 MWh/an	2,0	101	174 MWh/an	1 410	37 491	2 149	38 901
Récupération de chaleur fatale Maisons (chauffe-eau thermodynamique) Maisons (ECS - eaux usées) Immeubles collectifs (ECS - eaux usées) Immeubles tertiaires (ECS - eaux usées) Collecteurs & Stations d'épuration Chaleur fatale industrie Data center										
	2%	352	301 MWh/an	70%	196	112 MWh/an		863	266	863
	0%	0	0 MWh/an	30%	84	42 MWh/an		210	84	210
	0%	0	0 MWh/an	50%	9	45 MWh/an		226	9	226
	0%	0	0 MWh/an	10%	0	3 MWh/an		15	0	15
	51%	4	5 880 MWh/an					5 880	1	5 880
	27%	69	15 234 MWh/an					15 234	14	15 234
	0%	0	0 MWh/an					0	0	0
Sous-total récup. chaleur :	1	425	21 415 MWh/an		289	202 MWh/an		22 427	374	22 427
Biogaz - Production de chaleur Projet à la ferme Injection de biogaz dans le réseau										
	0%		0 MWh/an					0		
	0%		0 MWh/an					0		0
Sous-total biogaz chaleur :	2		0 MWh/an				419	0	0,00	419
Valorisation déchets / biomasse Unité de valorisation des déchets Unité de valorisation de la biomasse										
	0%		0 MWh/an					0		0
	100%		0 MWh/an					0		0
Sous-total valorisation des déchets / biomasse :			0 MWh/an				0	0		0
							TOTAL THERMIQUE (MWh/an) hors biogaz			
							207 938			
Rappel de la production renouvelable thermique en 2025 : 139 904 MWh/an							Production thermique (MWh/an)			
							208 357			
en 2020 la production est multipliée par : 1,5							équivalent tep/an			
							17 919			
							rejet de CO2 évité (tCO2/an)			
							26 906			



Ambitions ciblées	Proposition d'un objectif en % du gisement identifié						Production attendue en 2030 des installations existantes	Réalisation entre 2025 2030	Réalisations par an entre 2025 2030	Production totale en MWh/an 2030
	NB SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois			NB SUR LE NEUF (réalisation chaque année)						
	%	Ambition s ciblées	MWh/an	%	Ambition s ciblées	MWh/an	MWh/an	MWh/an	nb/an	MWh/an
Photovoltaïque										
Maison individuelle	1%	300	1 253 MWh/an	20%	53	222 MWh/an		2 365	113	17 889
Immeubles de logements	1%	8	459 MWh/an	30%	3	86 MWh/an		890	5	890
Bâtiments tertiaires	13%	152	8 471 MWh/an	100%	2	53 MWh/an		8 735	32	8 735
Equipements sportifs, culture, loisirs	64%	20	2 743 MWh/an	100%	0	17 MWh/an		2 830	4	3 320
Grandes toitures (industrielles, stockage)	3%	16	4 631 MWh/an	100%	1	573 MWh/an		7 497	4	49 960
Bâtiments agricoles	2%	16	958 MWh/an	90%	1	339 MWh/an		2 656	4	10 000
Ombrières de parking (31 MWc)	69%	217	41 798 MWh/an					41 798	43	41 798
Centrales photovoltaïques (38 MWc)	13%	4	57 459 MWh/an					57 459	1	70 376
								0	0	
Sous-total solaire photovoltaïque :	1	734	117 773 MWh/an	2	60	1 291 MWh/an	78 738	124 230	207	202 968
Hydroélectricité										
Petites hydroélectricité	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Nouveaux sites	18%	2	1 320 MWh/an					1 320	0	
Otpimisation, suréquipement	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Turbinage eau potable	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Turbinage eaux usées	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Hydroliennes	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Sous-total hydroélectricité :	1	2	1 320 MWh/an				3 442	1 320	0,4	4 762
Eolien										
Parc éolien (0 MW)	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Petites éoliennes	0%	0	0 MWh/an					0	0	
Sous-total éolien :	2	0	0 MWh/an				0	0	0	0
Biogaz - Production d'électricité										
Projet à la ferme	0%		0 MWh/an					0		
Sous-total biogaz électricité :			0 MWh/an				433	0	0,0	433
Valorisation des déchets / biomasse										
Unité de valorisation des déchets	0%		0 MWh/an					0		
Unité de valorisation de la biomasse	0%		0 MWh/an					0		
Micro-cogénération bois tertiaire	0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		0	0	0
Micro-cogénération bois individuelle	0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		0	0	0
Sous-total incinération :		0	0 MWh/an		0	0 MWh/an	0	0	0,0	0
Rappel de la production renouvelable électrique en 2025 : 82 613 MWh/an en 2020 la production est multipliée par : 2,5							TOTAL ELECTRIQUE (MWh/an) Production électrique (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO2 évité (tCO2/an)			
Agrocarburants										
Production supplémentaire	100%		0 MWh/an					0		
							0	0		0
TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES MWh/an :							222 260	219 756	3 747	416 520

B Tableau détaillé de la production d'énergies renouvelables en 2030 pour la CALMV



Accueil	2030	Proposition d'un objectif en % du gisement identifié					Production attendue en 2030 des installations existantes	Réalisation entre 2025 2030	Réalisations par an entre 2025 2030	Production totale en MWh/an 2030	
		NB SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois			NB SUR LE NEUF (réalisation chaque année)		MWh/an	MWh/an	nb/an	MWh/an	
		%	Ambition s ciblées	MWh/an	%	Ambition s ciblées					MWh/an
Ambitions ciblées											
Solaire thermique											
	CESI (chauffe-eau solaire individuel)	0%	42	51 MWh/an	20%	33	26 MWh/an		182	41	
	SSC (système solaire combiné)	0%	8	43 MWh/an				43		2	
	CESC sur les logements privés	0%	0	0 MWh/an	30%	1	4 MWh/an	20		1	
	CESC sur les logements HLM	0%	0	0 MWh/an				0		0	
	CESC secteur tertiaire	8%	13	471 MWh/an	10%	0	2 MWh/an	481		3	
	Agricole (ECS et séchage)	13%	2	8 MWh/an	0%	0	0 MWh/an	8		0	
	Haute T° (industrie)	0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an	0		0	
	Chauffage de l'eau des piscines	27%	0	110 MWh/an				110		0	
	Réseau de chaleur solaire thermique	0%	0	0 MWh/an				0		0	
Sous-total solaire thermique :		1,0	92	682 MWh/an	100	34	32 MWh/an	2 157	844	52	3 001
Bois énergie - Chaudière automatique											
	Maison - chaudière automatique	0%	7	45 MWh/an				45		1	
	Chaudière collective (immeubles logts)	0%	0	0 MWh/an	4%	1	5 MWh/an	25		1	
	Chaudières collectives (tertiaire)	1%	0	53 MWh/an	38%	0	7 MWh/an	86		0	
	Chaudières dans l'industrie	0%	1	239 MWh/an			135 MWh/an	912		0	
	Chaudière secteur agricole	1%	0	122 MWh/an	0%	0	0 MWh/an	122		0	
	Réseaux de chaleur	0%	0	0 MWh/an				0		0	
	Micro-cogénération bois (tertiaire)	0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an	0		0	
	Micro-cogénération bois (individuelle)	0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an	0		0	
Ss-total bois énergie - chaudière automatique :		2	9	459 MWh/an	1	1	146 MWh/an	36 636	1 190	2	37 826
Inserts et Poêles performants											
	Poêles et inserts renouvellement	20%	1 409	10 180 MWh/an				10 180		282	
	Poêles et inserts nouveaux équipements	12%	929	5 041 MWh/an	50%	85	212 MWh/an	6 100		271	
	Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)	0%	12	78 MWh/an				78		2	
Sous-total bois énergie - inserts et poêles :		2	2 350	15 299 MWh/an		85	212 MWh/an	41 344	16 358	555	57 702
Géothermie-PAC											
	Maison géothermie verticale	0%	11	48 MWh/an	30%	40	79 MWh/an	441		42	
	Immeubles collectifs (nappe ou sondes)	10%	6	178 MWh/an	70%	6	47 MWh/an	412		7	
	Immeubles tertiaires (nappe ou sondes)	21%	15	2 315 MWh/an	50%	0	9 MWh/an	2 360		3	
	Immeubles industriels	0%	0	0 MWh/an				0		0	
	Réseau de chaleur géothermique	0%	0	0 MWh/an	50%	5	10 MWh/an	51		5	
	Sources chaudes	0%	0	0 MWh/an				0		0	
Sous-total géothermie PAC :		1	32	2 540 MWh/an	1	51	145 MWh/an	98	3 264	58	3 361
Géothermie basse et haute T°											
Géothermie profonde, prod. chaleur		0%	0	0 MWh/an				0		0	
Sous-total géothermie basse et haute T° :			0	0 MWh/an		0	0 MWh/an	0	0	0	0
Aérothermie - PAC											
	Maison aérothermie (air/eau)	47%	6 069	16 464 MWh/an	33%	56	70 MWh/an	16 814		1 270	
	Immeuble aérothermie (air/air)	36%	36	468 MWh/an	35%	5	24 MWh/an	586		12	
	Bâtiments tertiaires	8%	54	5 048 MWh/an	35%	0	10 MWh/an	5 100		11	
Sous-total aérothermie PAC :		2	6 159	21 980 MWh/an	2,0	62	104 MWh/an	831	22 500	1 294	23 331
Récupération de chaleur fatale											
	Maisons (chauffe-eau thermodynamique)	2%	211	180 MWh/an	70%	120	69 MWh/an	523		162	523
	Maisons (ECS - eaux usées)	0%	0	0 MWh/an	30%	51	26 MWh/an	128		51	128
	Immeubles collectifs (ECS - eaux usées)	0%	0	0 MWh/an	50%	6	28 MWh/an	138		6	138
	Immeubles tertiaires (ECS - eaux usées)	0%	0	0 MWh/an	10%	0	1 MWh/an	5		0	5
	Collecteurs & Stations d'épuration	9%	0	580 MWh/an				580		0	580
	Chaleur fatale industrie	68%	108	13 204 MWh/an				13 204		22	13 204
	Data center	0%	0	0 MWh/an				0		0	0
Sous-total récup. chaleur :		1	320	13 964 MWh/an		177	123 MWh/an	14 579	241		14 579
Biogaz - Production de chaleur											
	Projet à la ferme	0%		0 MWh/an				0			
	Injection de biogaz dans le réseau	3%		349 MWh/an				349			349
Sous-total biogaz chaleur :		2		349 MWh/an				0	349	0,01	349
Valorisation déchets / biomasse											
	Unité de valorisation des déchets	44%		0 MWh/an				0			0
	Unité de valorisation de la biomasse	100%		0 MWh/an				0			0
Sous-total valorisation des déchets / biomasse :				0 MWh/an				0	0		0
TOTAL THERMIQUE (MWh/an) hors biogaz							139 800				
Rappel de la production renouvelable thermique en 2025 : 97 606 MWh/an							Production thermique (MWh/an) 140 148				
en 2020 la production est multipliée par : 1,4							équivalent tep/an 12 053				
0%							rejet de CO2 évité (tCO2/an) 17 985				





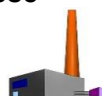



Accueil		2030		Proposition d'un objectif en % du gisement identifié				Production attendue en 2030 des installations existantes	Réalisation entre 2025 2030	Réalisations par an entre 2025 2030	Production totale en MWh/an 2030		
Ambitions ciblées		NB SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois		NB SUR LE NEUF (réalisation chaque année)									
Photovoltaïque <div>Maison individuelle</div> <div>Immeubles de logements</div> <div>Bâtiments tertiaires</div> <div>Equipements sportifs, culture, loisirs</div> <div>Grandes toitures (industrielles, stockage)</div> <div>Bâtiments agricoles</div> <div>Ombrières de parking (20 MWc)</div> <div>Centrales photovoltaïques (30 MWc)</div> <div></div>		<div>1%</div> <div>1%</div> <div>12%</div> <div>42%</div> <div>3%</div> <div>2%</div> <div>71%</div> <div>10%</div>	<div>180</div> <div>5</div> <div>97</div> <div>8</div> <div>11</div> <div>11</div> <div>139</div> <div>3</div>	<div>754 MWh/an</div> <div>295 MWh/an</div> <div>5 371 MWh/an</div> <div>1 080 MWh/an</div> <div>3 052 MWh/an</div> <div>630 MWh/an</div> <div>26 983 MWh/an</div> <div>45 352 MWh/an</div>	<div>20%</div> <div>30%</div> <div>####</div> <div>####</div> <div>####</div> <div>####</div> <div>90%</div>	<div>33</div> <div>2</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div>	<div>137 MWh/an</div> <div>53 MWh/an</div> <div>33 MWh/an</div> <div>11 MWh/an</div> <div>402 MWh/an</div> <div>181 MWh/an</div>	<div></div> <div>1 441</div> <div>561</div> <div>5 538</div> <div>1 133</div> <div>5 061</div> <div>1 535</div> <div>26 983</div> <div>45 352</div> <div>0</div>	<div></div> <div>69</div> <div>3</div> <div>20</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>2</div> <div>28</div> <div>1</div> <div>0</div>	<div></div> <div>10 288</div> <div>561</div> <div>5 538</div> <div>1 406</div> <div>29 503</div> <div>5 637</div> <div>26 983</div> <div>54 708</div>			
Sous-total solaire photovoltaïque :		1	452	83 518 MWh/an		2	37	817 MWh/an		47 019	87 604	128	134 623
Hydroélectricité <div>Petites hydroélectricité</div> <div>Nouveaux sites</div> <div>Otpimisation, suréquipement</div> <div>Turbinage eau potable</div> <div>Turbinage eaux usées</div> <div>Hydroliennes</div> <div></div>		<div>0%</div> <div>18%</div> <div>0%</div> <div>0%</div> <div>0%</div> <div>0%</div>	<div>0</div> <div>2</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>	<div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div>				<div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>	<div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>				
Sous-total hydroelectricité :		1	2	0 MWh/an				170	0	0,4	170		
Eolien <div>Parc éolien (0 MW)</div> <div>Petites éoliennes</div> <div></div>		<div>0%</div> <div>0%</div>	<div>0</div> <div>0</div>	<div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div>				<div>0</div> <div>0</div>	<div>0</div> <div>0</div>				
Sous-total éolien :		2	0	0 MWh/an				0	0	0	0		
Biogaz - Production d'électricité <div>Projet à la ferme</div> <div></div>		<div>0%</div>		<div>0 MWh/an</div>				<div>0</div>					
Sous-total biogaz électricité :				0 MWh/an				0	0	0,0	0		
Valorisation des déchets / biomasse <div>Unité de valorisation des déchets</div> <div>Unité de valorisation de la biomasse</div> <div>Micro-cogénération bois tertiaire</div> <div>Micro-cogénération bois individuelle</div> <div></div>		<div>0%</div> <div>0%</div> <div>0%</div> <div>0%</div>	<div></div> <div></div> <div>0</div> <div>0</div>	<div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div>	<div>0%</div> <div>0%</div>	<div>0</div> <div>0</div>	<div>0 MWh/an</div> <div>0 MWh/an</div>	<div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>	<div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>	<div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>			
Sous-total incinération :			0	0 MWh/an			0	0 MWh/an		0	0	0,0	0
Rappel de la production renouvelable électrique en 2025 : 47 189 MWh/an en 2020 la production est multipliée par : 2,9								TOTAL ELECTRIQUE (MWh/an) Production électrique (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO2 évité (tCO2/an)				134 793 11 592 40 446	
Agrocarburants <div>Production supplémentaire</div> <div></div>		<div>100%</div>		<div>0 MWh/an</div>				<div>0</div>	<div>0</div>				
TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES MWh/an :								144 547	146 687	2 330	274 941		

C Tableau détaillé de la production d'énergies renouvelables en 2030 pour la CCPSMV

Accueil		2030		Proposition d'un objectif en % du gisement identifié						Production attendue en 2030 des installations existantes	Réalisation entre 2025 2030	Réalisations par an entre 2025 2030	Production totale en MWh/an 2030
				NB SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois			NB SUR LE NEUF (réalisation chaque année)			MWh/an	MWh/an	nb/an	MWh/an
				%	Ambition s ciblées	MWh/an	%	Ambition s ciblées	MWh/an				
Ambitions ciblées													
Solaire thermique													
CESI (chauffe-eau solaire individuel)				0%	28	34 MWh/an	20%	20	15 MWh/an		108	26	
SSC (système solaire combiné)				0%	5	25 MWh/an				25	1		
CESC sur les logements privés				0%	0	0 MWh/an	30%	1	3 MWh/an		13	1	
CESC sur les logements HLM				0%	0	0 MWh/an				0	0		
CESC secteur tertiaire				4%	3	648 MWh/an	10%	0	19 MWh/an		742	1	
Agricole (ECS et séchage)				24%	2	8 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		8	0	
Haute T° (industrie)				13%	1	684 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		684	0	
Chauffage de l'eau des piscines				23%	1	110 MWh/an				110	0		
Réseau de chaleur solaire thermique				0%	0	0 MWh/an				0	0		
Sous-total solaire thermique :				1,0	47	1 510 MWh/an	100	21	36 MWh/an	1 484	1 690	30	3 174
Bois énergie - Chaudière automatique													
Maison - chaudière automatique				0%	3	17 MWh/an				17	1		
Chaudière collective (immeubles logts)				4%	1	10 MWh/an	1%	0	1 MWh/an		13	0	
Chaudières collectives (tertiaire)				0%	0	28 MWh/an	38%	0	12 MWh/an		90	0	
Chaudières dans l'industrie				0%	1	0 MWh/an			270 MWh/an	1 350	0		
Chaudière secteur agricole				0%	0	83 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		83	0	
Réseaux de chaleur				0%	0	0 MWh/an				0	0		
Micro-cogénération bois (tertiaire)				0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		0	0	
Micro-cogénération bois (individuelle)				0%	0	0 MWh/an	0%	0	0 MWh/an		0	0	
Ss-total bois énergie - chaudière automatique :				1	5	138 MWh/an	1	0	283 MWh/an	8 076	1 553	1	9 629
Inserts et Poêles performants													
Poêles et inserts renouvellement				20%	862	5 607 MWh/an				Renouvel. et baisse de la consommation -->	5 607	172	
Poêles et inserts nouveaux équipements				12%	655	3 062 MWh/an	14%	15	32 MWh/an		3 222	146	
Poêles bouilleurs (ECS + chauffage)				0%	8	46 MWh/an					46	2	
Sous-total bois énergie - inserts et poêles :				1	1 525	8 716 MWh/an		15	32 MWh/an	22 612	8 876	320	31 488
Géothermie-PAC													
Maison géothermie verticale				0%	0	0 MWh/an	30%	28	49 MWh/an		244	28	
Immeubles collectifs (nappe ou sondes)				0%	0	0 MWh/an	70%	6	41 MWh/an		203	6	
Immeubles tertiaires (nappe ou sondes)				4%	1	377 MWh/an	50%	0	24 MWh/an		495	1	
Immeubles industriels				0%	0	0 MWh/an					0	0	
Réseau de chaleur géothermique				0%	0	0 MWh/an	50%	4	11 MWh/an		56	4	
Sources chaudes				0%	0	0 MWh/an					0	0	
Sous-total géothermie PAC :				1	1	377 MWh/an	1	39	124 MWh/an	49	997	39	1 046
Géothermie basse et haute T°													
Géothermie profonde, prod. chaleur				0%	0	0 MWh/an					0	0	
Sous-total géothermie basse et haute T° :					0	0 MWh/an		0	0 MWh/an	0	0	0	0
Aérothermie - PAC													
Maison aérothermie (air/eau)				45%	4 040	9 444 MWh/an	33%	36	39 MWh/an		9 638	844	
Immeuble aérothermie (air/air)				36%	20	133 MWh/an	35%	3	14 MWh/an		204	7	
Bâtiments tertiaires				3%	14	5 166 MWh/an	35%	0	12 MWh/an		5 227	3	
Sous-total aérothermie PAC :				2	4 073	14 743 MWh/an	2,0	39	65 MWh/an	545	15 069	854	15 614
Récupération de chaleur fatale													
Maisons (chauffe-eau thermodynamique)				2%	141	121 MWh/an	70%	76	40 MWh/an		319	104	319
Maisons (ECS - eaux usées)				0%	0	0 MWh/an	30%	33	16 MWh/an		82	33	82
Immeubles collectifs (ECS - eaux usées)				0%	0	0 MWh/an	50%	4	17 MWh/an		87	4	87
Immeubles tertiaires (ECS - eaux usées)				0%	0	0 MWh/an	10%	0	2 MWh/an		9	0	9
Collecteurs & Stations d'épuration				100%	4	5 300 MWh/an					5 300	1	5 300
Chaleur fatale industrie				6%	5	2 050 MWh/an					2 050	1	2 050
Data center				0%	0	0 MWh/an					0	0	0
Sous-total récup. chaleur :				1	150	7 470 MWh/an		113	75 MWh/an	7 848	143		7 848
Biogaz - Production de chaleur													
Projet à la ferme				0%		0 MWh/an					0		
Injection de biogaz dans le réseau				0%		0 MWh/an					0		0
Sous-total biogaz chaleur :				2		0 MWh/an				419	0	0,00	419
Valorisation déchets / biomasse													
Unité de valorisation des déchets				44%		0 MWh/an					0		0
Unité de valorisation de la biomasse				100%		0 MWh/an					0		0
Sous-total valorisation des déchets / biomasse :						0 MWh/an				0	0		0
TOTAL THERMIQUE (MWh/an)										68 799			
Rappel de la production renouvelable thermique en 2025 : 42 299 MWh/an										Production thermique (MWh/an) 69 218			
en 2020 la production est multipliée par : 1,6										équivalent tep/an 5 953			
										rejet de CO2 évité (tCO2/an) 9 102			



Accueil		2030		Proposition d'un objectif en % du gisement identifié				Production attendue en 2030 des installations existantes	Réalisation entre 2025 2030	Réalisations par an entre 2025 2030	Production totale en MWh/an 2030	
Ambitions ciblées		NB SUR L'EXISTANT ou réalisé une seule fois		NB SUR LE NEUF (réalisation chaque année)								
Photovoltaïque Maison individuelle Immeubles de logements Bâtiments tertiaires Equipements sportifs, culture, loisirs Grandes toitures (industrielles, stockage) Bâtiments agricoles Ombrières de parking (11 MWc) Centrales photovoltaïques (8 MWc) <i>Sous-total solaire photovoltaïque :</i>			1% 1% 13% 37% 3% 0% 66% 55%	120 3 53 4 6 0 78 2	498 MWh/an 162 MWh/an 2 954 MWh/an 629 MWh/an 1 575 MWh/an 0 MWh/an 14 817 MWh/an 12 046 MWh/an	20% 30% 100% 100% 100% 90%	20 1 1 0 0 0	84 MWh/an 33 MWh/an 19 MWh/an 7 MWh/an 171 MWh/an 155 MWh/an	920 325 3 050 664 2 429 775 14 817 12 046 0	44 2 11 1 2 0 16 0 0	7 573 325 3 050 879 20 388 4 006 14 817 15 602	
Hydroélectricité Petites hydroélectricité Nouveaux sites Otpimisation, suréquipement Turbinage eau potable Turbinage eaux usées Hydroliennes <i>Sous-total hydroélectricité :</i>			0% 18% 0% 0% 0% 0%	0 2 0 0 0 0	0 MWh/an 1 320 MWh/an 0 MWh/an 0 MWh/an 0 MWh/an 0 MWh/an				0 1 320 0 0 0 0	0 0 0 0 0		
Eolien Parc éolien (0 MW) Petites éoliennes <i>Sous-total éolien :</i>			0% 0%	0 0	0 MWh/an 0 MWh/an				0 0	0 0		
Biogaz - Production d'électricité Projet à la ferme <i>Sous-total biogaz électricité :</i>			0%		0 MWh/an				0			
Valorisation des déchets / biomasse Unité de valorisation des déchets Unité de valorisation de la biomasse Micro-cogénération bois tertiaire Micro-cogénération bois individuelle <i>Sous-total incinération :</i>			0% 0% 0% 0%	 0 0	0 MWh/an 0 MWh/an 0 MWh/an 0 MWh/an	0% 0%	0 0	0 MWh/an 0 MWh/an	0 0 0 0	0 0 0 0		
Rappel de la production renouvelable électrique en 2025 : 35 319 MWh/an en 2020 la production est multipliée par : 2,0								TOTAL ELECTRIQUE (MWh/an) Production électrique (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO2 évité (tCO2/an)				71 664 6 163 21 724
Agrocarburants Production supplémentaire <i>Sous-total agrocarburants :</i>			100%		0 MWh/an				0 0		0	
TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES MWh/an :								77 560	72 378	1 463	140 882	

D Fiche d'information sur les installations d'énergies renouvelables

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

Cheminée ☐

Poêle à bois ☐

Poêle bouilleur¹ ☐

Chaudière au bois² ☐

¹ vous produisez l'eau chaude sanitaire avec votre poêle

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

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

Aérothermie³ ☐

Géothermie horizontale⁴ ☐

Géothermie verticale⁵ ☐

Géothermie dans la nappe⁶ ☐

³ vous puisez les calories dans l'air

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

⁵ vous puisez les calories dans le sol par des capteurs positionnés à la verticale

⁶ vous puisez les calories dans la nappe d'eau

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

Chauffe-eau solaire ☐

Système solaire combiné⁷ ☐

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

Votre maison est équipée d'une installation photovoltaïque ☐

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

E Rejets de CO₂ évités par les filières énergies renouvelables

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.

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.

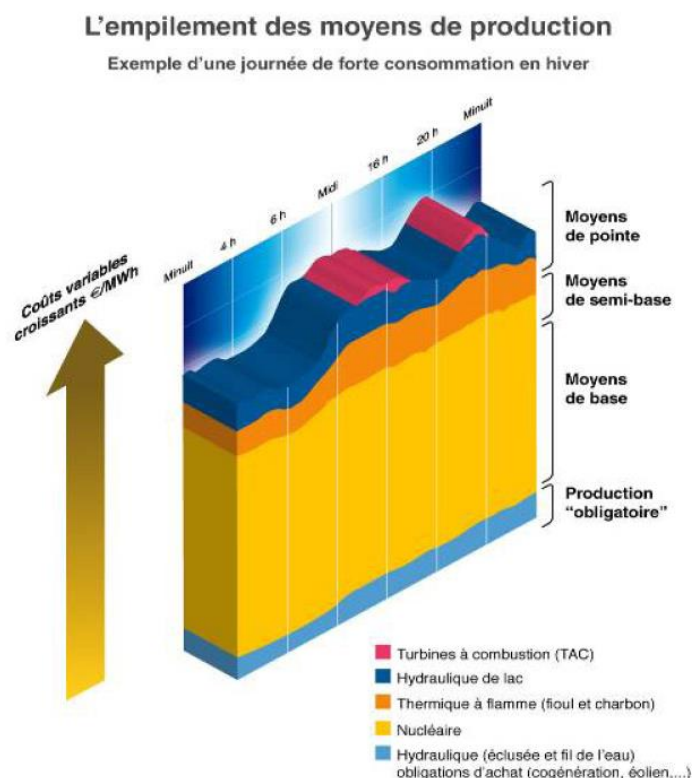


Figure 2 : Empilement des moyens de production (EDF R&D – Février 2008)

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

« La sollicitation des moyens de production pour satisfaire la demande respecte un ordre économique établi en fonction des coûts proportionnels de production de chaque installation. Au plus bas de l'empilement se trouvent les productions dites fatales, parmi lesquelles l'éolien et l'hydraulique au fil de l'eau. Suivent le nucléaire, puis le charbon et les cycles combinés au gaz (CCG), et enfin le fioul et les turbines à combustion (TAC). Ainsi, à chaque instant, un accroissement de la demande se traduira par la sollicitation du moyen de production le moins cher disponible à la hausse. Inversement, une baisse de la demande est compensée par la réduction de la puissance du moyen le plus cher démarré. Selon la terminologie courante, c'est le moyen de production marginal. » (ADEME-RTE : note sur le contenu en 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 gCO₂évités/kWh a été retenue dans le cadre du Grenelle de l'environnement c'est également la valeur que nous retiendrons.

Beaucoup plus récemment, en 2019, RTE a simulé ce que serait le fonctionnement du système électrique actuel sans les installations éoliennes et photovoltaïques. Cette analyse permet de chiffrer les émissions évitées par les filières éolienne et solaire françaises telles qu'aujourd'hui à environ 22 millions de tonnes de CO₂ par an sur le périmètre modélisé dans le Bilan prévisionnel (5 millions de tonnes en France et 17 millions de tonnes dans les pays voisins), soit l'équivalent de 480 gCO₂évités/kWh. Dit autrement, si ces capacités n'avaient pas été développées et avec le reste du parc électrique actuel et inchangé, les moyens thermiques en France et en Europe auraient été davantage sollicités, conduisant à des émissions supplémentaires, notamment via des centrales au charbon et au gaz.

Analyse en Cycle de Vie des filières énergies renouvelables électriques

Il s'agit ici de tenir compte des rejets de CO₂ émis lors de la fabrication des installations, et de les affecter aux kilowattheures produits pendant la durée de vie des installations. Ces valeurs sont fortement dépendantes du lieu de production des installations, aussi les sources de données sur le sujet se basent sur un contenu moyen européen.

La base carbone de l'ADEME indique les émissions de CO₂ suivantes pour les différentes installations :

- Photovoltaïque : 55 gCO₂/kWh (module polycristallin)
- Hydroélectricité : 6 gCO₂/kWh (module polycristallin)
- Eolien : 14 gCO₂/kWh (module polycristallin)

En tenant compte des émissions amont nécessaires à la fabrication des équipements, on retient les valeurs suivantes pour les différentes filières de production d'électricité :

Filière énergie renouvelable électrique	Rejets de CO ₂ évités
Photovoltaïque en tenant compte de l'ensemble du système (module, onduleur, armoire électrique, câblage)	300 gCO ₂ /kWh
Hydroélectricité	349 gCO ₂ /kWh
Grand éolien Eolien urbain	341 gCO ₂ /kWh 330 gCO ₂ /kWh

LES FILIERES THERMIQUES

CO₂ évité

Le raisonnement s'appuie sur les émissions actuelles de CO₂ du territoire en fonction des modes de chauffage des logements et des maisons.

Ainsi, si l'on répartit ces modes de chauffage en fonction des énergies utilisées, il est possible de calculer une valeur moyenne d'émission de CO₂ pour la production d'eau chaude et pour le chauffage.

Chiffre du chauffage sur le territoire en 2022	Répartition des modes de chauffage par type d'énergie		Répartition des modes de chauffage de l'ECS par type d'énergie		gCO ₂ /kWh chauffage	gCO ₂ /kWh ECS	Chauffage gCO ₂ /kWh		ECS gCO ₂ /kWh	
	Log. collectif	Maison indiv	Log. collectif	Maison indiv			Log. collectif	Maison indiv	Log. collectif	Maison indiv
gaz	38%	13%	38%	12%	235	235	89,2	30,3	88,8	29,2
élec	57%	56%	61%	79%	132	53	75,2	74,5	32,3	42,2
fuel	3%	24%	2%	9%	329	329	10,2	79,0	5,1	28,4
bois	2,0%	6,8%	0%	0%	33	33	0,7	2,2	0,0	0,0
chauffage urbain	0%	0,0%	0%	0%	93	93	0,1	0,0	0,1	0,0
On retient (gCO ₂ /kWh) :							175,0	186,0	130,0	100,0

Pour l'eau chaude sanitaire, les valeurs nominales ont été prises pour les énergies fossiles, la valeur de 83 gCO₂/kWh a été retenue pour l'ECS électrique (base 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.

La valeur de 132 gCO₂/kWh a été retenue pour le chauffage électrique (base bilan carbone de l'ADEME).

Analyse en Cycle de Vie des filières énergies renouvelables thermiques

Les valeurs des émissions amont (Analyse en Cycle de Vie) des installations d'énergies renouvelables thermiques n'ont pas toutes été intégrées à l'analyse parce qu'il n'existe pas de données fiables à ce sujet.

La production du combustible bois énergie, mais surtout son transport et la fabrication des équipements sont pris en compte dans l'analyse des rejets de CO₂ évités. Le bois émet ainsi 33 gCO₂/kWh.

Pour la géothermie et le solaire thermique, les résultats dans le tableau ci-dessous sont donnés sans prise en compte des émissions amonts en l'absence d'information précise.

Les valeurs retenues pour les rejets de CO₂ évités pour les filières thermiques sont donc les suivantes :

Filière énergie renouvelable thermique	Rejets de CO ₂ évités
Chauffe-eau solaire individuel	100 gCO ₂ /kWh
Chauffe-eau solaire collectif	186 gCO ₂ /kWh
Système solaire combiné	186 gCO ₂ /kWh
Géothermie (part renouvelable) hors émissions amonts	186 gCO ₂ /kWh (maison) 175 gCO ₂ /kWh (logements collectifs)
Bois énergie	153 gCO ₂ /kWh (maison) 142 gCO ₂ /kWh (logements collectifs)

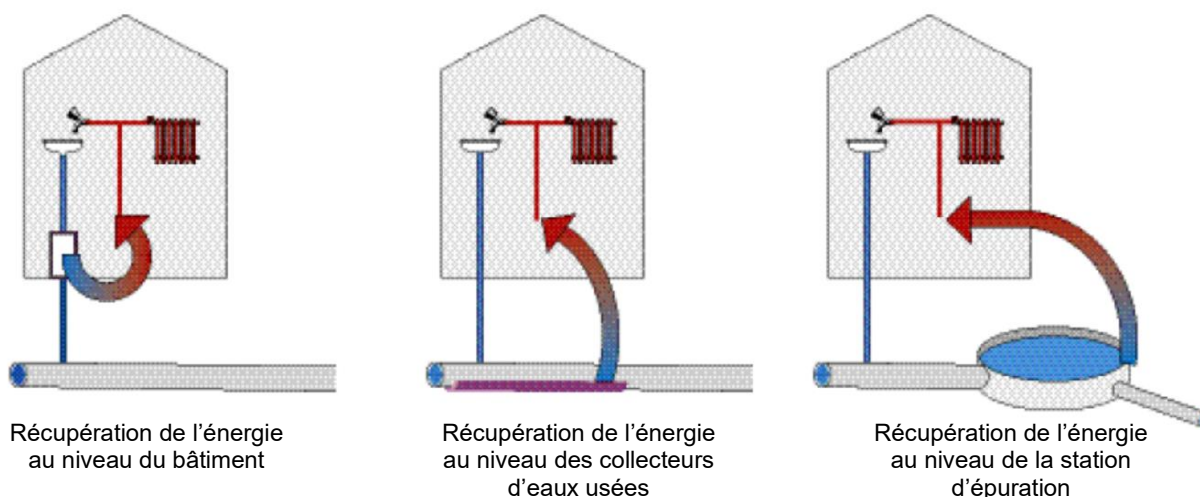
Attention, on ne retient que la part de la production d'énergie renouvelable pour calculer les rejets de CO₂ évités. Ainsi, pour un chauffe-eau solaire, on ne prend que la part de couverture du solaire sur l'année ou encore dans le cadre de la géothermie associée à une pompe à chaleur, il ne faudra retenir que 2/3 de la production en valeur « énergie renouvelable » (si la PAC à un COP de 3 en moyenne).

F Technologie de la récupération de chaleur

Valorisation des eaux usées

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

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



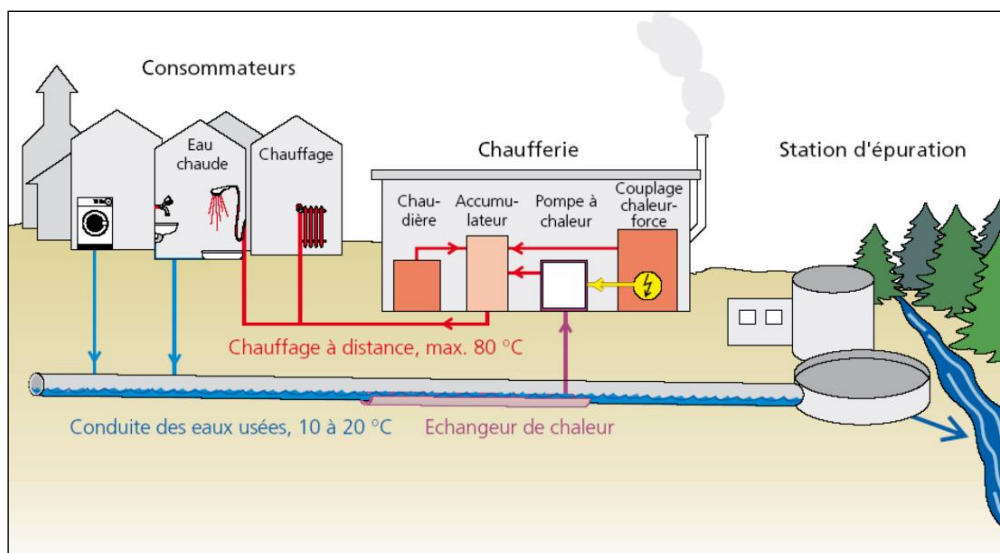
Récupération de l'énergie des eaux usées (Gestion et services publics, Suisse)

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

PRESENTATION

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

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



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



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

Canalisation préfabriquée avec échangeur de chaleur intégré (Guide pour les maîtres d'ouvrage et les communes, OFEN)



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

PERFORMANCE DU SYSTEME ET ECONOMIES D'ENERGIE

La performance du système est conditionnée par le système de chauffage des bâtiments alimentés (haute ou basse température), le débit des eaux, leur température et la configuration du réseau des eaux usées. Suez Environnement indique une diminution de 30 à 60% de la consommation d'énergie non renouvelable grâce au système Degrés Bleus.

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

Selon le bureau d'études BPR-Europe, la performance varie de 2 à 5 kW de puissance de chauffage/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.

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

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.

Sur les bâtiments à chauffer/rafraîchir :

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

Figure 3 : Contraintes et recommandations sur les bâtiments alimentés par la chaleur des eaux usées (OFEN, Lyonnaise des Eaux)

Sur le réseau de collecte des eaux :

Paramètre	Contrainte/Recommandation
<u>Débit des eaux usées</u>	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
<u>Diamètre du collecteur</u>	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.
<u>Température des eaux usées</u>	La température des eaux en entrée de la station d'épuration doit de préférence être supérieure à 12°C^6 . L'abaissement de la température des eaux usées peut avoir des effets négatifs sur la nitrification et l'élimination de l'azote dans les STEP à boues activées. Cet aspect doit être étudié lors de l'étude de faisabilité.
<u>Âge des conduites</u>	L'installation d'un échangeur de chaleur est plus avantageuse dans le cas où la canalisation doit être rénovée ou remplacée.

Figure 4 : Contraintes et recommandations sur les canalisations d'eaux usées (OFEN, VSA (Association Suisse des professionnels de la protection des eaux), Lyonnaise des Eaux)

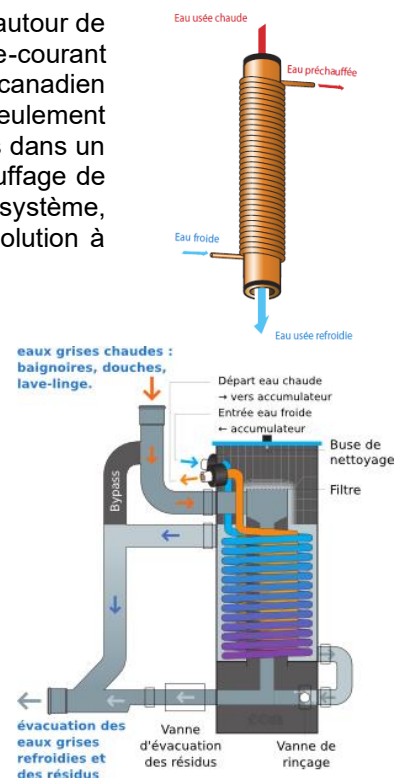
⁶ Rabtherm, société ayant développé le procédé de récupération de chaleur sur eaux usées, a étudié l'impact de ce procédé sur la température des eaux usées. Pour un débit de 60 L/s et une puissance de chauffage de 500 kW, la température est diminuée de 1°C pour un gain de 4°C du fluide caloporteur. À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

Récupération de l'énergie des eaux usées au niveau du bâtiment

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

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

- Le système le plus simple consiste en un serpentin métallique enroulé autour de la canalisation d'eaux usées et dans lequel circule l'eau froide à contre-courant (schéma ci-contre). Ces systèmes, 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 permettent d'augmenter les échanges de chaleur, mais doivent intégrer une solution de filtrage des eaux usées afin de limiter les pertes de charge et l'encrassement. Ce type de système est proposé par la société Domelys sous l'appellation 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.



Echangeur de chaleur externe avec filtration Thermocycle de Forstner

- 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. Ce système plus complexe est réservé aux usages collectifs ayant une consommation d'eau chaude élevée.

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

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

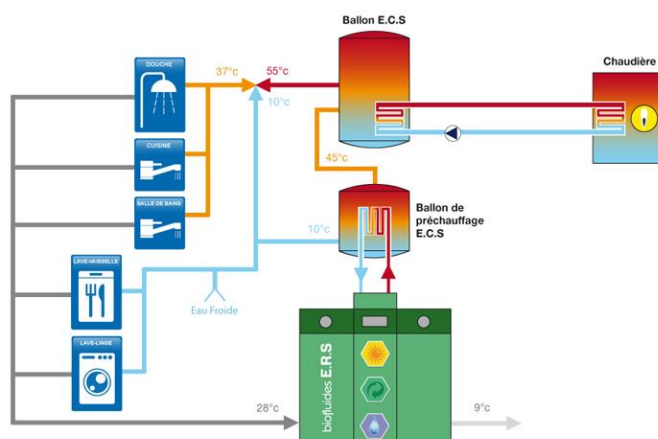


Schéma de principe de la récupération de chaleur sur eaux usées au niveau du bâtiment (Procédé ERS, Biofluide Environnement)

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

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

CONTRAINTES

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

GISEMENTS

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 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 process 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.).



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

ATOUTS

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

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

CONTRAINTES ET RECOMMANDATIONS

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.
- 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.

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.

a. Contraintes techniques

LA TEMPERATURE DU FLUIDE

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

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

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

- Les techniques permettant de générer de l'électricité à partir de basse température sont également en phase de développement.
- Les débouchés sur site : de nombreuses industries n'ont pas de débouché sur site pour la chaleur basse température.
- Les débouchés extérieurs au site : il est difficile de valoriser la chaleur industrielle basse température auprès des collectivités, pour un usage de type chauffage ou eau chaude sanitaire. Les niveaux de température nécessaires sont élevés, de l'ordre de 70 à 90°C.

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

LA COMPOSITION CHIMIQUE DU FLUIDE

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

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

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

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

L'ACCESSIBILITE DE LA SOURCE DE CHALEUR FATALE

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

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

LA LOCALISATION DU PROCEDE / DU SITE DE VALORISATION DE LA CHALEUR FATALE

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

LA DISPONIBILITE DE LA CHALEUR FATALE

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

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

b. Contraintes économiques

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

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

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

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

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

c. 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 recertifier 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.

d. 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

Le Schéma de Développement des énergies renouvelables

contexte

Le schéma de développement des énergies renouvelables s'inscrit dans la politique énergie-climat du territoire du bassin de vie de Cavaillon, Coustellet, l'Isle sur la Sorgue et notamment son Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET). Il a pour objectif de définir une trajectoire énergétique ambitieuse en 2030 et 2040 (consommation et production locale d'énergies renouvelables). Engagé en 2024, il s'est construit sur la base de plusieurs temps forts : questionnaire aux communes, plusieurs ateliers de travail collaboratif avec les élus et acteurs du territoire.

Ce document présente en synthèse l'état des lieux énergétique, les potentiels en énergies renouvelables et de récupération (EnRs&R) ainsi que les contours de la stratégie adoptée par les élus du territoire. Les données chiffrées concernent la Communauté d'Agglomération Lubéron Monts de Vaucluse.



Chaufferie bois et réseau de chaleur

- Chaufferie bois
- Réseau de chaleur bois

Installation géothermique

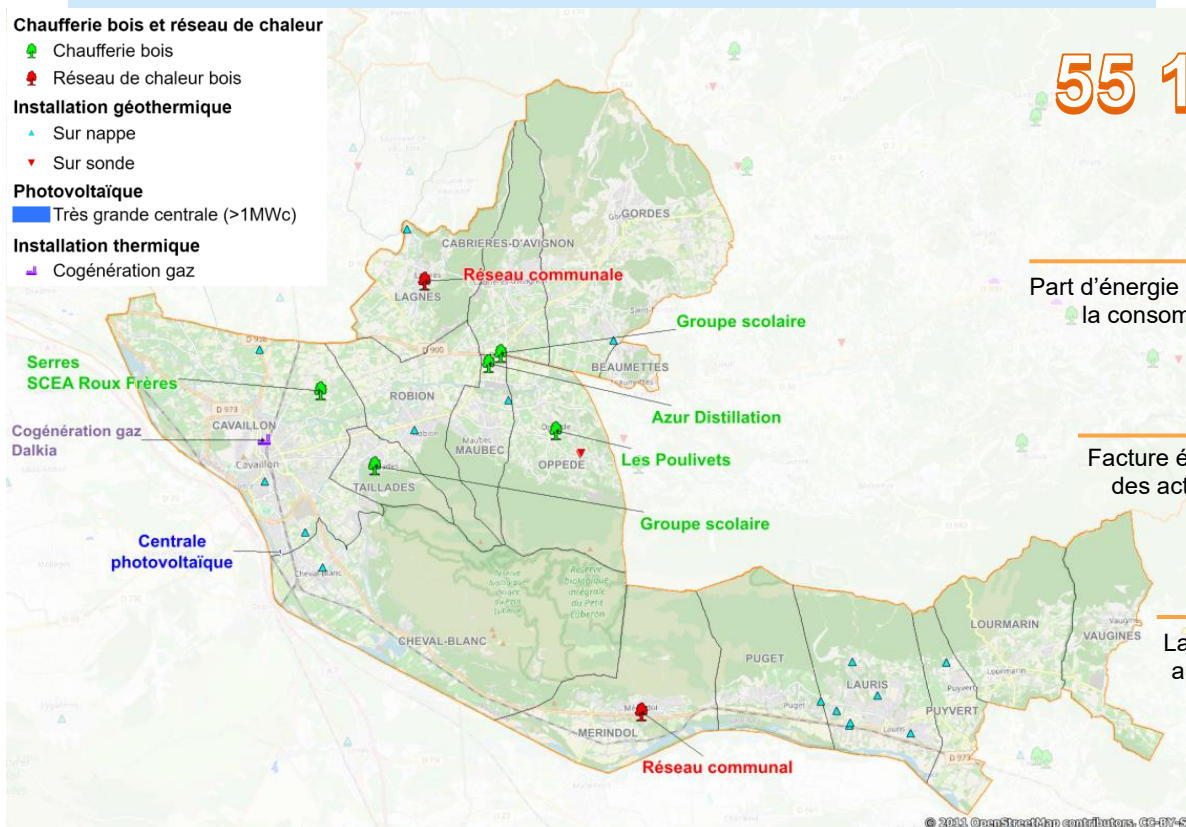
- Sur nappe
- Sur sonde

Photovoltaïque

- Très grande centrale (>1MWc)

Installation thermique

- Cogénération gaz



55 163 habitants

15%

Part d'énergie renouvelable en 2022 sur la consommation totale du territoire

153 M€

Facture énergétique de l'ensemble des acteurs du territoire en 2022

52%

La dépendance du territoire aux énergies fossiles (hors transport en transit sur le territoire)

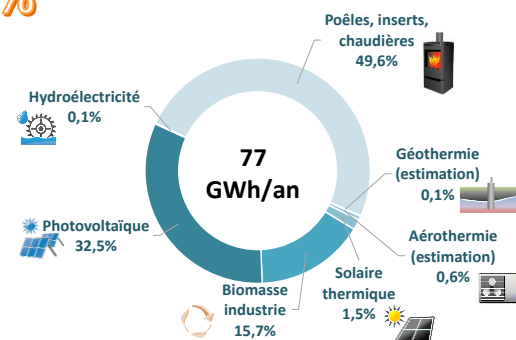
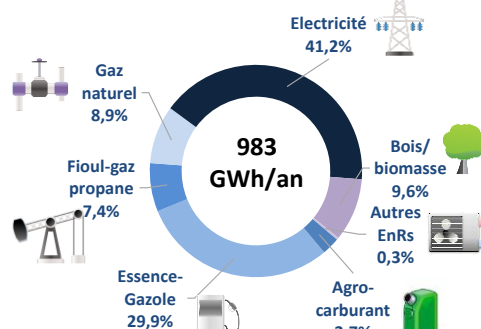
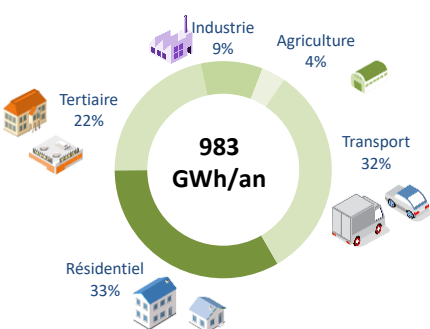
ETAT DES LIEUX ENERGETIQUE EN 2020/2024

Consommation par secteur

Consommation par énergie

Production d'énergies renouvelables

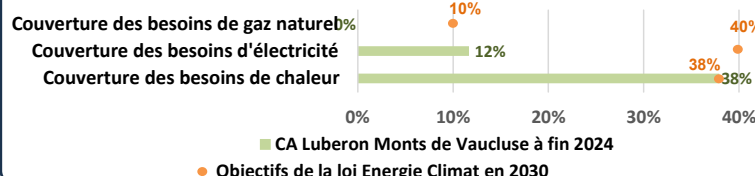
15%



Sources : CIGALE 2022

Energie : 1 KWh = 1 kilowatt heure = 1 000 Wh (Wattheure) soit 1 radiateur de 1 000 W qui fonctionne pendant 1 heure.
1 GWh = 1 gigawatt heure = 1 000 000 kWh

La CALMV est bien placée pour les objectifs nationaux de couverture de la chaleur. Elle est en revanche en retard sur l'injection de biogaz dans le réseau et la production locale d'électricité renouvelable. Pour cette dernière, les projets en cours de développement peuvent lui permettre d'atteindre un objectif ambitieux en 2030.



LES TROIS SCENARIOS DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

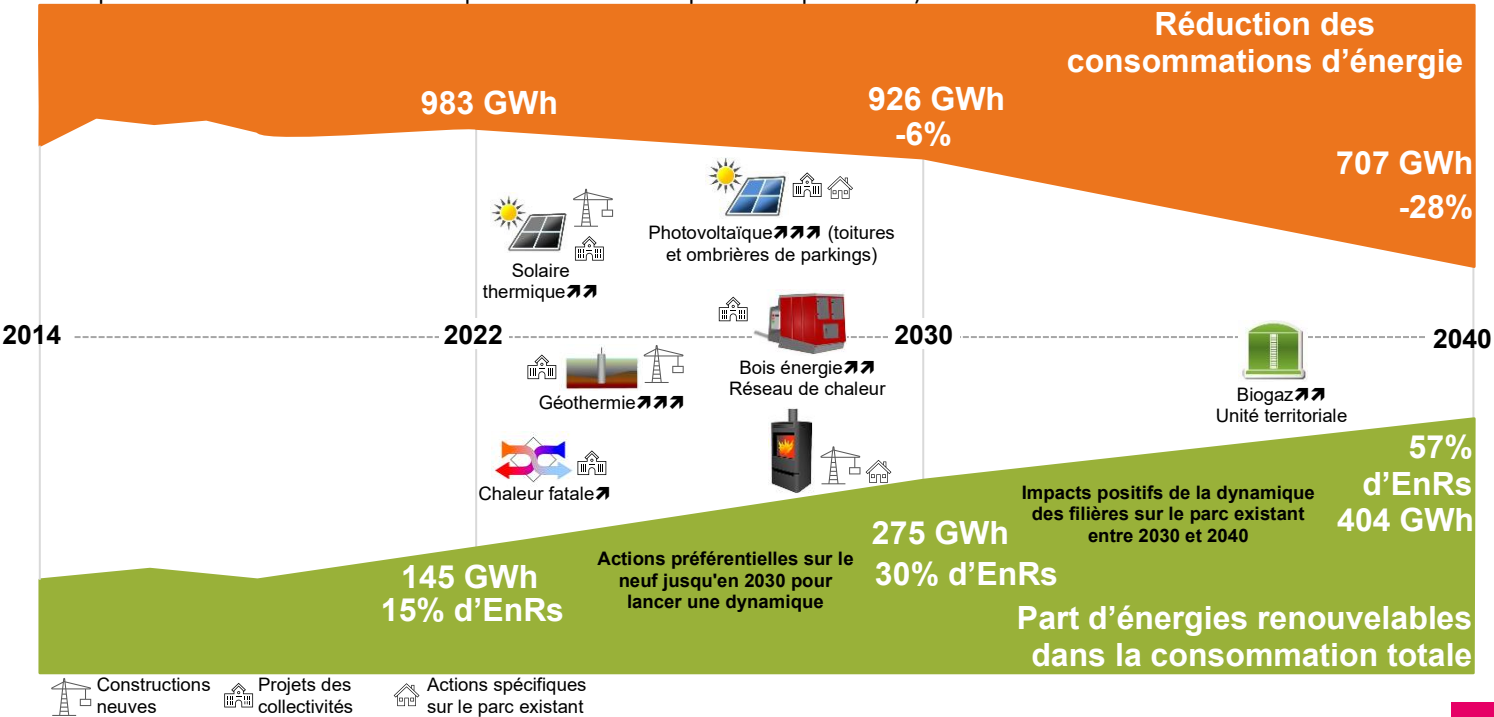
Trois scénarios ont été envisagés à l'échelle du SCoT CCI pour le développement des filières sur le territoire. La présentation de ces trois scénarios lors de du séminaire élus a permis de clarifier leur ambition pour l'adoption du scénario **"Ambitions ciblées et un accompagnement vertueux sur la chaleur renouvelable"** qui suppose d'emprunter au scénario accompagnement vertueux des actions spécifiques sur certaines filières et auprès de certaines cibles. Le scénario "Accompagnement vertueux" nécessiterait un accompagnement soutenu de tous les acteurs dans la transition énergétique ce qui signifie des aides supplémentaires pour accroître le développement de certaines filières et le déploiement d'une ingénierie territoriale conséquente pour accompagner tous les acteurs (montage des dossiers administratifs et financiers, étude technique et maîtrise d'œuvre).

Projet en cours	Ambitions ciblées	Accompagnement vertueux
Conforte et accompagne les dynamiques actuelles , le solaire thermique et la géothermie sont peu développées au profit des pompes à chaleur air / air et des chauffe-eau thermodynamiques. Pas d'incitation au choix d'énergies renouvelables sur les constructions neuves. Les projets des communes voient le jour. Le photovoltaïque se développe fortement avec les obligations réglementaires.	En plus de l'accompagnement sur les dynamiques et les projets existants, l'accent est mis sur un développement très vertueux des énergies renouvelables sur les constructions neuves par le biais d'incitation et de prescriptions dans les projets d'aménagement et de renouvellement urbain et avec le concours de référentiels de constructions durables et de prescriptions dans les cahiers de charge de cession de terrains. <i>Des actions spécifiques seront menées pour le déploiement du solaire thermique sur le parc existant ainsi que le développement des réseaux de chaleur au bois et en géothermie. Les particuliers et l'ensemble des acteurs du territoire seront également informés des bénéfices de l'autoconsommation individuelle ou collective.</i>	Le scénario repart des mêmes objectifs que le scénario investissement ciblé avec en plus un fort développement de toutes les filières pour la chaleur et l'électricité renouvelable sur le parc existant . Ce scénario suppose un fort accompagnement des maîtres d'ouvrage qui ne sont pas en mesure de dégager du temps pour le montage des projets et la recherche des financements.
Réduction des consommations -5%	Réduction des consommations -6% pour la CALMV	Réduction des consommations -10%
Production d'EnRs 25%	Production d'EnRs 30% pour la CALMV	Production d'EnRs 34%

Pistes d'actions empruntées au scénario accompagnement vertueux.

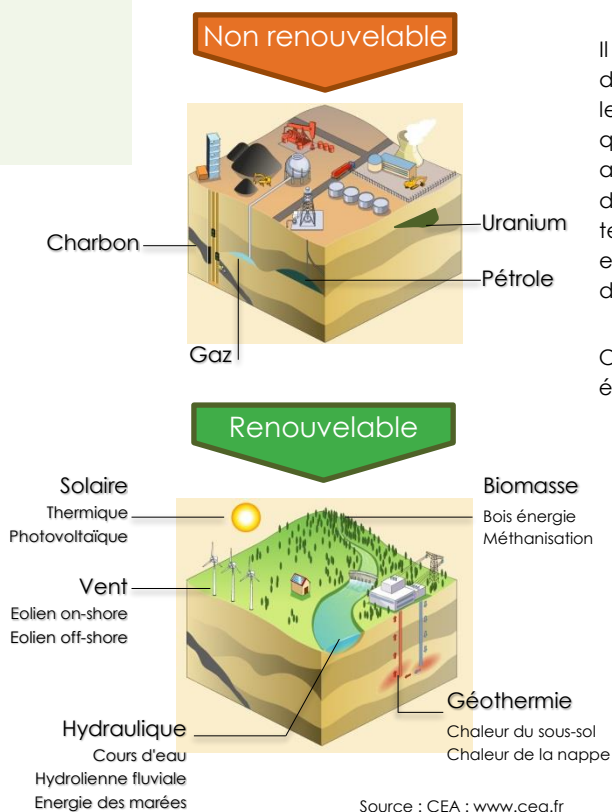
Une ambition ciblée et un accompagnement vertueux sur la chaleur renouvelable

Le graphique ci-dessous présente la trajectoire énergétique du scénario Ambitions ciblées en 2030 pour la CALMV et estimée en première approche pour 2040 (les évolutions législatives, les ruptures technologiques et le contexte énergétique international sont susceptibles de modifier de manière importante les chiffres présentés pour 2040).



LES POTENTIELS DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES EN 2030

LES DIVERSES SOURCES D'ENERGIES



Il faudra des millions d'années pour reconstituer les stocks d'énergie fossile que l'on consomme actuellement. La réserve d'uranium disponible sur terre est également limitée et en totalité importée d'autres pays.

On englobe aussi dans les énergies renouvelables :

- les flux de déchets organiques qui peuvent donner lieu à une valorisation énergétique,
- la chaleur fatale qui est habituellement perdue en sortie des fours, chaudières et séchoirs des industries, dans les collecteurs d'eaux usées ou encore en sortie de station d'épuration.

X 1,9 Production d'EnRs

Multiplication de la production d'énergies renouvelables en 2030 par rapport à 2022

51 M€

Economie qui retourne au territoire en 2030 avec les énergies renouvelables

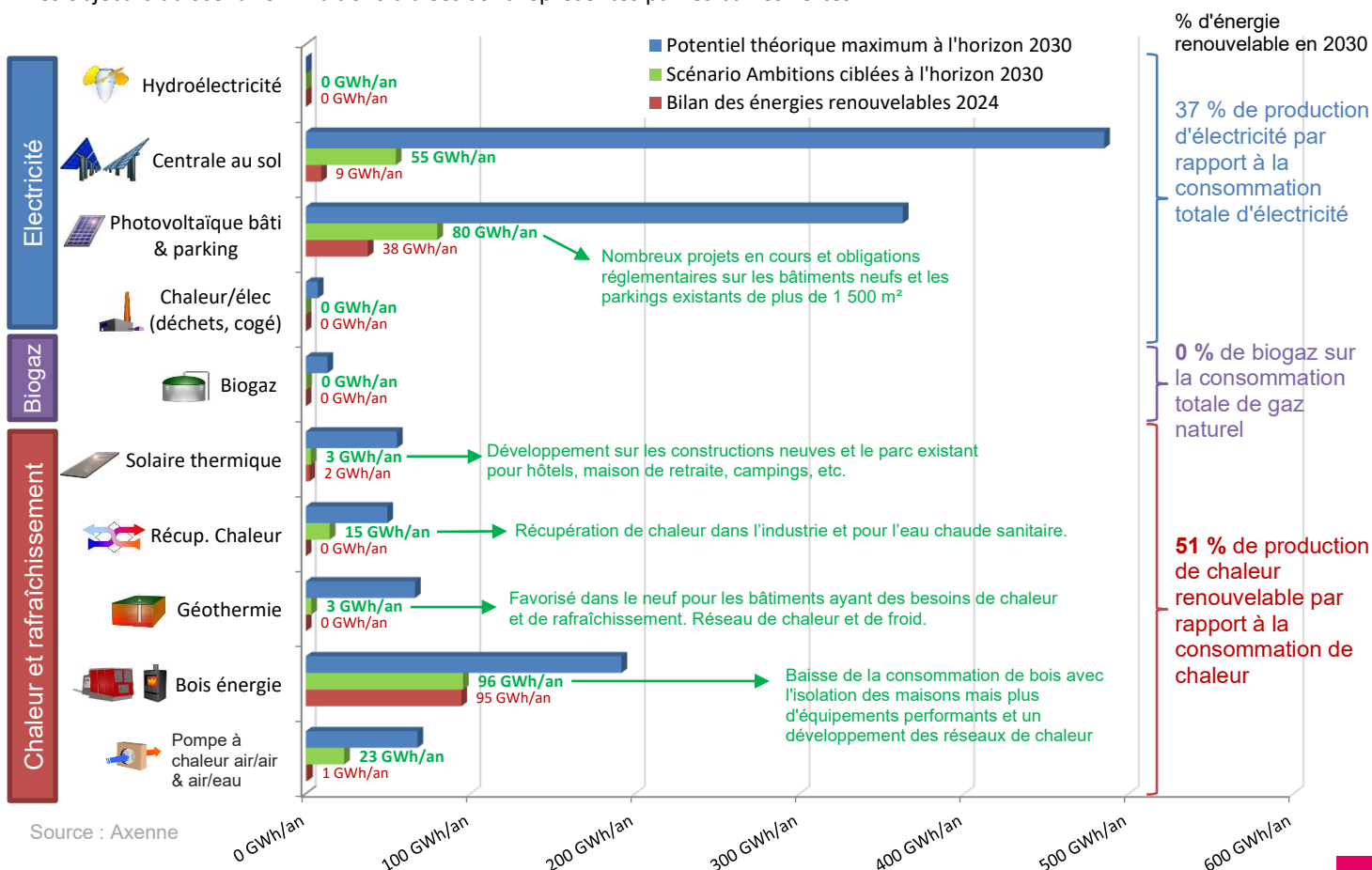
30%

Part d'énergie renouvelable sur la consommation totale du territoire en 2030

59 ktCO2

Emissions de GES évitées en 2030 avec les énergies renouvelables

Les potentiels théoriques des EnRs (barre bleu) s'étudient par filière et ne s'additionnent pas, sous peine de voir les maisons équipées de plusieurs systèmes de chauffage. Ils sont toutefois intéressants puisqu'ils permettent de constater la marge de manœuvre sur chaque filière par rapport à la situation à fin 2023 (barre rouge). Ainsi, on constate que la quasi-totalité des filières, mise à part le bois énergie et les pompes à chaleur air/air ou air/eau, est sous-exploitée au regard des potentiels théoriques. Les objectifs du scénario Ambitions ciblées sont représentés par les barres vertes.

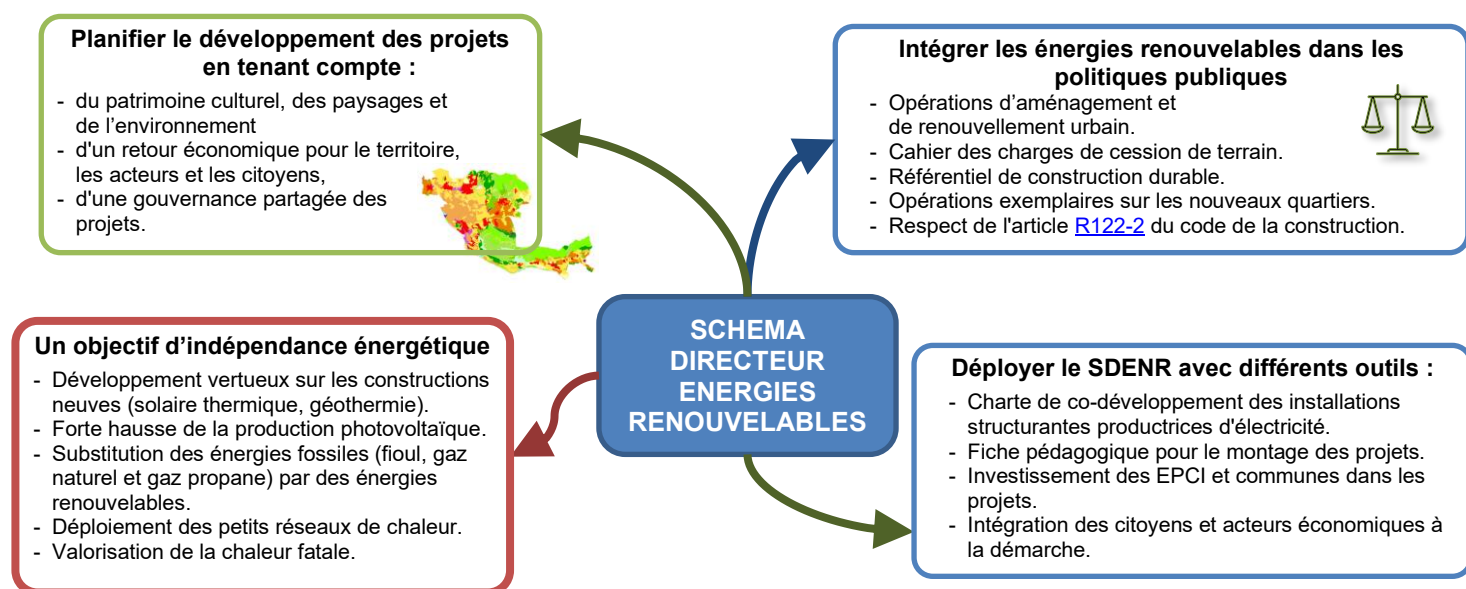


L'ENCADREMENT ET L'ORIENTATION DU DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

Le territoire du SCoT CCI, la Communauté d'Agglomération Lubéron Monts de Vaucluse (CALMV) et la Communauté de Communes du Pays des Sorgues et Monts de Vaucluse (CCPSMV) réaffirment leur engagement résolu en faveur du développement des énergies renouvelables. Cet engagement se veut exemplaire par la prise en compte des paysages, du patrimoine culturel et des protections environnementales qui façonnent le territoire. Cet engagement se traduit par une accélération significative du déploiement de la chaleur renouvelable dans les nouvelles constructions, la rénovation des quartiers, ainsi que sur leur propre patrimoine et celui des communes.

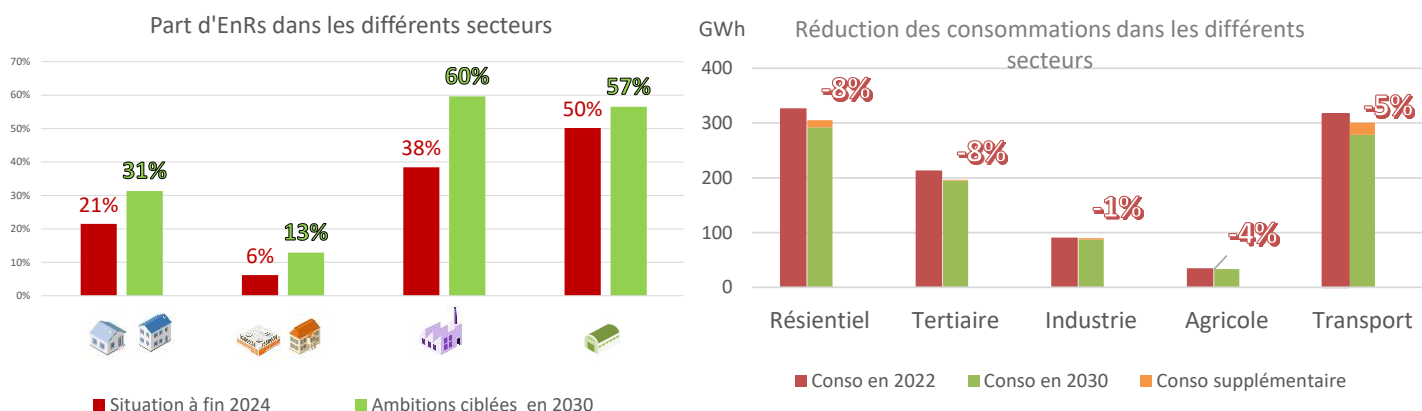
Le développement des grands projets d'énergies renouvelables (centrale photovoltaïque au sol, ombrières de parking, unité de méthanisation) devra tenir compte des enjeux d'insertion paysagère des projets et de leur incompatibilité dans les nombreuses zones protégées du territoire qui lui confère son attractivité touristique et sa spécificité au regard des territoires urbains voisins. Pour cela, une charte de co-développement insistera sur le choix des sites, sur l'intégration des entreprises locales pour les nombreux travaux et fournitures d'équipements au-delà des seuls modules photovoltaïques (barrières, chemin d'accès, système d'alarme et caméra, génie civil, etc.). Les bureaux d'études et architectes paysagistes locaux pourront également être sollicités. Enfin, l'investissement participatif des communes si elles le souhaitent, et des citoyens, sera facilité par les développeurs.

En s'engageant sur l'exemplarité pour les nouvelles constructions, le territoire s'inscrit durablement dans la transition énergétique aux côtés des professionnels. Cette dynamique portée sur les nouveaux quartiers et le renouvellement urbain a vocation à se déployer par la suite sur le parc existant.



LA MOBILISATION DE TOUS LES ACTEURS

En débutant sur les opérations d'aménagement, les constructions neuves et le patrimoine communal et intercommunal, la CALMV entend lancer une dynamique pour permettre aux acteurs (architectes, bureau d'études et aménageurs) de monter en compétence sur les différentes filières. Ces projets seront alors autant de vitrines pour inciter les maîtres d'ouvrages sur les constructions existantes à s'engager dans la transition énergétique dans un deuxième temps entre 2030 et 2040. Plusieurs actions portant sur l'incitation, l'information et la communication ainsi que des opérations spécifiques seront menées avec l'aide des partenaires du territoire pour les filières bois énergie, solaire thermique et géothermie. Au-delà des énergies renouvelables, la sobriété et la maîtrise de l'énergie est mise en avant avec une contribution de tous les acteurs.



Part d'électricité renouvelable autoconsommée et injectée en surplus dans le réseau prise en compte pour les différents secteurs.

L'accompagnement des projets pour les différents acteurs du territoire

A l'issue des différentes phases de concertation, les élus et partenaires du territoire ont identifié plusieurs pistes pour accroître l'accompagnement des projets d'énergies renouvelables dans les différents secteurs (habitat, tertiaire, secteur économique). Ces pistes d'amélioration sont présentées dans le schéma ci-dessous :

