

Accusé de réception - Ministère de l'Intérieur

084-248400285-20210128-2021-001-DE

Accusé certifié exécutoire

Réception par le préfet : 02/02/2021

Affichage : 04/02/2021

Pour l'autorité compétente par délégation



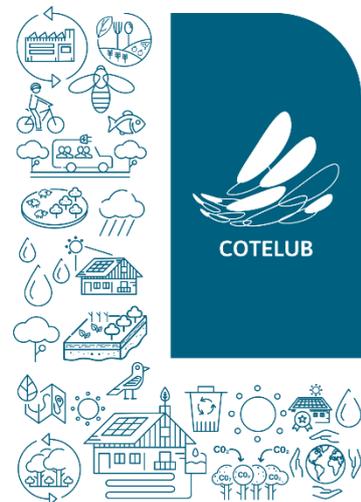
DIAGNOSTIC

PLAN CLIMAT-AIR-ÉNERGIE TERRITORIAL

Communauté Territoriale Sud Luberon

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

Janvier 2021



PLAN CLIMAT

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS ET METHODE	8
1.1 Objectifs	8
1.2 Méthode	9
2. LE TERRITOIRE	12
3. ETAT DES LIEUX CLIMAT-AIR-ENERGIE	15
3.1 Synthèse.....	15
3.2 Consommations d'énergie	15
3.2.1 Méthode	15
3.2.2 Vue d'ensemble	15
3.2.3 Analyse sectorielle.....	16
3.2.4 Energies utilisées.....	17
3.2.5 Analyse communale	18
3.3 Emissions des gaz à effet de serre	23
3.3.1 Méthode	23
3.3.2 Vue d'ensemble	23
3.3.3 Analyse sectorielle.....	23
3.3.4 Energies utilisées.....	24
3.3.5 Part des gaz à effet de serre	25
3.3.6 Analyse communale	26
3.4 Emissions des polluants atmosphériques	29
3.4.1 Vision d'ensemble.....	29
3.4.2 Evolution.....	29
3.4.3 Analyse sectorielle.....	30
3.4.4 Exposition des populations	31
3.5 Production d'énergies renouvelables.....	33
3.5.1 Méthode	33
3.5.2 Vision d'ensemble	33
3.5.3 Biomasse (bois-énergie).....	34
3.5.4 Solaire thermique	39
3.5.5 Solaire photovoltaïque.....	40
3.5.6 Hydraulique.....	42
3.6 Focus sur le principaux secteurs d'activité.....	43
3.6.1 Résidentiel	43
3.6.2 Transport.....	50

3.6.3	Tertiaire	58
3.6.4	Industrie	60
3.6.5	Agricole.....	61
4.	VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	67
4.1	Synthèse.....	67
4.2	Méthode	67
4.3	Aléas Climatiques	69
4.3.1	Températures.....	71
4.3.2	Nombre de journées chaudes.....	76
4.3.3	Précipitations	78
4.3.4	Nombres de jours de sécheresse.....	80
4.3.5	Feux de forêt.....	81
4.3.6	Synthèse.....	82
4.4	Eau.....	82
4.4.1	Qualité des eaux	83
4.4.2	Assainissement	85
4.4.3	Risque inondation.....	85
4.4.4	Matrice des impacts	86
4.4.5	ACTIONS EN COURS.....	86
4.4.6	Synthèse.....	87
4.5	Milieux naturels et biodiversité.....	88
4.5.1	Entités paysagères.....	88
4.5.2	Milieux naturels protégés.....	88
4.5.3	Matrice des impacts	91
4.5.4	Synthèse.....	92
4.6	Agriculture et Forêts	93
4.6.1	Profil agricole et forestier.....	93
4.6.2	Le contexte climatique en Provence-Alpes-Côte d'Azur	93
4.6.3	Projections climatiques pour le XXIe siècle	95
4.6.4	Matrice des impacts	97
4.6.5	Synthèse.....	99
4.7	Sols et sous-sols.....	100
4.7.1	Caractéristiques physiques générales et occupation des sols	100
4.7.2	Risques naturels et mouvements de terrain.....	100
4.7.3	Risques d'effondrement de cavités souterraines	101
4.7.4	Risques naturels chutes de blocs	101
4.7.5	Risque sismique	101
4.7.6	Risques naturels retraits-gonflements des argiles	101
4.7.7	Matrice des impacts	102
4.7.8	Synthèse.....	102

4.8	Infrastructures	102
4.8.1	Infrastructures ferroviaires	102
4.8.2	Infrastructures routières	103
4.8.3	Infrastructures de production d'énergie	103
4.8.4	Infrastructures de production, distribution et traitement d'eau	103
4.8.5	Matrice des impacts	104
4.8.6	Synthèse	104
4.9	Population	105
4.9.1	Croissance démographique	105
4.9.2	Habitat	105
4.9.3	Santé	105
4.9.4	Matrice des impacts	106
4.9.5	Synthèse	106
5.	POTENTIEL DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE	109
5.1	Méthode	109
5.2	Résidentiel	110
5.2.1	Synthèse	110
5.2.2	Méthode et analyse	110
5.3	Tertiaire	112
5.3.1	Synthèse	112
5.3.2	Méthode et analyse	112
5.4	Déplacement des personnes	113
5.4.1	Synthèse	113
5.4.2	Méthode et analyse	113
5.5	Transport de marchandises	117
5.5.1	Synthèse	117
5.5.2	Méthode et analyse	117
5.6	Industrie et déchets	117
5.6.1	Synthèse	117
5.6.2	Méthode et analyse	118
5.7	Agriculture et sylviculture	120
5.7.1	Synthèse	120
5.7.2	Méthode et analyse	120
5.8	Vision globale des secteurs d'activités	122
5.8.1	Synthèse	122
5.8.2	Secteurs a enjeux	123

6. POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION	126
6.1 Méthode	126
6.2 Chaleur renouvelable et de récupération	127
6.2.1 Solaire thermique	127
6.2.2 Bois énergie	130
6.2.3 Biogaz	134
6.2.4 Géothermie	143
6.2.5 Aérothermie	148
6.2.6 Récupération de chaleur fatale	149
6.3 Electricité renouvelable	150
6.3.1 Solaire photovoltaïque	150
6.3.2 Eolien	155
6.3.3 Hydroélectricité	158
6.3.4 Stockage et cogénération	160
6.4 Carburant renouvelable	162
6.4.1 Agrocarburants	162
6.4.2 Hydrogène mobilité	164
6.5 Synthèse	164
7. RESEAUX ENERGETIQUES	168
7.1 Réseaux électriques	168
7.1.1 Réseaux de transport	168
7.1.2 Réseaux de distribution	171
7.2 Réseaux gaz	176
7.2.1 Synthèse	176
7.2.2 Méthode et analyse	176
7.3 Réseaux de chaleur	183
7.3.1 Synthèse	183
7.3.2 Méthode et analyse	183
8. SEQUESTRATION CARBONE	185
8.1 Stock de Carbone	185
8.1.1 Qu'est-ce que le stock de carbone ?	185
8.1.2 Méthode de quantification	185
8.2 Les flux de carbone	188
8.2.1 Flux et séquestration	189

8.2.2	Éléments prospectifs et recommandations	190
8.3	Conclusions	192
9.	POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	194
9.1	Synthese.....	194
9.2	Méthode et analyse	194
9.3	Enjeux et potentiel d'amélioration.....	195
10.	POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES	197
10.1	Synthèse.....	197
10.2	Methode et analyse	197
10.3	Enjeux et potentiel d'amélioration.....	197
11.	SYNTHESE ET PERSPECTIVES.....	200
11.1	Potentiels de réduction des consommations d'énergie	200
11.2	Potentiels de production d'energies renouvelables et de recuperation.....	201
11.3	Potentiel d'évolution de la couverture energetique du territoire.....	202
12.	ANNEXES.....	204
12.1	Annexe 1 : Le réseau de distribution d'électricité.....	204
12.2	Annexe 2 : Capacités d'accueil du réseau basse tension	206
12.3	Annexe 3 : Les differents gaz renouvelables.....	206
12.4	Annexe 4 : Recensement des événements passés de risques naturels.....	210
13.	LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	211



OBJECTIFS ET MÉTHODE

1

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

OBJECTIFS ET MÉTHODE

- 1.1 Objectifs
- 1.2 Méthode



1. OBJECTIFS ET METHODE

L'élaboration du PCAET se déroule en 3 grandes étapes :

- ✓ Un diagnostic, qui permet d'identifier les enjeux climat, air, énergie pour le territoire et ses potentialités,
- ✓ La définition d'objectifs et d'orientations stratégiques,
- ✓ La construction d'un plan d'actions, en associant l'ensemble des acteurs du territoire.

Le présent document constitue le rapport de diagnostic.

La démarche de PCAET est élaborée par la Communautés Territoriale Sud Luberon conjointement avec la Communauté de Communes Pays d'Apt Luberon.

1.1 OBJECTIFS

Le diagnostic territorial est une phase règlementaire du Plan Climat Air Energie Territorial. Il vise à poser les fondations du PCAET via une connaissance du territoire sur les thématiques règlementaires du décret. De cet état des lieux découlera les enjeux clefs d'entrée de l'élaboration de sa stratégie du territoire.

Conformément à la réglementation seront analysés à l'échelle du territoire de la Communauté Territoriale Sud Luberon (COTELUB) :

- ✓ La consommation en énergie finale et son potentiel de réduction,
- ✓ Les réseaux de transport et de distribution d'électricité, de gaz et de chaleur et leur potentiel de développement,
- ✓ La production d'énergies renouvelables et son potentiel de développement,
- ✓ Les émissions de gaz à effet de serre et leur potentiel de réduction,
- ✓ Les émissions de polluants atmosphériques et leur potentiel de réduction,
- ✓ La séquestration nette de CO₂ et son potentiel de développement,
- ✓ La vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique.

Les différents potentiels ou possibilités de réduction/développement indiqués ci-dessus (voir paragraphe I du décret) qui sont estimés représentent des potentiels mobilisables ou des adaptations envisageables compte tenu des hypothèses et scénarios de référence présentés dans les chapitres suivants. Pour les consommations et production d'énergie on parle également de potentiel « brut » ou « physique » du territoire.

Ces potentiels doivent être distingués des objectifs de réduction (des consommations d'énergie, des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques) et de production d'énergies renouvelables et de récupération (ENR et R) et de séquestration carbone qui seront fixés dans la phase de stratégie du PCAET en se référant aux années de référence (1990, 2002), horizons temporels (2023, 2026, 2030, 2031) et objectifs des documents supra qui sont mentionnés dans la réglementation (voir paragraphe II du décret).

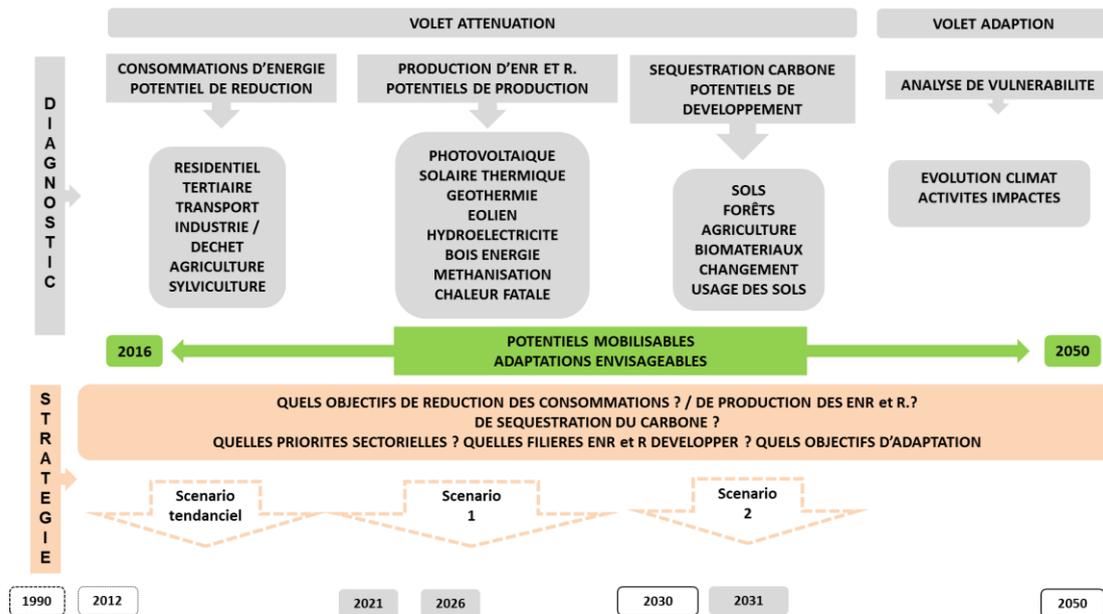


Figure 1 : Du diagnostic à la stratégie dans un PCAET (Source : IN VIVO)

1.2 METHODE

La majeure partie des données d'état des lieux proviennent de la base de données CIGALE, mission réalisée au sein de l'Observatoire Régional de l'Energie, du Climat et de l'Air (ORECA) Provence-Alpes-Côte d'Azur par AtmoSud¹.

Concernant les potentiels de réduction des consommations et émissions, les hypothèses proviennent principalement de trois scénarii :

- **Scénario NegaWatt 2017-2050²**

Pour mémoire, ce scénario national a fait l'objet d'une déclinaison au niveau de la Région SUD - Provence-Alpes-Côte d'Azur dans le cadre de l'élaboration de son Schéma régional Climat Air Énergie (SRCAE) dont le lecteur aura avantage à prendre connaissance³.

Il repose sur les fondamentaux suivants :

- ✓ **Sobriété** : en priorisant les besoins essentiels dans les usages individuels et collectifs de l'énergie par des actions de sobriété (éteindre les vitrines et les bureaux inoccupés la nuit, contenir l'étalement urbain, réduire les emballages, etc.),
- ✓ **Efficacité** : en diminuant la quantité d'énergie nécessaire à la satisfaction d'un même besoin grâce à l'efficacité énergétique (isoler les bâtiments, améliorer le rendement des appareils électriques ou des véhicules, etc.).
- ✓ **Renouvelables** : les besoins énergétiques de la France sont couverts à 100% par les énergies renouvelables à l'horizon 2050.

¹ <https://cigale.atmosud.org/>

² <https://negawatt.org/Scenario-negaWatt-2017-2050>

³ <http://oreca.maregionsud.fr/schemas-regionaux/scenario-negawatt-regionalise.html>

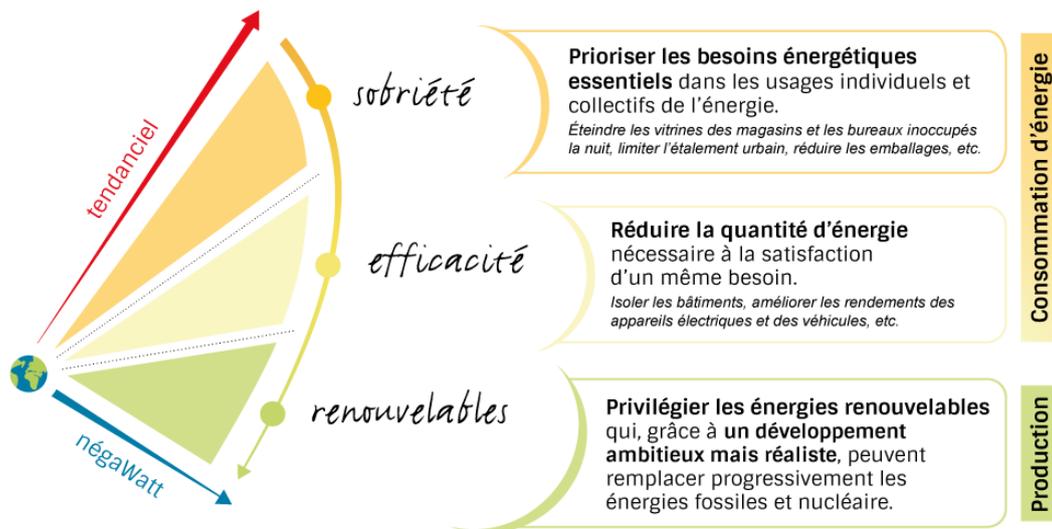


Figure 2 : Les fondamentaux du scénario négaWatt (source association négaWatt)

Il est construit sur les trois principes directeurs suivants :

- ✓ **Un scénario physique, avant d'être économique** : le scénario ne repose pas sur un optimum « technico-économique » du système énergétique, il intègre des critères sociaux et environnementaux dans la hiérarchie des solutions. Concrètement, cela signifie qu'il explore systématiquement les « gisements de NégaWatt », de la sobriété et de l'efficacité énergétique, dans tous les secteurs. Puis il fait de même concernant les potentiels des énergies de flux, qu'il privilégie par rapport aux énergies de stock. Il part donc des réalités physiques, d'où découlent les contraintes économiques,
- ✓ **Pas de rupture technologique** : le scénario ne repose sur aucun pari technologique. Des « ruptures » ou « bonnes surprises » ne sont pas à exclure d'ici à 2050, telles que la maturité des biocarburants liquides ou gazeux de 3ème génération. Le scénario ne retient donc que des solutions matures, c'est-à-dire dont la faisabilité technique et économique est démontrée, même si elles ne sont pas encore complètement développées au niveau industriel. Il dessine ainsi une trajectoire robuste tout en restant ouverte aux évolutions futures. Le critère pour retenir ou non une technologie est donc l'existence ou non d'un prototype industriel suffisamment crédible.
- ✓ **Un scénario multicritère** : l'objectif du scénario ne se limite pas à la lutte contre le changement climatique. Il ne suffit pas de « décarboner » l'énergie pour faire une transition énergétique, mais il faut réduire l'ensemble des risques et des impacts liés à notre modèle énergétique. Les contraintes sur l'eau, les matières premières, les problématiques de pollutions ou d'usage des sols doivent également être prises en compte. La définition du développement soutenable qui a permis de hiérarchiser les choix du scénario est la suivante : « léguer aux générations futures des bienfaits et des rentes plutôt que des fardeaux et des dettes ». Cette définition conduit à écarter la construction de nouveaux réacteurs nucléaires ainsi que le recours aux technologies de « capture et séquestration de carbone » ou l'exploitation des gaz de schistes.

- **Scénario énergie-climat - ADEME 2035-2050⁴**

Le scénario de l'ADEME, repose sur la formulation d'hypothèses sur les besoins en services énergétiques, ainsi que sur l'évolution des bâtiments, des équipements et des procédés de production... qui déterminent les gains d'efficacité énergétique et les substitutions d'énergies possibles. Ceci conduit à une caractérisation de la demande d'énergie qui est mise en perspective avec des potentiels de production d'énergie, pour parvenir à un système énergétique équilibré d'offre et de demande.

- **Scenario Afterres2050 pour l'agriculture et l'alimentation⁵**

A l'image du scénario NégaWatt, le scénario Afterres2050 pose en préalable la révision de l'ensemble de nos besoins - alimentaires, énergétiques, d'espace, etc. - afin de les mettre en adéquation avec les potentialités des écosystèmes. Il raisonne à la fois sur l'offre et la demande en intégrant notamment la capacité d'adopter des comportements plus sobres, plus soutenables, notamment en matière alimentaire. Il a également fait l'objet d'une déclinaison régionale dans le cadre du SRCAE⁶.

⁴ ADEME, Enerdata, et Energies Demain, « Actualisation du scénario énergie-climat - ADEME 2035-2050 », septembre 2017, www.ademe.fr/actualisation-scenario-energie-climat-ademe-2035-2050

⁵ https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Solagro_afterres2050-v2-web.pdf

⁶ <http://oreca.maregionsud.fr/schemas-regionaux/scenario-negawatt-regionalise.html>

Voir notamment « Vers un système énergétique 100 % renouvelable, Scénario et plans d'actions pour réussir la transition énergétique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Partie 4 : Evolution de l'usage des terres en Provence-Alpes-Côte d'Azur – version finale » 16 p.



LE TERRITOIRE

2

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

LE TERRITOIRE DU SUD LUBERON



2. LE TERRITOIRE

- *Administratif*

La Communauté Territoriale Sud Luberon est née en 2000 sous le nom de Communauté de communes Luberon Durance et renommée COTELUB en 2013. Les communes de Cadenet et de Cucuron, appartenant précédemment à la CC des Portes du Luberon rejoignent COTELUB dans le cadre de la loi NOTRe⁷ le 1^{er} janvier 2017 portant le nombre de communes de l'intercommunalité à 16. Le siège de COTELUB se trouve à La Tour d'Aigues.

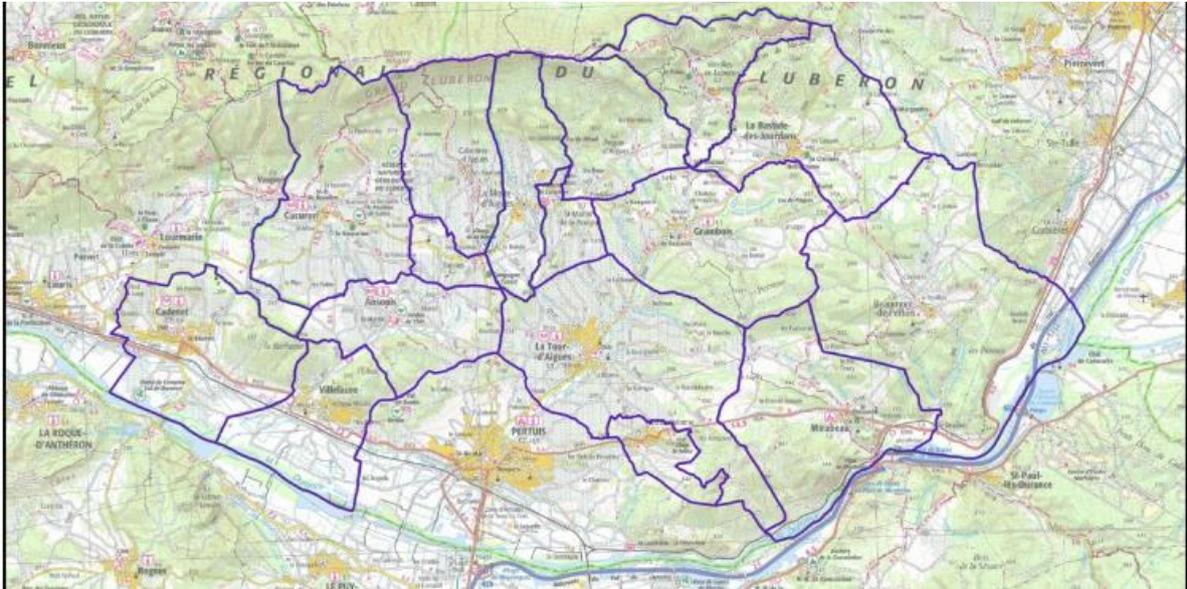


Figure 3 : Découpage communal de la Communauté Territoriale Sud Luberon (Source : site de COTELUB)

- *Géographique*

Situé au Sud-Est du département du Vaucluse (84) en région SUD, le territoire est bordé au Nord le massif du Luberon et au Sud par la Durance.

- *Démographique*

COTELUB compte à peu près de 25 000 habitants sur un territoire de 365 km². La densité de population est d'environ 64 habitants/km². Sa population est en constante augmentation, multipliée par plus de deux entre 1968 et 2015. Les trois communes principales sont La Tour-d'Aigues, Cadenet, comptant plus de 4 000 habitants, et Villelaure avec près de 3 500 habitants.

⁷ Loi portant nouvelle organisation territoriale de la République

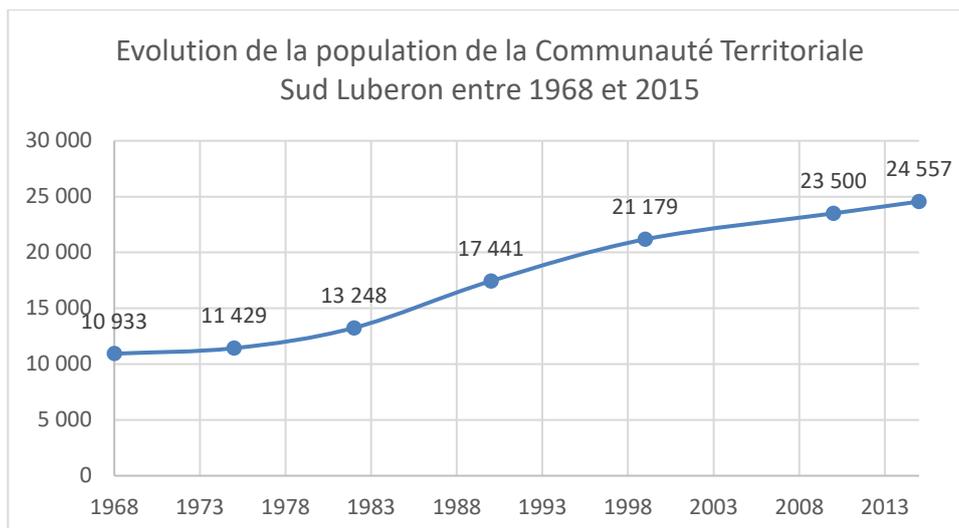


Figure 4 : Evolution démographique de la CC entre 1968 et 2015 (source : INSEE 2015)

- **Emplois**

Le territoire possède environ 11 400 actifs pour près de 5 200 emplois. Le principal secteur d'emplois est le tertiaire représentant 70% réparti équitablement entre le secteur privé (Commerce, Transports, Services) et le secteur public (Administration publique, Enseignement, Santé, Action sociale).

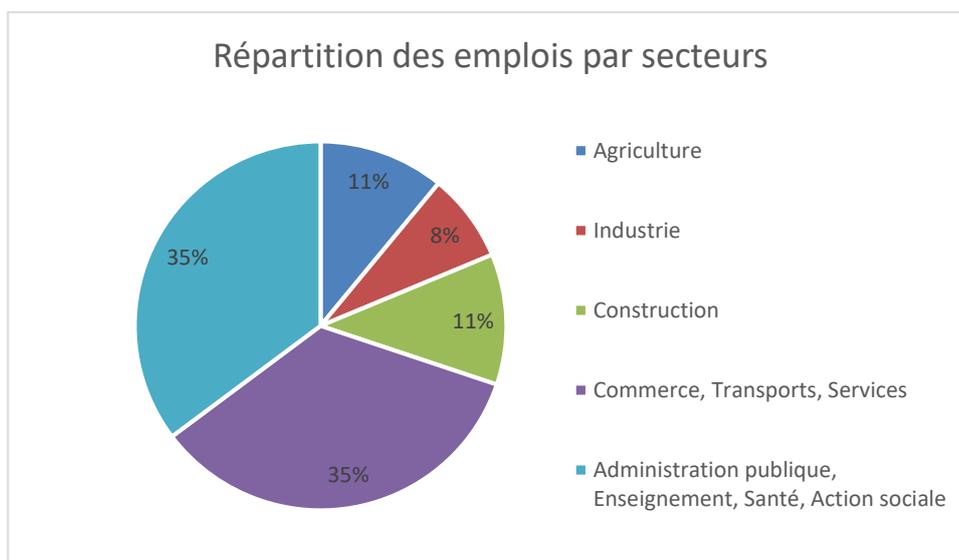


Figure 5 : Répartition des emplois sur le territoire de COTELUB en 2015 (source : INSEE 2015)



ÉTAT DES LIEUX

3

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

ÉTAT DES LIEUX CLIMAT-AIR-ÉNERGIE

3.1 Synthèse

3.2 Consommations d'énergies

3.3 Emissions de gaz à effet de serre

3.4 Emissions de polluants atmosphériques

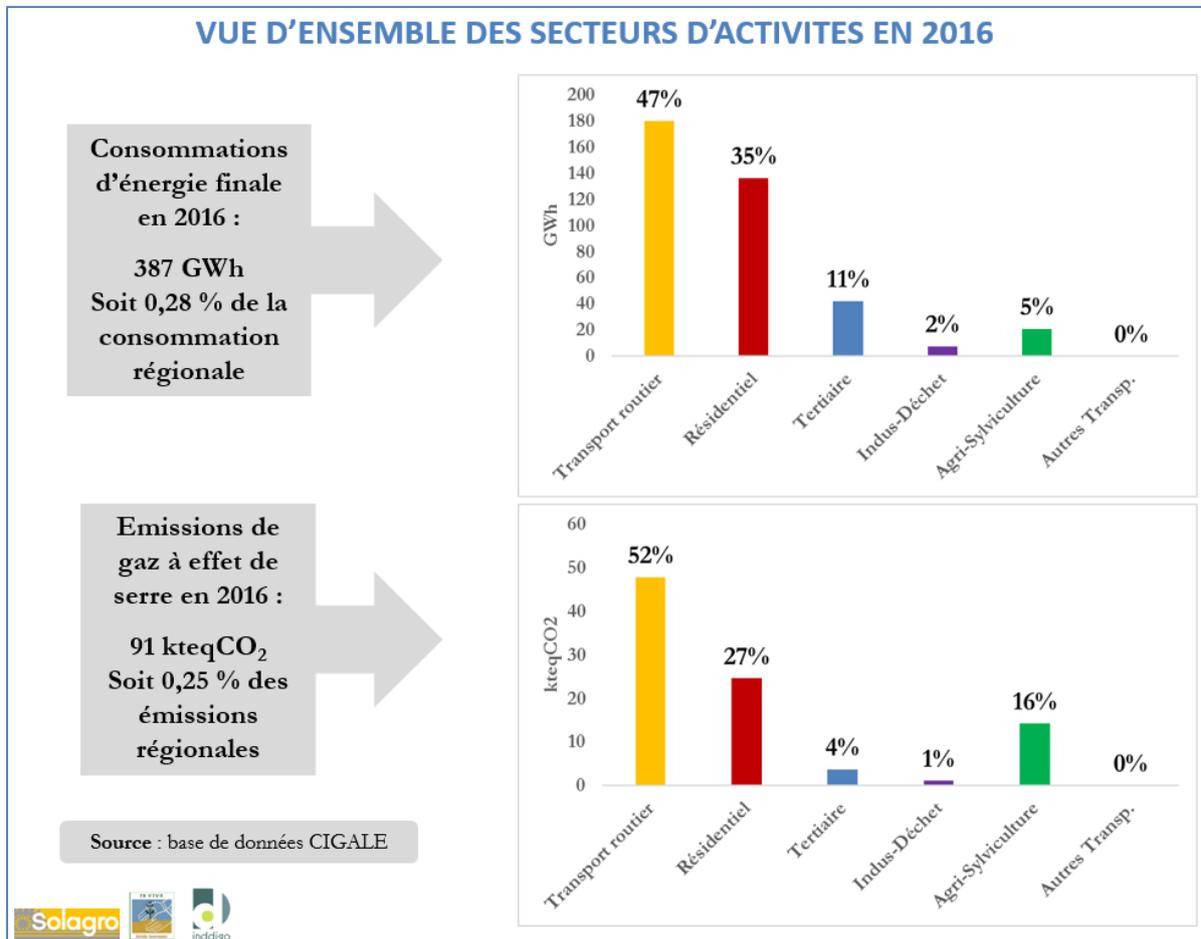
3.5 Production d'énergies renouvelables

3.6 Focus sur les principaux secteurs d'activité



3. ETAT DES LIEUX CLIMAT-AIR-ENERGIE

3.1 SYNTHESE



3.2 CONSOMMATIONS D'ENERGIE

3.2.1 METHODE

Les données utilisées sont fournies par l'inventaire de l'observatoire régionale de l'énergie, du Climat et de l'Air⁸ qui recense les données air, énergie, climat en région SUD. Ces données sont disponibles à la maille régionale, départementale, intercommunale et communale.

3.2.2 VUE D'ENSEMBLE

Les consommations d'énergie du territoire de COTELUB s'élèvent à 387 GWh en 2016⁹.

Cela représente 15,7 MWh/habitant, ce qui est inférieur au niveau départemental (Vaucluse = 23,7 MWh/habitant) et régional (Région SUD = 27,7 MWh/habitant). Ce ratio a légèrement baissé ces dernières années, il était de 17,6 MWh/habitant en 2010.

De manière générale les consommations énergétiques du territoire sont restées stables entre 2007 et 2016. Elles ont connu un minimum en 2014 à 375 GWh et un maximum en 2010 à 413 GWh.

⁸ d'après la base de données CIGALE - Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air (ORECA) Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud

⁹ d'après la base de données CIGALE - Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air (ORECA) Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud

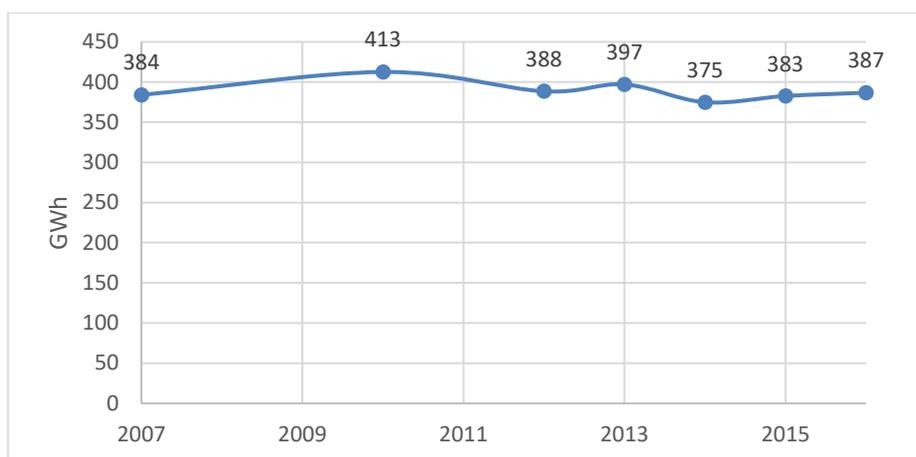


Figure 6 : Evolution des consommations énergétiques du territoire de COTELUB entre 2007 et 2016 (source : CIGALE)

3.2.3 ANALYSE SECTORIELLE

La majeure partie des consommations énergétiques du territoire proviennent des transports routiers avec 180 GWh soit 47% du total. Le second secteur consommateur est le résidentiel avec 136 GWh soit 35% du total. Vient ensuite le tertiaire avec 42 GWh soit 11% puis l'agriculture avec 21 GWh soit 5%. La part de l'industrie est faible avec 8 GWh consommés soit 2% de la consommation totale. Aucun transport non routier n'est inventorié sur le territoire.

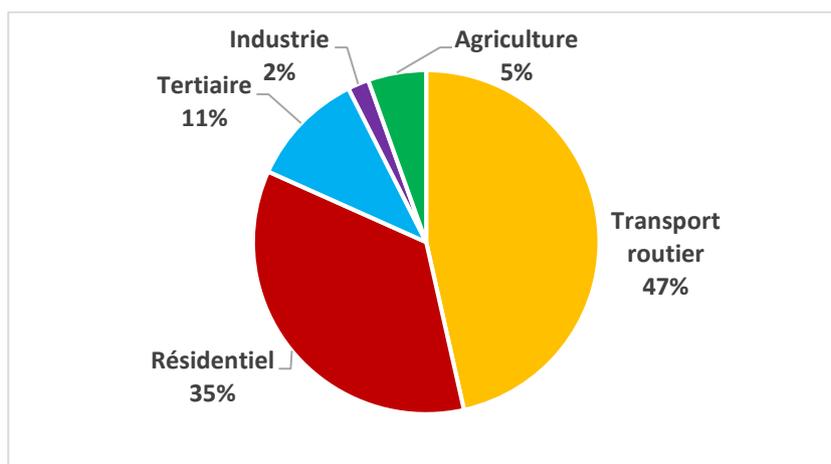


Figure 7 : Répartition sectorielle des consommations énergétiques en 2016 (source : CIGALE)

Globalement les consommations du territoire sont restées stables sur la période 2007/2016. Cependant le secteur tertiaire a vu ses consommations augmenter de +33%. C'est également le cas des transports routiers, de manière plus anecdotiques (+5%). Dans le même temps les consommations des secteurs industriel (-21%), résidentiel (-9%) et agricole (-7%) ont baissé.

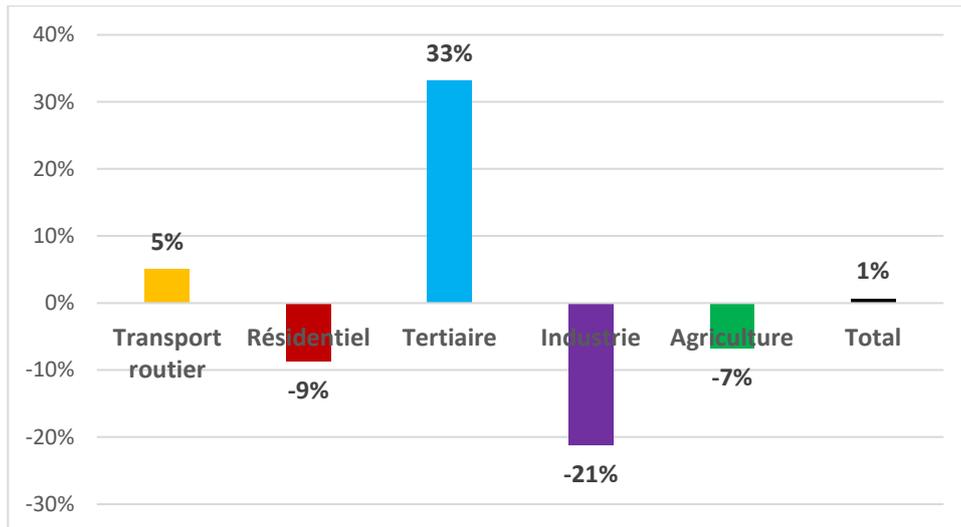


Figure 8 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques de par secteur (source : CIGALE)

3.2.4 ENERGIES UTILISEES

En 2016, les produits pétroliers représentent la principale source d'énergie consommée par le territoire (50 %). L'électricité vient en seconde place (31%). La part du gaz est très faible étant donné le caractère rural du territoire et la faible couverture du réseau de distribution (voir chapitre réseaux gaz).

Les énergies renouvelables et de récupération couvrent 11% des consommations du territoire dont 8 % de bois-énergie et 3% d'autres énergies renouvelables¹⁰.

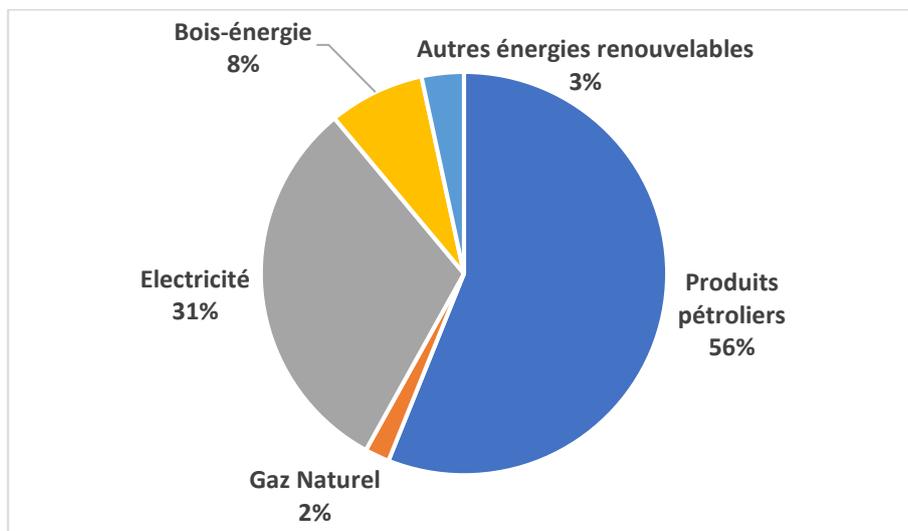


Figure 9 : Mix énergétique du territoire de COTELUB en 2016 (source : CIGALE)

Les produits pétroliers sont présents dans les cinq grands secteurs d'activité. Sous forme de carburants (en majeure partie) pour les voitures, camions et les engins agricole ou sous forme de fioul ou de propane pour la production de chaleur dans le résidentiel, le tertiaire et l'industrie.

Le gaz naturel sert principalement à la fourniture de chaleur dans les secteurs résidentiel, tertiaire, industriel et agricole. Il est présent en faible proportion dans les transports routiers sous forme de Gaz Naturel Véhicule (GNV¹¹).

L'électricité sert également à la fourniture de chaleur mais aussi à l'alimentation des appareils électrique, électronique et à certains process industriels.

¹⁰ Ordures ménagères (organiques), déchets agricoles, farines animales, boues d'épuration, biocarburant, liqueur noire, bio-alcool, biogaz, gaz de décharge, chaleur issue du solaire thermique et de la géothermie.

¹¹ Gaz Naturel pour Véhicules constitué d'environ 97 % de méthane, il s'agit du même gaz que celui distribué en France sur le réseau de GrDF et qui est utilisé par les particuliers pour la cuisine ou le chauffage

Le bois énergie est utilisé quasiment exclusivement pour le chauffage des ménages et de manière anecdotique dans le tertiaire et l'industrie.

Enfin la majeure partie des autres énergies renouvelables est utilisée dans le secteur transport (biocarburant) et agricole (utilisation des déchets agricoles)

	Transport routier	Résidentiel	Tertiaire	Industrie	Agriculture
Produits pétroliers	167,4	32,4	3,9	1,9	11,5
Gaz Naturel	0,0	2,7	2,0	0,1	2,8
Electricité	0,0	71,7	35,8	5,6	6,1
Bois-énergie	0,0	29,4	0,2	0,0	0,0
Autres énergies renouvelables	12,4	0,0	0,0	0,0	0,7

Figure 10 : Consommations énergétiques de COTELUB par secteur et par type d'énergie en 2016 (source : CIGALE)

L'utilisation des produits pétroliers et du gaz a diminué depuis 2007 au profit du de l'électricité, et des énergies renouvelables.

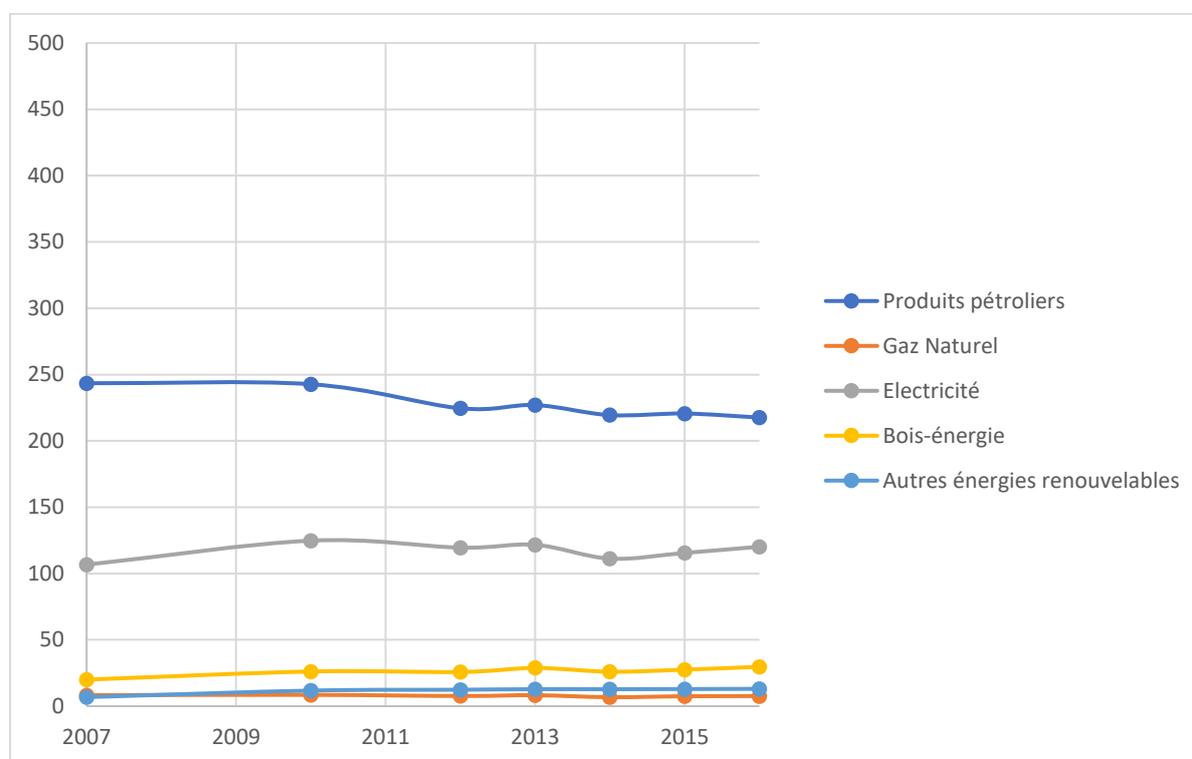


Figure 11 : Evolution des consommations énergétiques de COTELUB par type d'énergie entre 2007 et 2016 (source : CIGALE)

3.2.5 ANALYSE COMMUNALE

Les trois communes les plus peuplées (Cadenet, La Tour d'Aigues et Villelaure) sont les plus consommatrices.

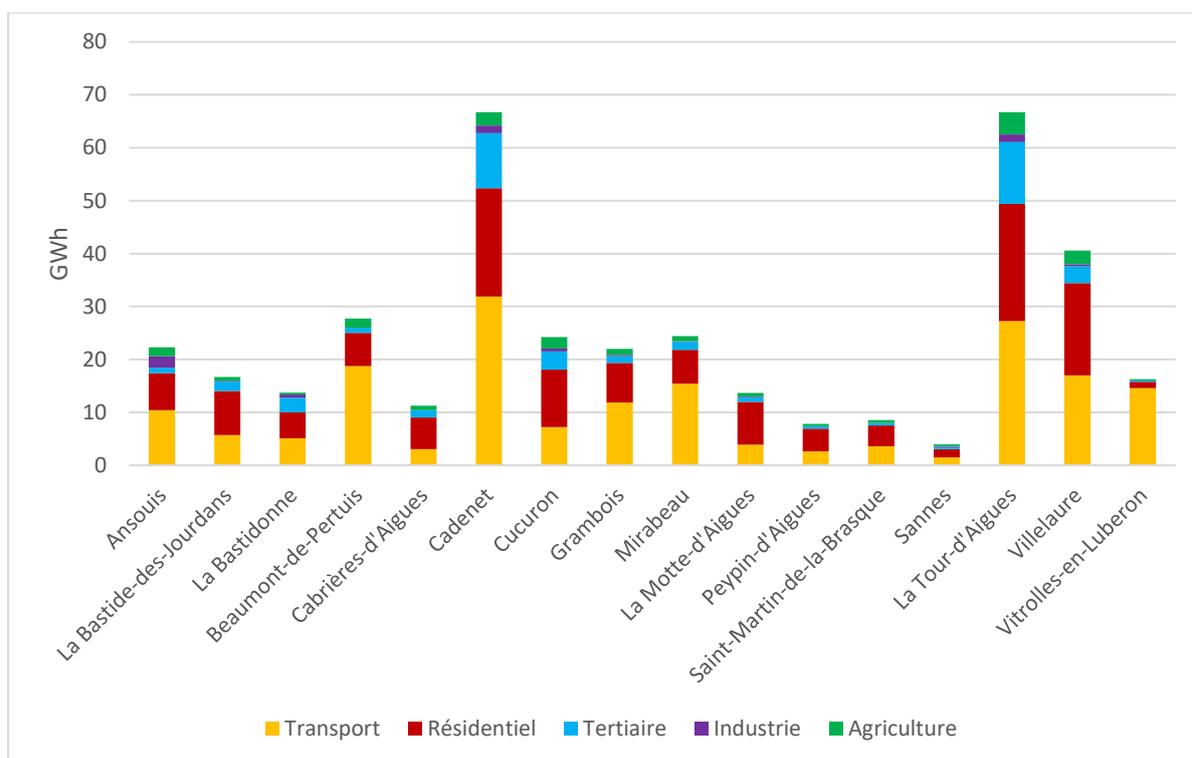


Figure 12 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB par secteurs d'activités en 2016
(Source : CIGALE)

La consommation énergétique communale rapportée au nombre d'habitant de la commune met en évidence les communes dont la consommation du secteur des transports routiers est la plus importante (voir figure ci-dessous). Ainsi, Vitrolles-en-Luberon ressort en raison de son faible nombre d'habitant associé à une forte part du secteur transport routier. Les autres communes sont relativement proches de la moyenne intercommunale.

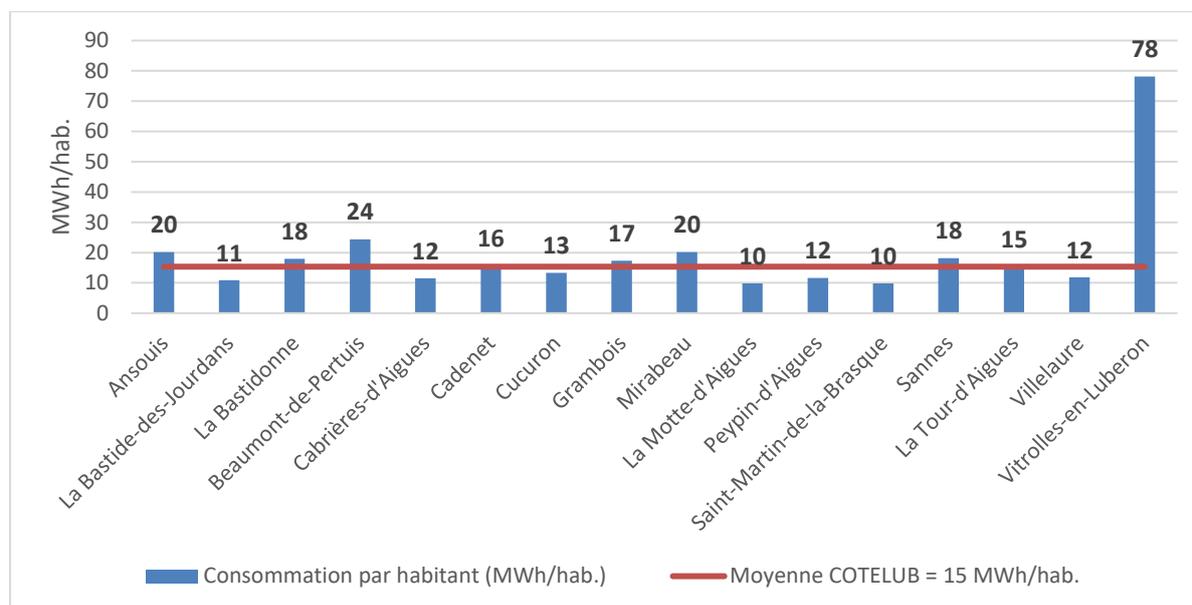


Figure 13 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB par habitant en 2016 (source : CIGALE)

Les cartes suivantes illustrent ces mêmes données.

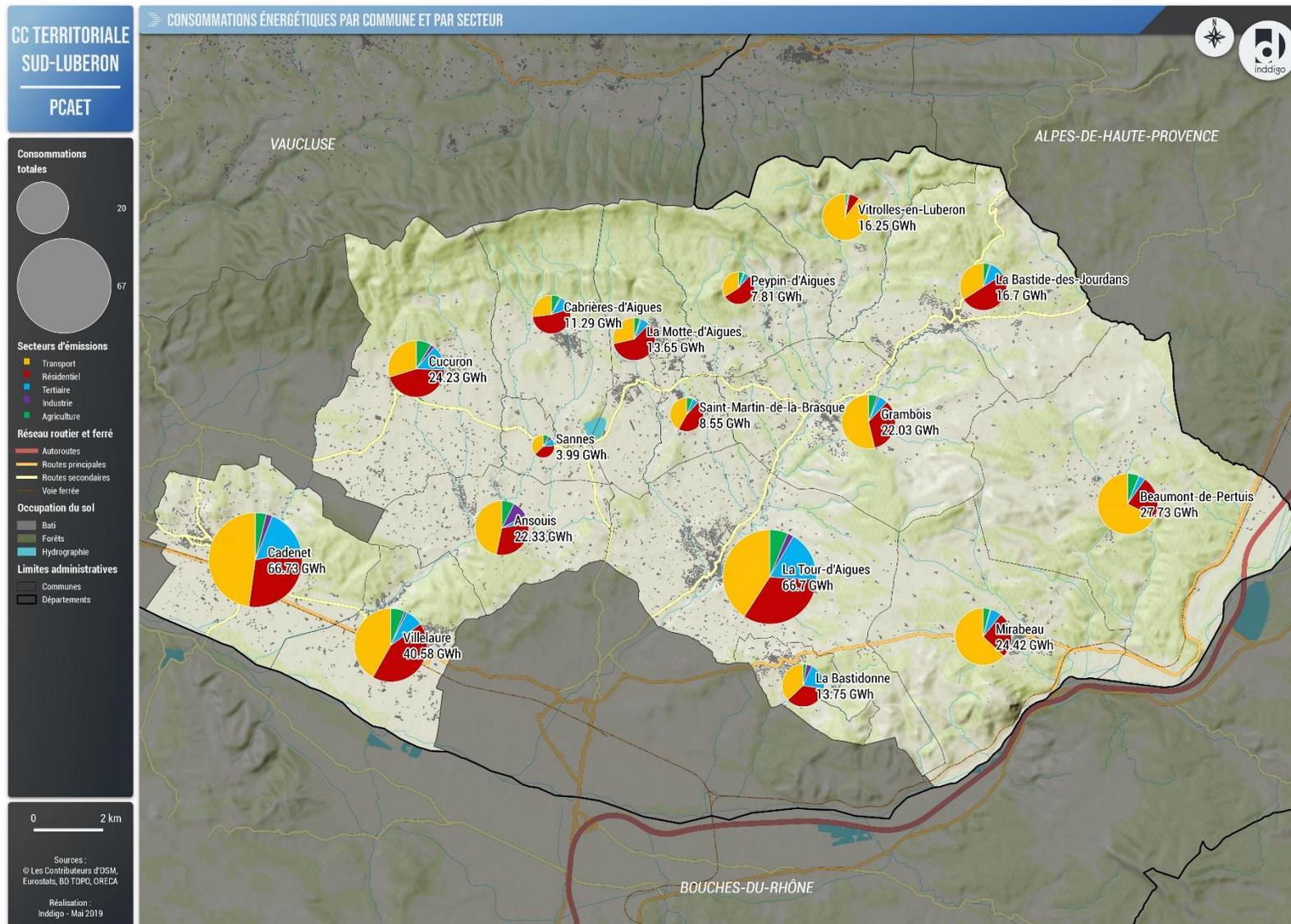


Figure 14 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB0 par secteurs d'activités en 2016 (sources, Inddigo, CIGALE)

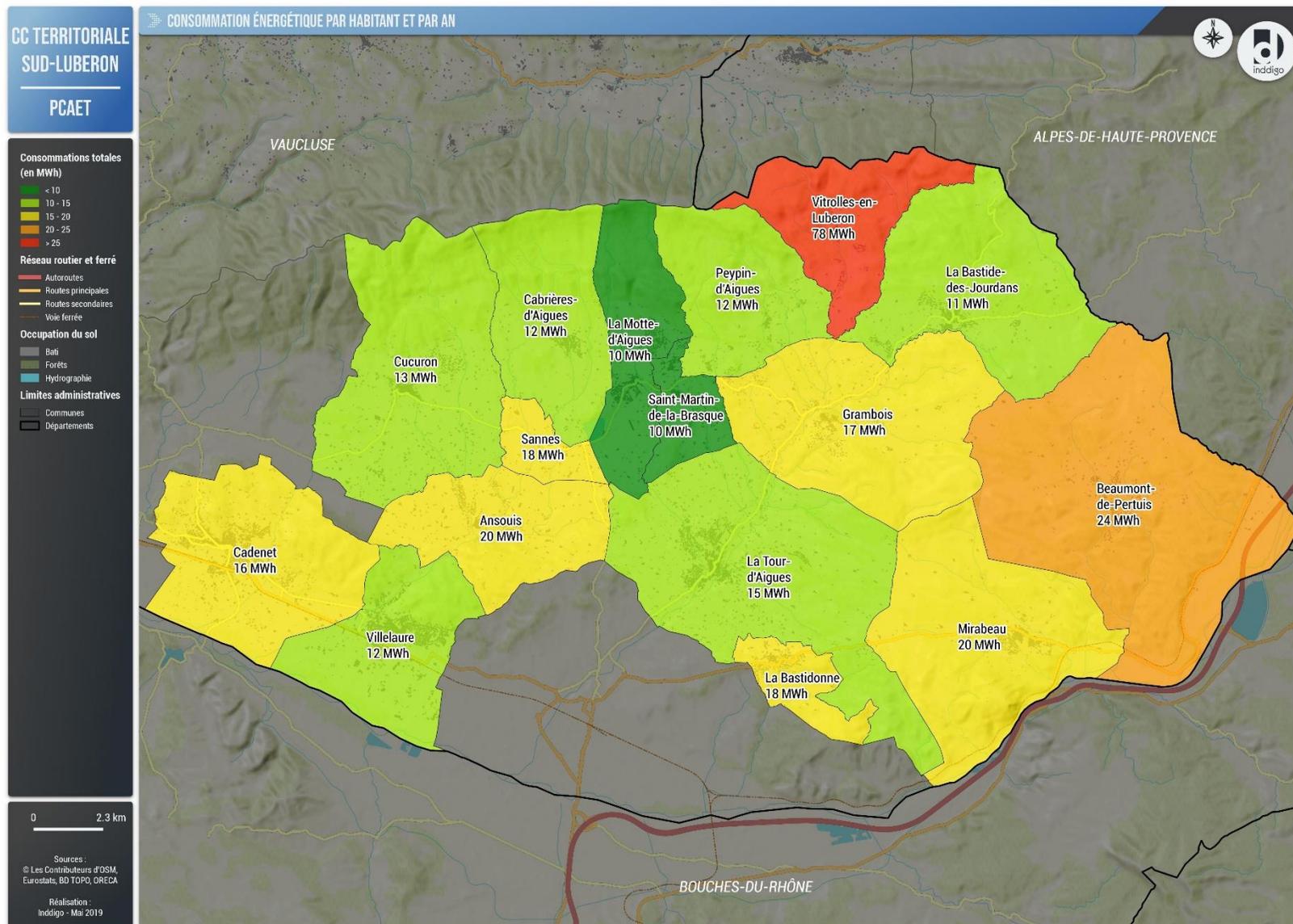


Figure 15 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB par habitant en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE)

3.3 EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

3.3.1 METHODE

Les émissions de gaz à effet de serre intègrent les émissions directes provenant de la combustion des différentes sources énergétiques, les émissions indirectes de GES liées à la consommation d'électricité (SCOPE 1 et 2) ainsi que les émissions directes provenant de procédé non énergétiques (élevage, fertilisation des sols, process industriels, ...)

L'Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (UTCF) est à la fois un puits et une source d'émission de CO₂, CH₄ et N₂O. L'UTCF couvre la récolte et l'accroissement forestier, la conversion des forêts (défrichage) et des prairies ainsi que les sols dont la composition en carbone est sensible à la nature des activités auxquelles ils sont dédiés (forêt, prairies, terres cultivées). Ce secteur n'est actuellement pas calculé dans l'inventaire.

3.3.2 VUE D'ENSEMBLE

Les émissions de GES du territoire de COTELUB s'élèvent à 91 kteqCO₂¹² en 2016.

Cela représente 3,7 teqCO₂/habitant, ce qui est inférieur au ratio départemental (Vaucluse = 5,3 teqCO₂/habitant) et au ratio régional (Région SUD = 7,4 teqCO₂/habitant). Ce ratio a légèrement baissé ces dernières années, il était de 4,3 teqCO₂/habitant en 2010.

De manière générale les émissions de GES du territoire sont en légère baisse. Elles ont connu un maximum en 2010 avec 101 kteqCO₂ et ont baissé de 10% entre 2010 et 2016.

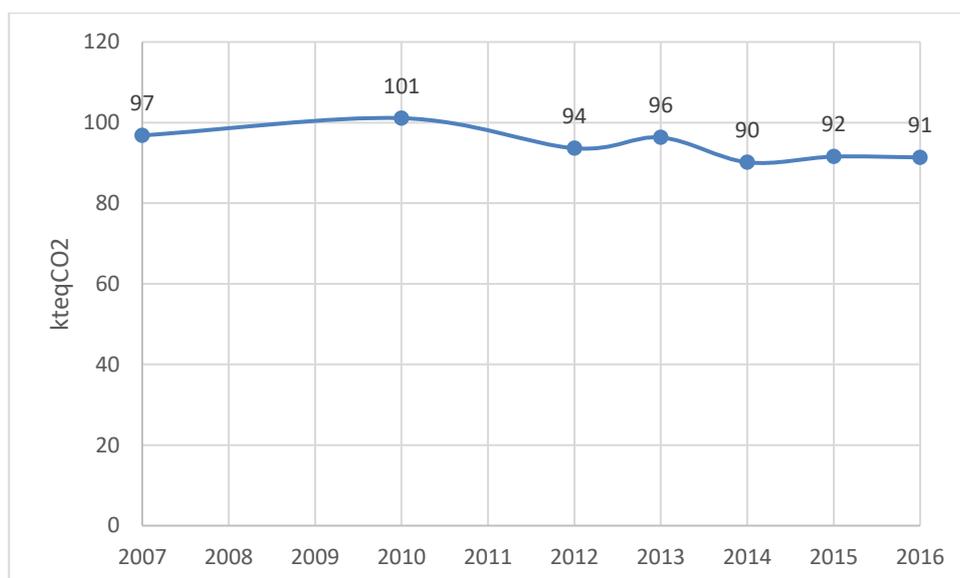


Figure 16 : Evolution des émissions de GES du territoire entre 2007 et 2016 (Source : CIGALE)

3.3.3 ANALYSE SECTORIELLE

La majeure partie des consommations énergétiques du territoire proviennent des transports routiers avec 48 kteqCO₂ soit 52% du total. Le second secteur émetteur est le résidentiel avec 25 kteqCO₂ soit 27% du total. L'agriculture émet 14 kteqCO₂ pour 16% des émissions totales contre 4% de la consommation énergétique. Vient ensuite le tertiaire avec 4 kteqCO₂ soit 4% du total puis l'industrie avec 1 kteqCO₂ soit 001%. Les transports non routiers n'émettent pas sur le territoire.

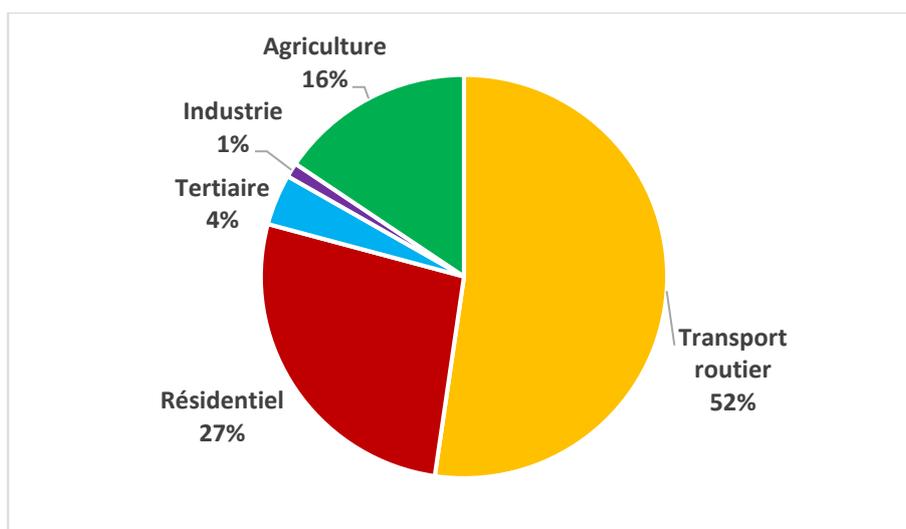


Figure 17 : Répartition sectorielle des émissions de GES sur le territoire de COTELUB en 2016 (Source : CIGALE)

Les émissions du territoire sont en légère baisse durant la période 2007/2016 (-6%). La totalité des secteurs ont vu leurs émissions baisser sur cette période excepté les transports routiers (+6%) et le tertiaire (+9%) dont les émissions ont augmenté. Le secteur dont les émissions ont baissé le plus est l'industrie (-35%). Le résidentiel et l'agriculture connaissent des diminutions équivalentes avec respectivement -16% et -17% et le secteur dont la baisse est la plus faible est le tertiaire (-5%).

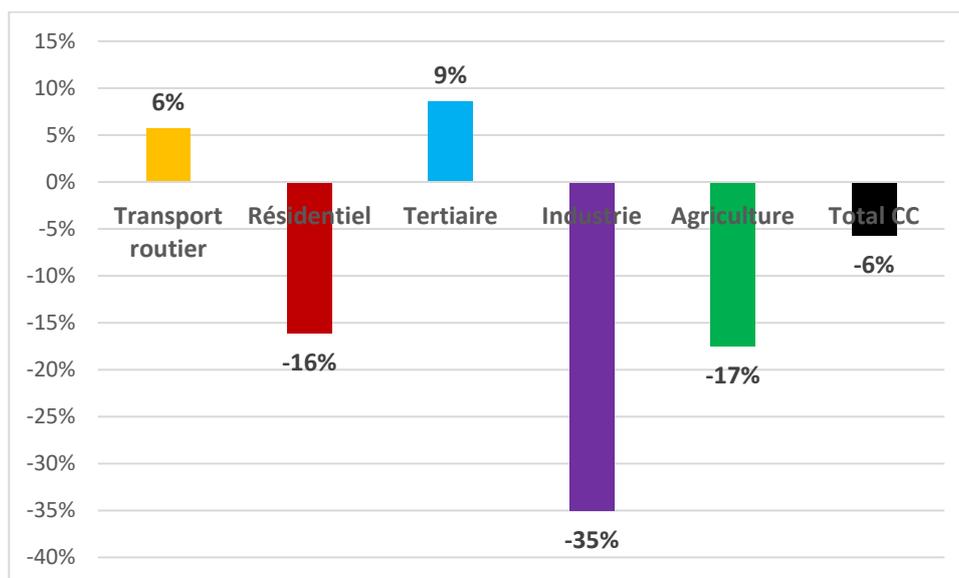


Figure 18 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques du territoire de COTELUB par secteur d'activité (source : CIGALE)

3.3.4 ENERGIES UTILISEES

Les produits pétroliers représentent la principale source d'émissions de GES sur le territoire avec près de deux tiers des émissions totales.

Les émissions non-énergétiques (émissions directes ne provenant pas de la production d'énergie) représentent la seconde source et 12% du total. Elles proviennent quasiment exclusivement du secteur agricole et ont baissé de 15% entre 2007 et 2016.

A noter la part de l'électricité bien plus faible que pour la consommation d'énergie. Cela est dû à la faible empreinte carbone de l'électricité en France qui est principalement produite par le nucléaire dont le coefficient d'émission est très faible.

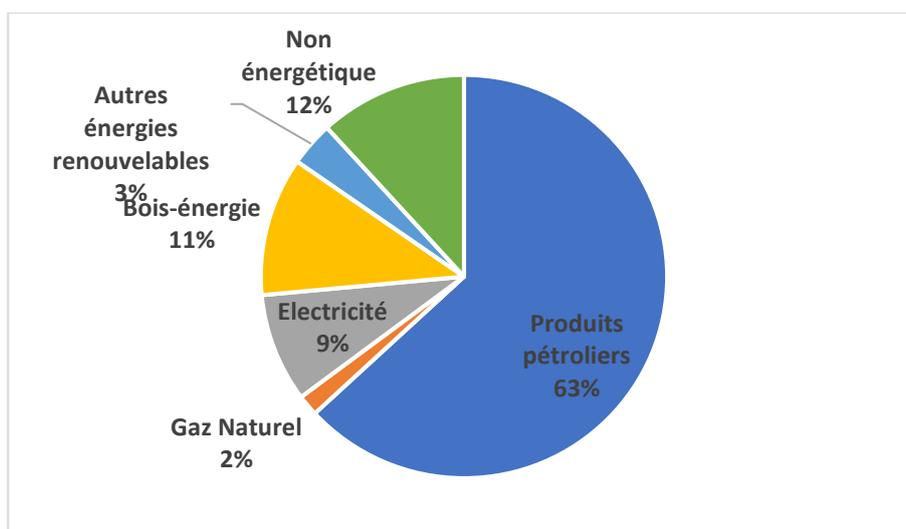


Figure 19 : Emissions de GES par type d'énergie en 2016 (source : CIGALE)

3.3.5 PART DES GAZ A EFFET DE SERRE

Les émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) sont comptabilisées en équivalent CO₂ (eqCO₂). Elle représente le PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) des émissions de GES du territoire. Ce PRG diffère selon les gaz émis. La base de données CIGALE recense trois GES dont le PRG est calculé selon les coefficients « établis lors de la Conférence des Parties de 1995 et appliqués dans le cadre du protocole de Kyoto ». Ces coefficients permettent de convertir les émissions de chaque GES en équivalent CO₂. Les trois GES recensés sont les suivants :

- CO₂ : 1 kg = 1 kg_{eq}CO₂
- CH₄ : 1 kg = 21 kg_{eq}CO₂
- N₂O : 1 kg = 310 kg_{eq}CO₂

Les gaz fluorés ne sont actuellement pas calculés dans l'inventaire.

Le dioxyde carbone (CO₂) représente la majeure partie des émissions de gaz à effet de serre, avec 90% des émissions totales. Il est présent dans tous les secteurs d'activité et provient des six sources citées précédemment.

Le méthane (CH₄) est émis par le secteur agricole (élevage) et résidentiel (combustion de bois domestique). Il représente 3% des émissions totales de GES.

Le protoxyde d'azote (N₂O) provient quasiment exclusivement du secteur agricole via les engrais utilisés pour la fertilisation des sols. Les autres sources sont la combustion des énergies fossiles et les émissions directes de certains process industriels. Sa part dans les émissions totales de GES est de 7%.

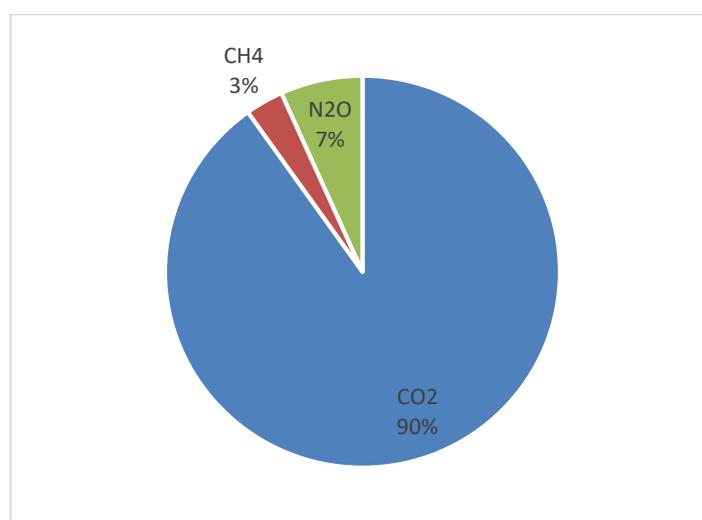


Figure 20 : Part des différents gaz à effet de serre dans les émissions globales de gaz à effet de serre de COTELUB en 2016 (source : CIGALE)

3.3.6 ANALYSE COMMUNALE

A l'instar des consommations énergétiques, les trois communes les plus peuplées (Cadenet, La Tour d'Aigues et Villelaure) sont les plus émettrices de GES.

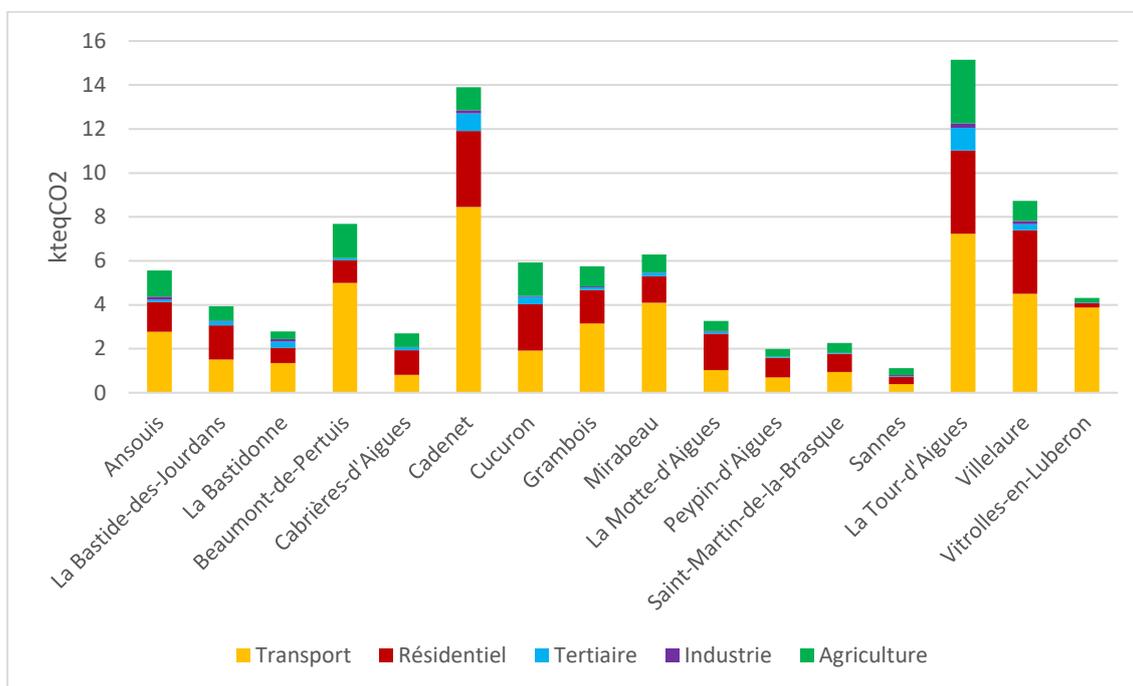


Figure 21 : Emissions GES des communes de COTELUB par secteur d'activité en 2016 (source : CIGALE)

Les émissions de GES communales rapportées au nombre d'habitant de la commune (Voir figure ci-dessous) mettent en évidence Vitrolles-en-Luberon en raison de son faible nombre d'habitant associé à une forte part du secteur transport routier. Les autres communes sont relativement proches de la moyenne intercommunale.

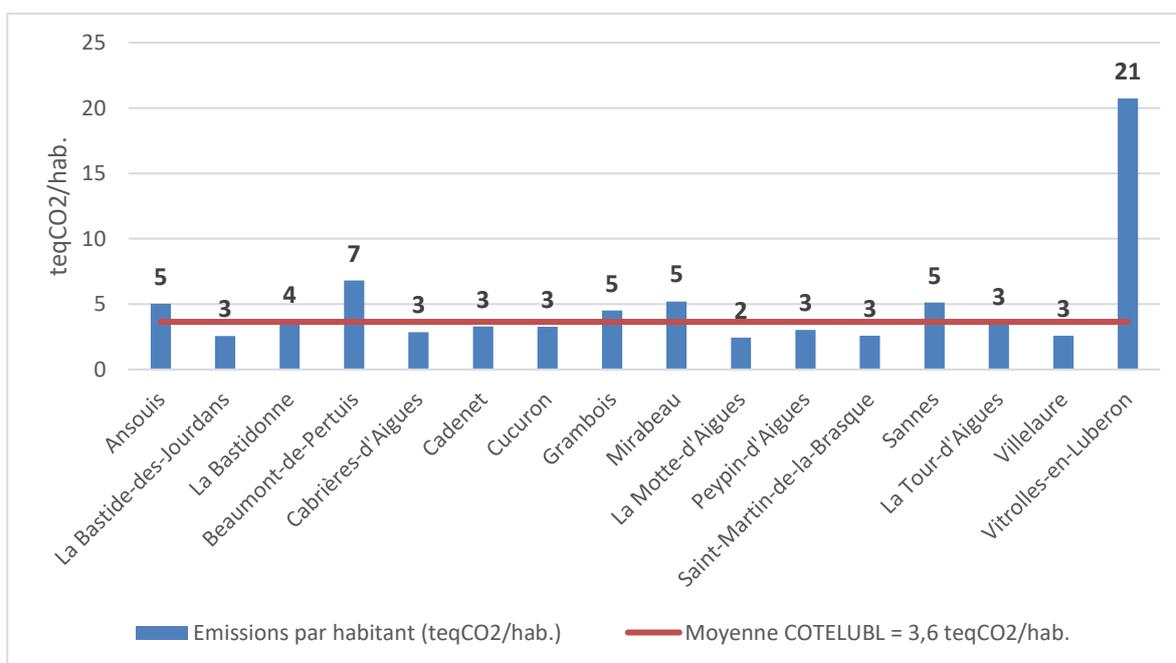


Figure 22 : Emissions de GES par les communes de COTELUB par habitant en 2016 (source : CIGALE)

Les cartes en pages suivantes illustrent ces mêmes données.

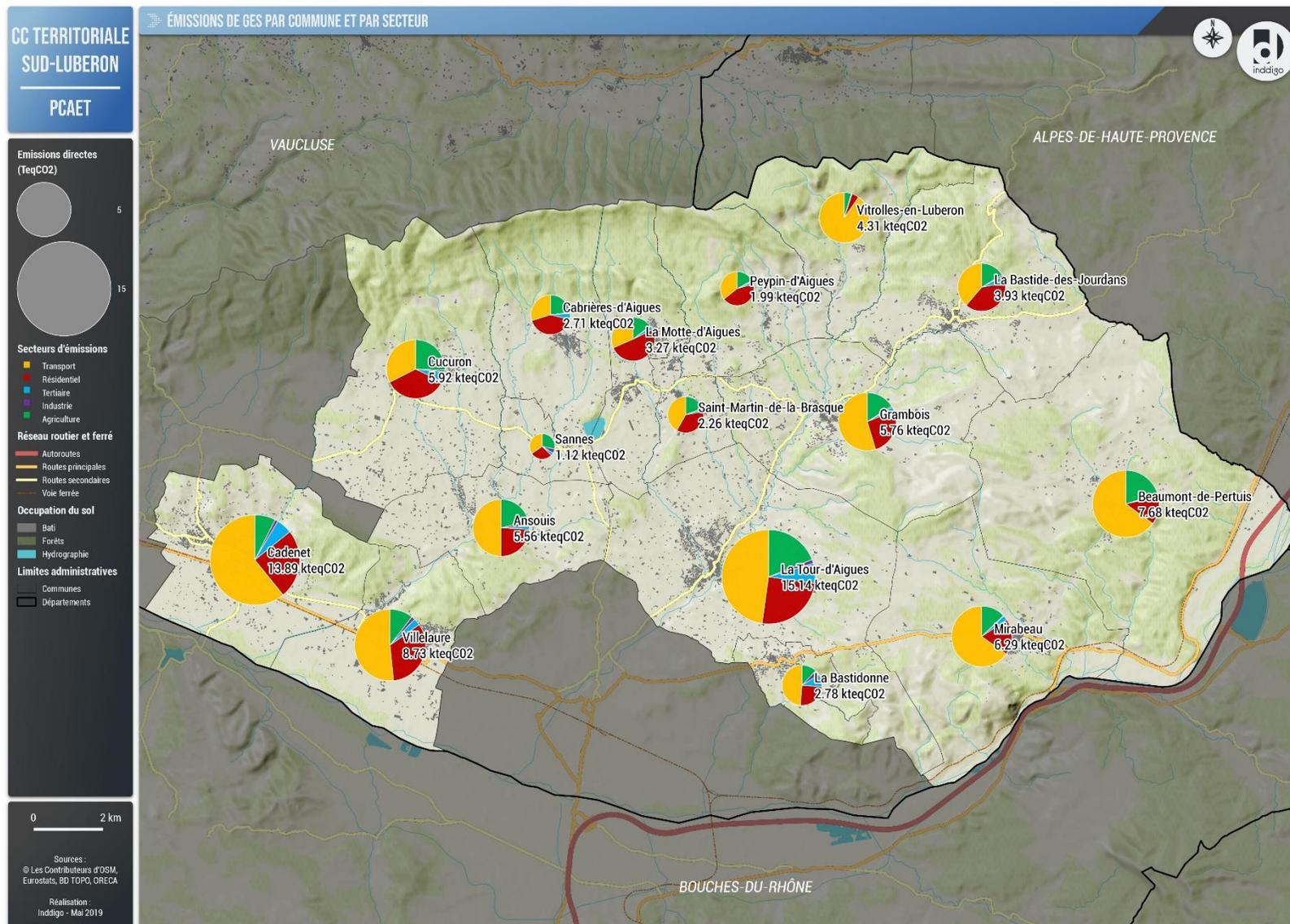


Figure 23 : Carte des émissions de GES pour les communes de COTELUB par secteur d'activités en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE)

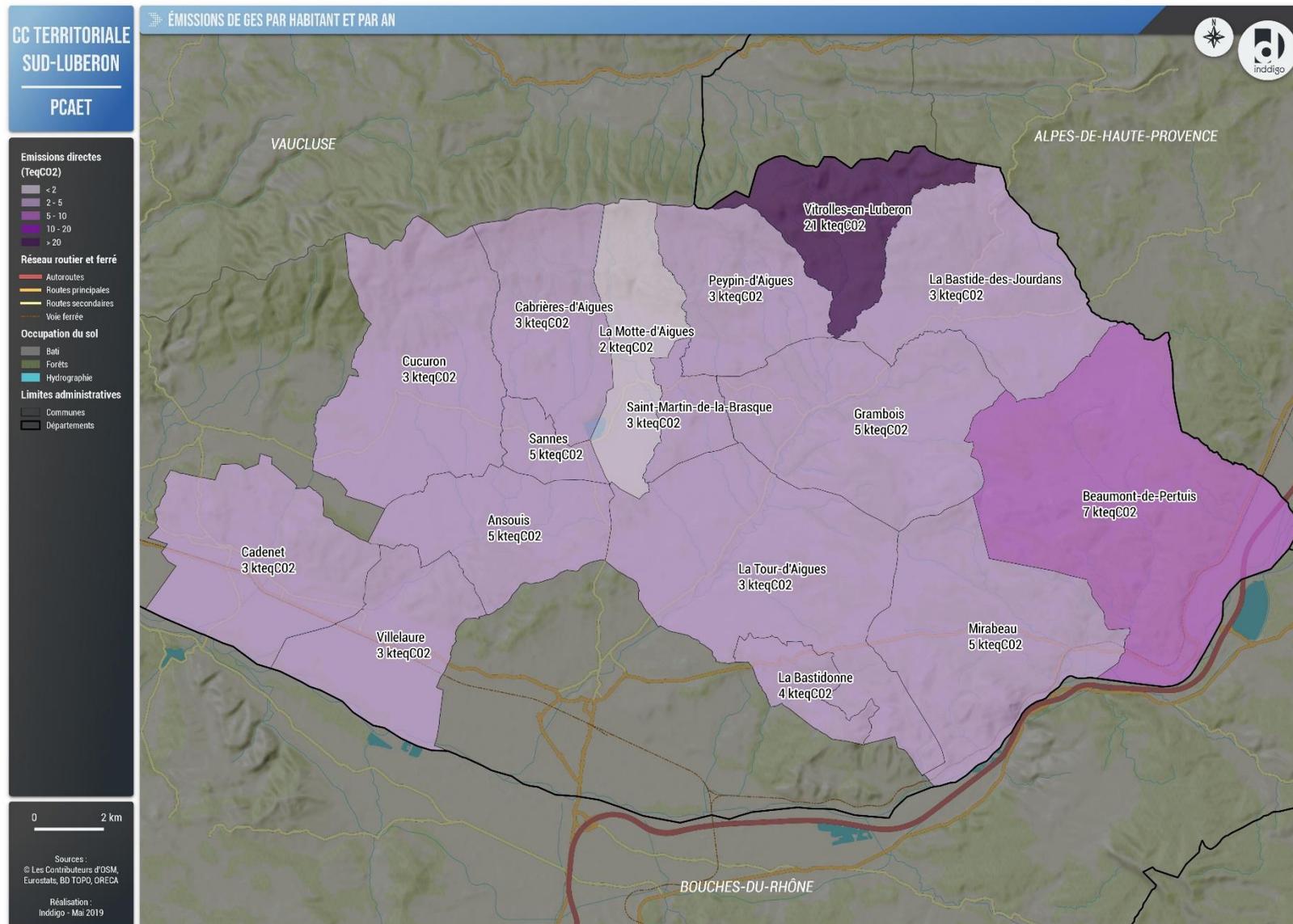


Figure 24 : Carte des émissions de GES par commune de COTELUB par habitant en 2016 (Sources : Inddigo, CIGALE)

3.4 EMISSIONS DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

3.4.1 VISION D'ENSEMBLE

Les polluants atmosphériques pris en compte sont les oxydes d'azote (NOx), les particules (PM10 et PM2.5), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), le dioxyde de soufre (SO₂) et l'ammoniac (NH₃).

Sur le territoire de COTELUB, les émissions de polluants les plus importantes sont celles des COVNM¹³ avec 2 223 tonnes en 2016 soit 11% des émissions départementales. Les autres polluants sont l'ammoniac (NH₃), les particules fines (PM10 et PM2.5) et les oxydes d'azote (NOx). Le territoire émet très peu de dioxyde de soufre (SO₂).

A titre de comparaison le territoire de COTELUB représente 4,4% de la population du département et 0,5% de la population régionale.

Polluants		PM10	PM2.5	NOx	COVNM	NH ₃	SO ₂
Emissions 2016 en tonnes	COTELUB	100	77	263	2 223	157	8
	Vaucluse	1 931	1 433	7 413	20 614	2 101	643
	Région SUD	18 841	14 330	85 651	157 517	8 644	21 640
Poids de COTELUB	Département	5%	5%	4%	11%	7%	1%
	Région	0,5%	0,5%	0,3%	1,4%	1,8%	0,0%

Figure 25 : Emissions des principaux polluants atmosphériques en 2016 (source : CIGALE)

3.4.2 EVOLUTION

Le total des émissions de polluants sont en baisse depuis 2007. Les diminutions les plus importantes concernent les émissions de dioxyde de soufre (SO₂) et d'oxydes d'azote (NOx).

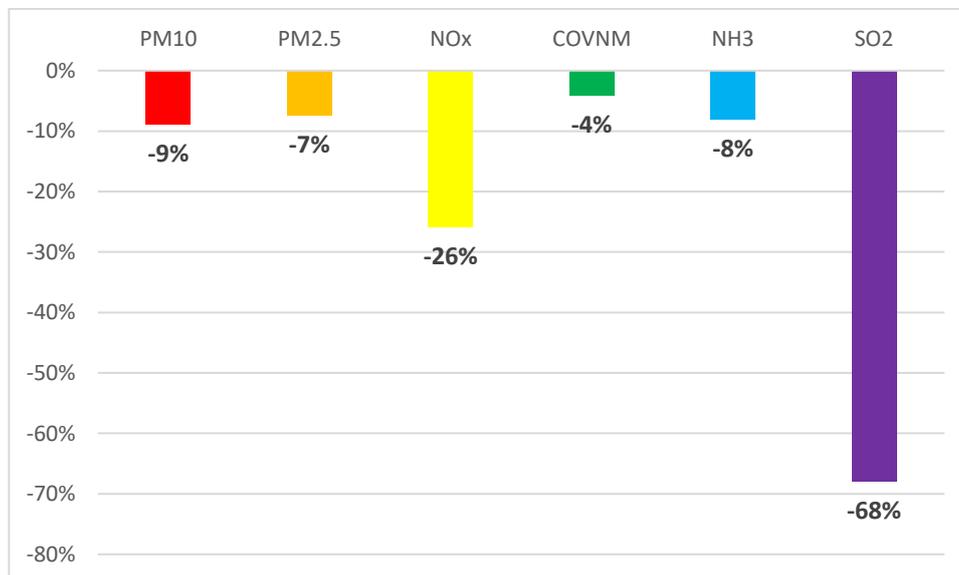


Figure 26 : Evolution des émissions de polluants entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

3.4.3 ANALYSE SECTORIELLE

Les particules fines (PM10 et PM2.5) proviennent en majeure partie du secteur résidentiel notamment via la combustion de bois domestique. On les retrouve également dans le secteur agricole via le brûlage des déchets et les engins agricoles ainsi que dans le secteur transports routiers via les gaz d'échappements.

Les émissions de NOx sont provoquées à 60% par les transports routiers. Les autres secteurs émetteurs sont l'agriculture (engins et brûlages agricoles), le résidentiel (combustion de bois domestique) et les autres secteurs non référencés par l'inventaire CIGALE (notamment le trafic aérien international).

Les COVNM proviennent quasiment exclusivement des émetteurs non inclus¹⁴ dans l'inventaire CIGALE.

L'ammoniac provient de l'agriculture, il est émis principalement par les déjections des animaux et les engrais azotés utilisés pour la fertilisation des cultures. C'est l'une des premières causes d'acidification et d'eutrophisation des milieux.

Le dioxyde de soufre est émis par l'utilisation de produits pétroliers (fioul domestique) pour le chauffage dans le résidentiel.

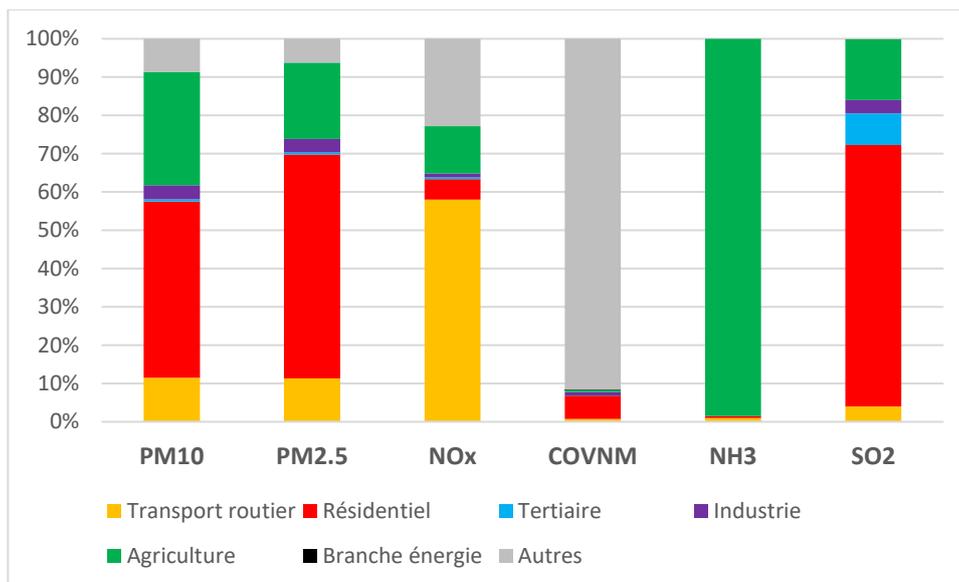


Figure 27 : Part des différents secteurs dans les émissions de polluants en 2016 (Source : CIGALE)

¹⁴ La catégorie Emetteurs non inclus regroupe les émissions non prises en compte dans les totaux nationaux. Concernant les émissions de gaz à effet de serre direct, il s'agit des émissions du trafic maritime aérien et international ainsi que des sources non anthropiques. Pour les autres substances, il s'agit des mêmes émissions auxquelles sont ajoutées les émissions de la phase croisière du trafic aérien domestique, les émissions des sources biotiques agricoles et les émissions de particules issues de la remise en suspension (afin d'éviter les doubles comptes).

3.4.4 EXPOSITION DES POPULATIONS

3.4.4.1 Qualité globale de l'air

« En 2017, plus d'un millier de personnes restent exposées au dépassement des valeurs limites pour les polluants réglementés (dioxyde d'azote et particules fines) dans le Vaucluse. Il s'agit d'une pollution de fond, notamment dans l'agglomération d'Avignon et près des grands axes de circulation. »¹⁵

Le territoire de la Communauté Territoriale Sud Luberon se trouve assez éloigné des zones polluées du département (aux alentours de l'agglomération d'Avignon). Elle ne possède pas non plus d'axes routiers majeurs telles que des autoroutes. La qualité de l'air (pollution de fond) y est bonne avec un indice annuel synthétique de qualité de l'air¹⁶ autour de 50/100 ; Cet indice combine les concentrations des trois principaux polluants (dioxyde d'azote (NO₂), particules fines (PM10) et Ozone (O₃)).



Figure 28 : Indice synthétique de la qualité de l'air en 2017 combinant les concentrations de trois polluants (NO₂, PM10, O₃) (source : AtmoSud¹⁷)

Ci-dessous la qualification des codes couleurs de l'indice journalier également utilisée pour l'indice synthétique annuel :

Indice journalier	Couleur	Qualification
IJ ≤ 20 : bleu-vert		Très bon
20 < IJ ≤ 30 : bleu-vert		Bon
30 < IJ ≤ 40 : vert		Bon
40 < IJ ≤ 50 : vert-jaune		Bon
50 < IJ ≤ 60 : jaune		Moyen
60 < IJ ≤ 70 : jaune-orangé		Médiocre
70 < IJ ≤ 80 : orange		Médiocre
80 < IJ ≤ 90 : rouge-orangé		Médiocre
90 < IJ ≤ 100 : rouge		Mauvais
100 : carmin		Très mauvais

¹⁵ AtmoSud, « Qualité de l'air et tendance dans le Vaucluse » <https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-et-tendance-dans-le-vaucluse?bilan=2379>

¹⁶ <https://www.atmosud.org/article/comprendre-les-indices-pour-quantifier-lair>

¹⁷ <https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-et-tendance-dans-le-vaucluse?bilan=2379>

3.4.4.2 Dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote (NO_2) se forme dans l'atmosphère à partir du monoxyde d'azote (NO) émis essentiellement lors de la combustion de combustibles fossiles, par la circulation routière par exemple. Il se transforme dans l'atmosphère en acide nitrique, qui retombe au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification des milieux naturels. Les concentrations de NO et de NO_2 augmentent en règle générale dans les villes aux heures de pointe. Les émissions anthropiques de NO_2 proviennent principalement de la combustion (chauffage, production d'électricité, moteurs des véhicules automobiles et des bateaux).

Le dioxyde d'azote est un gaz toxique entraînant des inflammations des voies respiratoires à fortes concentrations, il est également un composé primaire produisant notamment les $\text{PM}_{2.5}$ et l'ozone

La population n'est que très peu exposée car les concentrations de polluants se cantonnent aux abords des axes à forts trafics. Elles sont quasiment nulles sur le territoire excepté en bordure de la route départementale 973 et de l'A51.

3.4.4.3 Particules fines

Les particules fines sont des particules solides en suspension dans l'air. Elles sont classées en deux catégories selon leur taille, PM_{10} de diamètre inférieur à $10\ \mu\text{m}$ et les $\text{PM}_{2.5}$ de diamètre inférieur à $2,5\ \mu\text{m}$. A titre de comparaison un cheveu humain mesure environ $50\ \mu\text{m}$.

Les particules fines pénètrent en profondeur dans les poumons. Elles peuvent être à l'origine d'inflammations, et de l'aggravation de l'état de santé des personnes atteintes de maladies cardiaques et pulmonaires. De plus, elles peuvent transporter des composés cancérigènes absorbés sur leur surface jusque dans les poumons.

Les valeurs limites européennes sont respectées sur le territoire depuis 2013. Des dépassements des valeurs recommandées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) sont cependant observées. Il est estimé que 56% de la population du département est exposée à ces dépassements. Les communes les plus urbanisées (La Tour-d'Aigues, Cadenet, Villelaure) sont les plus exposées.

3.4.4.4 Ozone

L'ozone (O_3) est un polluant secondaire, il n'est pas émis directement et résulte d'une transformation chimique impliquant des polluants dits primaires. Il se forme sous l'effet de réactions photochimiques (c'est-à-dire en présence du rayonnement solaire) entre divers polluants, comme les oxydes d'azote (NO_x , émis par les véhicules et l'industrie) et les composés organiques volatiles (COV, émis par les véhicules, les solvants et l'industrie).

À des concentrations trop élevées, l'ozone a des effets marqués sur la santé de l'homme. On observe alors des problèmes respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme, une diminution de la fonction pulmonaire et l'apparition de maladies respiratoires.

La pollution à l'ozone est un fort enjeu sur le territoire, les concentrations sont assez élevées comme sur le reste du département et de la région. D'après AtmoSud, en 2017, 85% de la population du département est exposée à des dépassements des valeurs limites. La totalité de la population y était exposé en 2016.

3.5 PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES

3.5.1 METHODE

L'inventaire de la production d'énergie renouvelables et de récupération du territoire repose sur la base de données CIGALE à l'instar des consommations énergétiques et des émissions de GES et de polluants. Les filières recensées sont les suivantes :

- Biogaz
- Biomasse (bois énergie)
- Eolien
- Hydraulique (grand et petit)
- Incinération des ordures ménagères
- Solaire photovoltaïque
- Pompes à chaleur (dont géothermie)
- Réseaux de chaleur
- Solaire thermique

Il est également indiqué le type de valorisation de la production (électrique ou thermique).

3.5.2 VISION D'ENSEMBLE

En 2016, d'après la base de données CIGALE, la production d'énergies renouvelables du territoire de la Communauté Territoriale Sud Luberon s'élève à 130 GWh soit l'équivalent d'un tiers de la consommation énergétique.

La majeure partie de cette production (77%) est électrique. Les 23% restant sont thermiques et servent à la production de chaleur

Quatre filières sont présentes sur le territoire. La biomasse (bois-énergie), le solaire thermique, le solaire photovoltaïque et l'hydraulique. Les deux premières citées sont des EnR thermique et les deux autres électriques.

La production énergétique hydraulique est largement majoritaire avec près de trois quarts de la production totale d'EnR. La seconde filière la plus importante est la biomasse avec près d'un quart de la production. Les filières solaires (PV¹⁸ et thermiques) sont plus anecdotiques avec respectivement 3% et 1%.

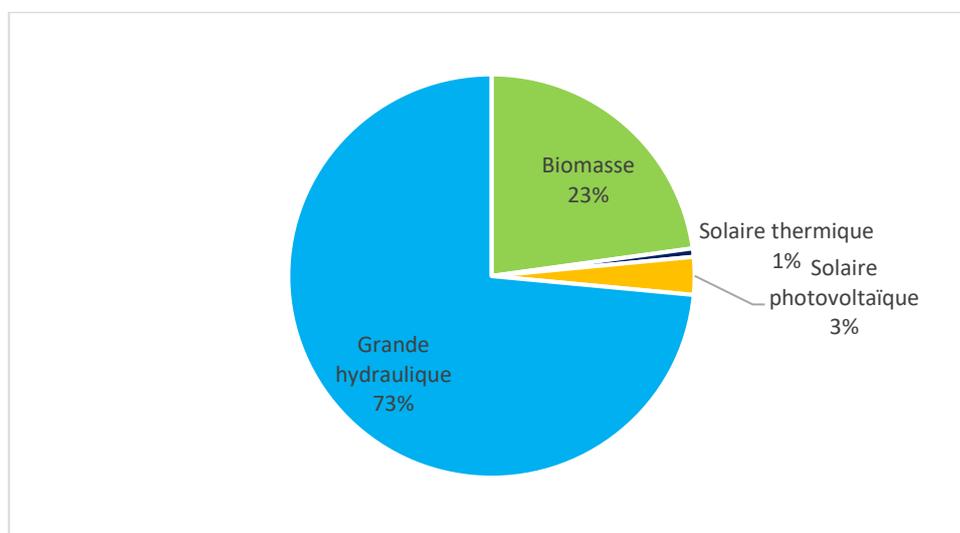


Figure 29 : Production d'énergies renouvelables par filière en 2016 sur le territoire de COTELUB

(Source : CIGALE)

La production d'énergies renouvelables varie d'une année sur l'autre en raison des fluctuations de la production hydroélectrique.

La production des autres EnR est en constante augmentation (voir détail par filière).

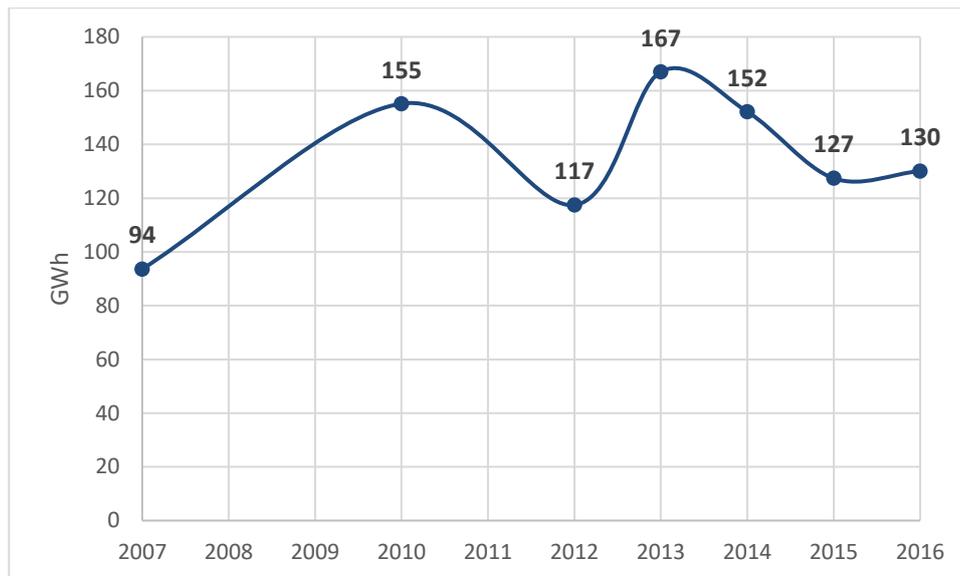


Figure 30 : Evolution de la production d'énergies renouvelables entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

3.5.3 BIOMASSE (BOIS-ENERGIE)

3.5.3.1 Données CIGALE

La base de données CIGALE recense en 2016 une production de biomasse¹⁹ de 30 GWh. Cette consommation est en augmentation depuis 2007 (+47%).

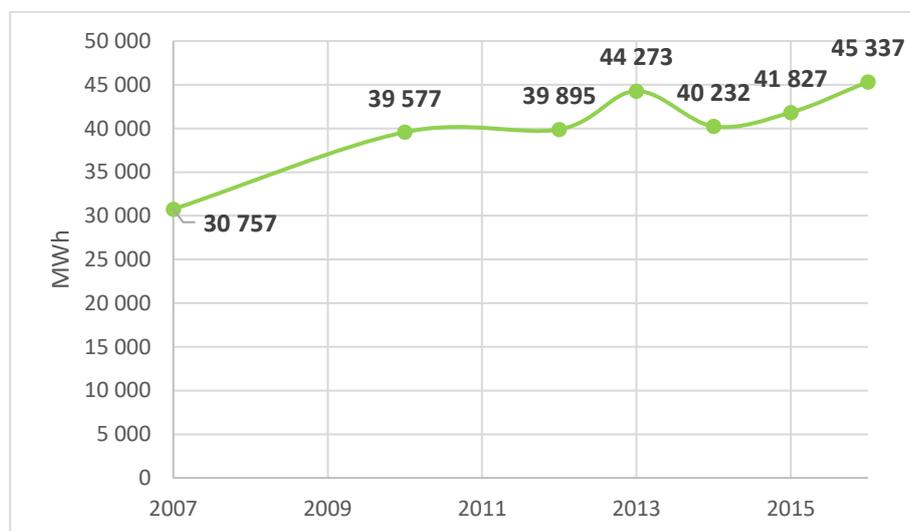


Figure 31 : Evolution de la production de biomasse entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

Les communes de Cadenet et La Tour-d'Aigues sont les plus consommatrices en bois énergie en raison de leur population plus importante. En rapportant cette consommation au nombre d'habitant, les communes ayant un recours plus important au bois énergie ressortent, telles que Vitrolles-en-Luberon ou Cucuron. Ce sont généralement des communes peu ou non raccordées au réseau gaz.

La consommation moyenne du territoire est de 1,2 MWh/habitant.

¹⁹ Le terme de production de biomasse est ici biaisé car la valeur correspond à la consommation de bois-énergie du territoire dont la production n'est pas forcément localisée sur le territoire. Nous parlerons dans cette partie de consommation de bois-énergie

Commune	Population	Consommation de biomasse (MWh)	Consommation de biomasse par habitant (MWh)
Ansouis	1 051	1 227	1,2
La Bastide-des-Jourdans	1 448	2 389	1,6
La Bastidonne	742	807	1,1
Beaumont-de-Pertuis	1 142	1 485	1,3
Cabrières-d'Aigues	948	978	1,0
Cadenet	4 154	3 848	0,9
Cucuron	1 781	3 254	1,8
Grambois	1 252	2 100	1,7
Mirabeau	1 218	2 106	1,7
La Motte-d'Aigues	1 344	1 798	1,3
Peypin-d'Aigues	652	999	1,5
Saint-Martin-de-la-Brasque	856	1 338	1,6
Sannes	212	274	1,3
La Tour-d'Aigues	4 196	4 509	1,1
Villelaure	3 361	2 150	0,6
Vitrolles-en-Luberon	200	401	2,0
COTELUB	24 557	29 664	1,2

Figure 32 : Consommation de biomasse pour les communes de COTELUB en 2016 (source : CIGALE, INSEE 2015)

3.5.3.2 Approche SOLAGRO

Le diagnostic que nous avons réalisé est cohérent avec les données présentées par la base de données CIGALE. Nous distinguons deux types de consommation de bois énergie, comptabilisées par les observatoires comme « production d'ENR » :

- Bois énergie Collectif

Le bois énergie « Collectif » représentant les consommations des chaufferies plaquettes ou granulés de petite à grande puissance, mais destinées au chauffage de bâtiments plus importants qu'un simple logement, ou de réseaux de chaleur. L'inventaire réalisé et mis à jour par la Mission Bois Energie PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR (<http://bois-energie.ofme.org/realisations.php?NoIDDdep=6>) mentionne six chaufferies de petite puissance pour une consommation de l'ordre de 2 GWh.

Les communes sur lesquelles se situent les chaufferies ne ressortent pas vraiment dans les données communales de CIGALE. Il est néanmoins possible que certaines chaufferies ne soient pas référencées par la Mission Bois Energie, et des investigations complémentaires peuvent être conduite localement, il arrive que des chaufferies industrielles notamment soient mal référencées.

- Bois énergie Domestique, ou individuel

C'est la première source d'énergie renouvelable en France, et nous nous basons sur les dernières données de consommation nationales et régionales pour établir notre diagnostic. Ainsi, ces données laissent apparaître que l'usage de bois bûche est nettement à la baisse, non compensé par le développement du granulé, encore faible en Région SUD. Nous constatons donc sur le territoire que 34 % des ménages sont utilisateurs de chauffage au bois (chauffage principal, appoint, ou agrément) avec une consommation moyenne de 4,4 stères par an.

Cela permet d'estimer la consommation locale à 24,7 GWh pour le bois-bûche, auquel s'ajoute 0,8 GWh pour les granulés.

0

L'ensemble des consommations représente donc 27,5 GWh, légèrement en dessous des données CIGALE, mais bien cohérente.

Pour affiner cette analyse, nous proposons aussi une approche de la production de bois locale détaillée dans l'étude de potentiel.

Consommation de bois domestique

S'il n'existe pas de données locales de consommation de bois domestique (bois bûche, granulés), nous disposons des résultats d'une enquête nationale de l'ADEME²⁰ (voir Figure ci-après) qui permet de préciser les usages du bois domestique à l'échelle de la région SUD. La déclinaison de cette étude en fonction des types de communes de COTELUB permet de rendre compte des usages locaux de cette énergie :

- ✓ 34 % des ménages, soient 3600 ménages environ utiliseraient du bois pour le chauffage de leur logement, en très grande majorité du bois bûche (97 %),
- ✓ La consommation annuelle moyenne en Région SUD est de 4,7 stères dans les communes rurales, et de 2,9 stères dans les communes urbaines, ce qui est assez faible du fait du climat et des nombreux utilisateurs qui utilisent le bois en appoint ou pour agrément,
- ✓ Les circuits courts et l'auto-provisionnement représentent 67 % du marché, le reste étant capté par des distributeurs professionnels de bois-bûche.

La consommation énergétique de bois représente au total 26 GWh, dont 25 sous forme de bois bûche.

Au niveau national, il est constaté une baisse globale de la consommation de bois, malgré une augmentation ou une stagnation du nombre des utilisateurs en fonction des régions.

La consommation par usager baisse donc, principalement du fait de l'évolution du parc d'appareils de chauffage vers davantage de poêles performants (bûches ou granulés) au détriment des foyers ouverts et anciennes cuisinières à bois.

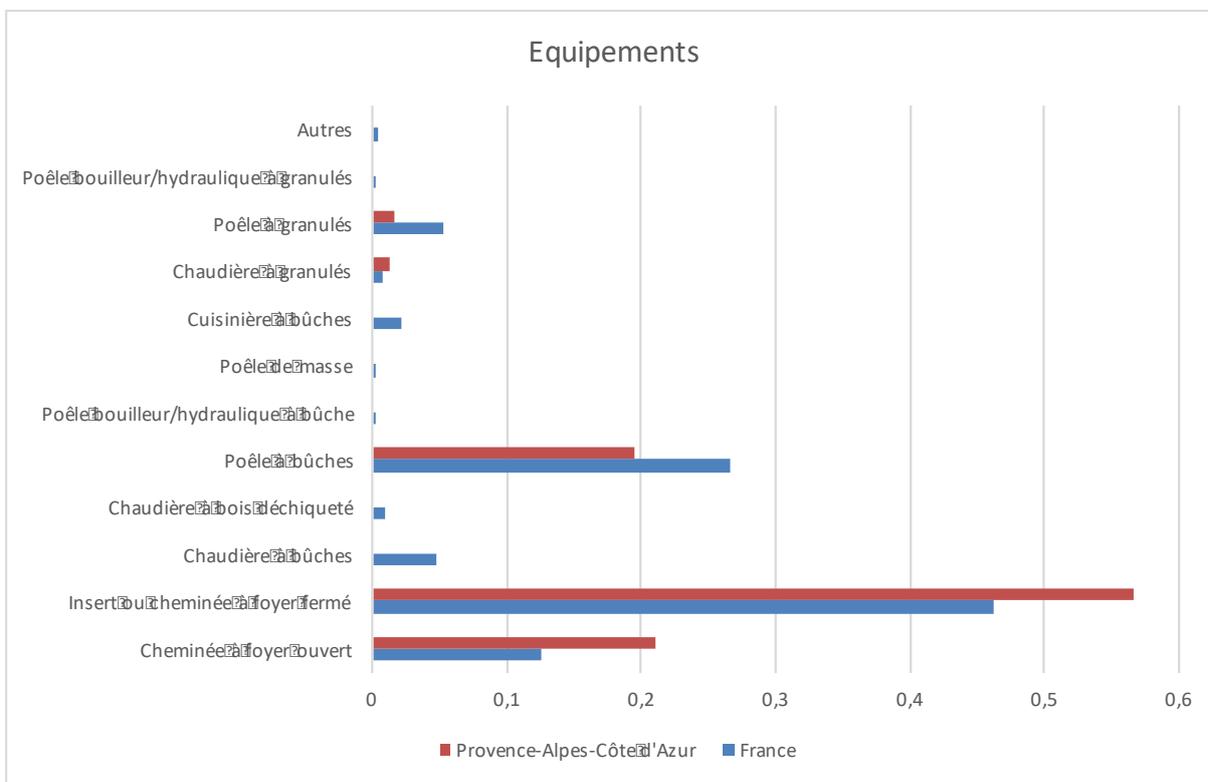


Figure 33 : Etude ADEME/SOLAGRO/Biomasse Normandie/BVA - 2018

A noter : le parc de poêles et chaudières à granulés a fortement augmenté au niveau national depuis le début des années 2000, alors que les inserts et foyers ouverts diminuent fortement. Cette tendance est beaucoup plus lente en Région SUD où les foyers ouverts et inserts, souvent peu performants, représentent encore près de 80 % du parc d'appareils de chauffage au bois.

Consommation : chauffage au bois collectif et industriel

Les données de la Mission Régionale bois-énergie²¹ font état de six chaufferies bois pour une production d'énergie de 2 GWh, soit environ 560 tonnes de bois.

²⁰ 2018, ADEME, Solagro, Biomasse Normandie, BVA, « Étude sur le chauffage domestique au bois : Marchés et approvisionnement », 97 pages. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/1_chauffage_domestique_bois_appro_rapport.pdf

²¹ <http://bois-energie.ofme.org/realisations.php?NoIDDep=6>

Commune	Puissance kW	Conso. Tonnes	Prod GWh	Année
Ansois	110		0,0	2012
La Bastide-des-Jourdans	500	80	0,3	
Cadenet	320	180	0,6	2005
Cadenet	140	48	0,2	2009
Saint-Martin-de-la-Brasque	100	40	0,1	2005
La Tour-d'Aigues	220	210	0,7	2011
TOTAL	1390	558	2,0	

Bilan des consommations annuelles de bois énergie

Type de consommation	GWh
Domestique bois bûche	24,7
Domestique granulés	0,8
Collective	2
Consommation Totale Bois énergie	27,5

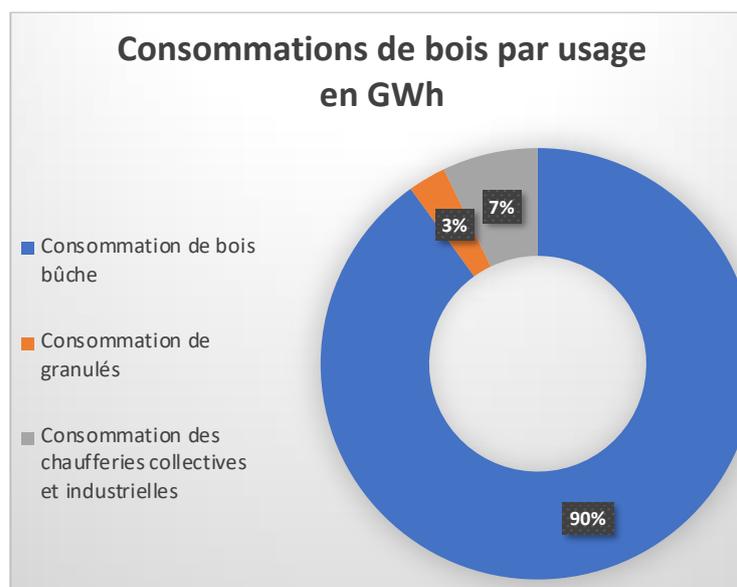


Figure 34 : Consommation de bois énergie par usage

Production locale de bois

Comme pour la consommation de bois domestique, ne disposant pas de données locales précises, nous proposons une image de la production du territoire basée sur des données régionales et départementales (Enquêtes annuelles de branche) affinées localement en fonction de la typologie des espaces forestiers (peuplement et type de propriété).

Le taux de boisement du territoire est important (51 % de la surface) qu'elles soient le long de la Montagne du Luberon ou le long de la Durance, presque toutes les communes sont boisées.

Les essences principales sont le chêne et le pin, soit en peuplements purs, soit mélangés, dans des formations plus ou moins ouvertes en fonction de l'ancienneté de l'enrichissement. On note une peupleraie conséquente le long de la Durance sur la Commune de Beaumont de Pertuis.

La forêt publique est très présente sur les contreforts du Luberon, mais aussi dans des massifs forestiers secondaires, la plupart des communes disposant de bois communaux.

Les données régionales affinées permettent de donner une image de la production locale des exploitants forestiers :

Type de bois récolté	m ³
Bois d'œuvre	1100
Bois d'industrie	3000
Bois-énergie	4400
Total récolté	8500

A ces productions s'ajoutent les productions de bois bûche par les particuliers, l'affouage ou les circuits courts non référencés (par les agriculteurs, par exemple). En considérant la consommation locale, sans prendre en compte les importations et exportations, nous évaluons cette production à 8300 m³ (tiges et branches). Une partie de cette production est d'ailleurs produite hors-forêt (entretien de parcs et haies...). Cette production est consommée localement mais aussi probablement exportée dans les zones urbaines de la région, largement déficitaires en bois-bûche.

La répartition par filière de la production de bois issue des boisements du territoire est la suivante :

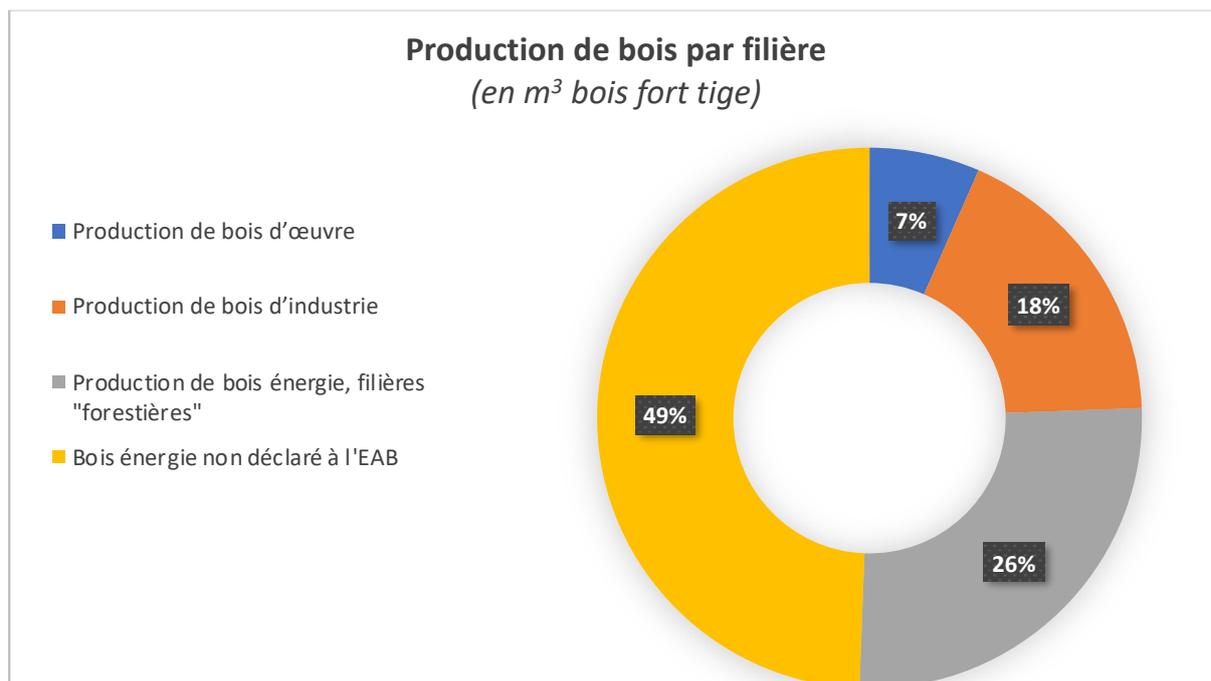
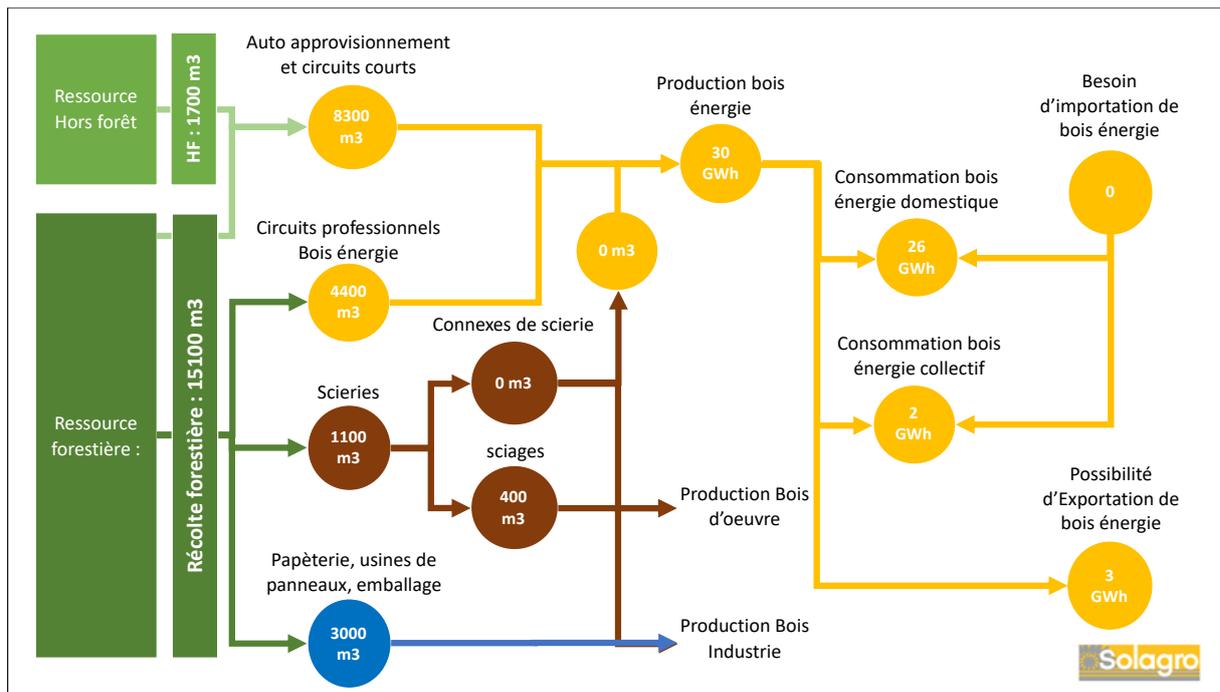


Figure 35 : Production de bois par filières sur le territoire de la COTELUB

Bilan des productions de bois énergie

La filière bois locale peut donc être modélisée ainsi :



Les sous-produits

A ces productions s'ajoutent les connexes de l'industrie du bois valorisés en énergie, comme les granulés fabriqués à base de sciure collectée dans les scieries.

Mais localement, comme il n'y a pas de production significative de bois d'œuvre, il n'y a pas de production de sous-produits.

3.5.3.3 Conclusions

Grâce à ses boisements relativement importants, COTELUB est en mesure aujourd'hui de satisfaire les besoins locaux de consommation de bois, qui restent assez modeste notamment du fait du faible développement du chauffage collectif au bois.

Par soucis de cohérence avec le reste de l'étude, les données de consommation bois de la base de données CIGALE sont utilisées comme référence pour l'état des lieux.

3.5.4 SOLAIRE THERMIQUE

La base de données CIGALE recense en 2016 une production solaire thermique de 874 MWh. Cette production est en constante augmentation depuis 2007, elle a été multipliée par trois entre 2007 et 2016.

Le solaire thermique n'a pas un poids très important dans la production d'énergie renouvelable du territoire (1%).

Cette énergie est utilisée exclusivement pour la production d'eau chaude sanitaire. Elle est donc particulièrement adaptée pour le secteur résidentiel mais aussi pour certains utilisateurs ayant une forte consommation d'eau chaude sanitaire :

- Dans le secteur tertiaire : Secteur de la santé (hôpitaux, EHPAD) et Piscines
- Dans le secteur industriel : Principalement les industries agro-alimentaires

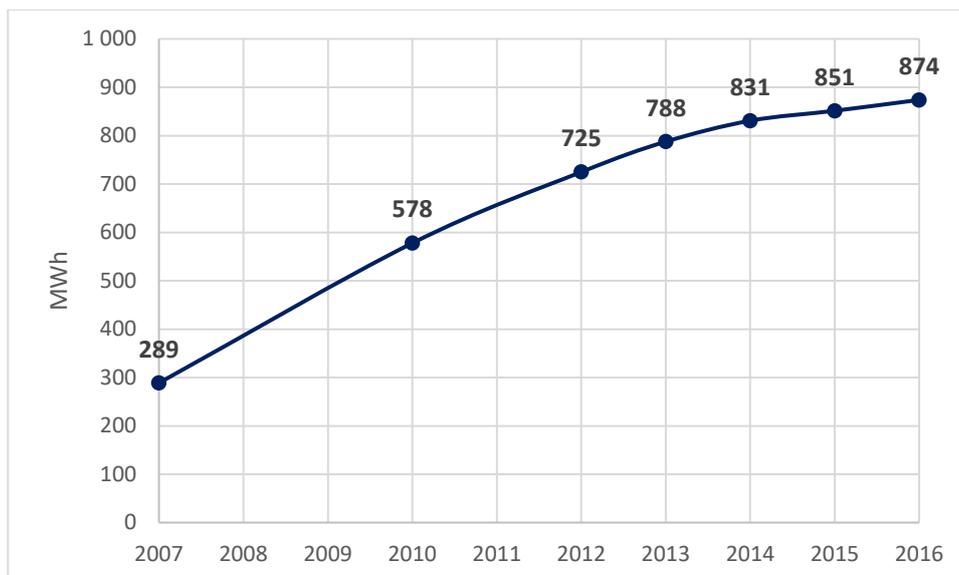


Figure 36 : Evolution de la production solaire thermique entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB
(source : CIGALE)

Le taux moyen d'équipement solaire thermique moyen sur le territoire est de 84 kWh par résidence principale.

3.5.5 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La base de données CIGALE recense en 2016 une production solaire photovoltaïque de 3,9 GWh. Cette production est en constante augmentation. Quasiment inexistante en 2007 elle s'est fortement développée sur le territoire à partir de 2010.

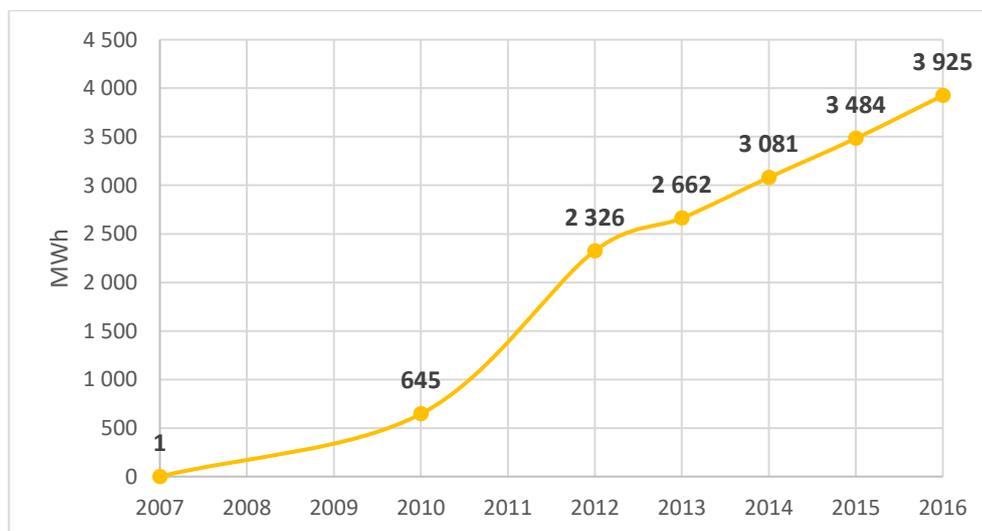


Figure 37 : Evolution de la production solaire photovoltaïque entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB
(source : CIGALE)

L'énergie solaire photovoltaïque peut être produite en toiture ou au sol. Les installations en toiture dans le secteur résidentiel sont généralement des installations de petites puissances. Des centrales plus puissantes sont installées sur des bâtiments industriels, en ombrière de parking ou au sol.

En rapportant la production solaire PV au nombre de résidences principales, il est possible de faire ressortir les communes ayant un équipement solaire PV au-dessus de la moyenne. La Tour d'Aigues et Villelaure représentent près de deux tiers de la production solaire photovoltaïque du territoire.

Commune	Résidences principales	Production solaire PV (MWh)	Production solaire PV par résidences principales
Ansouis	462	99	0,2
La Bastide-des-Jourdans	607	191	0,3
La Bastidonne	312	33	0,1
Beaumont-de-Pertuis	500	109	0,2
Cabrières-d'Aigues	403	76	0,2
Cadenet	1 800	483	0,3
Cucuron	830	106	0,1
Grambois	535	62	0,1
Mirabeau	509	76	0,1
La Motte-d'Aigues	571	66	0,1
Peypin-d'Aigues	266	21	0,1
Saint-Martin-de-la-Brasque	356	24	0,1
Sannes	87	4	0,0
La Tour-d'Aigues	1 726	1 198	0,7
Villelaure	1 335	1 364	1,0
Vitrolles-en-Luberon	89	12	0,1
COTELUB	10 388	3 925	0,4

Figure 38 : Production solaire PV par communes de COTELUB en 2016 (source : CIGALE, INSEE 2015)

Une centrale villageoise a été créée sur le territoire en 2015, la CVPA (Centrale Villageoise du Pays d'Aigues). C'est une société locale à gouvernance citoyenne portant des projets en faveur de la transition énergétique. Elle a permis d'installer 11 toitures solaires durant l'année 2016 pour une puissance installée de 96 kWc et une production annuelle de 135 MWh²².

²² <http://www.paysdaigues.centralesvillageoises.fr/chiffres-cles>

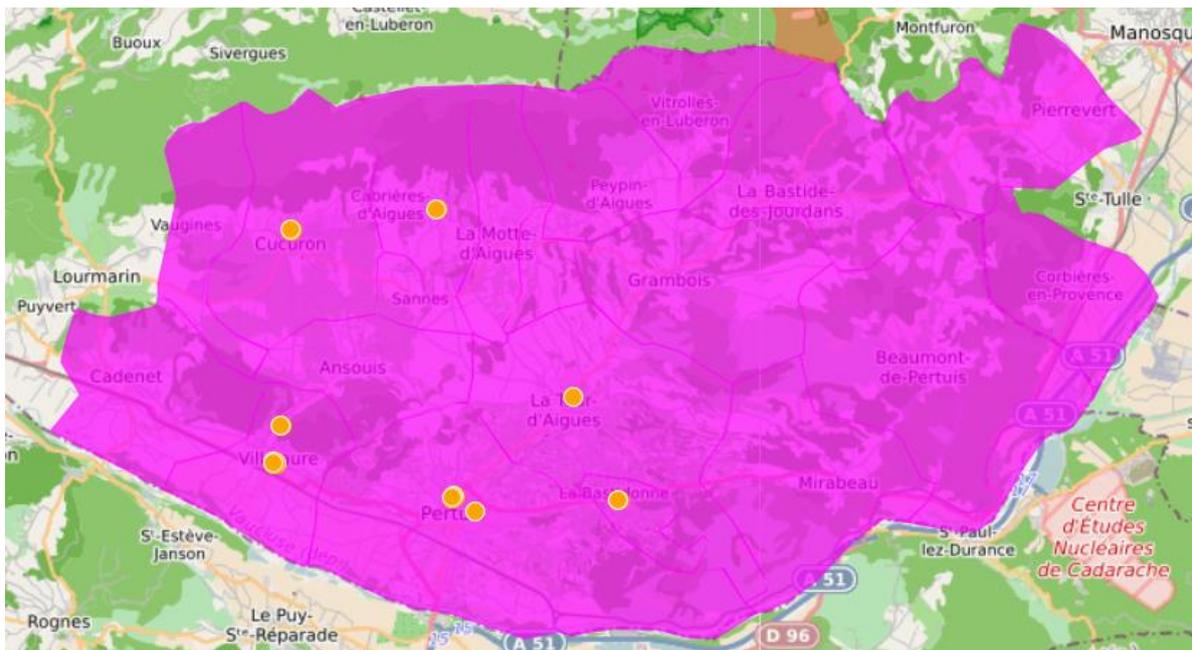


Figure 39 : Localisation des toitures photovoltaïques installées par la CVPA (source : <http://www.paysdaigues.centralesvillageoises.fr/>)

3.5.6 HYDRAULIQUE

La base de données CIGALE recense une production hydro électrique de 95,6 GWh sur la commune de Beaumont-de-Pertuis en 2016. Il s'agit d'un ouvrage hydroélectrique d'EDF appelé la chute de Beaumont-de-Pertuis. Elle est équipée d'une turbine KAPLAN de 38 MW.

La production varie selon le débit du cours d'eau chaque année. Elle a connu un maximum en 2016 avec 135 GWh produit. La moyenne sur 2010-2016 est de 111 GWh.

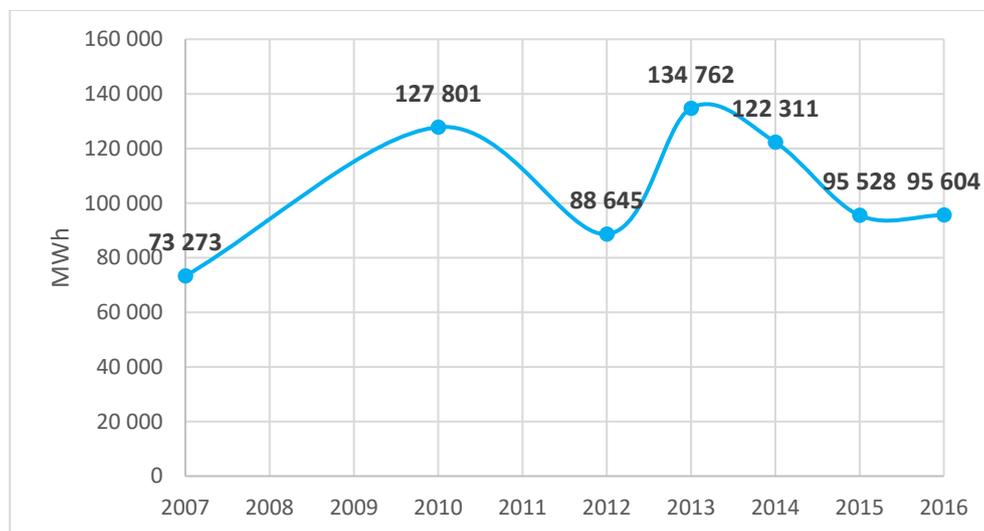


Figure 40 : Evolution de la production hydro-électrique entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

3.6 FOCUS SUR LE PRINCIPAUX SECTEURS D'ACTIVITE

Cette partie vise à donner des précisions sur chacun des secteurs d'activités. En plus des données plus précises concernant les consommations d'énergie et les émissions de GES, des données structurelles et de contexte sont apportées afin d'analyser les enjeux liés à ces secteurs.

3.6.1 RESIDENTIEL

3.6.1.1 Consommations énergétiques et émissions de GES

Le secteur résidentiel est le second secteur consommateur d'énergie avec 120 GWh soit 35% des consommations totales du territoire. Avec une émission de 25 kteqCO₂ il représente 27% des émissions totales de GES.

Les consommations et les émissions du secteur évoluent de la même façon durant la période 2007/2016. Après une augmentation (+15%) entre 2007 et 2010, elles sont tendanciellemment en baisse depuis (-20% entre 2010 et 2016).

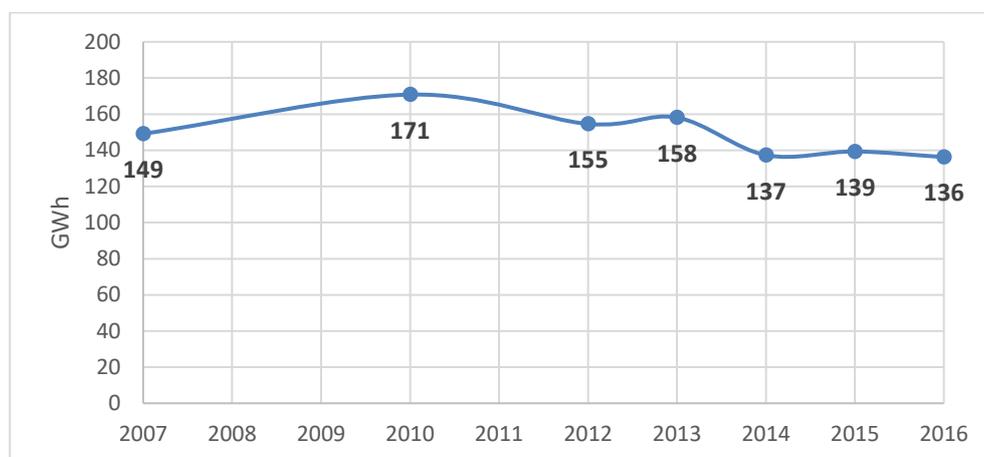


Figure 41 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB

(source : CIGALE)

L'électricité est l'énergie la plus utilisée dans le secteur résidentiel avec plus de la moitié des consommations. Elle sert à la production de chaleur (chauffage et ECS) mais aussi à l'alimentation des appareils électroménagers.

Les produits pétroliers représentent la seconde source d'énergie avec près d'un quart des consommations. On retrouve principalement le fioul domestique et le propane pour la production de chaleur.

Le bois-énergie représente la troisième énergie utilisée dans le secteur résidentiel. Il est utilisé pour la production de chaleur.

Le gaz naturel a une part anecdotique dans la consommation du secteur en raison du faible nombre de communes raccordées au réseau de distribution.

Les émissions de GES liées à l'électricité sont moins importantes en raison de son faible facteur d'émission. En revanche, le bois énergie est le premier émetteur de GES. Pour modéliser les émissions de GES, l'observatoire régional construit un parc communal d'appareils bois et de types de combustibles bois, en partant de différentes études nationales et locales. La combustion de bois est plus émettrice de CO₂ que la combustion d'énergies fossiles, d'autant plus si on tient compte du rendement des appareils de chauffage dans le calcul, souvent bien, moins bon dans le cas du chauffage au bois.

Cependant le bois est renouvelable dans certaines conditions (souvent le cas en France). Le carbone émis par la combustion a été stocké ces dernières années, et est susceptible d'être stocké en ce moment par des forêts en extension et en croissance.

Ainsi, on peut considérer que le carbone stocké pendant la durée de vie du produit bois permet de compenser une grande partie (s'il a été géré durablement) des émissions produites par la combustion.

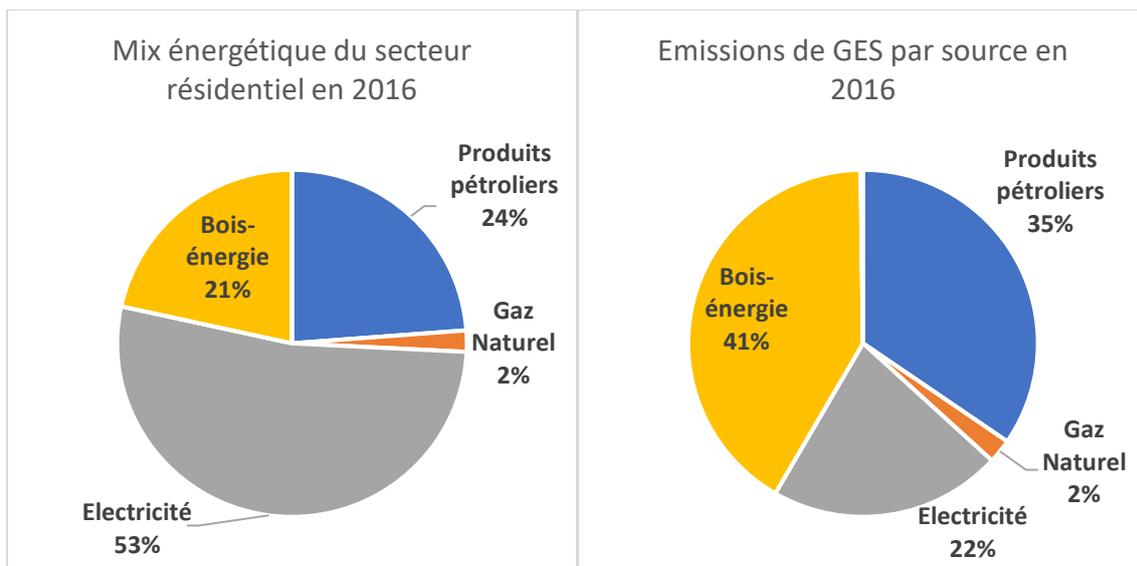


Figure 42 : Consommations énergétiques et émissions de GES par source en 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

3.6.1.2 Parc résidentiel

L'INSEE recense, en 2015, 12 992 logements sur le territoire de COTELUB dont 85% de maisons (environ 11 000) et 15% d'appartements (environ 2 000). Les résidences principales représentent 80% du parc. Le taux moyen d'occupation des résidences principales, correspondant à la population des ménages, est de 2,33 personnes par logement.

Le taux de résidences secondaires (12%) et de logements vacants (8%) est un marqueur important du territoire.

Environ deux tiers des résidences principales du territoire sont occupées par leur propriétaire. Les locataires représentent environ 30% des occupants en grande majorité à titre privé (27%).

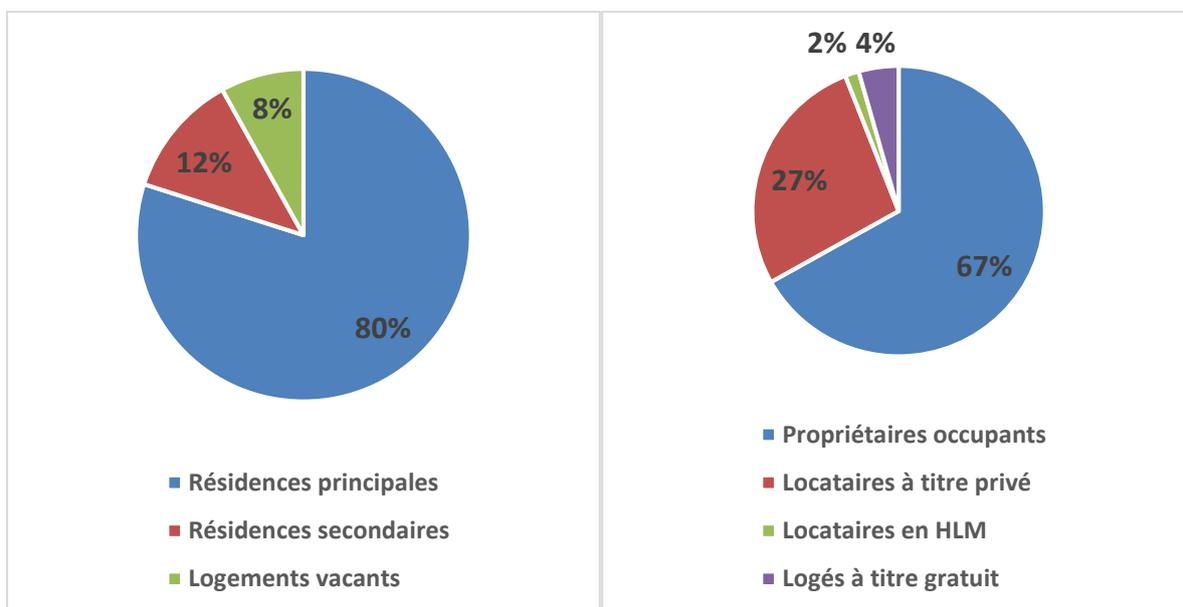


Figure 44 : Type d'occupation des logements en 2015 sur le territoire de COTELUB (source : INSEE)

Figure 43 : Occupants des résidences principales en 2015 sur le territoire de COTELUB (source : INSEE)

Les données sur l'âge du parc (date de construction) concernent seulement les résidences principales.

Le parc résidentiel du territoire est globalement ancien. Les logements construits avant 1970 représentent 45% du parc. Ces logements ont été construits avant l'apparition des réglementations thermiques²³ et sont moins performants énergétiquement, ils sont donc des cibles prioritaires pour la rénovation énergétique.

Les logements « neufs », c'est-à-dire construits après 2005²⁴ représentent 7% des résidences principales du territoire, ces logements sont généralement les plus performants énergétiquement.

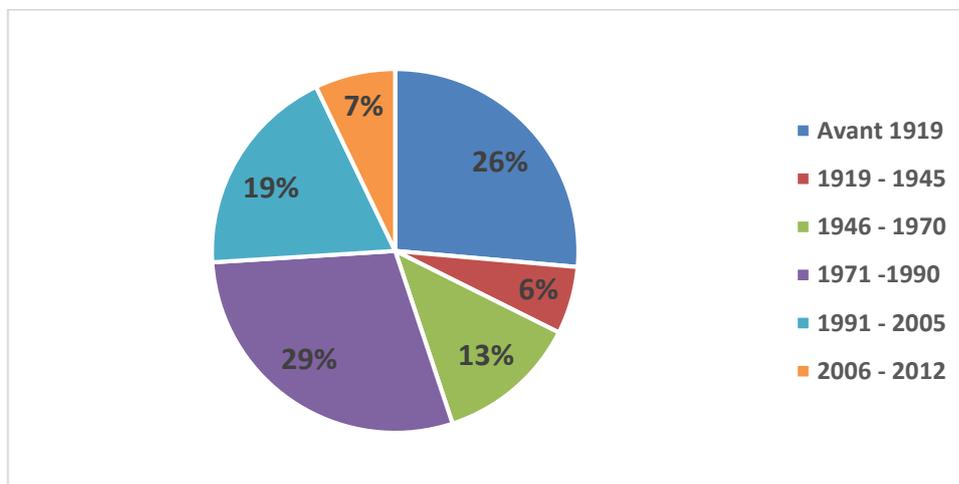


Figure 45 : Date de construction des logements en 2015 (source : INSEE 2015)

L'INSEE fournit des statistiques sur le type de chauffage. Le type de chauffage est identifié sur 73 % des résidences principales. Le taux de chauffage collectif est faible (1%) compte tenu du taux d'appartement (15%). Le chauffage individuel électrique est le plus répandu avec 45% des résidences principales du territoire.

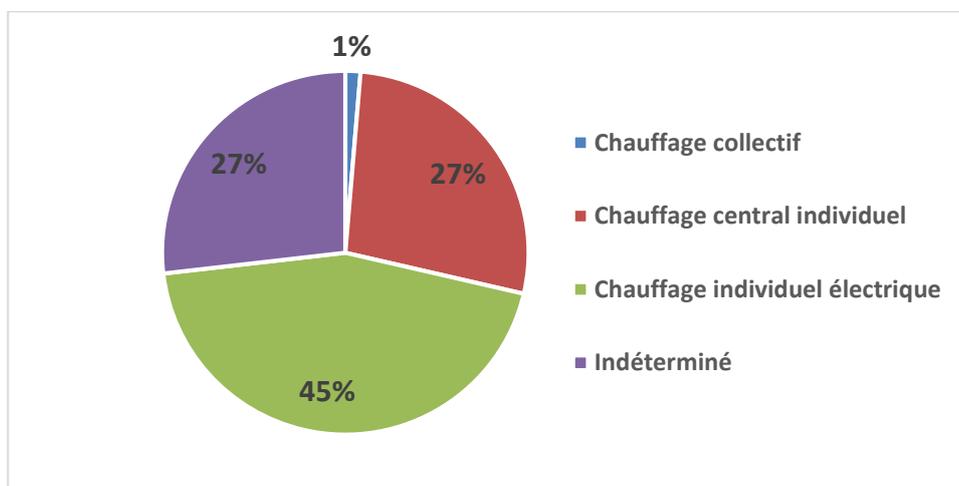


Figure 46 : Type de chauffage des résidences principales en 2015 sur le territoire de COTELUB (Source : INSEE 2015)

3.6.1.3 Diagnostic de Performance énergétique

A la date du 20/05/2019, 67 771 diagnostics de performance énergétique (DPE)²⁵ ont été réalisés dans le département du Vaucluse. 63% des bâtiments diagnostiqués sont peu performants énergétiquement (étiquettes énergétiques D à G). Pour les émissions de GES, ce taux est plus bas (37%) en raison de la part importante du chauffage électrique.

²³ La première Réglementation Thermique (RT) date de 1974, elle vise à encadrer la construction en définissant des niveaux de performances en termes d'efficacité énergétique des bâtiments.

²⁴ La RT 2005 marque un tournant dans la construction neuve en réhaussant fortement les objectifs d'efficacité énergétique.

²⁵ Diagnostics de Performance Énergétique

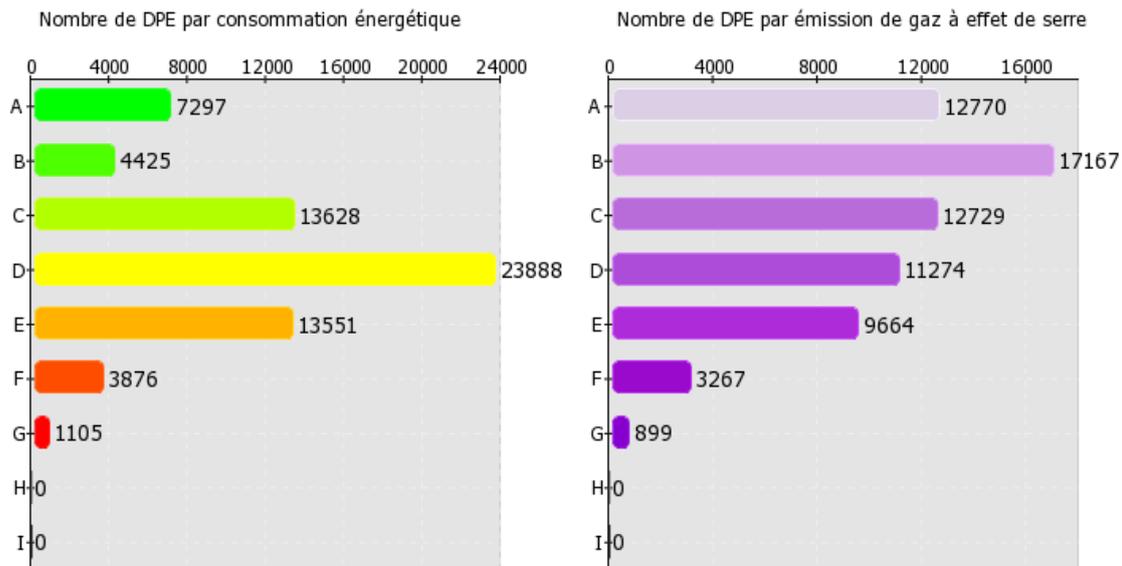


Figure 47 : Etiquettes énergétique et climat des DPE effectués dans le Vaucluse (source : Base DPE ADEME²⁶)

3.6.1.4 Précarité énergétique

Point méthodologique

Une personne est considérée en précarité énergétique lorsqu'elle éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires, en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat.

L'augmentation du coût des énergies et les crises économiques rendent la question de la précarité énergétique de plus en plus préoccupante.

La précarité énergétique est associée à la précarité économique et sociale. Les ménages touchés sont souvent à faibles revenus, isolés ou sans emploi. L'âge aussi peut entrer en considération, notamment chez les jeunes.

Un autre facteur important de la précarité énergétique est l'habitat vieillissant et les équipements de chauffage inadaptés, détériorant de plus la qualité de l'air du logement.

Quatre indicateurs sont définis par l'ONPE (Observatoire National de la Précarité Energétique) pour analyser le nombre de ménages touchés sur un territoire. Un de ces indicateurs a été étudié ici, pour permettre une première approche et analyse de la précarité, le Taux d'Effort Energétique (TEE).

On considère alors qu'un ménage est en situation de précarité énergétique s'il consacre plus de 10% de ses revenus déclarés à ses dépenses d'énergie.

Cette étude consiste dans un premier temps à évaluer la facture énergétique du territoire, c'est-à-dire le coût moyen des consommations énergétiques du secteur résidentiel par ménage et de la comparer dans un deuxième temps au revenu déclaré des ménages.

Facture énergétique

La consommation énergétique du secteur résidentiel (hors usage « Loisirs ») en 2016, ventilée par type d'énergie, fournie par la base CIGALE a été utilisée. Cette consommation est multipliée par le prix unitaire de l'énergie et ramenée au nombre de ménages fiscaux (données INSEE, 2015).

Les prix unitaires de l'énergie reprennent les informations de la base de données PEGASE (Pétrole, Électricité, Gaz et Autres Statistiques de l'Énergie). Cette base de données fournie pour chaque énergie (gaz, produits pétroliers et bois) les prix domestiques mensuels de 100 kWh d'énergie. Le tableau suivant résume les hypothèses utilisées.

²⁶ La base DPE de l'ADEME est disponible sur le site de l'observatoire DPE (<https://www.observatoire-dpe.fr/>)

On remarque que les produits pétroliers domestiques (fioul) ont la plus grande volatilité avec une étendue du prix unitaire trois fois supérieure à celle du gaz et de l'électricité et sept fois supérieure à celle du bois.

Les énergies renouvelables thermiques, et plus particulièrement le bois, ressortent comme l'énergie la plus intéressante pour la consommation énergétique résidentiel avec un prix unitaire relativement bas comparé aux autres énergies et une volatilité bien moins importante.

Energie	Hypothèse	Référence PEGASE	Période considérée pour la moyenne	Prix unitaire (€/MWh)	Ecart type	Prix maximum	Prix minimum	Etendue
Produits pétroliers	Prix moyen pour un ménage en France métropolitaine pour une livraison de 2 000 à 5 000 litres.	100 kWh PCI de FOD au tarif C1	Octobre 2014 à Février 2019	76,31 €	11,72 €	102,54 €	55,12 €	47,43 €
Gaz	Toutes tranches de consommation Tarifs des principaux fournisseurs, choisis de façon à représenter 95 % du marché	Toutes tranches	Janvier 2014 à Juin 2018	72,64 €	4,11 €	80,59 €	66,79 €	13,80 €
Electricité	Toutes tranches de consommation Tarifs des principaux fournisseurs, choisis de façon à représenter 95 % du marché	Toutes tranches	Janvier 2014 à Juin 2018	163,63 €	4,92 €	169,55 €	151,72 €	17,84 €
Energies renouvelables thermiques	Bois en vrac Prix pour une livraison de 5 tonnes à 50 km	100 kWh PCI de bois en vrac	Juillet 2014 à Septembre 2018	57,82 €	1,98 €	61,59 €	54,64 €	6,95 €

Figure 48 : Tableau de comparaison des prix domestiques des différentes énergies (source : Base de données PEGASE - SOeS)

La facture énergétique moyenne des habitants du territoire s'élève à 1 611 € par ménage. Elle est fortement variable selon les communes, allant de 1 358 € à Saint-Martin-de-la-Brasque jusqu'à 2 171 € à La Bastidonne.

Avec un prix unitaire deux à trois fois supérieur aux autres énergies, l'électricité représente près de trois quarts de la facture énergétique pour 53% de la consommation énergétique. Viennent ensuite les produits pétroliers avec un quart de la facture pour 15% de la consommation et le bois énergie avec 22% pour 11% de la consommation.

Le réseau gaz desservant seulement Cadenet, La Tour-d'Aigues et Villelaure représente 1% de la facture énergétique.

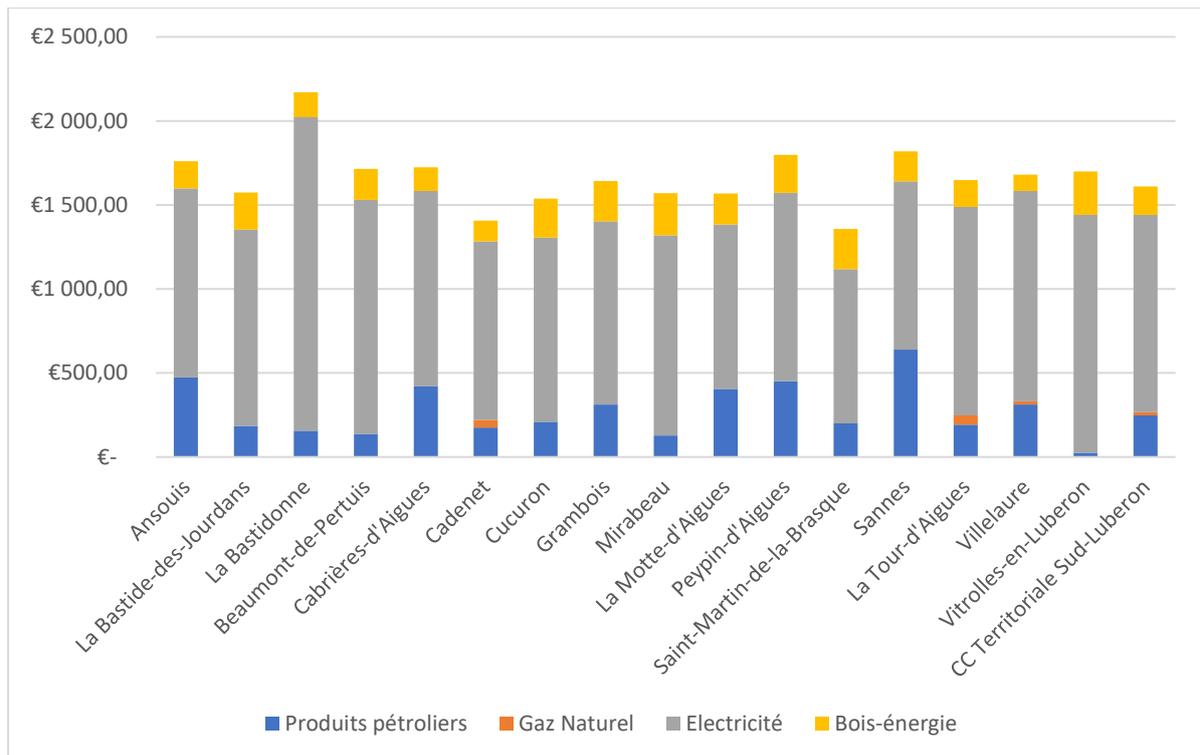


Figure 49 : Facture énergétique domestique au niveau communal et de COTELUB en 2016 (source : Filosofi INSEE 2015, PEGASE SOeS, CIGALE)

Analyse du taux d'effort énergétique

L'analyse du taux d'effort énergétique sur le territoire indique qu'environ 13% des ménages sont en situation de précarité énergétique dans leurs logements.

Pour des raisons de secret statistique, la distribution des revenus des ménages par décile²⁷ n'est disponible que pour les communes composées de plus de 1000 ménages. Ainsi une analyse communale n'est possible que pour Cadenet, La Tour-d'Aigues et Villelaure.

Le taux d'effort énergétique est du même ordre de grandeur que la moyenne intercommunale pour les communes étudiées.

Les ménages du premier décile ont un taux d'effort énergétique légèrement plus élevé à La Tour-d'Aigues, ils consacrent en moyenne 12% de leur revenu déclaré aux consommations énergétiques dans leur logement.

²⁷ Si on ordonne une distribution de revenus, les déciles sont les valeurs qui partagent cette distribution en dix parties égales.

Ainsi, pour une distribution de salaires, le premier décile est le revenu au-dessous duquel se situent 10 % des ménages et le troisième décile est le revenu au-dessous duquel se situent 30 % des ménages.

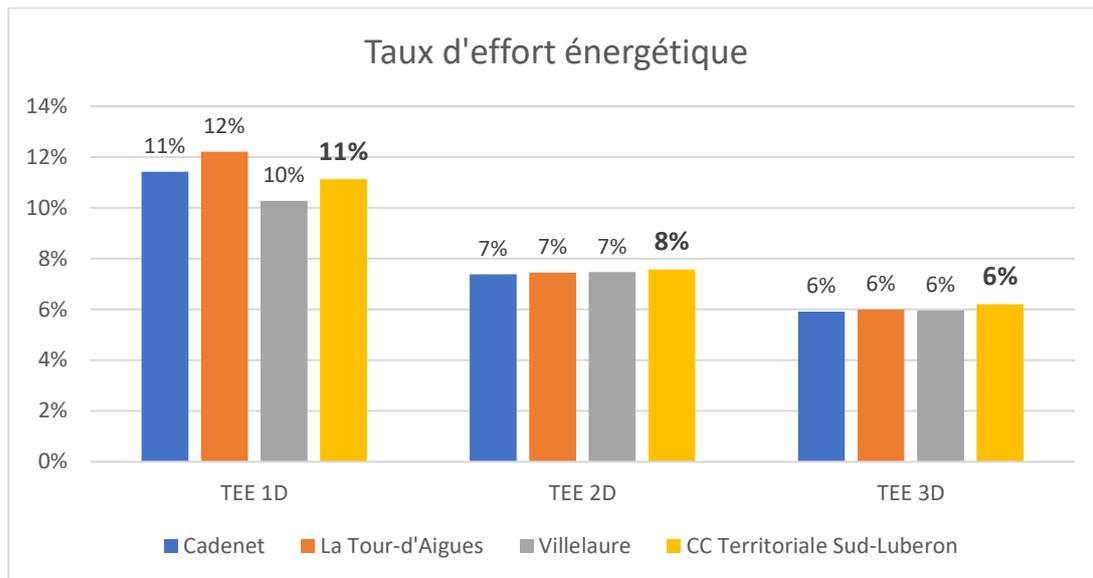


Figure 50 : Taux d'effort énergétique pour les trois premiers déciles de revenu déclaré pour les communes de Cadenet, La Tour d'Aigues, Villelaure et COTELUB (source : Filosofi INSEE 2015, PEGASE SOeS, CIGALE)

Pour compléter l'analyse, notamment pour les communes dont la distribution de revenu par déciles n'est pas communiquée, le tableau suivant indique le taux d'effort énergétique par rapport à la médiane de revenu déclaré.

Il apparaît ainsi que la moitié des ménages du territoire consacre 5,5% de leurs revenus déclarés à la consommation énergétique dans leur logement.

Commune	Facture énergétique totale (€/ménage)	Médiane de revenu déclaré	TEE par rapport à la médiane
Ansouis	1 760 €	37 554 €	4,7%
La Bastide-des-Jourdans	1 574 €	32 162 €	4,9%
La Bastidonne	2 171 €	40 089 €	5,4%
Beaumont-de-Pertuis	1 715 €	32 982 €	5,2%
Cabrières-d'Aigues	1 724 €	32 485 €	5,3%
Cadenet	1 406 €	31 314 €	4,5%
Cucuron	1 538 €	30 438 €	5,1%
Grambois	1 642 €	35 136 €	4,7%
Mirabeau	1 571 €	38 933 €	4,0%
La Motte-d'Aigues	1 569 €	35 634 €	4,4%
Peypin-d'Aigues	1 798 €	36 270 €	5,0%
Saint-Martin-de-la-Brasque	1 358 €	32 672 €	4,2%
Sannes	1 818 €	34 648 €	5,2%
La Tour-d'Aigues	1 647 €	37 529 €	4,4%
Villelaure	1 681 €	37 995 €	4,4%
Vitrolles-en-Luberon	1 700 €	34 083 €	5,0%
CC Territoriale Sud-Luberon	1 611 €	34 900 €	4,6%

Figure 51 : Taux d'effort énergétique par rapport au revenu médian déclaré pour les communes du territoire (source : Filosofi INSEE 2015, PEGASE SOeS, CIGALE)

3.6.2 TRANSPORT

3.6.2.1 Consommations énergétiques et émissions de GES

EN 2016, le secteur des transports est le premier secteur consommateur d'énergie avec 180 GWh soit 47% des consommations totales du territoire et de GES avec 48 kteqCO₂ soit 52% des émissions totales.

Les consommations et les émissions du secteur sont en légères augmentation durant la période 2007/2016 (+5% pour les consommations et +6% pour les émissions).

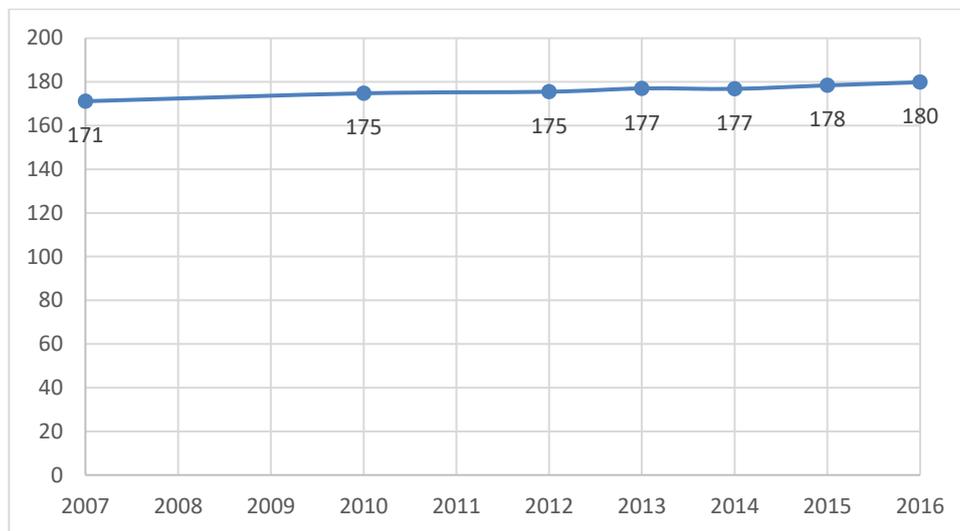


Figure 52 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur des transports routiers 2007/2016 (source : CIGALE)

Les produits pétroliers couvrent 93 % de la consommation du secteur d'après la base de données CIGALE qui estime la part des autres énergies renouvelables (BioGNV²⁸) à 12 GWh soit 7%.

3.6.2.2 Taux de motorisation

Le taux de motorisation des ménages du territoire est plutôt élevé avec plus de 9 ménages sur 10 possédant au moins une voiture et près de la moitié en possédant au moins 2.

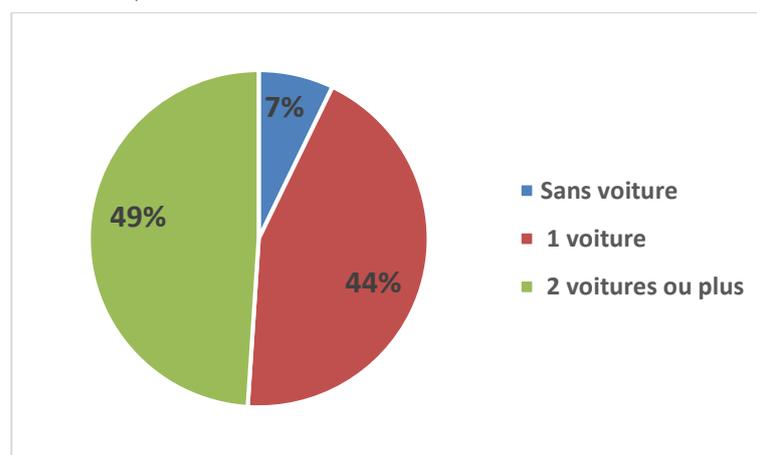


Figure 53 : Taux de motorisation des ménages en 2015 (source : INSEE 2015)

²⁸ Gaz Naturel pour Véhicule d'origine biogénique. Il s'agit de biométhane provenant de l'épuration du biogaz issu de la fermentation de matières organiques.

3.6.2.3 Organisation des déplacements domicile – travail

Les trajets domicile-travail sont des trajets dits contraints. Il est difficile de réduire leur nombre mais leur étude (nombre, lieux d'origines et de destination, type de transport utilisé, ...) permet d'identifier les actions réalisables par COTELUB pour réduire les consommations d'énergie et les émissions de GES qui y sont associé.

La notion de « déplacements » prise en compte ici représente un aller simple c'est-à-dire le mouvement allant du lieu de résidence au lieu de travail. Leur fréquence est ainsi à multiplier par 2 pour obtenir le nombre de mouvements journaliers moyens.

Les données INSEE de 2016 recensent 12 200 déplacements (internes et d'échanges) pour le motif domicile-travail sur le territoire :

- 1 300 déplacements d'échanges entrants (11%)
- 1 900 déplacements internes à l'intercommunalité (15%)
- 2 800 déplacements intra communaux (23%)
- 6 200 déplacements d'échanges sortants (51%)

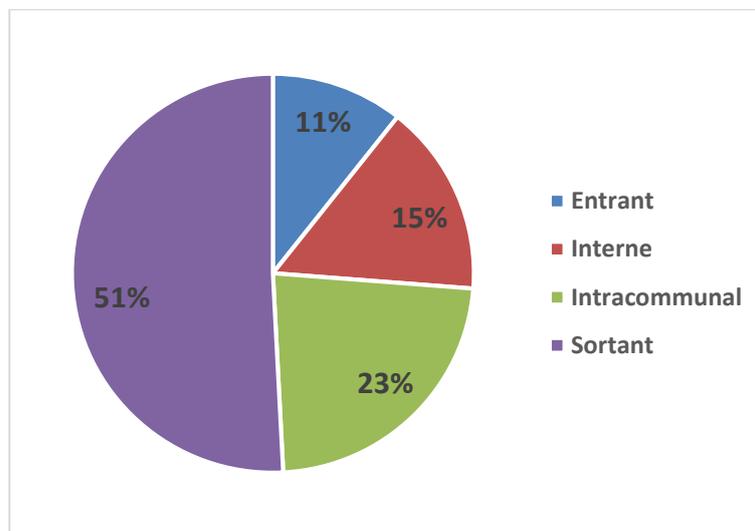


Figure 54 : Flux de déplacements domiciles travail (source : INSEE 2016)

La majeure partie des déplacements domicile – travail sont sortant. Les résidents de l'intercommunalité travaillent en dehors du territoire. Les destinations principales de ces flux sont Pertuis (29%) et Aix-en-Provence (20%).

38% des déplacements domicile-travail sont réalisés au sein du territoire intercommunal, dont 23% à l'intérieur des communes, avec donc des distances plutôt courtes. Ces déplacements intra communaux sont les plus nombreux à La Tour d'Aigues et Cadenet et, dans une moindre mesure, Cucuron et Villelaure.

Les autres déplacements entre les différentes villes de l'intercommunalité représentent 15%, la principale destination est La Tour d'Aigues.

Les déplacements entrants, essentiellement à destination de Cadenet et La Tour d'Aigues sont minoritaires avec seulement 14% des déplacement domicile-travail.

Les cartes ci-dessous illustrent ces mêmes données. Pertuis et Aix-en-Provence sont les principales destinations externes au territoire et La Tour d'Aigues et Cadenet les internes.

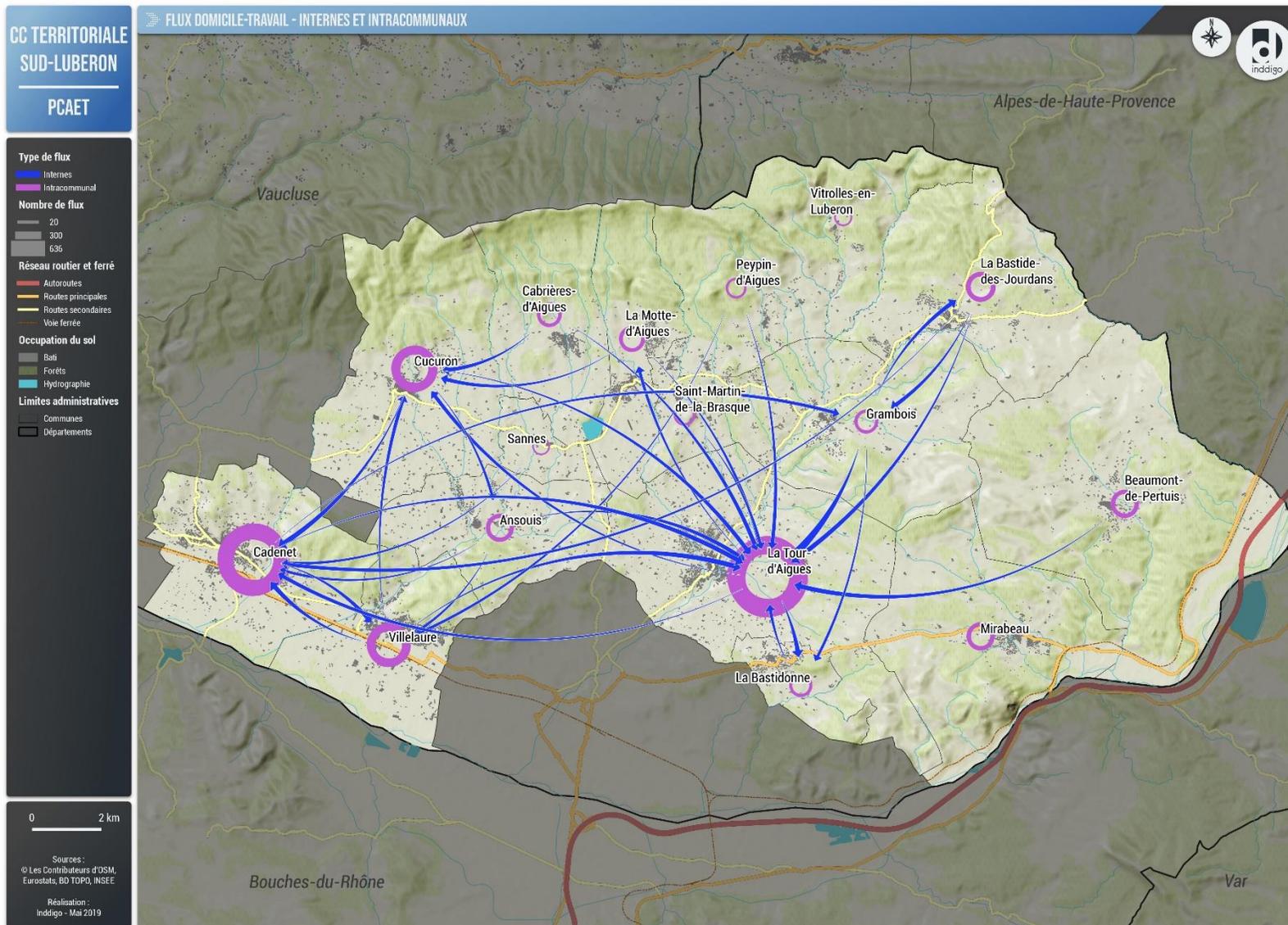


Figure 55 : Flux domicile - travail internes et intra communaux au sein de COTELUB (sources : INDDIGO, INSEE 2016)

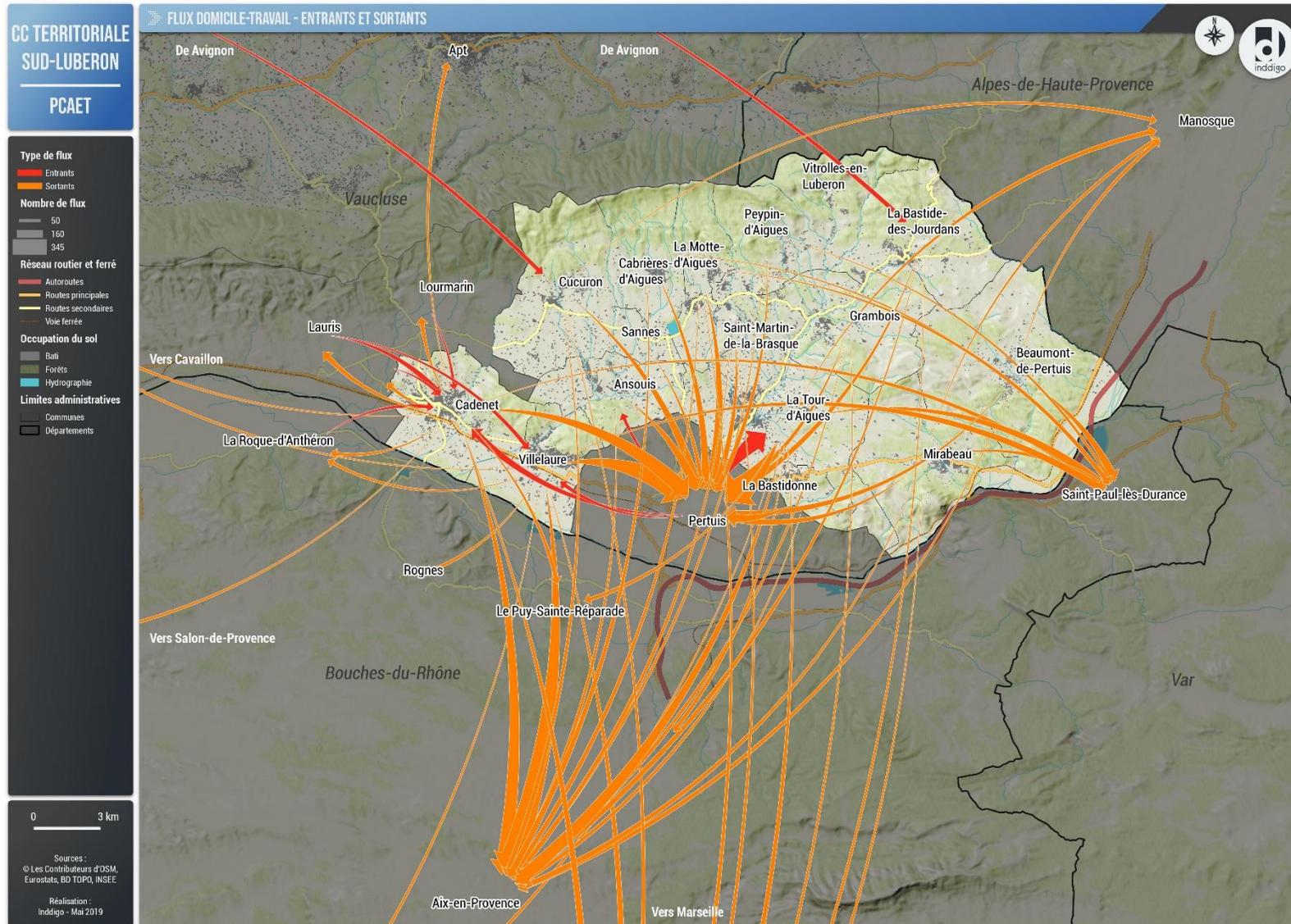


Figure 56 : Flux domicile - travail entrants et sortants à partir du territoire de COTELUB (sources : INDDIGO, INSEE 2016)

Les flux domicile-travail des résidents du territoire correspondent seulement aux déplacements sortants et internes et excluent les déplacements entrants. Leur part modale sont répartis selon le graphique ci-après. Le recours à la voiture est le plus important avec 85% des déplacements réalisés alors que 15% correspondent à des modes de déplacements alternatifs ou à l'absence de transport.

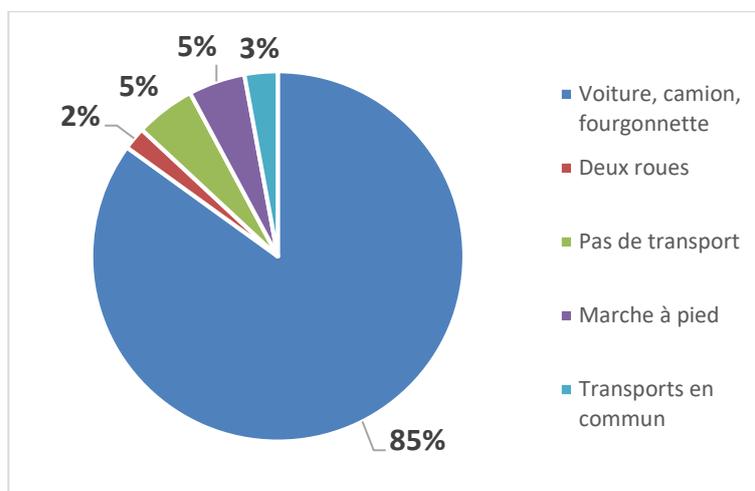


Figure 57 : Parts modales des flux domicile-travail sortants et internes sur le territoire de COTELUB (Source : INSEE 2016)

Le graphique ci-dessous présente les parts modales des déplacements intra communaux. On observe une part majoritaire de la voiture individuelle (près de 60%), pour des déplacements pourtant inférieurs à quelques kilomètres. La marche est toutefois pratiquée (18%), mais pourrait sans doute être développer ainsi que le vélo. Pour exemple les temps de trajets des modes doux (marche et vélo) sont les suivants : 2 km = 20 à 30 minutes à pied, 5 km = 20 à 25 minutes à vélo.

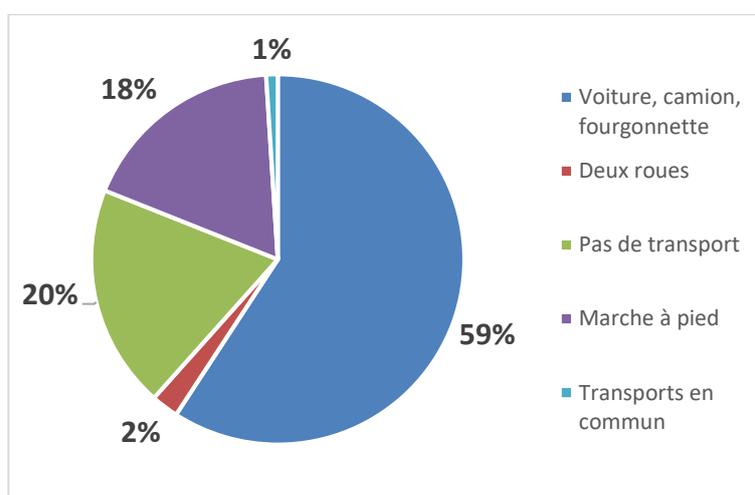


Figure 58 : Parts modales des déplacements domicile – travail intra communaux (source : INSEE 2016)

3.6.2.4 Panorama de l'offre

COTELUB a réalisé en 2016 un schéma de mobilité rurale à l'échelle intercommunale (étude réalisée par Inddigo). L'objectif était de proposer une amélioration des conditions de déplacement à partir de 2017.

Le site internet COTELUB met à disposition des outils permettant de montrer aux usagers combien coûtent les déplacements quotidiens : il permet de faire un comparatif entre le coût de la marche, le VAE²⁹, le vélo, le bus ou la voiture. Ce site permet aussi l'accès vers le réseau de bus, les sites de covoiturage ainsi que Rezo Pouce (le premier dispositif d'autostop organisé et sécurisé en France).

Transport en commun

²⁹ Vélo à assistance électrique

Le territoire n'est pas desservi par le réseau ferroviaire, il possède cependant des lignes de bus urbaines et interurbaines.

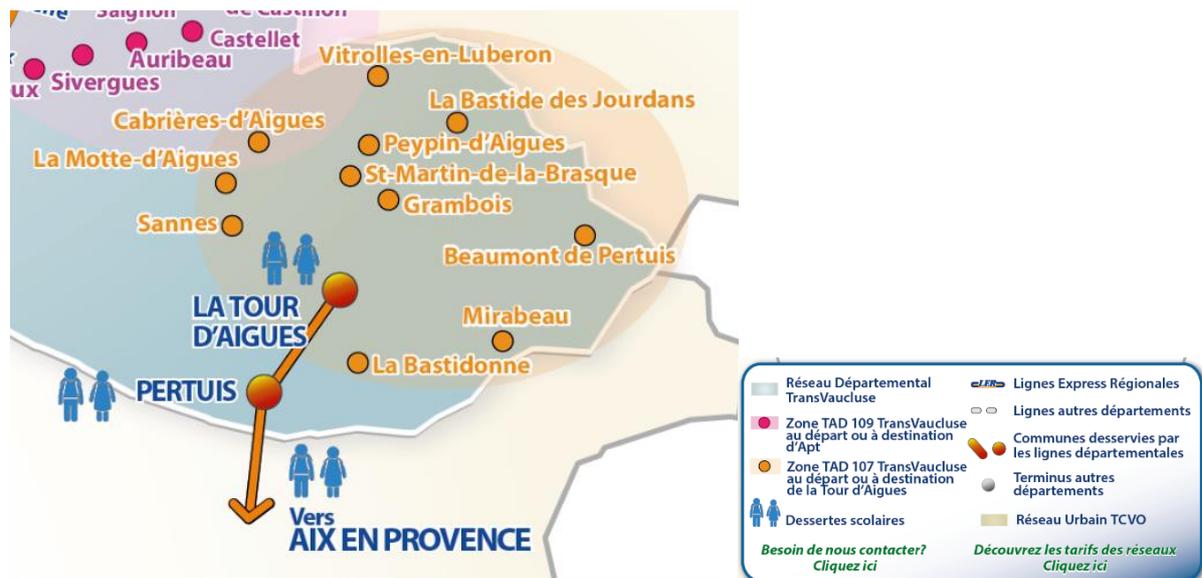


Figure 59 : Extrait de la carte des transports en communs sur le territoire de COTELUB (source : Transdev Sud Est Mobilités)

Les communes en orange sont desservies par la ligne 107 de transport à la demande. Les utilisateurs sont ensuite conduits jusqu'à la Tour d'Aigues. La ligne dessert ensuite Pertuis à destination d'Aix-en-Provence. Deux bus rejoignent Aix-en-Provence le matin pour une arrivée à 7h30 et 8h30. Ce bus dessert également les gares SNCF de Pertuis et de Meyrargues (plus le cas au 01/09/2019).

Au retour, depuis Aix-en-Provence, un bus revient à midi, puis 17h et 18h ; il transite lui aussi par la gare SNCF de Pertuis.

TransVaucluse met à disposition les 6 lignes suivantes :

- Ligne 17.1 entre Cabrières d'Aigues, Pertuis et Aix-en-Provence
- Ligne 17.2 entre : Peypin d'Aigues et Pertuis
- Ligne 17.3 entre Beaumont de Pertuis et Pertuis
- Ligne 9.1 : entre Apt, Pertuis et Aix
- Ligne 9.2 : entre Puyvert et Pertuis
- Ligne 8 : entre Cavaillon et Pertuis

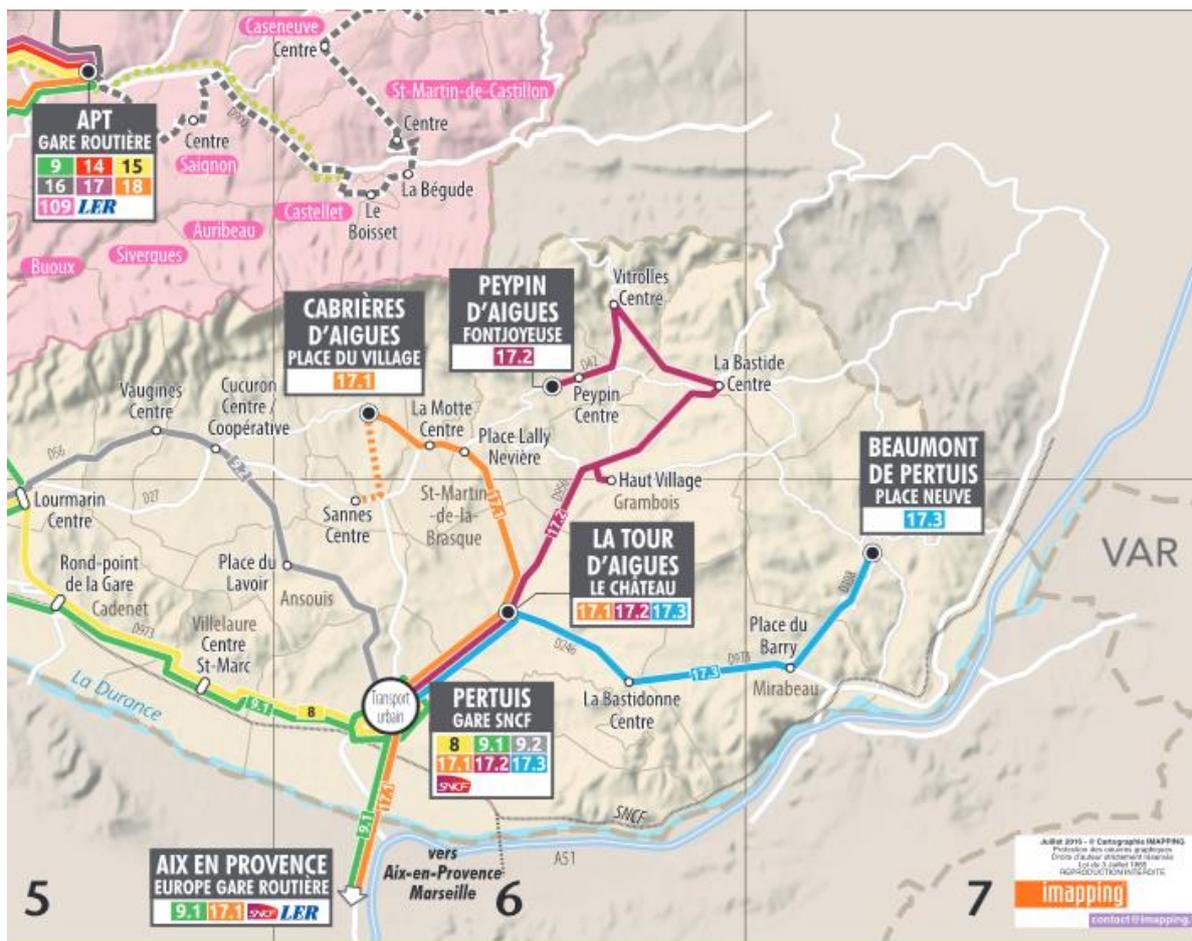


Figure 60 : Réseau bus Trans Vacluse sur le territoire de COTELUB (source : <http://www.sumian.fr/transvacluse>)

Le réseau de covoiturage

Le site de COTELUB informe sur les quatre réseaux de co-voiturage disponibles :

- ✓ Le site utilisé pour les trajets locaux est <http://www.covoiturageavignonvacluse.fr/>
- ✓ Trois autres sites permettent d'organiser du covoiturage : <https://covoiturage.autoclubaix.com/> ; <http://www.covoiturage04.fr/> ; <https://www.blablacar.fr/> ; <https://www.blablalines.com/>

Un parking de covoiturage est disponible à Villelaure et un autre à Cadenet (en bordure de la voie SNCF et de la nouvelle route de Villelaure au rond-point de la gare)

COTELUB vient d'intégrer le Rezo Pouce, le premier dispositif d'autostop organisé et sécurisé en France.

Modes doux

Les principaux acteurs du développement des modes doux sur le territoire sont les suivants :

- COTELUB : Réalisation d'un schéma de mobilité rurale qui résulte en 5 actions « modes doux » pour promouvoir le vélo, développer des réseaux modes doux intra-communaux, impulser des actions d'écomobilité scolaire, aménager des liaisons intercommunales.
- Vélo Loisir Provence : Acteur majeur dans le Luberon ils mènent depuis plus de 20 ans des actions de développement/promotion et fédèrent les acteurs du tourisme à vélo. Aujourd'hui ils se tournent de plus en plus vers des actions visant à développer la pratique au quotidien (utilitaire).
- PNR³⁰ Luberon : Le projet Luberon Labo Vélo lancé en 2019 vise à accompagner les intercommunalités pour développer le vélo de façon opérationnelle dans les secteurs les plus denses et générateurs de flux.
- Le SMAVD³¹ : Travaille actuellement sur la Via Durancia (Avignon-Mirabeau) qui concerne le territoire de COTELUB.

³⁰ Parc Naturel Régional

³¹ Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance

Le tour d'Aigues à vélo représente 91 km
 Le tour « autour du Luberon » avoisine les 240 km.

Il n'existe pas de pistes cyclables sur le territoire (dessinées en rouge sur la carte ci-dessous) mais quelques aménagements de sur largeurs cyclables (dessinées en orange sur la carte ci-dessous) entre la Bastidonne et Pertuis, La Tour d'Aigues et Pertuis, Pertuis et Cadenet, et enfin de Cucuron à Saint Martin de la Brasque en passant par Sannes.

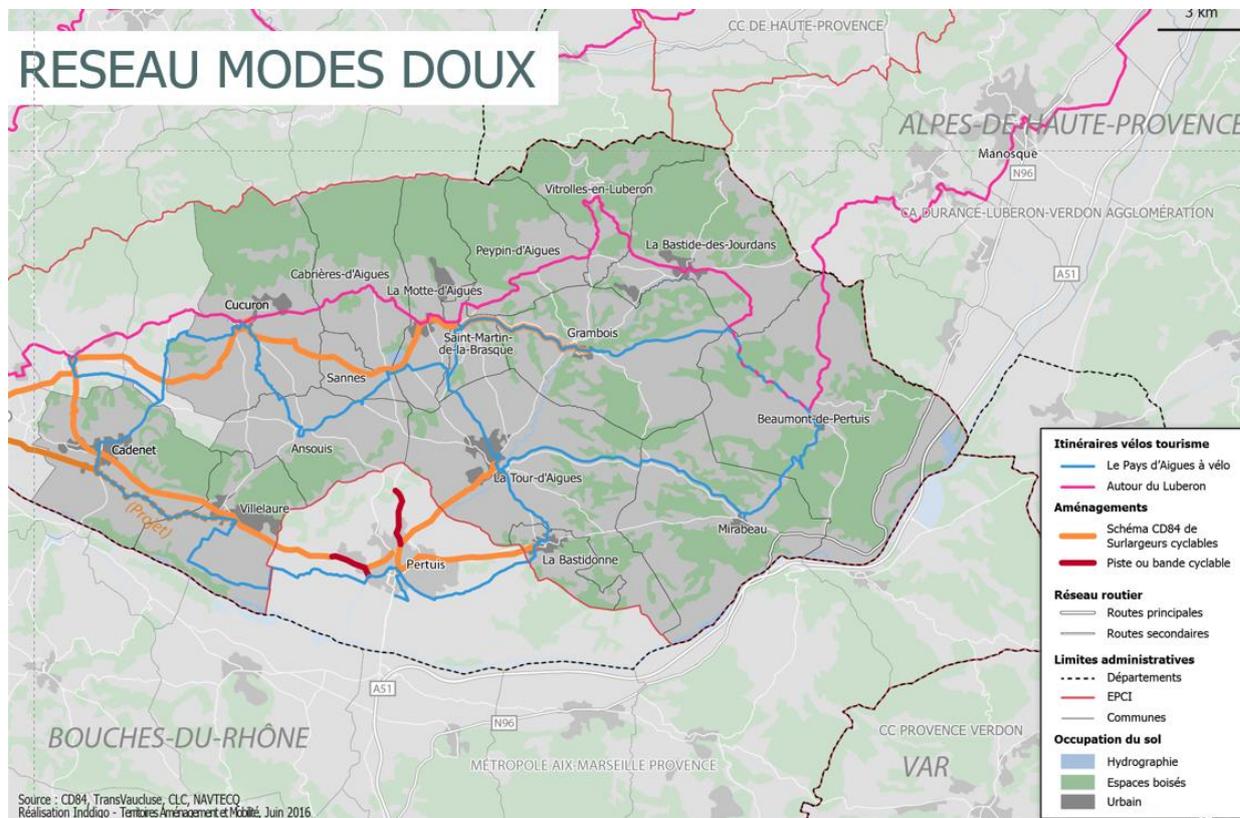


Figure 61 : Extrait de l'étude Inddigo « Mission d'assistance à Maîtrise d'ouvrage pour l'élaboration d'un schéma de mobilité rurale à l'échelle intercommunale »

Le territoire est traversé d'Ouest en Est par une véloroute. Ces voies, à vocation principalement touristiques peuvent permettre le développement des modes doux.



Figure 62 : Carte des itinéraires cyclables du territoire de COTELUB (source : <http://www.veloalprovence.com/>)

3.6.3 TERTIAIRE

3.6.3.1 Consommations énergétiques et émissions de GES

Le secteur tertiaire est le troisième secteur consommateur d'énergie avec 42 GWh soit 11% des consommations totales du territoire et le quatrième secteur émetteur de GES avec 4 kteqCO₂ soit 14% des émissions totales.

Cadenet et La Tour-d'Aigues semblent concentrer l'activité tertiaire en totalisant la moitié des consommations et des émissions du secteur.

Les consommations du secteur tertiaire sont tendanciellement en hausse depuis 2012 avec une augmentation de 40% entre 2012 et 2016. Cette tendance n'est pas observée sur les émissions de GES.

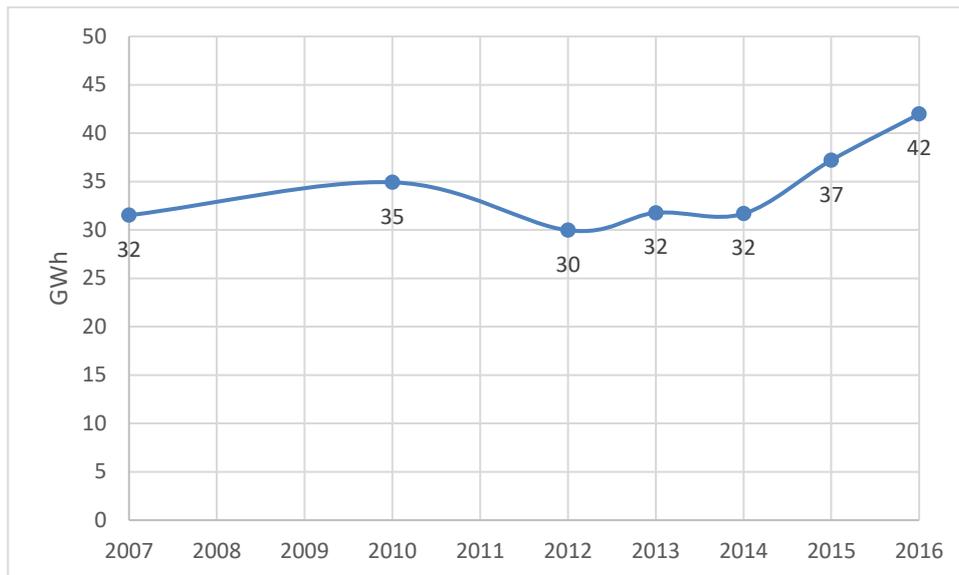


Figure 63 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

La majeure partie des consommations énergétiques du secteur tertiaire sont couverts par l'électricité (85%). Les deux autres sources d'énergie utilisées sont les produits pétroliers (9%) et le gaz (5%). La part du bois énergie est anecdotique. L'électricité représente la majeure partie des émissions de GES mais avec une part moins importante (59%).

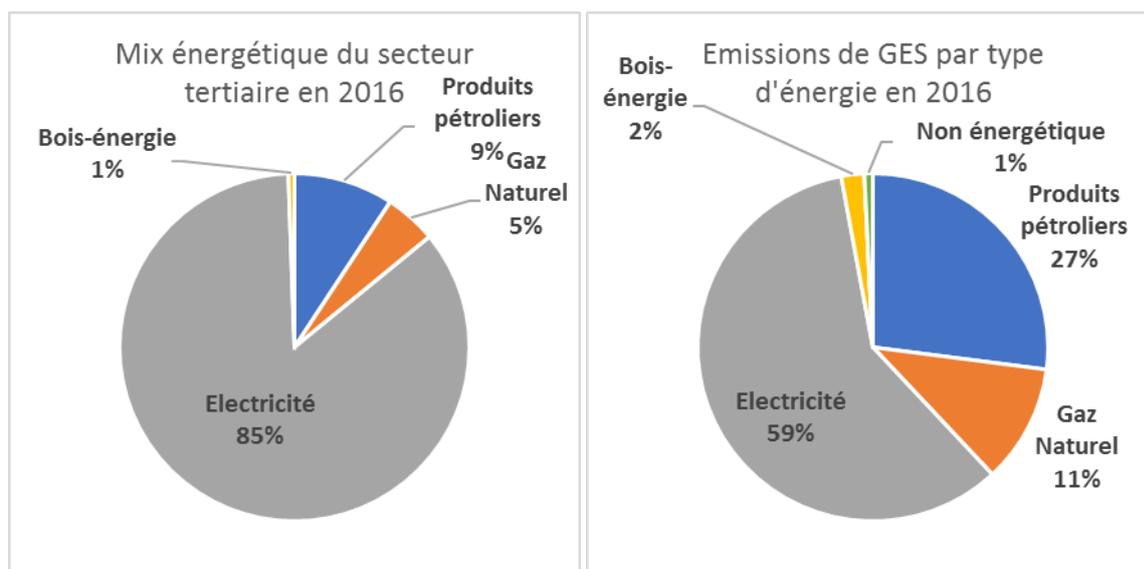


Figure 64 : Consommations énergétiques et émissions de GES par type d'énergie en 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

3.6.3.2 Activités tertiaires

Les données étudiées dans cette partie sont issues du fichier INSEE CLAP³² 2015.

Les activités tertiaires peuvent être classées en deux catégories :

- **Le tertiaire « privé »** comprenant les commerces, les transports et les services. Il représente 81% des établissements tertiaires (environ 1 600) du territoire et compte environ 1 000 salariés.
- **Le tertiaire « public »** comprenant les administrations publiques, l'enseignement, la santé et l'action sociale. Avec seulement 15% des établissements tertiaire (360) il emploie environ 1 300 personnes. Ce sont ces établissements sur lesquels les pouvoirs publics ont la main.

L'action sociale et l'enseignement constituent les principales activités tertiaires du territoire avec environ 500 employés chacun. Dans le secteur privé, on retrouve le commerce comme principale activité avec 340 établissements et 320 emplois.

Les principaux pôles tertiaires sont Cadenet et La Tour d'Aigues avec 40% des établissements et 58% des emplois.

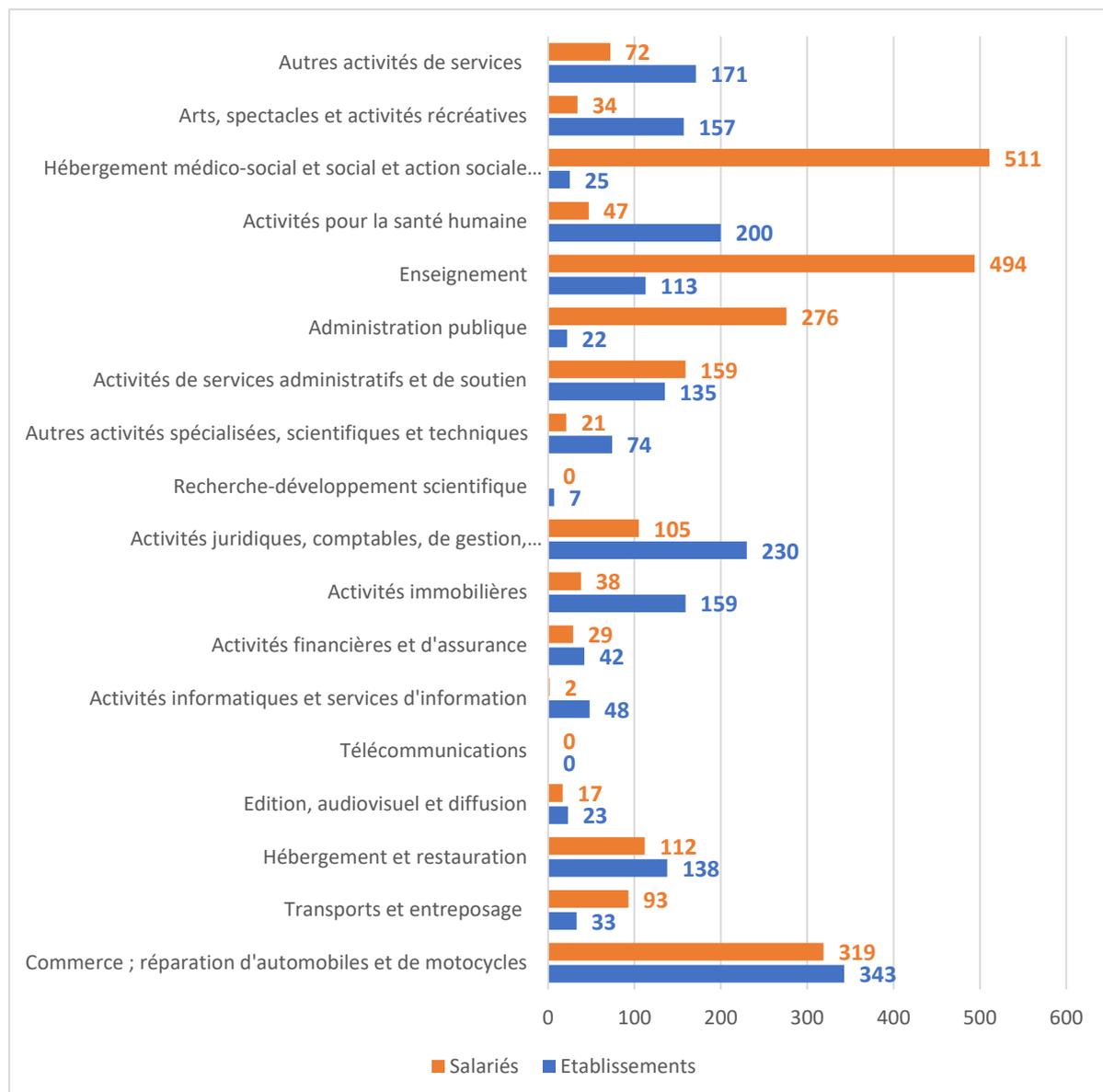


Figure 65 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités tertiaires du territoire de COTELUB (source : INSEE 2015)

3.6.4 INDUSTRIE

3.6.4.1 Consommations énergétiques et émissions de GES

Le secteur industriel est le secteur qui consomme le moins d'énergie avec 8 GWh soit 2% des consommations totales du territoire et qui émet le moins de de GES avec 1 kteqCO₂ soit 1% des émissions totales. Ce secteur ne constitue pas un enjeu sur le territoire en raison de sa faible activité.

Les trois quarts des consommations énergétiques sont de l'électricité et le quart restant les produits pétroliers. Les parts du gaz naturel et du bois énergie sont anecdotiques.

La moitié des émissions de GES proviennent des produits pétroliers. Les émissions restantes sont d'origine électrique (27%) et non énergétique (20%). Le bois énergie et le gaz naturel ont une part négligeable.

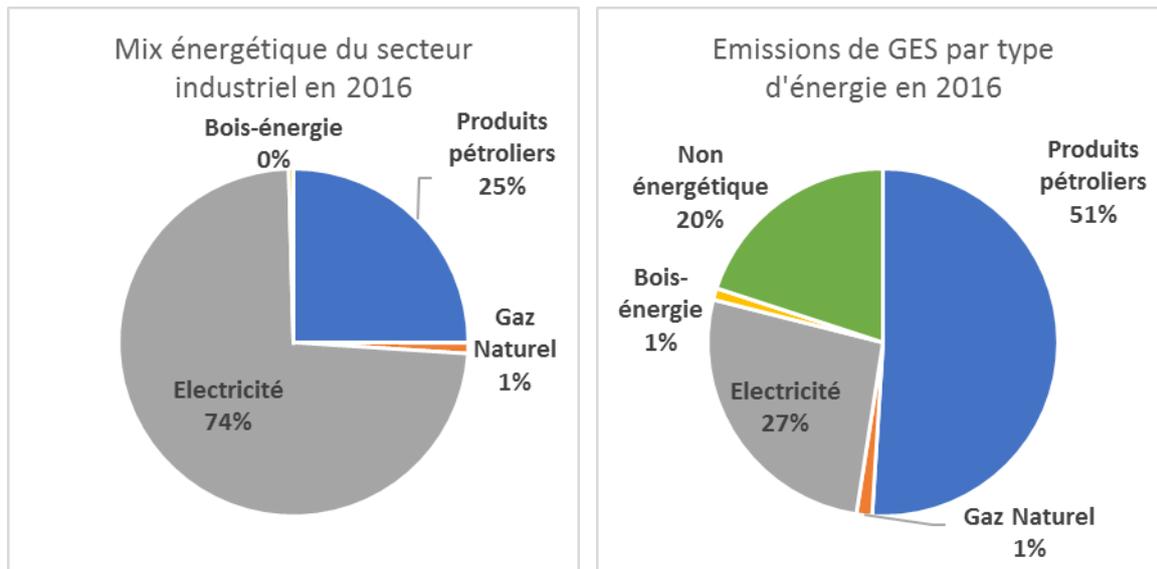


Figure 66 : Consommations énergétiques et émissions de GES par type d'énergie sur le territoire de COTELUB en 2016 (source : CIGALE)

3.6.4.2 Activités industrielles

Les données étudiées dans cette partie sont issues du fichier INSEE CLAP³³ 2015.

Le secteur industriel comptabilise 181 établissements pour 152 employés. Il s'agit donc de petites entreprises avec peu d'employés. La principale activité est l'industrie agro-alimentaire qui représente près de deux emplois sur trois.

Le secteur de la construction compte 428 établissements pour 366 emplois.

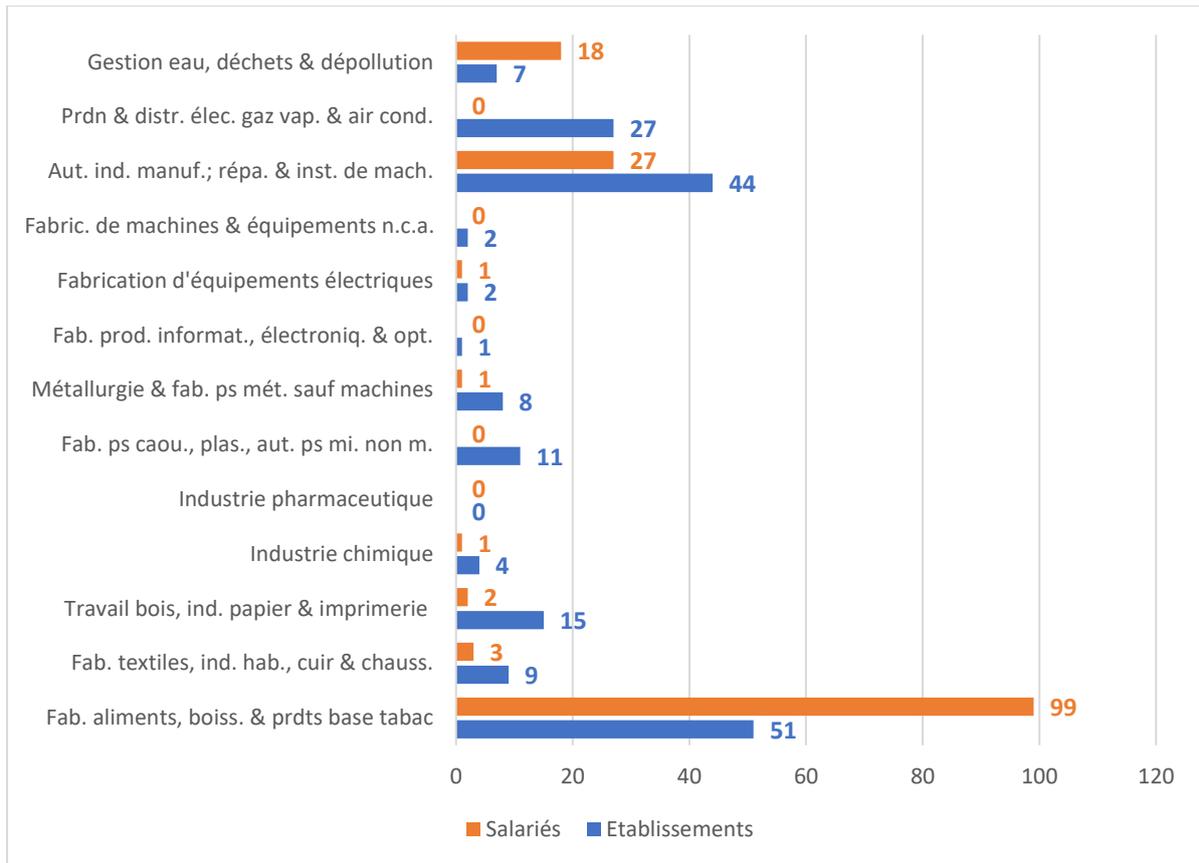


Figure 67 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités industrielles du territoire de COTELUB (source : INSEE 2015)

3.6.5 AGRICOLE

3.6.5.1 Consommations énergétiques et émissions de GES

Le secteur agricole est le quatrième secteur consommateur d'énergie avec 21 GWh soit 5% des consommations totales du territoire et le troisième secteur émetteur de GES avec 14 kteqCO₂ soit 16% des émissions totales.

Les émissions de GES du secteur ont connu une baisse entre 2007 et 2012 (-23%) et se sont stabilisées autour de 14 kteqCO₂ depuis. Les consommations énergétiques suivent globalement la même tendance.

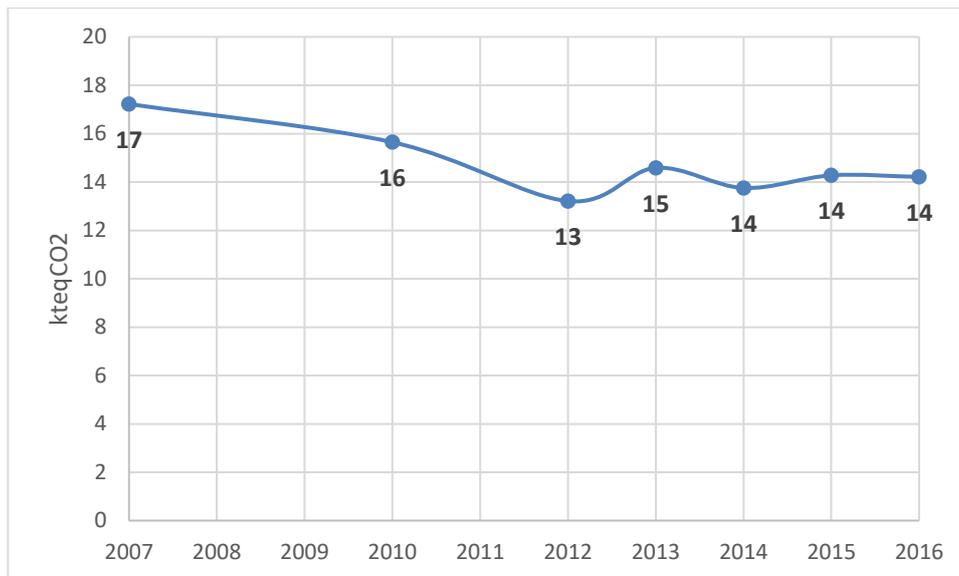


Figure 68 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur agricole entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

Le secteur agricole utilise principalement des produits pétroliers comme carburant pour les engins agricoles. L'électricité et le gaz naturel sont également utilisés pour l'alimentation de certaines machines et le chauffage des locaux. Les autres énergies renouvelables (principalement les agro-carburants) représentent une part minime.

70% des émissions de GES sont d'origine non-énergétiques. Elles proviennent principalement des déjections animales et de la fertilisation des cultures. Un quart résulte de la consommation des produits pétroliers. Enfin, la part du gaz et de l'électricité est minime. La présence de cheptel bovins étant très marginale, la majeure partie des émissions de GES sont donc liées aux consommations d'énergie fossiles et à l'utilisation d'engrais azotés (émissions de protoxyde d'azote, N₂O).

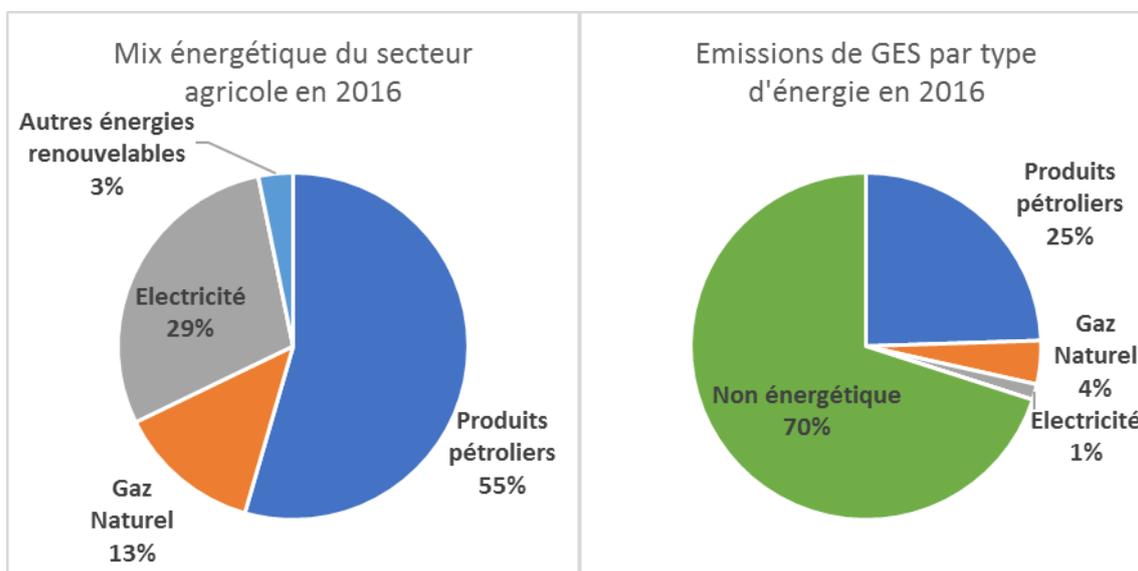


Figure 69 : Consommations énergétiques et émissions de GES par source en 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)

La dépendance aux produits pétroliers de l'agriculture, notamment pour les exploitations en maraichage et viticulture induit une vulnérabilité importante des exploitations à l'augmentation du coût des carburants. Celle-ci est d'autant plus importante lorsqu'on intègre les intrants de synthèse, souvent dérivés du pétrole.

	Charges totales en énergie moyenne par exploitation		Part de chaque énergie dans la charge totale énergie entre 2012 et 2015			
	2015	Evolution 2015 / 2012	Carburant	Electricité	Gaz naturel	Combustibles
			%			
Grandes cultures	12 710	-15,2	80	17	0	3
Maraîchage	33 675	-15,4	21	16	15	48
Horticulture	19 705	-16,2	24	19	23	34
Viticulture	7 798	-1,9	68	23	2	7
Cultures fruitières et autres permanentes	12 954	0,1	57	35	1	7
Bovins lait	12 694	-1,6	71	28	0	1
Bovins élevage viande	9 205	-12,9	87	11	0	2
Bovins, lait, élevage et viande combinés	14 969	-4,2	78	21	0	1
Ovins, caprins, et autres herbivores	8 313	-1,2	75	23	0	2
Porcins spécialisés	20 821	8,1	39	58	0	3
Avicoles spécialisés	19 080	-8,1	30	31	1	38
Polyculture - polyélevage	15 266	-17	76	20	0	4
Ensemble des exploitations	12 971	-9,1	65	23	3	9

Tableau 12 : Évolution des charges totales en énergie par exploitation par OTEX

Source : Microdonnées 2015, RICA

Figure 70 : Part des différentes sources d'énergies dans les besoins des différentes exploitations agricoles (source : RICA - Microdonnées 2015)

3.6.5.2 Profil agricole

Les données présentées dans cette partie proviennent du Recensement Agricole 2010 réalisé par AGRESTE³⁴ (RA2010).

Un peu plus de 500 exploitations agricoles sont recensées sur le territoire pour près de 700 unités de travail annuel³⁵. Cela représente 9% des exploitations du Vaucluse et 2% de celles de la région.

La superficie agricole utilisée (SAU) est de 10 200 hectares (9% de la SAU du Vaucluse et 2% de celle de la région). 900 unités de gros bétail³⁶ sont recensées soit 6% du département et moins de 1% de la région.

L'activité agricole sur le territoire est en baisse depuis 1988 comme le montre le tableau ci-dessous.

Le nombre d'exploitation agricole, d'unité de travail annuel et d'unité de gros bétail ont été divisé par deux entre 1988 et 2010. La surface agricole utile a diminué de 21%.

	Exploitations agricoles ayant leur siège dans la commune	Travail dans les exploitations agricoles en unité de travail annuel	Superficie agricole utilisée en hectares	Cheptel en unité de gros bétail, tous aliments
1988	882	1 355	12 847	2 337
2000	637	915	12 124	1 726
2010	515	696	10 187	921
2000/2010	-19%	-24%	-16%	-47%
1988/2010	-42%	-49%	-21%	-61%
% Vaucluse	9%	6%	9%	6%
% PACA	2%	2%	2%	0%

Figure 71 : Evolution de l'activité agricole et part départementale et régionale selon les différents indicateurs (source : RA2010 – Agreste)

La Tour-d'Aigues est la commune possédant le plus d'exploitations agricoles (121, soit près de 20% du total de COTELUB).

Les superficies agricoles les plus importantes se trouvent à Ansouis, Cucuron, Beaumont-de-Pertuis et La Tour-d'Aigues avec 1 000 hectares ou plus par commune.

³⁴ Agreste est le service statistique du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

³⁵ Unité de travail annuel : mesure en équivalent temps complet du volume de travail fourni par les chefs d'exploitations et coexploitants, les personnes de la famille, les salariés permanents, les salariés saisonniers et par les entreprises de travaux agricoles intervenant sur l'exploitation. Cette notion est une estimation du volume de travail utilisé comme moyen de production et non une mesure de l'emploi sur les exploitations agricoles.

³⁶ Unité gros bétail tous aliments (UGBTA) : unité employée pour pouvoir comparer ou agréger des effectifs animaux d'espèces ou de catégories différentes (par exemple, une vache laitière = 1,45 UGBTA, une vache nourrice = 0,9 UGBTA, une truie-mère = 0,45 UGBTA).

Enfin les cheptels les plus importants se trouvent à La Bastide-des-Jourdans et Cadenet avec plus de 200 unités de gros bétail.

Le territoire est fortement marqué par l'activité viticole qui est la principale orientation technico-économiques³⁷ de trois quarts des communes.

On retrouve également des polycultures et polyélevages à La Bastide-des-Jourdans, Cadenet et Villelaure et des cultures permanentes de fruits à Cucuron.

Communes	Exploitations agricoles	Travail dans les exploitations agricoles	Superficie agricole utilisée	Cheptel	Orientation technico-économique de la commune
Ansouis	48	68	947	0	Viticulture (appellation et autre)
La Bastide-des-Jourdans	22	20	554	210	Polyculture et polyélevage
La Bastidonne	13	65	247	21	Viticulture (appellation et autre)
Beaumont-de-Pertuis	33	39	1 354	118	Viticulture (appellation et autre)
Cabrières-d'Aigues	26	44	409	13	Viticulture (appellation et autre)
Cadenet	44	62	506	228	Polyculture et polyélevage
Cucuron	60	86	1 002	79	Fruits et autres cultures permanentes
Grambois	26	24	620	39	Viticulture (appellation et autre)
Mirabeau	12	21	692	70	Viticulture (appellation et autre)
La Motte-d'Aigues	25	29	331	25	Viticulture (appellation et autre)
Peypin-d'Aigues	12	13	262	18	Viticulture (appellation et autre)
Saint-Martin-de-la-Brasque	20	26	347	0	Viticulture (appellation et autre)
Sannes	13	18	213	0	Viticulture (appellation et autre)
La Tour-d'Aigues	121	127	1 803	1	Viticulture (appellation et autre)
Villelaure	34	48	712	25	Polyculture et polyélevage
Vitrolles-en-Luberon	6	6	188	74	Viticulture (appellation et autre)
Total COTELUB	515	696	10 187	921	

Figure 72 : Activités agricoles dans les communes du territoire de COTELUB en 2010 (source : RA2010 AGRESTE)

L'enrichissement, concerne près de 10 % des surfaces. Vignes et vergers dominent le paysage, complétés par des terres arables destinées au grandes culture et maraîchage de plein champ, comme la culture du melon par exemple.

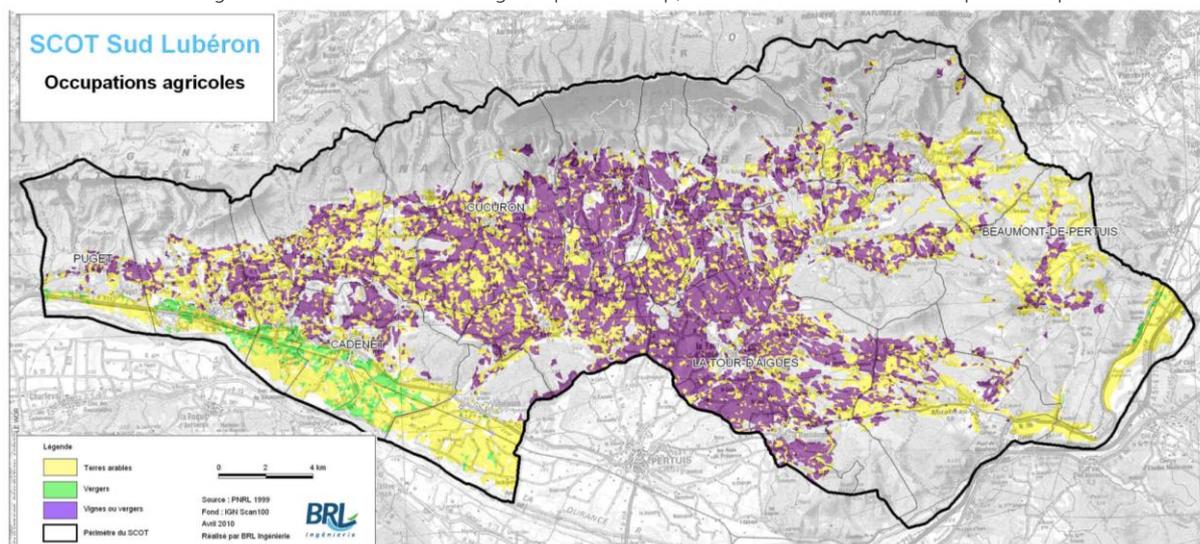


Figure 73 : Mode d'occupation agricole du sol (Source : SCOT Sud Luberon)

On distingue trois types de surface agricole :

- **Superficie en cultures permanentes** : superficie en vignes, vergers, pépinières ornementales, fruitières et forestières, cultures de miscanthus, jonc, mûrier, osier, arbre truffier. C'est la principale utilisation des terres agricoles sur le territoire avec environ 5 300 hectares

³⁷ Production dominante de la commune, déterminée selon la contribution de chaque surface ou cheptel de l'ensemble des exploitations agricoles de la commune à la production brute standard.

- **Superficie en terres labourables** : superficie en céréales, cultures industrielles, légumes secs et protéagineux, fourrages (hors superficie toujours en herbe), tubercules, légumes de plein champ, jachères. Les terres labourables représentent la seconde utilisation sur le territoire avec plus de 4 000 hectares.
- **Superficie toujours en herbe** : prairies naturelles ou semées depuis six ans ou plus. Minoritaires sur le territoire elle représente environ 100 hectares.

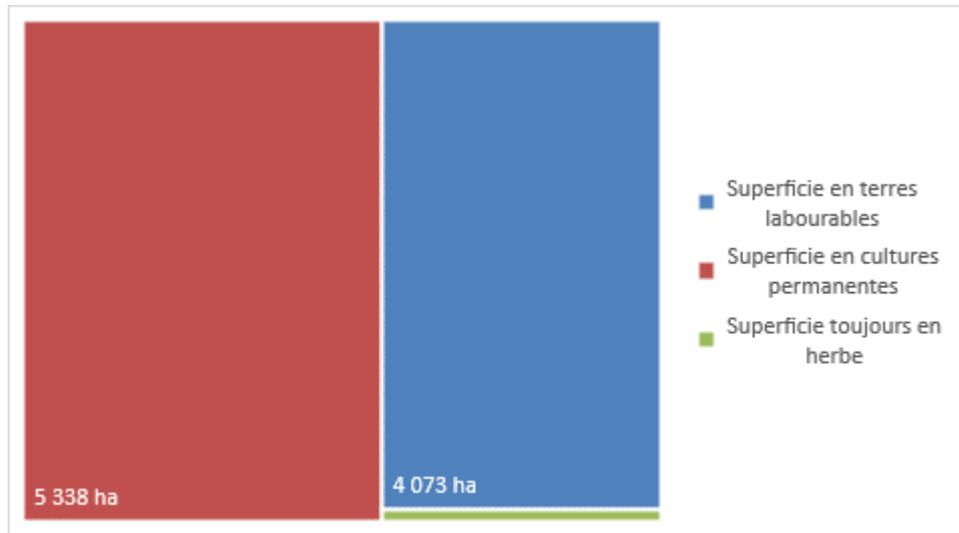


Figure 74 : Part des différents types de surfaces agricoles sur le territoire de COTELUB (RA2010 - AGRESTE)



VULNÉRABILITÉ DU TERRITOIRE

4

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

VULNÉRABILITÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- 4.1 Synthèse
- 4.2 Méthode
- 4.3 Aléa climatiques
- 4.4 Eau
- 4.5 Milieux naturels et biodiversité
- 4.6 Vulnérabilité agriculture et forêts
- 4.7 Sols et sous-sols
- 4.8 Infrastructures
- 4.9 Population



4. VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

4.1 SYNTHÈSE

Domaines et milieux de vulnérabilité	Vulnérabilité du territoire sur le secteur
Agriculture	Oui
Aménagement / urbanisme (y compris grandes infrastructures, voirie)	Oui
Biodiversité (y compris milieux naturels)	Oui
Déchets	Oui
Eau (Approvisionnement en eau, assainissement, cours d'eau et ruissellement des eaux de pluie)	Oui
Espaces verts	Oui
Forêt	Oui
Gestion, production et distribution de l'énergie (y compris approvisionnement en énergie)	Oui
Industrie	Oui
Littoral	Non
Résidentiel	Oui
Santé	Oui
Sécurité Civile	Oui
Tertiaire (y compris patrimoine bâti de la collectivité)	Oui
Tourisme	Oui
Transport (y compris routier)	Oui

Figure 75 : Synthèse des domaines et milieux de vulnérabilité sur le territoire
(Source : Cadre de dépôt ADEME, Inddigo)

4.2 METHODE

L'objet de cette étude est d'identifier les éléments du territoire puis d'étudier par des indicateurs les effets du changement climatique sur ces éléments. Ces éléments sont classés par catégories (Eau, Milieux naturels et biodiversité, Sols et Sous-sols, Infrastructures et Populations). Ces catégories sont précédées par une étude des futurs aléas climatiques sur le territoire.

L'ADEME a rédigé un document sur les « Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique³⁸ ». Il explique notamment la terminologie utilisée dans ce domaine. Les définitions ci-dessous proviennent de ce document ainsi que le schéma explicatif.

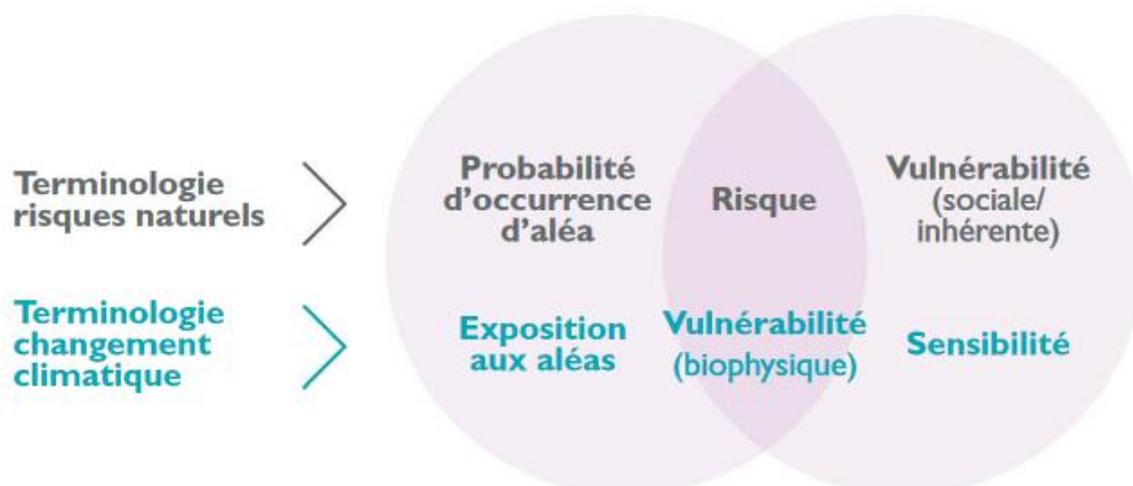


Figure 76 : Comparaison de la terminologie changement climatique et risques naturels (source : ADEME)

- **Vulnérabilité :**

De manière générale, la vulnérabilité représente une condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux qui prédisposent les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à subir des préjudices ou des dommages. Dans le cas du changement climatique, la vulnérabilité est le degré auquel les éléments d'un système (éléments tangibles et intangibles, comme la population, les réseaux et équipements permettant les services essentiels, le patrimoine, le milieu écologique ...) sont affectés par les effets défavorables des changements climatiques (incluant l'évolution du climat moyen et les phénomènes extrêmes). La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat (alias l'exposition) à laquelle le système considéré est exposé et de la sensibilité de ce système à cette variation du climat.

- **Aléa :**

L'aléa au sens large constitue un phénomène, une manifestation physique ou une activité humaine (par ex. activité industrielle) susceptible d'occasionner des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques voire des pertes en vie humaines ou une dégradation de l'environnement³⁹.

Les aléas peuvent être décrits selon plusieurs de leurs caractéristiques :

- Leur origine, naturelle ou anthropique selon l'agent en cause. Parmi les aléas naturels on peut différencier les aléas d'origine atmosphérique (tempêtes, grêle), hydrologique (inondations, coulées de boue), et lithosphérique (glissement de terrain, séisme). Parmi les aléas d'origine anthropique, on trouve les activités industrielles (chimie, transport de matières dangereuses), les aléas liés à l'existence d'infrastructures spécifiques (rupture de barrage ou de digue) et les aléas impliquant la biosphère (feux de forêt)
- Leur intensité (pour les aléas naturels on parle de magnitude) : elle peut être évaluée sur une échelle spécifique à l'aléa (échelle de Richter pour les séismes) ou par le biais d'indicateurs (hauteur d'eau ou débit du cours d'eau pour les crues)
- Leur probabilité d'occurrence : elle peut être indiquée de manière probabiliste (en pourcentage ou fraction de risque d'occurrence par an, décennie, ou siècle) ou traduite en termes de fréquence moyenne (événement annuel, décennal, centennal). Ainsi, une crue dont la probabilité d'occurrence est de 1/100 par an sera appelée crue centennale⁴⁰
- Leur localisation spatiale : on pourra éventuellement distinguer la zone géographique où l'aléa se manifeste de la zone impactée : certains phénomènes très ponctuels peuvent avoir des répercussions au-delà de leur lieu de déclenchement. Ainsi, une coulée de boue peut détruire un pont ou une route, ce qui implique des conséquences non seulement sur la trajectoire directe de la coulée, mais pour les localités desservies par cet accès
- La durée des effets : certains aléas ont un impact instantané (foudre), éventuellement suivi de répliques (séisme), alors que d'autres produisent des effets dans la durée, de quelques heures (inondation rapide « flash flood ») à plusieurs mois (glissement de terrain massif)
- Leur degré de soudaineté : les aléas peuvent être soudains (foudre) ou progressifs (sécheresse, érosion littorale), ils peuvent également prendre la forme de conditions latentes ou qui évoluent lentement, pouvant causer ultérieurement des préjudices ou des dommages dans le milieu concerné (par exemple la pollution ou la hausse du niveau de la mer)⁴¹

Le changement climatique peut affecter ces aléas, en particulier leur intensité, leur probabilité, leur localisation, leur durée d'impact et leur soudaineté.

- **Exposition**

L'exposition au changement climatique correspond à la nature et au degré auxquels un système est exposé à des variations climatiques significatives⁴² sur une certaine durée (à l'horizon temporel de 10 ans, 20 ans,...). Les variations du système climatique se traduisent par des événements extrêmes (ou aléas) tels que des inondations, des ondes de tempête, ainsi que l'évolution des moyennes climatiques⁴³. Ce sont ces variations que l'on étudie lorsque l'on cherche à obtenir des scénarios d'évolution du climat à horizon 2050 à l'échelle locale.

Évaluer l'exposition consistera donc à évaluer l'ampleur des variations climatiques auxquelles le territoire devra faire face, ainsi que la probabilité d'occurrence de ces variations climatiques / aléas.

³⁹ UNISDR - ONU/Secrétariat Inter-Institutions de la Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes, Genève, 2004

⁴⁰ Cette appellation ne porte aucun caractère prédictif. Une crue centennale se produit en moyenne une fois tous les 100 ans, ce qui signifie que chaque année présente un risque de 1/100 de connaître un tel événement. Il est tout à fait possible que l'événement se répète deux années de suite, ou ne se produise.

⁴¹ Concepts de base en sécurité civile, Ministère de la Sécurité Publique du Québec, 2008

⁴² Troisième rapport d'évaluation du GIEC

⁴³ PNUD - Gestion des risques climatiques, Oct. 2010

Les éléments exposés sont les éléments tangibles et intangibles d'un milieu (populations, bâtiments systèmes écologiques), susceptibles d'être affectés par un aléa naturel ou anthropique.

Exemple 1 : L'exposition à la hausse du niveau de la mer d'une ville côtière dépend de l'intensité de l'aléa (hausse en centimètres) et de l'horizon de temps considéré (20 ans, 50 ans, 100 ans).

Exemple 2 : En cas de vague de chaleur, l'ensemble de la population d'une ville sera exposé aux fortes températures.

L'exposition peut être réduite par la mise en place de mesures structurelles (équipement de protection : digues, murs pare-avalanches) et non structurelles (actions de prévention : réglementation de l'utilisation des sols, information et éducation des populations).

- **Sensibilité**

La sensibilité est une condition intrinsèque d'un élément (collectivité, organisation...) qui le rend particulièrement vulnérable. Elle se traduit par une propension à être affecté, favorablement ou défavorablement, par la manifestation d'un aléa.

Les effets ou impacts du changement climatique peuvent être directs (par exemple une modification des rendements agricoles liée à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple des dommages causés par la fréquence accrue des inondations de zones côtières dues à l'élévation du niveau de la mer)⁴⁴.

La sensibilité d'un territoire aux aléas climatiques est fonction de multiples paramètres : les activités économiques sur ce territoire, la densité de population, le profil démographique de ces populations... La sensibilité est inhérente à un territoire.

Exemple 1 : En cas de vague de chaleur, un territoire avec une population âgée sera plus sensible qu'un territoire avec une forte proportion de jeunes adultes.

Exemple 2 : Deux villes situées dans une zone inondable présenteront une sensibilité et, conséquemment, une vulnérabilité différente si l'une a déjà mis en place des systèmes d'alerte et de protection des riverains et l'autre pas.

Exemple 3 : Une collectivité dans laquelle survient un événement touchant directement sa seule source d'activité économique sera davantage éprouvée qu'une autre frappée par le même événement, mais moins sensible en raison d'une économie diversifiée.

La sensibilité d'un territoire au changement climatique peut être réduite par l'adoption de stratégies d'adaptation (diversification des activités économiques, mise en place de plans de gestion de crise sanitaire, etc.).

- **Capacité d'adaptation**

La capacité d'adaptation comprend à la fois des qualités intrinsèques du territoire concerné et la possibilité d'envisager et d'adopter des mesures et stratégies destinées à réduire les impacts du changement climatique.

4.3 ALEAS CLIMATIQUES

Le profil climatique territorial comprend :

Les observations de l'évolution des paramètres climatiques (températures, précipitations...), sur les dernières décennies, fournie par météo France.

Les projections des évolutions possibles de ces paramètres à deux horizons, proche (2050) et moyen (2070). Elles sont tirées de la base de données DRIAS-les futurs du climat de météo France et sont établies selon plusieurs scénarios dont les deux extrêmes sont ici détaillés :

- **Le scénario RCP 2,6, « optimiste »,** qui intègre les effets d'une politique volontariste de réduction des émissions de GES, entraînant un réchauffement planétaire de 2°C à l'horizon 2100.
- **Le scénario RCP 8,5, « pessimiste »,** qui intègre l'absence de politique visant à limiter les émissions de GES, entraînant un réchauffement pouvant dépasser 4°C à l'horizon 2100.

Ces indicateurs sont issus du dernier rapport du GIEC, RCP signifiant Representative Concentration Pathways, soit « Profils représentatifs d'évolution de concentration ».

⁴⁴ OCDE, Adaptation au changement climatique et coopération pour le développement, 201.

Météo France a établi 5 zones climatiques sur la région SUD afin de décrire l'évolution du climat passé et future sur le territoire. Elles sont représentées sur la cartographie ci-dessous.



Figure 77 : Cinq zones climatiques définies par Météo France en région SUD (source : Météo France⁴⁵)

Le territoire de COTELUB est donc placé dans la zone « Provence intérieure ». Les stations de références sont Apt et Saint-Auban-sur-Durance.

⁴⁵ Introduction - L'évolution du climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur au XXIème siècle, Météo France, <http://oreca.maregionsud.fr/climat-air/climat-local-passe-et-futur.html#.XWjkekfgq73>

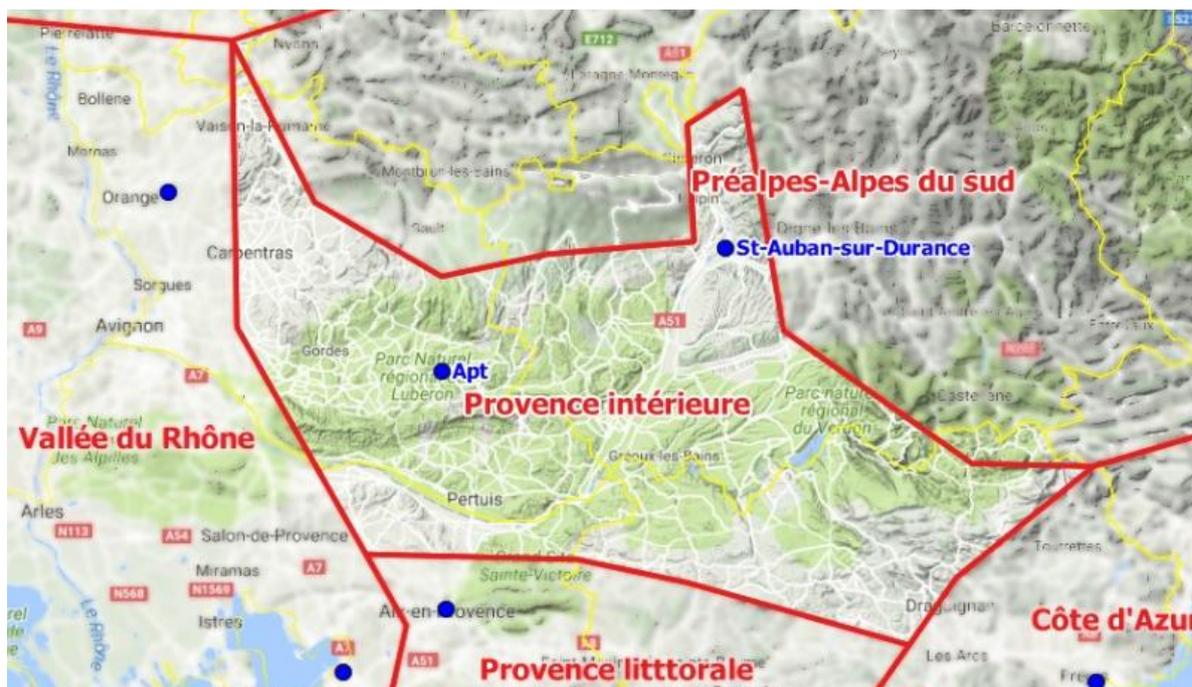


Figure 78 : Stations de référence de la zone climatique "Provence intérieure" (source : Météo France⁴⁶)

L'ORECA et Météo France ont réalisé 2 fiches explicatives sur les évolutions passées et futurs du climat sur la zone « Provence intérieure » :

- L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure »
- L'évolution du climat au XXI^e siècle sur la zone « Provence intérieure »

Ces fiches résument les évolutions passées et futurs des différents indicateurs climatiques (températures et précipitations) sur les stations d'Apt et Saint-Auban-sur-Durance. Elles sont utilisées pour dresser le profil climatique du territoire.

4.3.1 TEMPERATURES

4.3.1.1 Observations

La période 1959-2009 est marquée par une augmentation des températures moyennes annuelles de 0,3°C par décennie. Cette augmentation est plus marquée sur la période estivale (entre 0,4°C et 0,5°C) que sur la période hivernale (0,2°C).

Les anomalies de températures à Apt et Saint-Auban pour l'année et les différentes saisons sont présentées dans le tableau ci-dessous. On remarque que les années les plus chaudes se trouvent quasiment exclusivement au XXI^e siècle. Tandis que les années les plus froides se sont produites entre les années 60 et 80.

⁴⁶ L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_Interieure_passe.pdf

Période	Poste	An(s) le(s) plus froid(s)	Anomalie à la normale (en °C)	An(s) le(s) plus chaud(s)	Anomalie à la normale (en °C)
Année	Apt	1969	-0,86	2011	+1,89
	St-Auban-sur-Durance	1984	-0,76	2015	+1,89
Hiver	Apt	1963	-3,77	1990	+2,83
	St-Auban-sur-Durance	1963	-3,44	1990, 2007	+1,81
Printemps	Apt	1984	-1,64	2011	+2,91
	St-Auban-sur-Durance	1984	-1,63	2011	+2,67
Été	Apt	1972	-2,06	2003	+4,59
	St-Auban-sur-Durance	1977	-2,08	2003	+4,37
Automne	Apt	1974	-2,29	2006	+3,12
	St-Auban-sur-Durance	1974	-2,22	2014	+2,38

Figure 79 : Anomalies de températures pour les stations d'Apt et Saint-Auban (sources : ORECA, Météo France⁴⁷)

L'évolution des températures maximale estivale et minimales hivernales sont présentées dans les graphes ci-dessous :

⁴⁷ L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_Interieure_passe.pdf

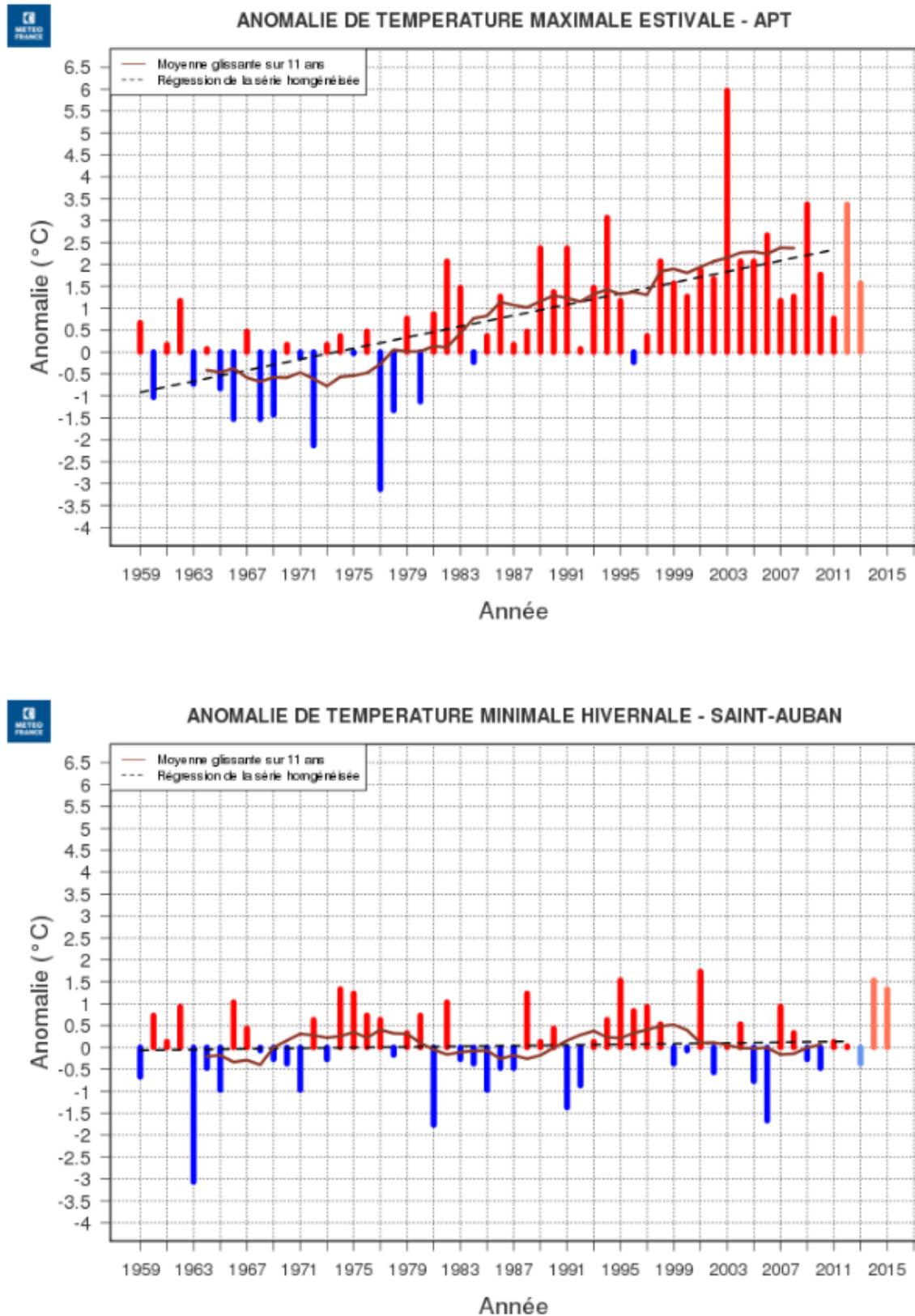


Figure 80 : Anomalies de température maximale estivale et hivernale sur les stations d'Apt et Saint-Auban (source : ORECA, Météo France⁴⁸)

⁴⁸ L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_Interieure_passe.pdf

4.3.1.2 Projections

Sur la période 2020/2100, le scénario médian (RCP 4.5) prévoit une augmentation de température de 0,2°C par décennie et le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) de 0,5°C par décennie. On observe que la différence entre les 2 scénarii est de plus en plus marquée au cours des années.

Là aussi la période estivale connaît une augmentation des températures plus importantes que la période hivernale.

Les projections prévoient donc pour la fin du 21^e siècle, une augmentation des températures moyennes par rapport à la référence 1976-2005 sur le territoire de :

- 2°C pour le scénario médian (RCP 4.5) pouvant aller de 3 à 4°C en été.
- 4 à 5,5°C pour le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) pouvant aller de 7 à 7,5°C en été.

Le tableau suivant résume les augmentations de température moyennes annuelles et saisonnière à l'horizon 2050 sur les stations de référence :

Anomalies de températures (en degrés) par rapport à la période de référence 1976-2005					
Paramètre / Période	Point	RCP 4.5 autour de 2050	RCP 8.5 autour de 2050	RCP 4.5 autour de 2100	RCP 8.5 autour de 2100
T. moyenne / Année	Apt	0,5 / 1,5 / 2,3	0,8 / 1,8 / 2,9	1,0 / 1,8 / 2,8	2,7 / 3,8 / 5,1
	Saint-Auban	0,5 / 1,5 / 2,4	1,0 / 2,0 / 3,0	1,1 / 1,9 / 2,9	2,9 / 4,0 / 5,2
T. Minimale / Hiver	Apt	0,2 / 1,5 / 2,7	1,0 / 2,5 / 4,2	0,6 / 1,9 / 3,2	3,4 / 4,1 / 6,9
	Saint-Auban	-0,1 / 1,2 / 2,6	0,8 / 2,3 / 4,1	0,1 / 1,9 / 3,3	3,1 / 4,9 / 6,7
T. maximale / Été	Apt	-0,1 / 2,1 / 3,8	0,5 / 2,4 / 4,8	0,7 / 2,2 / 4,4	3,1 / 5,5 / 7,5
	Saint-Auban	0,2 / 2,0 / 3,8	0,6 / 2,5 / 4,7	0,6 / 2,3 / 4,3	3,1 / 5,7 / 7,5

Figure 81 : Anomalies de températures par rapport à la période de références 1976-2005 sur la zone climatique "Provence intérieure" (sources : ORECA, Météo France⁴⁹)

Les graphiques de la page suivante visualisent l'évolution des projections climatiques pour la température maximale estivale à Apt et de la température minimale hivernale à Saint-Auban-sur-Durance.

⁴⁹ L'évolution du climat au XXI^e siècle sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_interieure_futur_V4.pdf

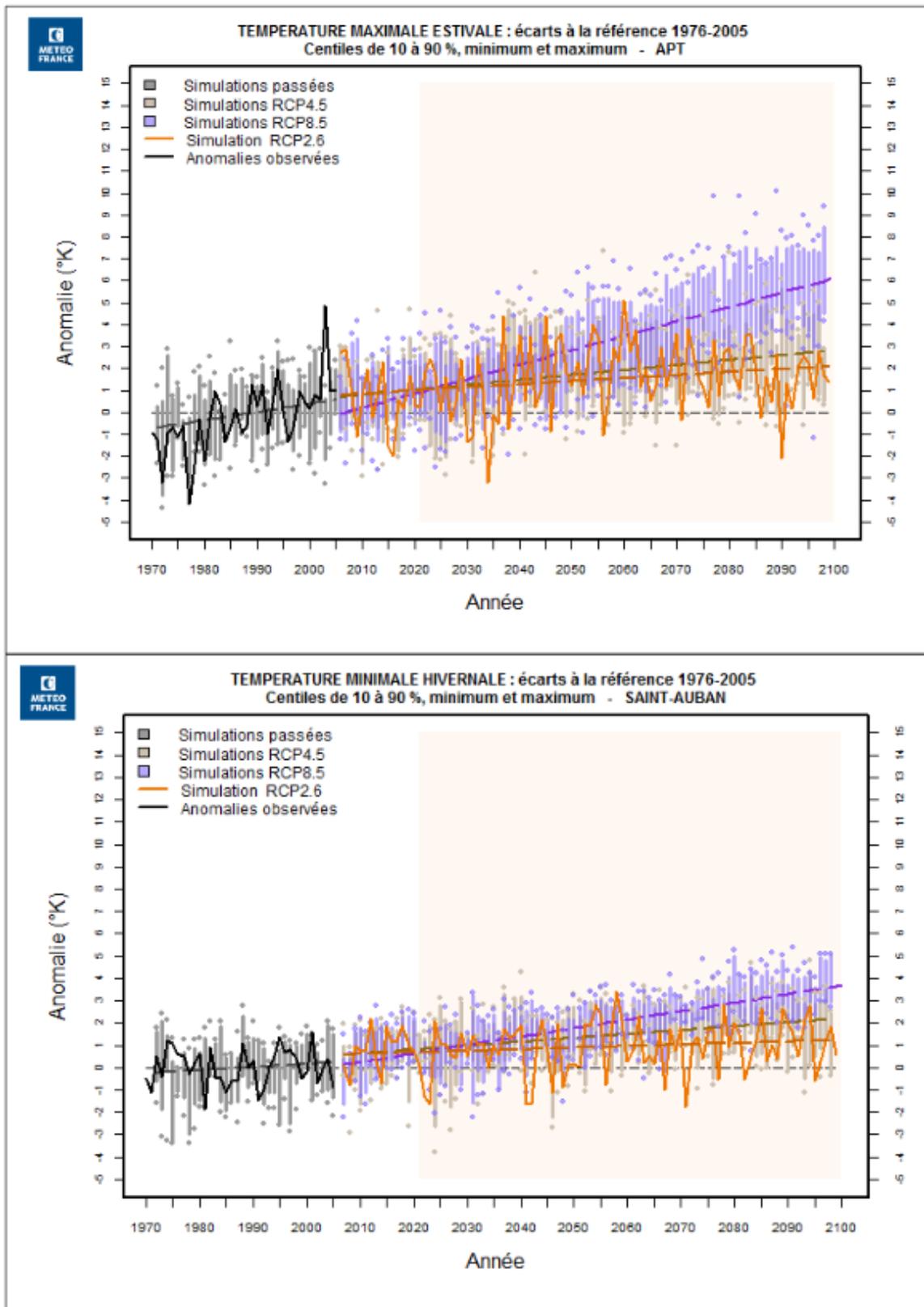


Figure 82 : Evolution des projections climatiques pour les températures maximales estivales à Apt et les températures maximale hivernales à Saint-Auban (source : ORECA, Météo France⁵⁰)

⁵⁰ L'évolution du climat au XXIe siècle sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_interieure_futur_V4.pdf

4.3.2 NOMBRE DE JOURNEES CHAUDES

4.3.2.1 Observations

En corrélation avec l'augmentation de température moyenne, le nombre de journées chaudes (jour avec une température maximale supérieure à 30°C) est en constante augmentation depuis 1959. Il est passé d'une quarantaine de jours dans les années 70 à environ 70 jours actuellement à Apt. A Saint-Auban (plus en altitude) il est passé d'environ 20 à 50 jours entre les années 60 et 2015.

Le nombre de jours anormalement chauds (jour faisant partie d'une période de 5 jours avec une température maximale supérieure de plus de 5°C à la normale) augmente lui aussi. A Apt il était nul dans les années 70, en 2015, 20 journées anormalement chaudes ont été enregistrées. A Saint-Auban il est passé de 2 jours dans les années 60 à 15 jours en 15 actuellement.

Le nombre de jours de gel (jour avec une température minimale inférieure ou égale à 0°C) est en légère diminution. Passant de 75 à 70 jours entre les années 70 et 2015 à Apt et de 60 à 55 jours entre les années 60 et 2015 à Saint-Auban.

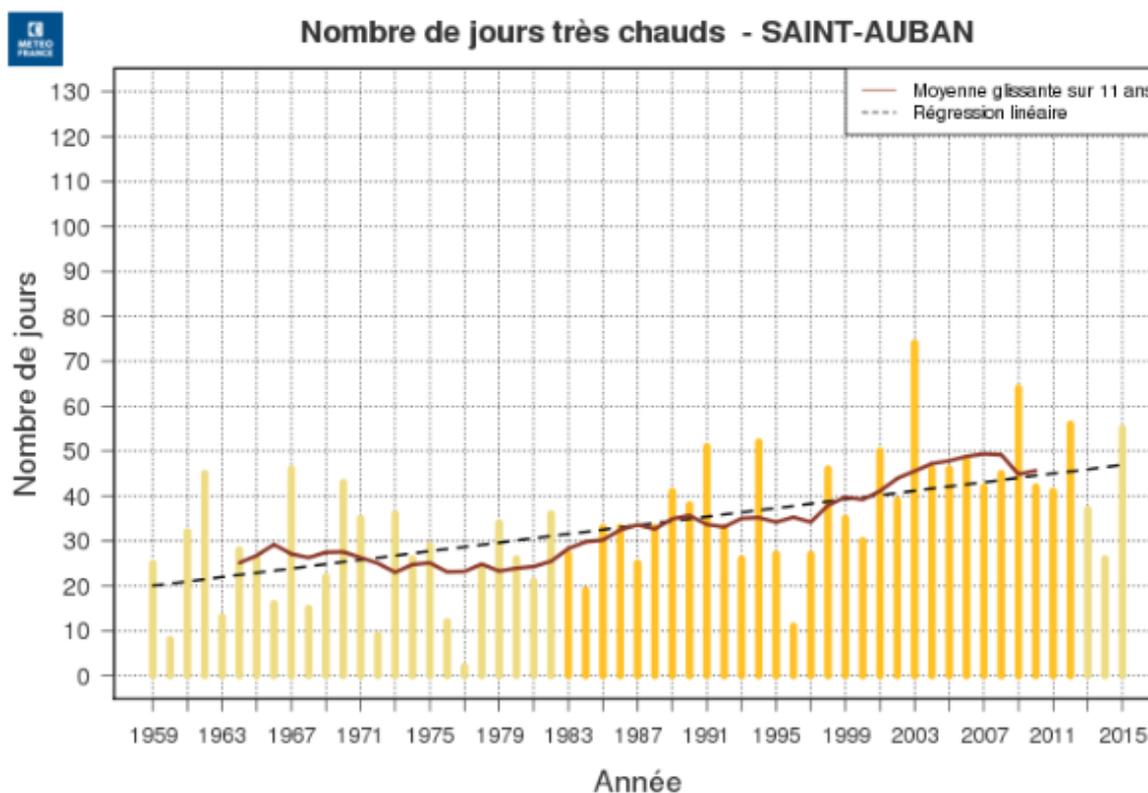


Figure 83 : Nombre de journées chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France⁵¹)

⁵¹ L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_Interieure_passe.pdf

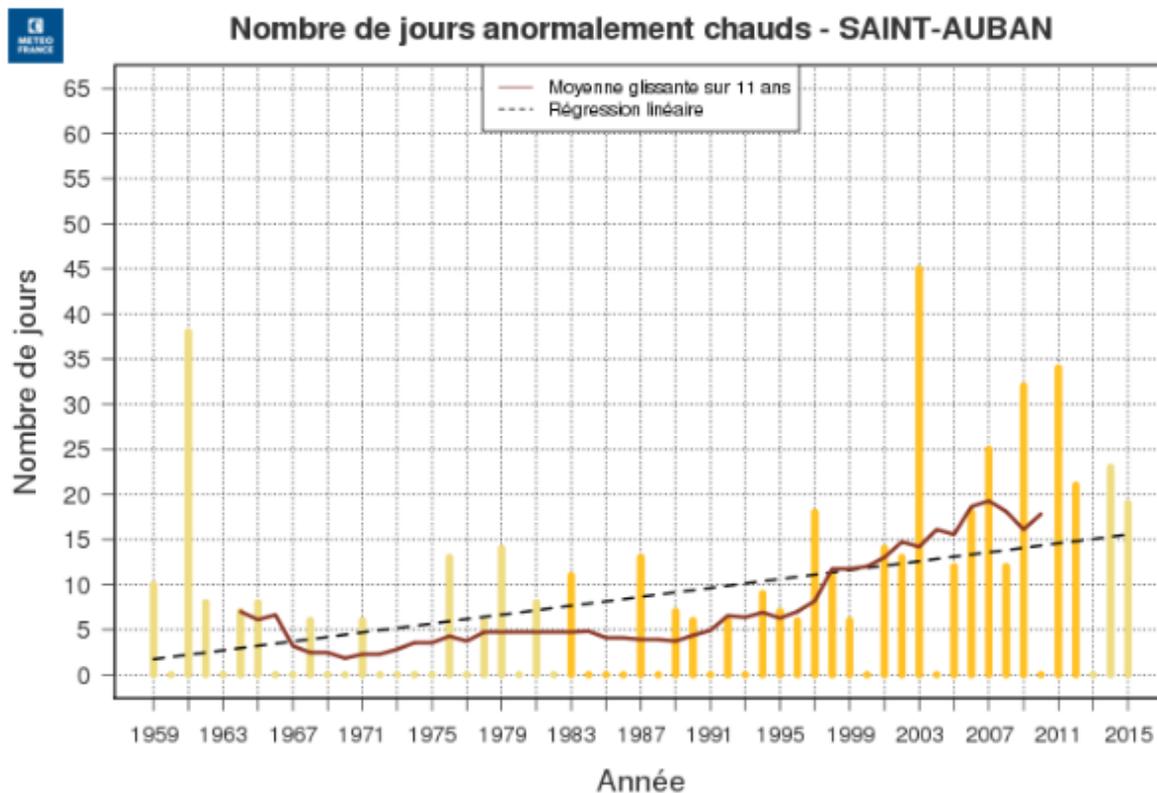


Figure 84 : Nombre de journées anormalement chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France⁵²)

4.3.2.2 Projections

Cette tendance devrait se poursuivre au cours du XXI^e siècle selon les 2 scénarii de projection avec une très nette augmentation des journées anormalement chaudes à partir de 2030, comme le montre le graphique ci-dessous.

Les projections pour Saint-Auban prévoient pour la fin du siècle :

- 50 journées chaudes selon le scénario médian (RCP 4.5) et plus de 80 pour le scénario pessimiste (RCP 8.5). On observe une vingtaine de journées chaudes par an aujourd'hui.
- 50 journées « anormalement chaudes » pour le scénario médian et 120 pour le scénario pessimistes (RCP 8.5)

⁵² L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_Interieure_passe.pdf

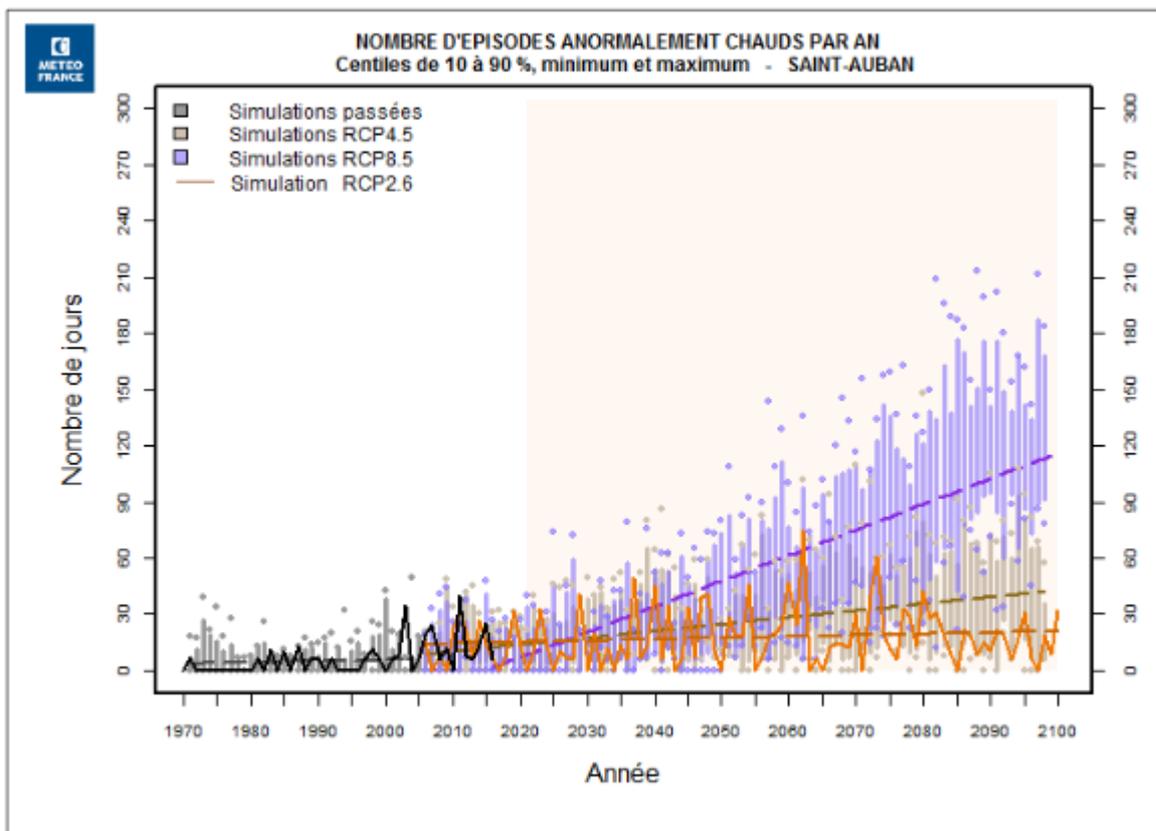


Figure 85 : Evolution du nombre jours anormalement chauds au cours du XXIe siècle à Saint-Auban selon les scénarii de projections (source : ORECA, Météo France⁵³)

Deux autres indicateurs peuvent être utilisés :

- Jour avec nuit tropicale = jour avec une température minimale supérieure à 20°C
- Jour de gel = jour avec une température minimale inférieure ou égale à 0°C

Le tableau suivant résume leurs évolutions à Apt et Saint-Auban selon les deux scénarii de projections. A Apt, le nombre de nuits tropicales serait multipliée par 5 selon le scénario médian (RCP 4.5) et par 13 selon le scénario pessimiste (RCP 8.5) à l'horizon 2085. Le nombre de jour de gel, quant à lui diminuerait de 15 à 30 jours selon le scénario.

Nombre annuel	Poste	Aujourd'hui	RCP 4.5 autour de 2085	RCP 8.5 autour de 2085
Nuits tropicales (minimales >20 °C)	Apt	5	25	65
	Saint-Auban	7	30	70
Jours de gel (minimales <0 °C)	Apt	50	35	20
	Saint-Auban	40	17	0

Figure 86 : Evolution du nombre de nuits tropicales et de jours de gel selon les 2 scénarii à Apt et Saint-Auban entre 2015 et 2085 (source : ORECA, Météo France⁵⁴)

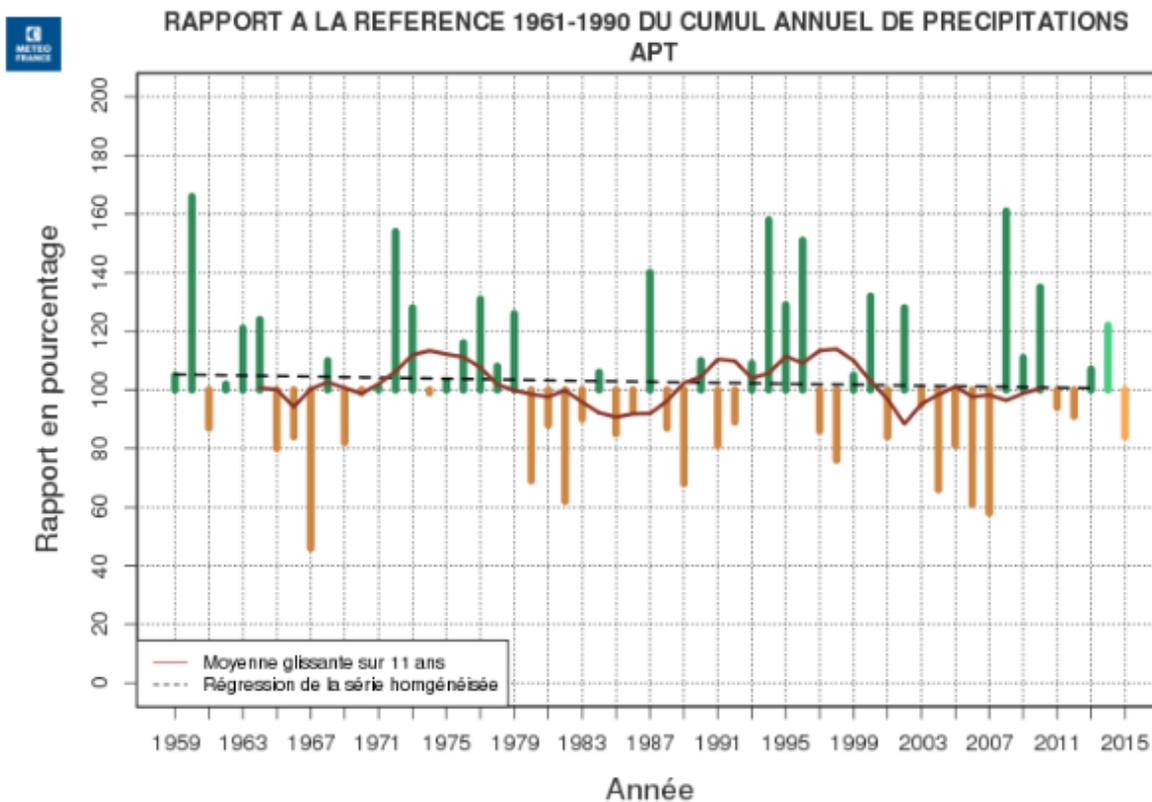
4.3.3 PRECIPITATIONS

4.3.3.1 Observations

⁵³ L'évolution du climat au XXIe siècle sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_interieure_futur_V4.pdf

⁵⁴ L'évolution du climat au XXIe siècle sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_interieure_futur_V4.pdf

L'évolution des précipitations annuelles ne constitue pas un marqueur très fiable du changement climatique étant donnée la forte variabilité d'une année sur l'autre. On observe cependant une légère baisse sur la période 1959/2015 à Apt comme le montre le graphique ci-dessous.



4.3.3.2 Projections

Les projections climatiques pour le XXI^e siècle continuent de prédire une forte variabilité d'une année sur l'autre et masque les éventuelles tendances. Une augmentation des phénomènes extrêmes (fortes précipitations et longues périodes de sécheresse) et cependant prévu.

⁵⁵ L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_Interieure_passe.pdf

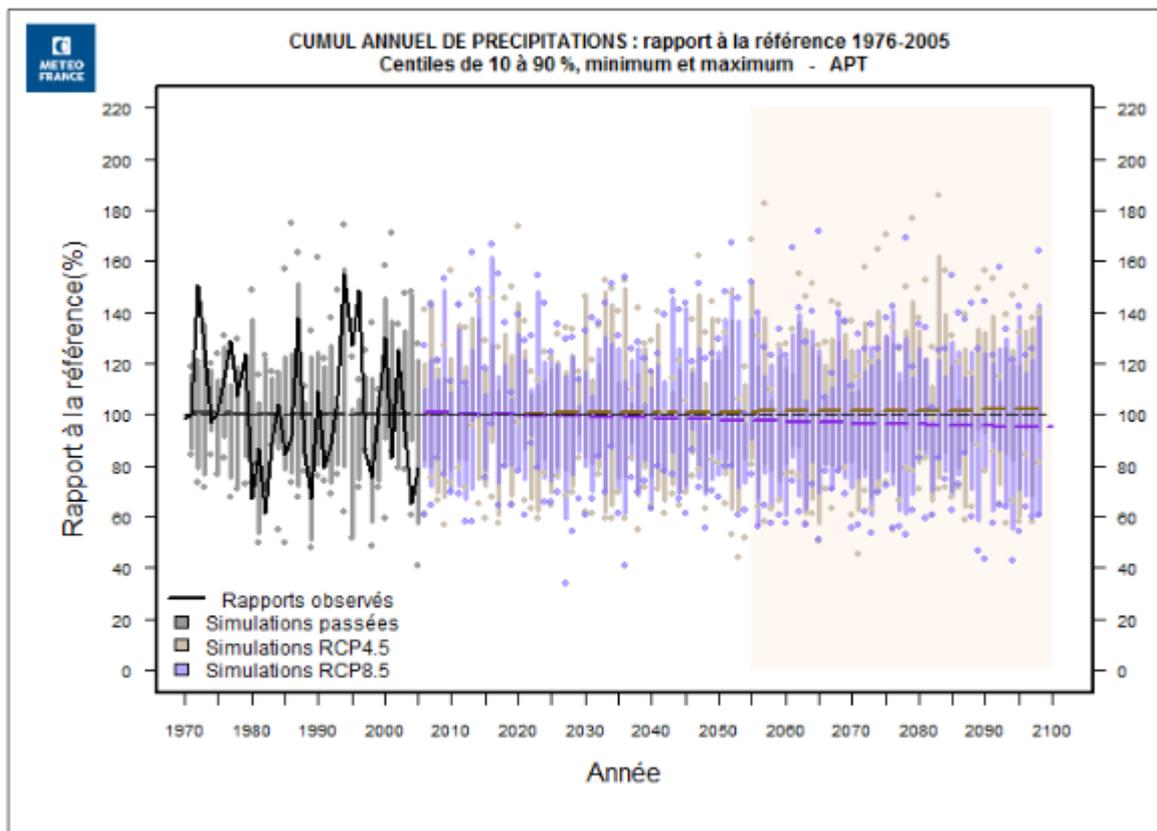


Figure 88 : Evolution du cumul annuel de précipitations selon les différents scénarii de projection à Apt (source : ORECA, Météo France⁵⁶)

Pour compléter l'analyse, les projections de deux autres indicateurs intéressants non étudiés par la fiche Météo France sont analysés.

4.3.4 NOMBRES DE JOURS DE SECHERESSE

Le nombre de jours de sécheresse équivaut au nombre de jours consécutifs avec précipitations inférieures à 1mm.

⁵⁶ L'évolution du climat au XXI^e siècle sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_interieure_futur_V4.pdf

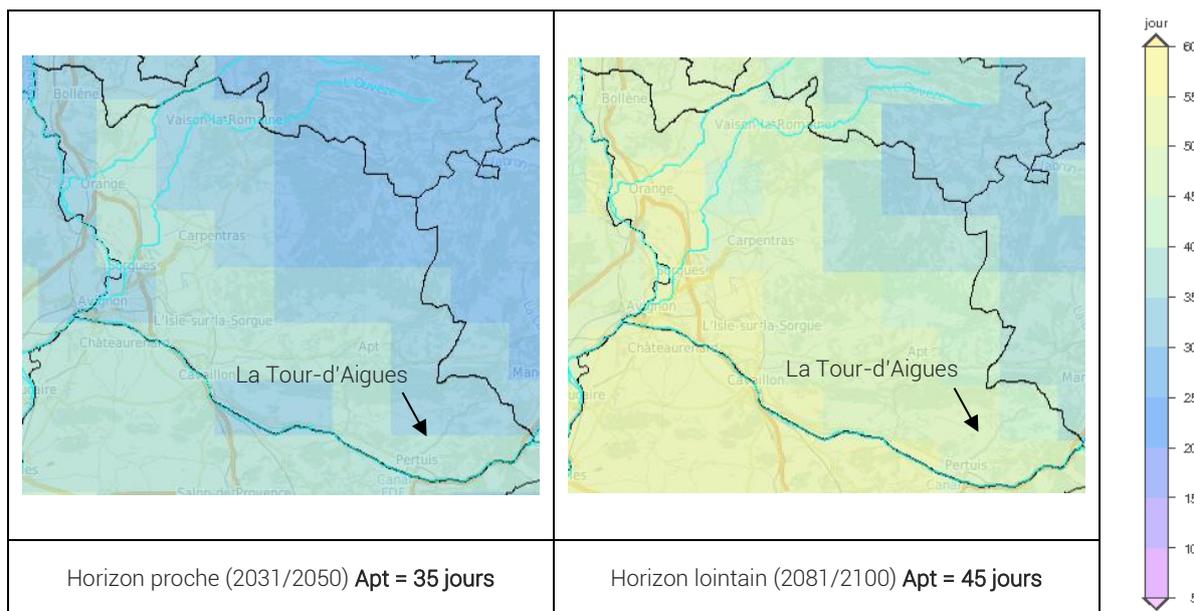


Figure 89 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS⁵⁷)

La valeur moyenne pour la période de référence 1976-2005 est de 37 jours de sécheresse consécutive. Cette valeur devrait très légèrement diminuer à court terme (35 jours) avant d'augmenter doucement mais régulièrement à moyen et long terme (45 jours à 2100).

4.3.5 FEUX DE FORET

L'Indice Feu Météo (IFM) permet de caractériser les conditions favorables aux feux de forêt. Cet indice est calculé à partir des données climatiques (température, humidité de l'air, vitesse du vent, précipitations) et des caractéristiques du milieu (sol et végétation). De 14 sur la période de référence 1989/2008 il devrait légèrement diminuer selon le scénario pessimiste jusqu'à 13,51 à l'horizon 2050 et augmenter assez fortement jusqu'à 18,17 à l'horizon 2100.

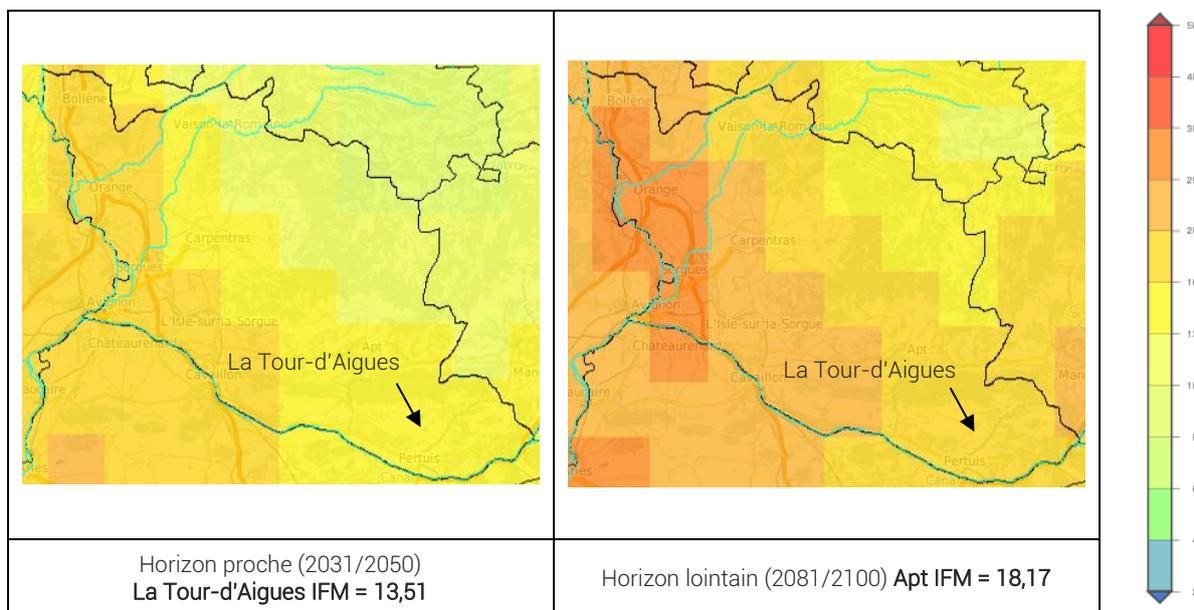


Figure 90 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS)

⁵⁷ <http://www.drias-climat.fr/>

4.3.6 SYNTHÈSE

Sur le territoire de COTELUB, les aléas climatiques retenus pour l'étude sont les suivants :

- **Augmentation de la température moyenne annuelle** : elle pourrait gagner jusqu'à +1,8°C d'ici 2050, et jusqu'à +3,8°C d'ici à 2100.
- **Augmentation du nombre de journées chaudes** (température maximale supérieure à 30°C) : il pourrait atteindre 80 j d'ici la fin du siècle, pour environ 20 actuellement **et du nombre de journées anormalement chaudes** (jour faisant partie d'une période de 5 jours avec une température maximale supérieure de plus de 5°C à la normale) : Passant de 15 à 120 jours à la fin du siècle.
- **Diminution significative du nombre de jours de gel** : il diminue significativement d'ici 2085, perdant 30 à 40 jour selon les stations à 2085.
- **Légère tendance à la baisse du cumul de précipitations**. La forte variabilité de ce phénomène empêche cependant la définition d'une tendance claire.
- **Augmentation des périodes de sécheresse** passant de 37 jours aujourd'hui à 47 jours à la fin du siècle
- **Augmentation de l'Indice de Feux Météo**

4.4 EAU

Le territoire de COTELUB est irrigué par les ruisseaux coulants des montagnes vers la Durance. La Durance, cours d'eau majeur du sud-est de la France, parcourt 305km entre sa source sur un versant du sommet des Anges, à 2390m sur la commune de Montgenèvre, et sa confluence avec le Rhône, à Avignon, à 24m d'altitude, soit 2366m plus bas. Son module mesuré à Mirabeau est de 180m³/s. Cependant la Durance est un cours d'eau méditerranéen dans le territoire, et son module mesuré à Saint-Paul-lès-Durance est de 176 m³/s. Ce débit est au maximum au mois de mai, où les dernières pluies hivernales et printanières confluent avec la fonte des neiges, et atteint 320m³/s. Le débit d'étiage est atteint trois mois plus tard, en août, avec seulement 85,9m³/s.

La Durance possède de nombreux affluents dont le principal est l'Eze sur le territoire de COTELUB et le Verdon à l'échelle de bassin versant de la Durance. L'Eze prend sa source au pied du massif du Luberon, sur la commune de La Bastide-des-Jourdans à une altitude de 530m. Elle conflue avec la Durance à une altitude de 181m sur la commune de Pertuis, en dehors de la CC. Sa longueur de 24,3km et son rang de Strahler de 4.

La cartographie suivante (issue du SCoT) présente les différents milieux aquatiques du territoire :

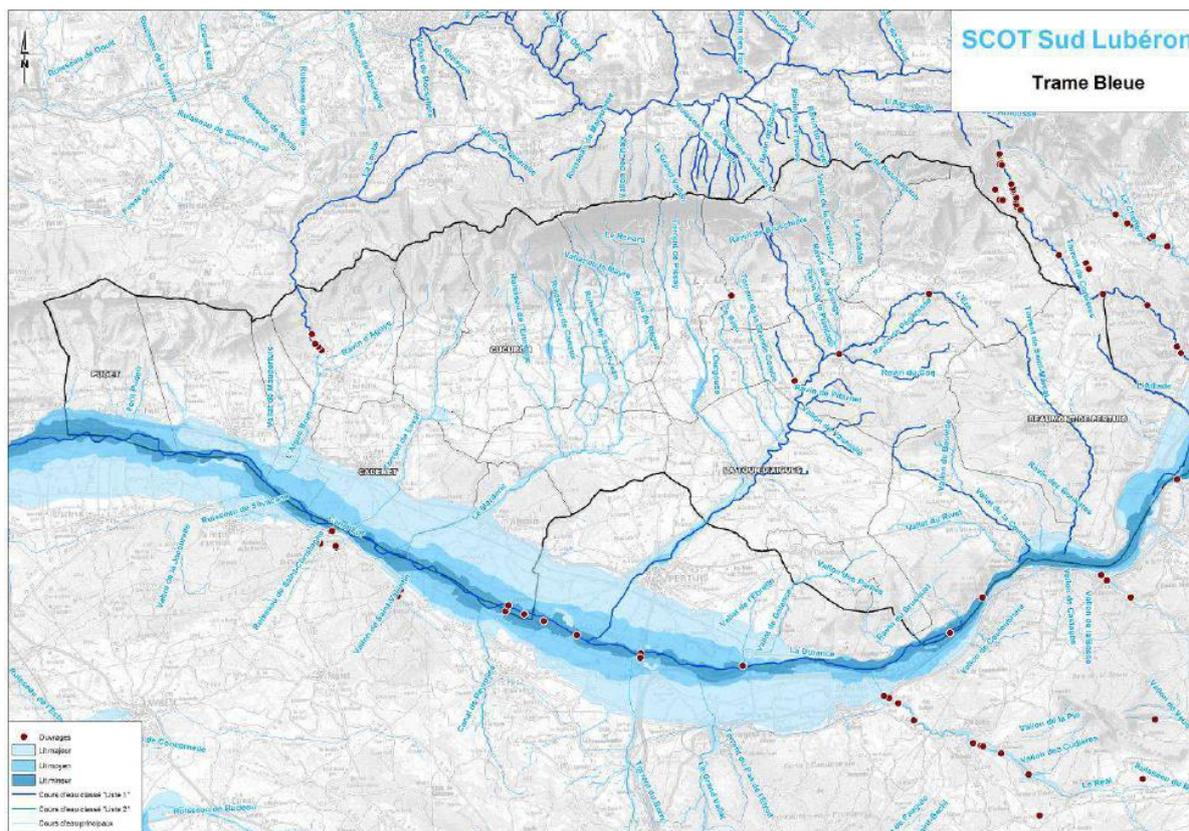


Figure 91 : Carte des milieux aquatiques du territoire (SCoT Sud Luberon)

4.4.1 QUALITE DES EAUX

4.4.1.1 Qualité des eaux superficielles (bilan O2, nitrates, pesticides, ...)

Les données disponibles sont issues des documents techniques du SDAGE 2016/2021. Ces données sont celles de l'année 2013. Toutes les rivières ne sont pas suivies, et le suivi dans le temps n'est pas disponible.

La seule rivière dont les données sont disponibles est la Durance. COTELUB a pris la compétence GEMAPI en Janvier 2018, le diagnostic sur la qualité des eaux de rivières est en cours d'élaboration avec le SMAVD⁵⁸.

4.4.1.2 Qualité des eaux souterraines

Les masses d'eau souterraines montrent un bon état qualitatif et quantitatif. Etat important car les captages en eau potable de la communauté de commune se font sur ces nappes souterraines. Ces eaux sont observées sur deux sites sur les communes de La Motte-d'Aigues et de Beaumont-de-Pertuis.

⁵⁸ Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance

Années	Iltrates	Pesticides	Métaux	Solvants chlorés	Autres	État chimique
2017	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2016	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2015	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2014	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2013	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2012	BE		BE	BE	BE	BE
2011	BE		BE	BE	BE	BE
2010	BE		BE	BE	BE	BE
2009	BE		BE	BE	BE	BE
2008	BE		BE	BE	BE	BE
2007	BE		BE	BE	BE	BE

Figure 92: Etat des eaux souterraines à la source du Mirail sur la commune de la Motte-d'Aigues. (Source : Agence de l'eau RMC)

Années	Iltrates	Pesticides	Métaux	Solvants chlorés	Autres	État chimique
2017	BE	BE			BE	BE
2016	BE	BE			BE	BE
2015	BE	BE			BE	BE
2014	BE				BE	BE

Figure 93: Etat des eaux du forage F1 à Beaumont-de-Pertuis. (Source : Agence de l'eau RMC)

4.4.1.3 Qualité des eaux de baignade

La qualité des eaux de baignade est suivie par le Ministère de la Santé qui étudie principalement des analyses sur les germes indicateurs d'une contamination fécale (*Escherichia coli*). Plusieurs contrôles sont réalisés durant la saison estivale dans les zones de baignade déclarées annuellement par les maires.

Le territoire comporte deux lieux de baignade surveillés par le ministère de la santé :



Figure 94: Etat des eaux de baignade sur le territoire. (Source : Ministère de la santé⁵⁹)

Ces deux lieux sont L'étang de la Bonde à Cabrières-d'Aigues et le plan d'eau du Camping Val-Durance à Cadenet. La qualité des eaux y est excellente.

4.4.2 ASSAINISSEMENT

15 stations d'épuration sont installées sur le territoire dont la plus grosse est située sur la commune de la Tour-d'Aigues (capacité de 6 200 équivalents habitants).

Les communes de Sannes (qui possède tout de même une station d'épuration pour le cœur de village) et de Vitrolles-en-Luberon ne sont pas reliées à un réseau d'assainissement collectif.

4.4.3 RISQUE INONDATION

Selon Géorisques, toutes les communes à l'exception de La Tour-d'Aigues sont soumises au risque d'inondation, les plus sensibles étant La Tour-d'Aigues et Villelaure.

Le territoire est concerné par deux plans de prévention des risques naturels d'inondation : celui de La Durance et celui de L'Eze. Les communes suivantes sont concernées : Beaumont-de-Pertuis, Cadenet, Grambois, La Tour-d'Aigues, Mirabeau, Villelaure.

Evènements passés : voir annexe 4

⁵⁹ <http://baignades.sante.gouv.fr/baignades/homeMap.do>

4.4.4 MATRICE DES IMPACTS

Aléas	Impacts directs sur l'eau et infrastructures	Degré d'exposition (spatial ou temporel)	Sensibilité du milieu	Capacité d'adaptation du milieu	Degré de vulnérabilité
Diminution des précipitations en été	Diminution de la ressource en eau, avec augmentation des étiages en été. Pression d'usage renforcée, avec augmentation de la population. Renforcement du besoin en eau des plantes.	Fort (e)	Fort (e)	Fort (e)	Fort (e)
Augmentation de l'évapotranspiration					
Augmentation de la température moyenne annuelle et baisse des débits	Réchauffement des eaux de surface : risque de développement de bactéries pathogènes. Phénomène potentiel d'eutrophisation.	Fort (e)	Fort (e)	Fort (e)	Fort (e)
Augmentation de la température moyenne annuelle	Diminution des besoins énergétiques des stations d'épuration (augmentation de la cinétique de réaction).	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)
Augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation de la fermentation dans les réseaux d'assainissement, et des nuisances olfactives associées, et de la corrosion .	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)
Augmentation probable du nombre et de la gravité des phénomènes extrêmes	Débordements de cours d'eau, inondations. Augmentation des crues non objectifé, mais dégâts des inondations plus élevés avec l'urbanisation.	Moyen (Moyenne)	Fort (e)	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)
Forte diminution des chutes de neige, changement de type des précipitations hivernales	Neige plus humide, pluie, plus faible tenue au sol, plus faible infiltration dans les nappes, ruissellement plus important, augmentation de la sécheresse estivale.	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)	Moyen (Moyenne)

Légende :

Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)
------------	-----------------	----------

4.4.5 ACTIONS EN COURS

Le territoire est soumis au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône Méditerranée. Ce SDAGE se fixe d'atteindre un bon état de ses eaux pour 66% des cours d'eau à l'horizon 2021.

La gestion de la Durance est assurée par le syndicat mixte d'aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD), qui regroupe 78 communes riveraines.

Le val du Durance a fait l'objet d'un contrat de rivière qui s'est achevé en 2017. Ses principaux objectifs étaient :

- Favoriser la solidarité de bassin auprès de tous les acteurs,
- Satisfaire les usages tout en préservant la qualité patrimoniale,
- Rechercher un nouvel équilibre morphologique du lit,
- Gérer l'espace alluvial en conciliant les usages et la préservation de la ressource,
- Améliorer la sécurité des populations en réduisant le risque inondation,
- Protéger et mettre en valeur les milieux naturels et les paysages,
- Développer l'image patrimoniale de la Durance auprès des populations

Le syndicat intercommunal de l'Eze et le syndicat intercommunal du Marderic gèrent respectivement les cours d'eau l'Eze et le Marderic.

Le tableau ci-dessous issu du SCoT Sud Luberon résume les différents outils de gestion de l'eau des cours d'eau et bassins du territoire.

Cours d'eau et bassin	Structure / documents de gestion et territoires concernés
Basse Durance	Schéma directeur d'aménagement et de gestion (SDAGE) 2010-2015 du bassin Rhône Méditerranée Corse (RMC) approuvé le 17 décembre 2009.
	Etat des lieux du bassin RMC dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), adopté le 4 mars 2005 par le Comité de Bassin
	Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD) Contrat de rivière en cours
Bassin de l'Eze	Syndicat intercommunal de l'Eze
	Schéma d'aménagement de l'Eze
Bassin du Marderic	Syndicat intercommunal du Marderic
	Schéma d'aménagement du Marderic

Figure 95 : Outil de gestion des cours d'eau du territoire (source : EIE du SCoT Sud Luberon)

COTELUB a pris la compétence GEMAPI au 1^{er} Janvier 2018. Cette compétence se décline en 4 grands objectifs :

- L'aménagement des bassins versants
- L'entretien et l'aménagement des cours d'eau, canaux, lacs et plans d'eau
- La défense contre les inondations
- La protection et la restauration des zones humides

Un diagnostic complet des cours d'eau est en cours d'élaboration dans le cadre de cette compétence en partenariat avec le SMAVD.

4.4.6 SYNTHESE

La ressource en eau potable est un enjeu majeur de ce territoire méditerranéen, l'eau est actuellement accessible et de bonne qualité sur le territoire. Avec le changement climatique, la pression déjà forte sur la ressource et sur les milieux associés va se renforcer. Il est primordial de les protéger.

Les différents outils de gestion du territoire (SDAGE, SAGE, contrats de rivière, GEMAPI, ...) ont vocation à protéger la ressource en eaux et la biodiversité des milieux associés.

En outre, le risque d'inondation est très présent sur le territoire.

4.5 MILIEUX NATURELS ET BIODIVERSITE

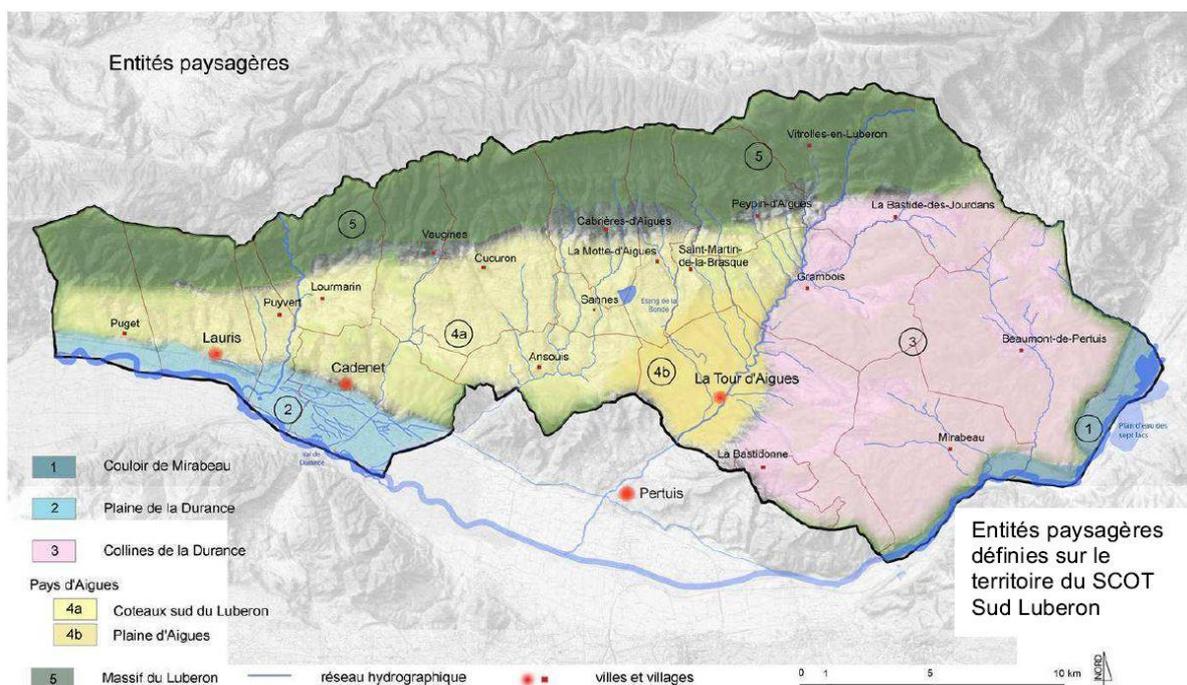
4.5.1 ENTITES PAYSAGERES

Description du SCoT Sud Luberon :

« Le territoire du sud Luberon se situe dans une zone semi montagnaise, à cheval entre le Val de Durance et la montagne du Luberon. L'aigue Brun, seule rivière vive au cœur du massif, creuse profondément le plateau des Claparèdes en formant d'imposantes falaises trouées de grotte puis, vers le sud, coupe en deux le massif en formant :

- **Le petit Luberon**, à l'ouest. Caractérisé par une altitude moyenne de 700 (point culminant à 727m au Mourre de Cairas), son relief contrasté, déterminé par des formes morphologiques escarpées est couronné par une ligne de crêtes où subsistent, grâce au pâturage, des pelouses aujourd'hui menacées de disparition.
- **Le Grand Lubéron**, à l'est, est plus élevé (point culminant au Mourre Nègre à 1125m). Son relief plus doux, aux formes massives, présente un versant sud, en pente régulière assez forte, bordé d'une ligne de petites collines.

Le Pays d'Aigues constitue un secteur particulier, zone de moyennes altitudes, transitoires entre plaines et montagnes. Cerné par le Grand Luberon au nord et la Durance au sud, il s'étend sur une grande partie du territoire. Sillonné par de nombreux cours d'eau, il est séparé de la Durance par un ensemble de collines à relief peu prononcé. Dans la plaine de la Durance, une agriculture diversifiée s'est développée à la faveur d'une terre fertile où l'irrigation est maîtrisée. Malgré la présence de quelques parcelles de taille réduite, les parcelles agricoles sont en général de taille importante, créant un paysage ouvert. La plaine offre ainsi un paysage végétal identitaire de la région, notamment avec un important réseau de canaux d'irrigation qui constituent des éléments caractéristiques de ce territoire agricole. Les villages sont implantés à l'écart des zones inondables et se sont orientés vers le sud. »



4.5.2 MILIEUX NATURELS PROTEGES

Le territoire de COTELUB est particulièrement concerné par les milieux naturels sensibles et protégés.

4.5.2.1 Parc Naturel Régional du Luberon

D'une superficie totale de 184 801,5 ha, le PNR du Luberon comprend toutes les communes de la CT, sauf celles de la Motte-d'Aigues et de Vitrolles-en-Luberon qui n'ont pas adhéré à la charte du parc. Ce PNR s'étend au-delà des frontières du territoire et englobe au total 77 communes entre Alpes de Haute-Provence et Vaucluse. Il est créé en décembre 1977 et s'organise autour de quatre axes principaux :

- Protéger les paysages, transmettre les patrimoines et gérer durablement les ressources naturelles.
- Développer et ménager le territoire, en contribuant à la définition et à l'orientation des projets d'aménagement.

- Contribuer au développement économique et social, en créant des synergies entre environnement de qualité et activité économique.
- Assurer l'accueil, l'éducation et l'information, en favorisant le contact avec la nature, en sensibilisant les habitants aux problèmes environnementaux (et notamment les scolaires), pour partager le projet de territoire.
- Une cinquième mission vient renforcer ces 4 axes, à savoir : réaliser des actions expérimentales ou exemplaires et participer à des programmes de recherche et d'innovation.

4.5.2.2 Réserves de Biosphère

Les réserves de biosphère sont un réseau d'aires protégées par l'UNESCO. Les sites reconnus répondent à des critères définis au niveau mondial, approuvé en 1995 par la conférence générale de l'UNESCO. Ces zones sont des lieux qui allient conservation de la biodiversité et développement durable. Ils sont gérés par les états et coopèrent internationalement. Les réserves de biosphères s'organisent autour d'une ou plusieurs aires centrales, faisant l'objet d'une réglementation stricte à long terme. Autour de ces zones s'étend une zone tampon, destinée à renforcer la protection de la zone centrale, et une zone de transition, englobant un périmètre nettement plus large. Il en existait 686 dans le monde en juillet 2018.

Le territoire est concerné par une réserve de biosphère :

La réserve de biosphère de Luberon-Lure, créée en 1997 sur le territoire du parc naturel régional du Luberon, et étendue en 2010 à la montagne de Lure. Cette réserve couvre un territoire de 245 000 ha sur deux départements, les Alpes de Haute-Provence et le Vaucluse.

4.5.2.3 Géoparc du Luberon

Descriptif issu du site du PRN Luberon : « En 2004, le Parc naturel régional du Luberon est admis dans le réseau des Géoparcs mondiaux soutenu par l'UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture). En 2015, le Programme International pour les Géosciences et les Géoparcs a été mis en place lors de la Conférence générale de l'UNESCO. Le Parc du Luberon a ainsi été reconnu Géoparc mondial UNESCO. Ce label international, reconnaît l'engagement du Parc pour la protection et la valorisation des patrimoines de la Terre. Cet engagement se traduit par de nombreuses actions menées par le Parc du Luberon en matière de recherche scientifique, de conservation, d'actions éducatives, de mobilisation des publics, de développement du géotourisme, de coopération au sein du réseau mondial des Géoparcs. »

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) :

Les ZNIEFF sont des zones de plus ou moins grande taille, désignant des espaces sensibles. Elles n'ont pas de portée réglementaire directe, mais uniquement une fonction d'inventaire, mises en place à partir de 1982. On distingue deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type 1, espaces de taille réduits, homogènes d'un point de vue écologique, présentant un intérêt spécifique par la présence d'une ou plusieurs population(s) d'espèces menacées. Deux ZNIEFF de même type ne peuvent pas se recouper.
- Les ZNIEFF de type 2, espaces de taille beaucoup plus importante, comportant généralement une ou plusieurs ZNIEFF de type 1, désignant des espaces naturels riches, ayant pour fonction de préservation plus générale.

Le territoire comporte six ZNIEFF de type 1 :

- Confluence Durance-Verdon - retenue de Cadarache - sept lacs de Beaumont
- Crêtes du grand Luberon
- Hêtraie du grand Luberon
- La basse Durance, des rochers rouges au pont de Mirabeau
- La basse Durance, du pont de pertuis au pont de Cadenet
- Massif de saint-sépulcre

Ainsi que six ZNIEFF de type 2, englobant généralement celles de type 1 précédemment citées :

- Étang de la Bonde
- Grand Luberon
- La basse Durance
- Piémont du massif de saint-sépulcre
- Plaine, de la bastide-des-Jourdan à Beaumont-de-pertuis
- Rochers de Saint-Eucher

4.5.2.4 Réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un système Européen de conservation de la nature. Deux zones ont été définies, les Zones de Protection Spéciales (ZPS), et les Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Les ZPS résultent de l'application de la directive « Oiseaux », et la ZSC de la directive « Habitats ». La protection au sein de ces zones se fait en France par contrat avec le propriétaire des lieux. Ces zones sont définies sur la base d'une identification d'un site naturel comprenant des espèces de faune ou de flore sensibles ou rare. Il y a une fonction réglementaire, qui va au-delà du simple inventaire, à contrario des ZNIEFF. Comme pour les ZNIEFF, deux sites Natura 2000 de la même directive ne peuvent pas se recouper.

Le territoire comporte quatre zones Natura 2000 :

- Massif du Petit Luberon (ZPS)
- La Durance (ZPS et ZSC)
- Massif du Luberon (ZSC)

4.5.2.5 Autres zones protégées

Réserve naturelle nationale :

Le territoire comporte une réserve naturelle nationale, le Luberon, sur les communes de Cabrières-d'Aigues et Cucuron, et son aire de protection s'étendant sur les communes de Cabrières-d'Aigues, Cadenet, Cucuron et La Bastide-des-Jourdans.

Arrêtés de protection de Biotope :

Le territoire comporte deux zones soumises à un arrêté de protection de biotope :

- Biotope Des Grands Rapaces Du Luberon
- Lit de la Durance : Secteur de la Bastide Neuve

Ainsi que onze terrains archéobotaniques ou archéozoologiques :

- Le Castellar
- La Tuilière
- Le Ravin du Mirail

Le territoire ne comporte pas de site Ramsar, ni de forêts de protection, ni d'espaces acquis par un conservatoire d'espaces naturels.

La cartographie suivante récapitule les espaces naturels remarquables définis par le PNR de Luberon.

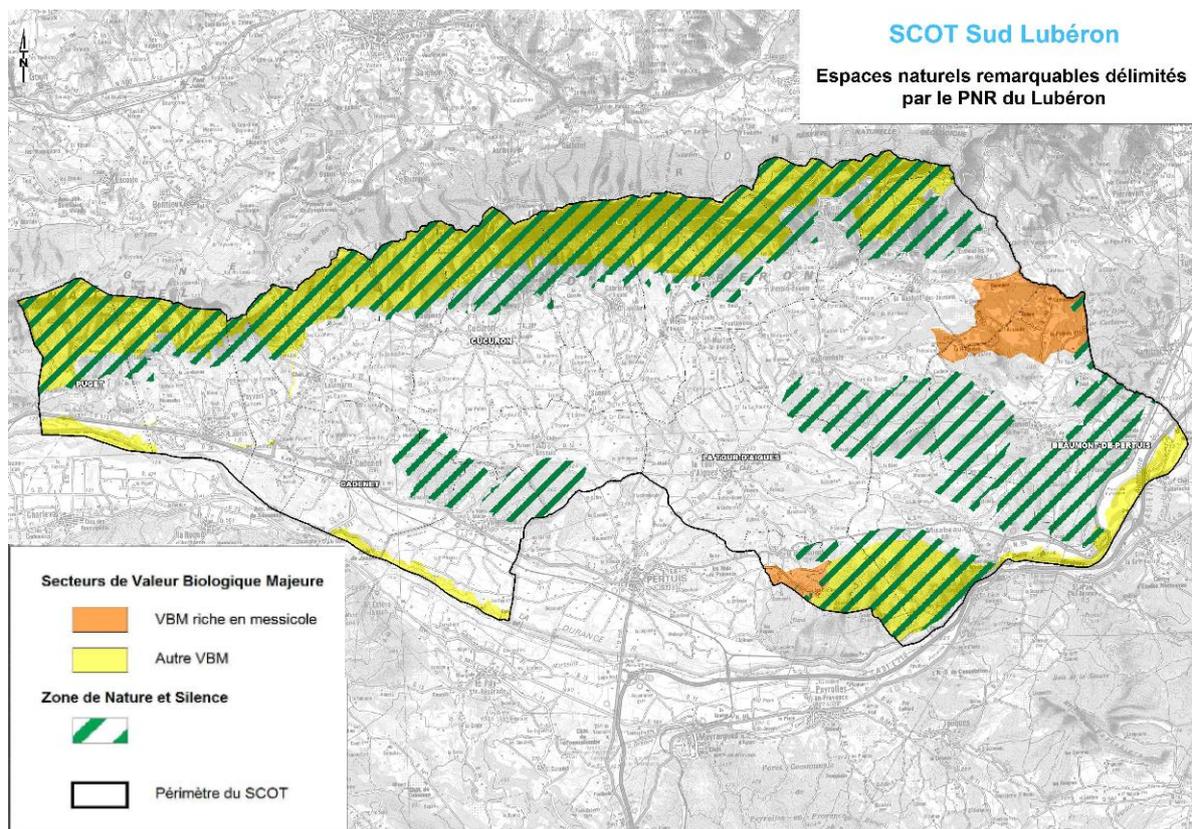


Figure 96 : Cartographie des espaces naturels remarquables sur le périmètre du SCOT Sud Lubéron (source : EIE du SCOT Sud-Lubéron)

4.5.3 MATRICE DES IMPACTS

Comme le montre l'ensemble de la littérature, il n'est pas possible de déterminer avec précisions les impacts du changement climatique sur la biodiversité des milieux naturels, compte tenu de la complexité des interactions et des nombreux facteurs d'influence. Le tableau suivant donne les tendances des principaux impacts :

Aléas	Impacts directs sur les milieux naturels	Degré d'exposition (spatial ou temporel)	Sensibilité du milieu	Capacité d'adaptation du milieu	Degré de vulnérabilité
Diminution des précipitations en été	Diminution du débit des rivières, assèchement des rives, retrait des nappes associées.	Modéré (e)	Fort (e)	Fort (e)	Fort (e)
Diminution des précipitations en été, Baisse de l'évapotranspiration, augmentation de la température moyenne annuelle	Diminution ou disparition de zones humides, altération de leur rôle dans le cycle de l'eau.	Modéré (e)	Fort (e)	Fort (e)	Fort (e)
Diminution des précipitations en été, Baisse de l'évapotranspiration, augmentation de la température moyenne annuelle	Développement d'espèces exotiques invasives, (végétales ou animales, telles que le moustique tigre) qui s'adaptent beaucoup plus vite à des conditions nouvelles.	Modéré (e)	Fort (e)	Fort (e)	Moyen (Moyenne)
Diminution des précipitations en été, Baisse de l'évapotranspiration, augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation de la sécheresse, diminution de la biodiversité dans les zones les plus sèches, augmentation du risque de feu de forêt.	Modéré (e)	Fort (e)	Fort (e)	Moyen (Moyenne)
Augmentation des vagues de chaleur	Risque accru de mortalité piscicole, modification de la composition des espèces.	Modéré (e)	Fort (e)	Fort (e)	Moyen (Moyenne)
Augmentation de la température moyenne annuelle	Extension des prairies sèches, ou reboisement par des espèces adaptées aux conditions sèches.	Modéré (e)	Fort (e)	Fort (e)	Moyen (Moyenne)

Légende :

Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)
------------	-----------------	----------

4.5.4 SYNTHÈSE

Les impacts majeurs du changement climatique sur les milieux naturels et la biodiversité sont :

- La disparition ou la diminution et l'altération des zones humides, la diminution du débit des rivières, notamment la Durance, impactant l'agriculture et la biodiversité,
- Le développement d'Espèces Exotiques envahissantes (EEE),
- L'assèchement des sols et de la végétation, en lien avec une température de plus en plus chaude, développant le risque de feux de forêt

4.6 AGRICULTURE ET FORETS

4.6.1 PROFIL AGRICOLE ET FORESTIER

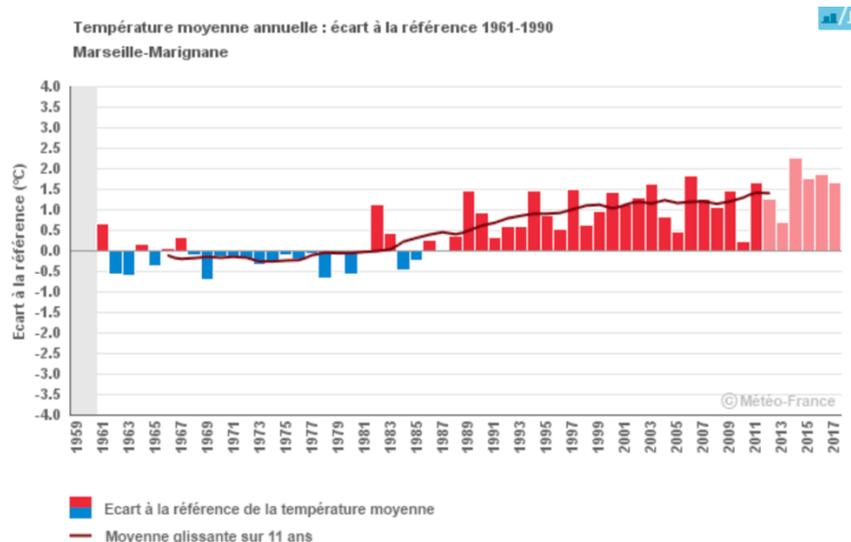
La surface agricole utile représente 28 % du territoire de la Communauté Territoriale Sud Luberon et elle se caractérise par une prédominance de la vigne (AOC Côtes du Luberon, environ 50 % de la SAU) au détriment des cultures maraichères et fruitières qui diminuent. Les cultures céréalières représentent environ 40% de la SAU. L'élevage (caprins et ovins) est très présent sur les massifs et contreforts, une tradition associée à la culture de la lavande qui connaît pourtant d'importantes transformations avec une baisse notable du pastoralisme.

Le couvert forestier est important, avec près de 18 570 ha, soit la moitié du territoire. Il se caractérise par des massifs résineux et feuillus. On trouve ainsi des peuplements purs de chênes et de pins mais aussi mélangés avec un phénomène d'enrichissement. On observe également une peupleraie conséquente le long de la Durance.

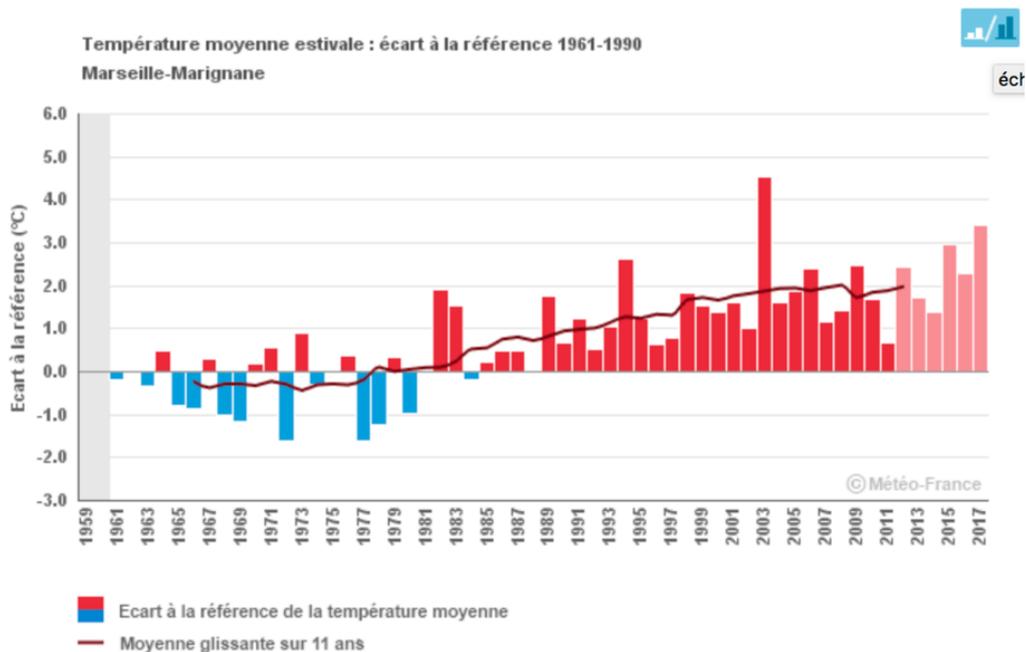
4.6.2 LE CONTEXTE CLIMATIQUE EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

L'évolution des températures moyennes annuelles en Provence-Alpes-Côte d'Azur montre un net réchauffement depuis 1959. Sur la période 1959-2009, la tendance observée sur les températures moyennes annuelles est de +0,3 °C par décennie.

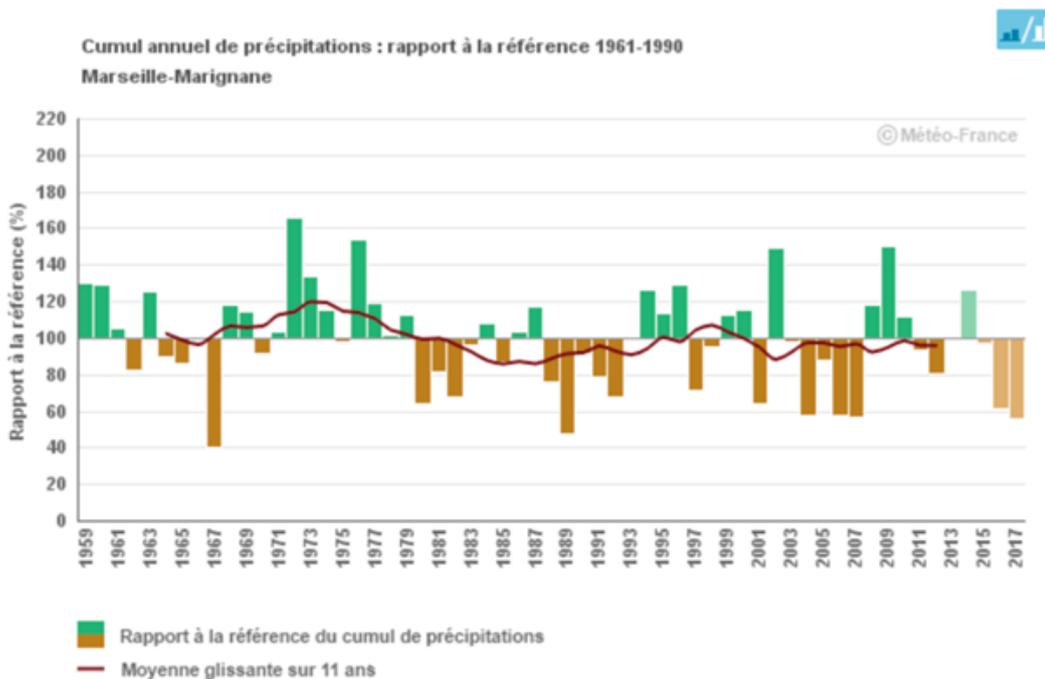
Les trois années les plus chaudes depuis 1959 en Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2003, 2011, et 2015, ont été observées au XXIème siècle.



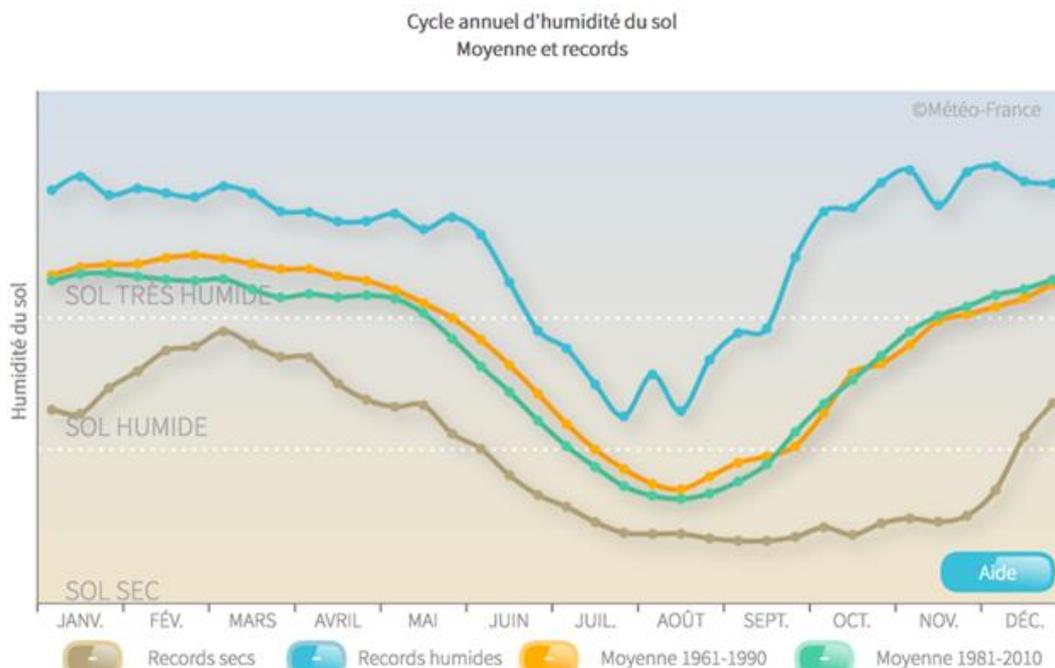
La saison d'été est celle qui présente le réchauffement le plus fort sur les cinquante dernières années. Sur la période 1959 – 2009, la tendance observée des températures moyennes estivales est comprise entre +0,4 °C et +0,5 °C par décennie.



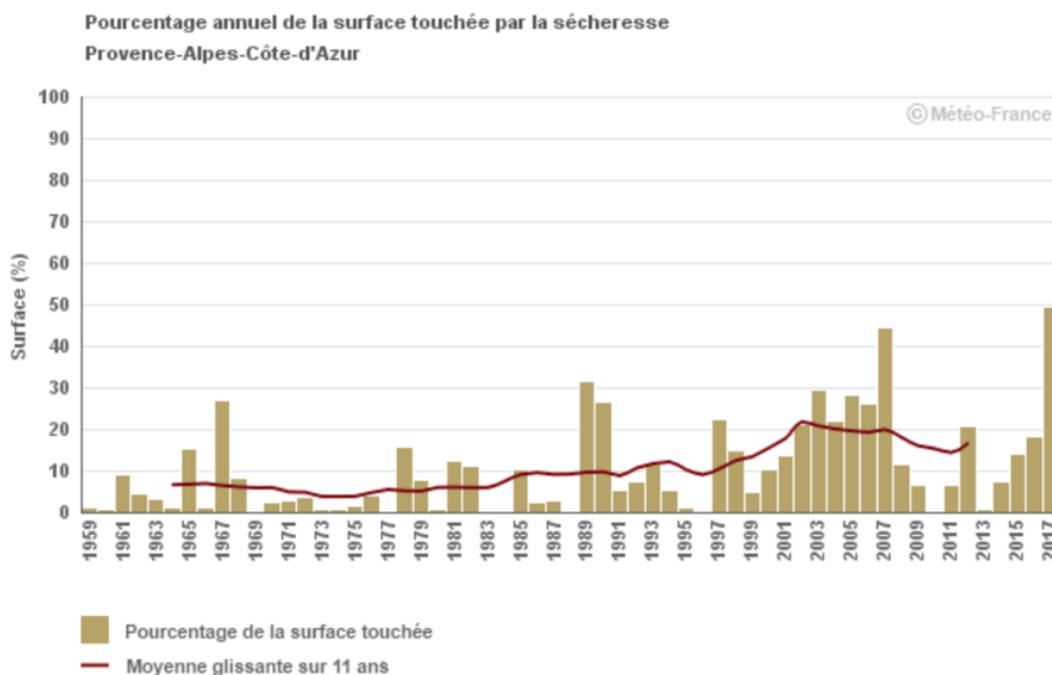
En Provence-Alpes-Côte d'Azur, **les précipitations annuelles** présentent une baisse des cumuls depuis 1959. Elles sont également caractérisées par une grande variabilité d'une année sur l'autre



La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol entre les périodes de références climatiques 1961-1990 et 1981-2010 sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur montre un assèchement proche de 4 % sur l'année, sensible en toutes saisons à l'exception de l'automne.



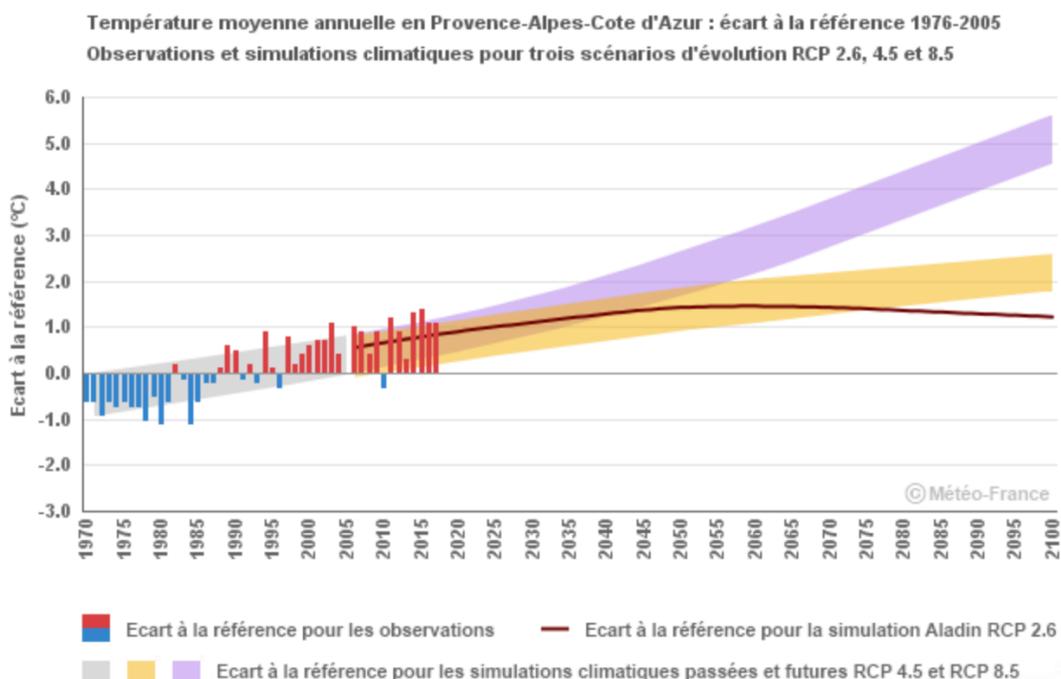
Le pourcentage annuel de surface touchée par la sécheresse en Provence-Alpes-Côte d'Azur est en augmentation régulière depuis les années 1990.



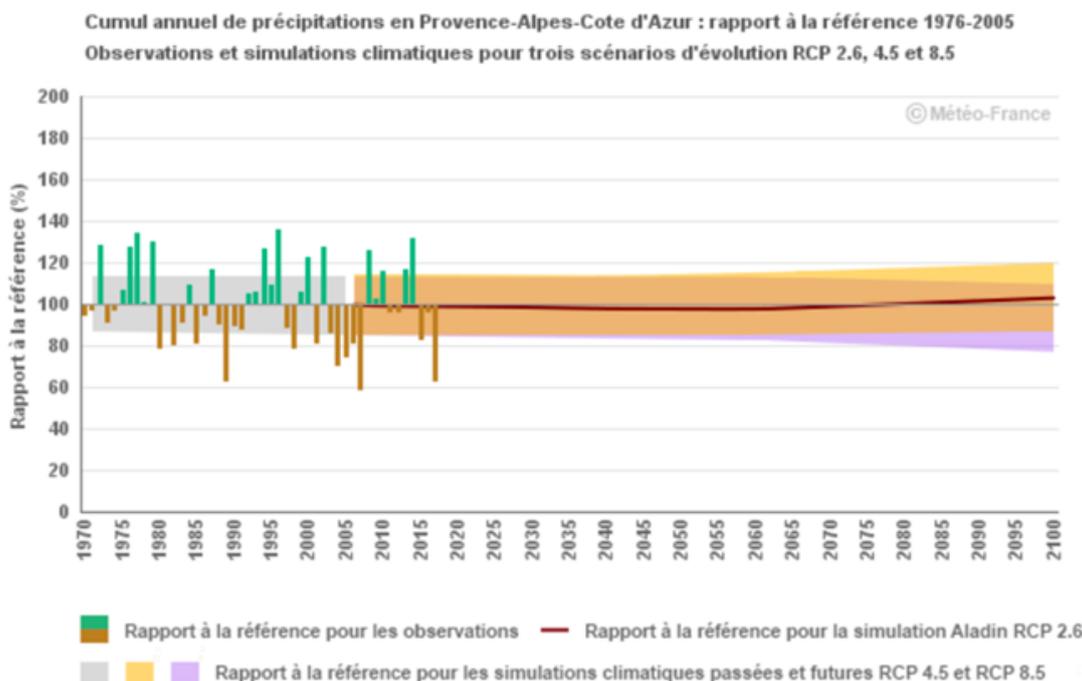
4.6.3 PROJECTIONS CLIMATIQUES POUR LE XXIÈ SÈCLE

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario d'émissions de GES.

Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO2). Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait dépasser 4°C à l'horizon 2071-2100. A noter, à l'instar de la situation actuelle, le réchauffement estival diffère significativement avec une augmentation des températures pouvant atteindre les 6° selon le RCP 8.5.



En Provence-Alpes-Côte d'Azur, quel que soit le scénario considéré, les projections climatiques montrent peu d'évolution des précipitations annuelles d'ici la fin du XXIe siècle. Cette absence de changement en moyenne annuelle masque cependant des contrastes saisonniers. Les précipitations estivales sont notamment susceptibles de diminuer de 10 à 60 % selon le scénario RCP 8.5.



En Provence-Alpes-Côte d'Azur, les projections climatiques montrent une augmentation du nombre de journées chaudes (dépassant 25°C) en lien avec la poursuite du réchauffement.

Sur la première partie du XXIe siècle, cette augmentation est similaire d'un scénario à l'autre.

À l'horizon 2071-2100, cette augmentation serait de l'ordre de 26 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5 (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO2), et de 52 jours selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique).

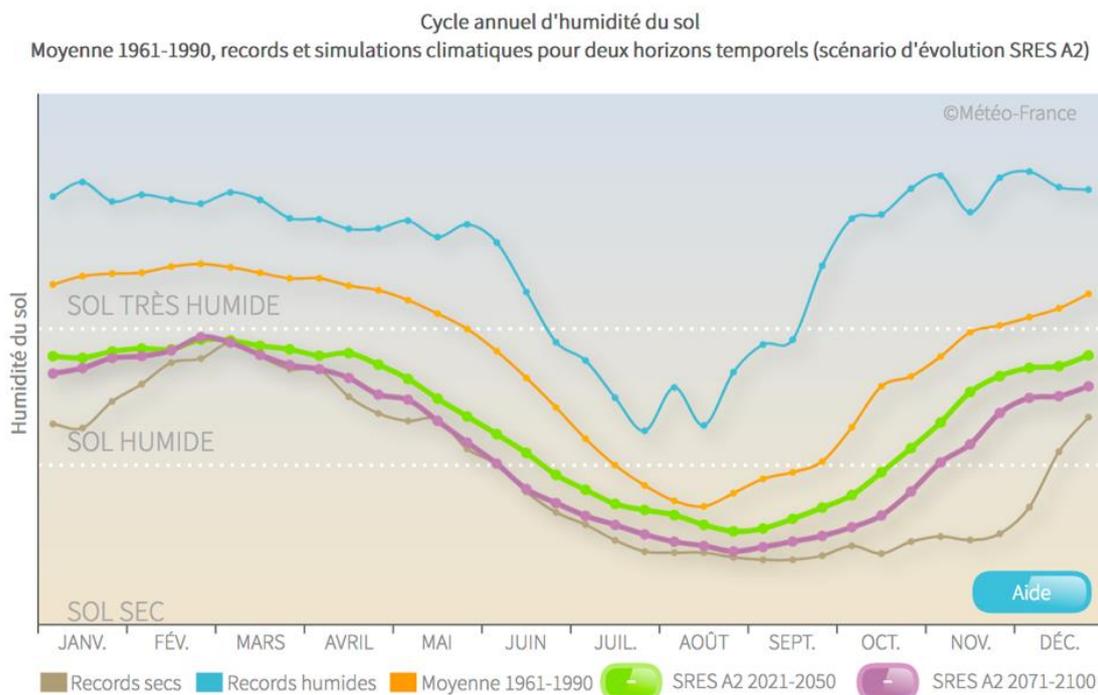
Le nombre de jours de gel diminuerait de moitié en 2050 (de 20 à 10) selon le scénario le plus optimiste. La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol sur la Provence-Alpes-Côte d'Azur entre la période de référence climatique 1961-1990



et les horizons temporels proches (2021-2050) ou lointains (2071-2100) sur le XXI^e siècle (selon un scénario SRES A2) montre un assèchement important en toute saison.

En termes d'impact potentiel pour la végétation et les cultures non irriguées, cette évolution se traduit par un allongement moyen de la période de sol sec (SWI inférieur à 0,5) de l'ordre de 2 à 4 mois tandis que la période humide (SWI supérieur à 0,9) se réduit dans les mêmes proportions.

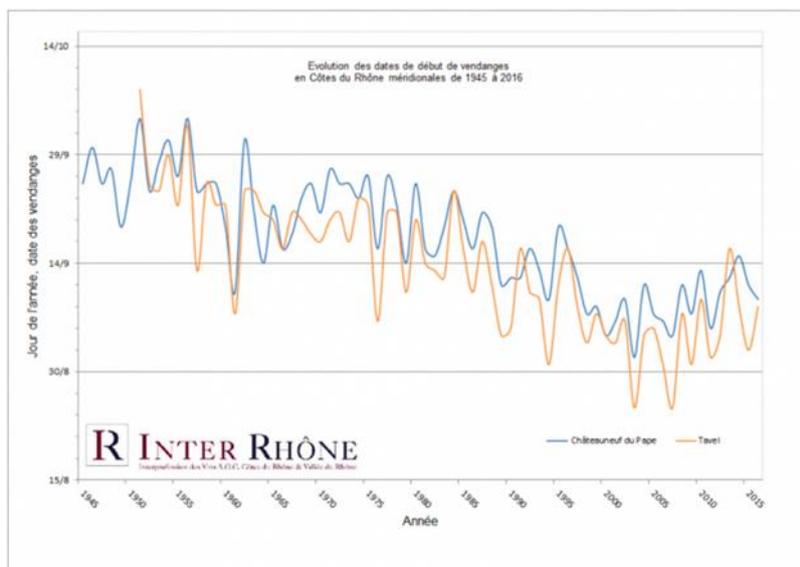
On note que l'humidité moyenne du sol en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.



4.6.4 MATRICE DES IMPACTS

4.6.4.1 Impacts sur la vigne

- ✓ Productivité potentiellement en diminution (déficit hydrique) impliquant un éventuel recours à l'irrigation,
- ✓ Augmentation de la virulence de parasites connus, et possible arrivée de nouveaux bio-agresseurs, notamment du fait des hivers et printemps plus doux,
- ✓ Degré d'alcool naturellement obtenu en hausse, ne correspondant pas nécessairement avec l'évolution du marché et la réglementation. Une modification du profil aromatique du vin induite par l'excès thermique.
- ✓ Avancée des stades de développement de la vigne sur l'ensemble de son cycle végétatif dont la date des vendanges, corrélée essentiellement avec la température annuelle.



Crédits : Syndicat intercommunal de l'appellation Châteauneuf du pape

4.6.4.2 Impacts sur les cultures

- ✓ Augmentation du stress hydrique des cultures,
- ✓ Réduction de la durée des cycles de culture,
- ✓ Baisse des rendements : Les cultures estivales (maïs grain, semence, ensilage) sont davantage affectées que les ces céréales à paille d'hiver. Par contre cet impact est important sur les prairies, avec des décalages de pousse (pic printanier plus précoce) et une baisse de rendement général lié au déficit hydrique plus marqué pour la période de fin de printemps-été.

4.6.4.3 Impacts sur les vergers

- ✓ Les impacts liés à l'augmentation des températures auront un impact différent en fonction des espèces en place, mais pour toutes, une vulnérabilité accrue du fait du rythme lent de renouvellement des vergers,
- ✓ Augmentation de la virulence de parasites connus, et possible arrivée de nouveaux bio-agresseurs, notamment du fait des hivers et printemps plus doux,
- ✓ Le manque de froid hivernal peut aussi avoir un impact fort, très variable d'une espèce à l'autre (chute de bourgeons, appareil foliaire peu développé, floraison tardive, baisse de la production en quantité et qualité). Il peut aussi être favorable au développement des rongeurs.
- ✓ Exposition accrue au risque de gel tardif, le développement végétatif des arbres démarrant plus précocement en saison en lien avec l'augmentation des températures moyennes.
- ✓ Impacts sur les cultures maraîchères : Besoin accru d'irrigation estivale pour assurer la pérennité des rendements.

4.6.4.4 Impacts sur les cultures maraîchères

- ✓ Besoin accru d'irrigation estivale pour assurer la pérennité des rendements.

4.6.4.5 Impacts sur l'élevage

- ✓ Décalage de la production herbagère et périodes de soudures probables en été. Nouveau calendrier de gestion pastorale.
- ✓ Diminution des surfaces pâturables
- ✓ Inconfort des animaux. Besoin de rafraîchissement et pertes de productivité.

4.6.4.6 Impacts sur les forêts

Les milieux forestiers sont particulièrement sensibles aux effets du réchauffement climatique car ils évoluent lentement. La biodiversité forestière apparaît comme un facteur de résilience aux modifications de l'environnement et les peuplements mixtes résistent généralement mieux que les plantations mono-spécifiques. La forêt est un milieu particulièrement vulnérable à l'augmentation des épisodes de sécheresse :

- ✓ Attaques de parasites amenées à être plus fréquentes avec de nouvelles aires de répartition (la chenille processionnaire méditerranéenne est présente aujourd'hui en Normandie, et atteint les 1600m d'altitude dans le Parc National des Écrins),

- ✓ Diminution de l'accroissement naturel des arbres avec, à long terme, une évolution des milieux forestiers vers un développement des essences feuillues au détriment des résineux, ce qui diminue la valeur économique de la forêt telle qu'elle est valorisée aujourd'hui,
- ✓ Augmentation probable des incendies (vulnérabilité déjà observée sur les décennies passées), libérant d'importants volumes de carbone et impliquant une diminution du rôle protecteur des forêts de pente.

Les événements exceptionnels tels que tempêtes ou précipitations extrêmes ne font pas l'objet de prévisions fines, même si la communauté scientifique s'accorde à dire que leur occurrence est amenée à augmenter. Les principaux impacts de ces événements sont la diminution de la fonction protectrice de la forêt et la fragilisation de l'économie forestière.

4.6.5 SYNTHÈSE

Les impacts majeurs sur l'agriculture et la forêt sont :

- Augmentation du stress hydrique et donc des besoins d'irrigation
- Développement d'espèces parasites
- Décalage des saisonnalités
- Baisse de rendements
- Augmentation des incendies

Concernant la vulnérabilité des élevages nous retiendrons qu'ils risquent d'être soumis à l'inconfort thermique, au parasitisme, et aux difficultés de mobilisation de la ressource fourragère tout au long de l'année.

4.7 SOLS ET SOUS-SOLS

4.7.1 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES GÉNÉRALES ET OCCUPATION DES SOLS

4.7.1.1 Paysages

Pour une description précise des paysages, se reporter au paragraphe « Milieux naturels ».

4.7.1.2 Sous-sol et géomorphologie

Le territoire est composé de deux grandes zones :

- Le massif du Luberon et ses collines,
- La plaine de la Durance.

Concernant le massif du Luberon, composé du Grand Luberon et du Petit Luberon, il s'agit d'un anticlinal (pli dont le cœur est occupé par les couches géologiques les plus anciennes et présentant une convexité orientée vers le haut) déversé vers le sud, le petit Luberon possède un plateau sommital formé d'épais calcaires Urgoniens (terrains du secondaire / crétacé inférieur). Le Grand Luberon possède des calcaires plus ou moins marneux de l'Hauterivien, toujours dans le crétacé. Ces calcaires sont plutôt tendres ce qui confère au Luberon un relief plutôt arrondi. Son versant nord est plus ou moins abrupte par endroit et son versant sud semble évidé avec en bordure les collines qui relient Peypin-d'Aigues à Cadenet en passant par le nord de Pertuis, Villelaure, etc. Une partie des premières pentes au sud du massif du Luberon sont composées de sols du Miocène avec molasses calcaires, sables et de marnes. Au sud-est et à l'est, on trouve des sols de l'Eocène et Oligocène (on trouve encore des traces fossiles avec poissons, insectes et végétaux dans des plaquettes calcaires) composés de marnes, calcaires et grès avec parfois brèches et argiles sableuses. Enfin au sud se trouve la plaine de la Durance, et qui est d'origine principalement quaternaire (dépôts fluviatiles, colluvions et éboulis) dès que l'on se rapproche du cours de la Durance.

Cette carte, issue du SCOT du Sud Luberon, illustre le caractère rural agricole et naturel prédominant :

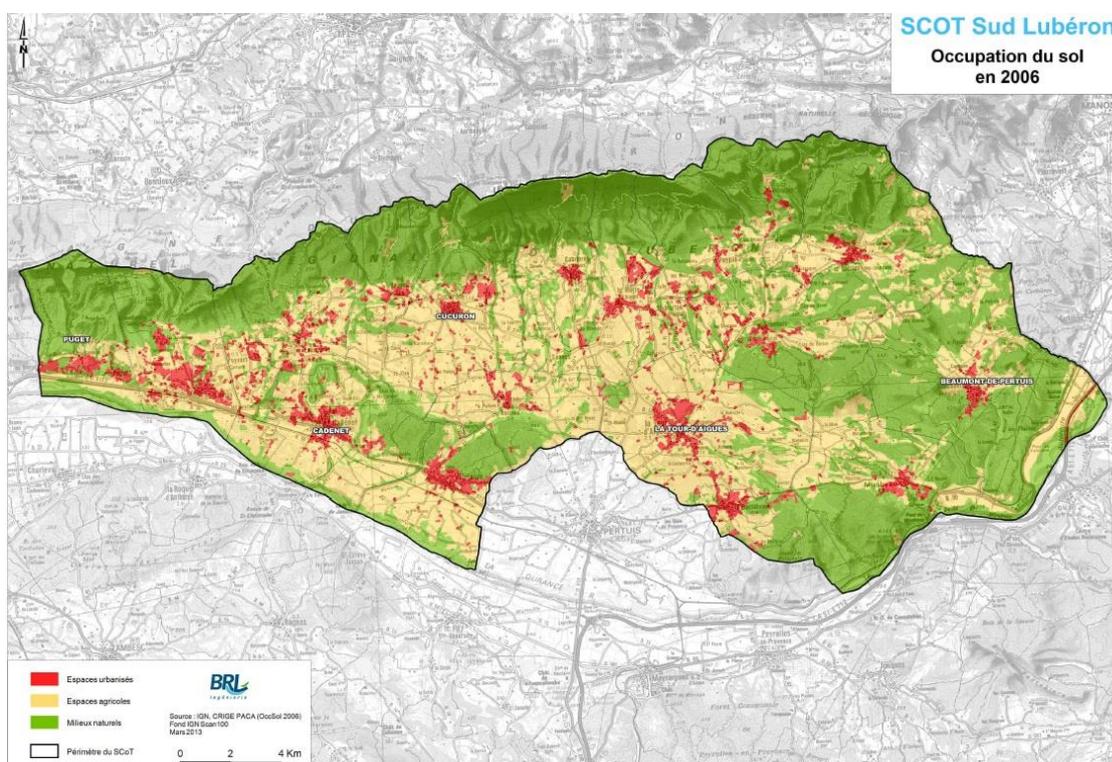


Figure 97: carte de l'occupation des sols, source : SCOT Sud Luberon.

4.7.2 RISQUES NATURELS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN

Selon Géorisques, toutes les communes sont concernées par le risque de mouvement de terrain.

Aucune commune n'est concernée par un plan de prévention des risques concernant le risque de mouvement de terrain.

Evènements passés :

cod_nat	cod_communi	lib_commune	EPCI	lib_risque_jo	dat_deb	dat_fin	dat_pub_arr	dat_pub_jo	dat_maj
84PREF1984C	84002	Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984	16/10/1984	24/10/1984	02/07/2007
84PREF1984C	84026	Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984	16/10/1984	24/10/1984	02/07/2007
84PREF1995C	84009	La Bastide-des-Jourdans	CC Territoriale Sud-Luberon	Eboulement, glissement et affaissement de terrain	21/04/1995	26/04/1995	18/08/1995	08/09/1995	02/07/2007

Seules les communes d'Ansouis, Cadenet et La Bastide-des-Jourdans ont connu une catastrophe concernant de près ou de loin un mouvement de terrain.

4.7.3 RISQUES D'EFFONDREMENT DE CAVITES SOUTERRAINES

Géorisques recense 16 cavités souterraines, sur les communes de Beaumont-de-Pertuis (1), Cucuron (1), Mirabeau (3) et surtout Villelaure (11). En revanche il ne recense pas de risque concernant ces cavités.

4.7.4 RISQUES NATURELS CHUTES DE BLOCS

Toutes les communes sont concernées par ce risque. Aucune ne l'a en revanche subi.

4.7.5 RISQUE SISMIQUE

Les communes sont toutes situées en zone de sismicité 4 sur 5, soit un risque moyen.

4.7.6 RISQUES NATURELS RETRAITS-GONFLEMENTS DES ARGILES

Le risque de retraits-gonflements des argiles dues à la sécheresse est présent sur toutes les communes du territoire, avec un aléa allant de très faible à fort :

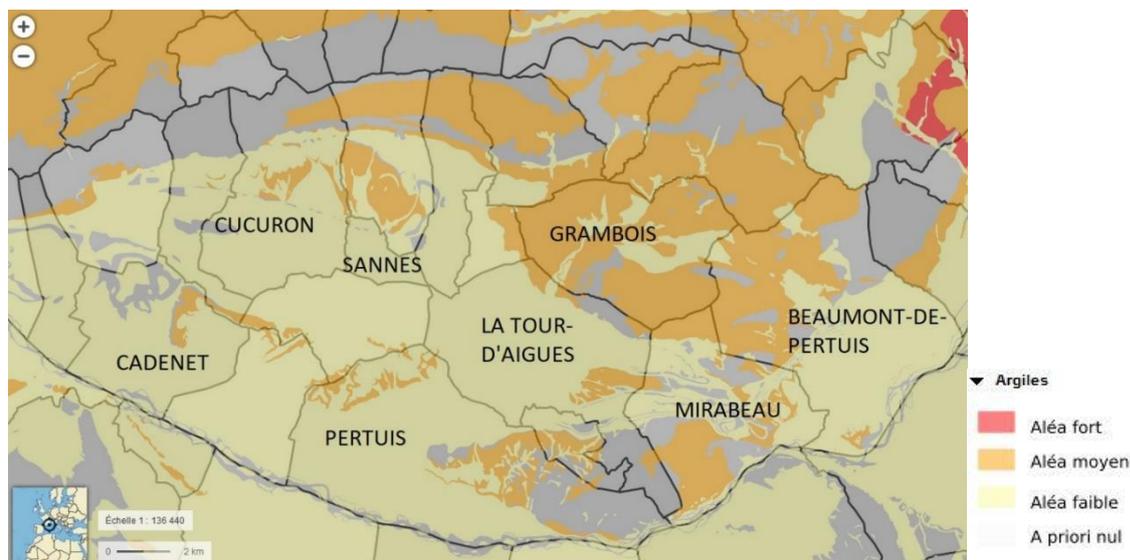


Figure 98 : carte du risque de retrait gonflement des argiles, source : Georisques.

Evènements passés :

Les communes ci-dessous ont été frappées par une catastrophe naturelle liée au retrait-gonflement des argiles. A noter que, selon le BRGM, « Un déficit hydrique intense est nécessaire pour amorcer les premiers mouvements différentiels du sol mais ensuite, la structure du sol et du bâti ayant été fragilisée, de faibles amplitudes hydriques suffisent à provoquer la réouverture ou l'aggravation des premières fissures ».

lib_commune	EPCI	lib_risque_jo	dat_deb	dat_fin	dat_pub_arr	dat_pub_jo
Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2007	30/09/2007	05/12/2008	10/12/2008
Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016	21/11/2017	15/12/2017
Beaumont-de-Pertuis	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2012	30/09/2012	21/05/2013	25/05/2013
Cabrières-d'Aigues	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1998	30/06/1998	01/08/2002	22/08/2002
Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016	25/07/2017	01/09/2017
Cucuron	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1998	30/06/1998	01/08/2002	22/08/2002
Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1990	30/09/1990	12/03/2002	28/03/2002
Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/03/1998	30/09/1999	12/03/2002	28/03/2002
Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016	25/07/2017	01/09/2017
La Bastide-des-Jourdans	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1996	30/09/1998	19/03/1999	03/04/1999
Peypin-d'Aigues	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2016	30/09/2016	25/07/2017	01/09/2017
Villelaure	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016	25/07/2017	01/09/2017
Vitrolles-en-Lubéron	CC Territoriale Sud-Luberon	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2016	30/09/2016	25/07/2017	01/09/2017

4.7.7 MATRICE DES IMPACTS

Aléas	Impacts directs sur les milieux naturels	Degré d'exposition (spatial ou temporel)	Sensibilité du milieu	Capacité d'adaptation du milieu	Degré de vulnérabilité
Diminution du cumul de précipitations en été et augmentation du nombre de jours de vague de chaleur	Renforcement du risque relatif au retrait-gonflement des argiles suite à des épisodes de sécheresse				
Augmentation de la température moyenne, estivale, diminution du cumul de précipitations en été et augmentation du nombre de jours de vague de chaleur	Augmentation du risque de feux de forêt, et indirectement du risque de glissement de terrain et de chutes de blocs.				
Diminution du nombre de jours de gel	Possible renforcement du risque de chutes de blocs, si augmentation du nombre de cycle gel/dégel (plus important en plus haute altitude)				
Diminution des précipitations en été, augmentation des vagues de chaleur, déficit hydrique	Renforcement du risque retrait gonflement des argiles				

Légende :

Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)
------------	-----------------	----------

4.7.8 SYNTHÈSE

Le sol du territoire est aujourd'hui soumis au risque de retrait gonflement des argiles, ce risque devrait se renforcer avec le changement climatique, et a déjà impacté plus de 50% communes.

L'augmentation possible de phénomènes extrêmes (fortes pluies, inondations), renforce le risque de mouvement de terrain, (glissement de terrains) risque déjà présent sur plusieurs communes.

4.8 INFRASTRUCTURES

4.8.1 INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES

Le territoire est concerné par deux lignes ferroviaires. La première est la ligne de Cheval-Blanc à Pertuis. Elle constitue la ligne 923 000 du réseau ferré et n'est plus ouverte aux voyageurs depuis 1971. Cependant une réouverture a été envisagée ces dernières années. Cette ligne dessert les communes de Cadenet et Villelaure. La seconde ligne est la ligne de Lyon-Perrache à Marseille-Saint-Charles via Grenoble et constitue la ligne 905 000 du réseau ferré national. Elle est exploitée entre Marseille et Briançon, et ne dessert aucune gare sur le territoire (il existe cependant un projet d'ouverture de gare à Mirabeau).

Les fortes chaleurs impactent directement les services de transport de personnes et de marchandises par voie ferrée, comme a pu l'illustrer la canicule de 2003 : au-delà de la surchauffe des voitures, on a pu observer des phénomènes de dilatation et déformation des rails entraînant de nombreux retards, et donc une perte d'exploitation directe pour les gestionnaires.



Figure 99: Déformation des rails du RER D lors de la canicule de 2003.

4.8.2 INFRASTRUCTURES ROUTIERES

A l'extrême est, COTELUB est traversé par l'autoroute A 51 qui la dessert via les diffuseurs 15 et 17. Mis à part cette autoroute aucune voie express ne dessert le territoire. Le réseau secondaire s'organise autour d'une grosse départementale, la D973 qui relie Mirabeau à Pertuis en passant par la Bastidonne. D'autres routes départementales maillent le territoire, dont les plus importantes sont les D956 (axe sud-ouest/nord-est), D27 (axe est/ouest sur les coteaux), et D943 à l'extrême ouest, qui monte vers le nord en direction de Lourmarin et d'Apt.

Les impacts du changement climatique sur le réseau routier sont notamment :

- Une augmentation du risque de « verglas d'été », augmentant le risque accidentogène,
- Une dégradation du sol, sous l'effet de phénomènes plus fréquents de gels-dégel-regel,
- Un développement de plantes invasives augmentant les besoins en entretien de bords des routes.
- Une augmentation du risque de fonte du goudron, augmentant le risque accidentogène et les besoins en réfection de chaussée, comme cela a été le cas à Delhi en Inde lors de la canicule de 2015 (températures supérieures à 45°C).

Ces différents impacts engendrent un surcoût d'entretien.

4.8.3 INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION D'ENERGIE

Le territoire comporte une centrale hydraulique, celle de Beaumont, sur la Durance.

Sur la rive opposée de la Durance, se trouve le site de recherche nucléaire de Cadarache (ITER). Outre ces installations, les lignes aériennes de transport et distribution d'électricité peuvent être impactés :

- Lors de phénomènes climatiques extrêmes, dont la fréquence pourrait augmenter : tempêtes, inondations...
- Par l'augmentation des températures, entraînant une perte de rendement et une fragilisation des infrastructures.

4.8.4 INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION, DISTRIBUTION ET TRAITEMENT D'EAU

Les zones de captage peuvent être plus vulnérables au changement climatique, par augmentation du phénomène d'érosion des sols.

L'efficacité des infrastructures de distribution d'eau est essentielle dans un contexte de diminution de la ressource en eau : recherche de fuites, solidité des ouvrages...

Pour gérer le risque inondation due aux phénomènes de forte précipitation, la construction de déversoirs d'orage devrait être amenée à se développer.

Ces différents impacts représentent un coût important pour la collectivité. A titre d'exemple, un déversoir d'orages a un coût très variable allant de 200 à 2000 €/HT/m³⁶⁰ d'eau à collecter.

⁶⁰https://www.cerema.fr/system/files/documents/2017/11/sequence3_3_171010_rex-bo_it-elements_de_couts_cle1c3a7d.pdf

4.8.5 MATRICE DES IMPACTS

Aléas	Impacts directs sur les activités économiques	Degré d'exposition (spatial ou temporel)	Sensibilité du milieu	Capacité d'adaptation du milieu	Degré de vulnérabilité
Augmentation de la température moyenne et du nombre de jours de vague de chaleur	Augmentation du risque de verglas d'été				
Augmentation de la température moyenne et du nombre de jours de vague de chaleur, et diminution du nombre de jours de gel	Dégradation des revêtement des infrastructures routières sous l'effet des phénomènes de gel/dégel/regel, et développement de plantes invasives entraînant un surcoût d'exploitation				
Augmentation de la température moyenne et du nombre de jours de vague de chaleur	Dilatation et déformation des rails, retards importants, pertes d'exploitation				
Augmentation de la température moyenne, des températures extrêmes et du nombre de jours de vagues de chaleur	Déformation des chaussées, fonte des enrobés, destructions de routes; surchauffe de la chaussée, des véhicules et détérioration des pneus				
Augmentation des précipitations extrêmes	Déformation et destruction des fondations des chaussées, augmentation de la fréquence des inondations				
Augmentation de la température moyenne, estivale, Diminution du cumul de précipitations en été et augmentation du nombre de jours de vague de chaleur	Réduction potentielle de la production hydroélectrique, diminution du rendement de distribution d'électricité				
Augmentation de la température moyenne, estivale, Diminution du cumul de précipitations en été et augmentation du nombre de jours de vague de chaleur	Augmentation de la vulnérabilité des zones de captage (érosion des sols)				
Augmentation de la température moyenne et du nombre de jours de vague de chaleur	Diminution du rendement de distribution d'électricité				
Augmentation de phénomènes climatiques extrêmes	Destruction de réseaux de transport et de distribution d'électricité, pertes d'exploitation, nécessité de développer des bassins d'orage				

Légende :

Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)
------------	-----------------	----------

4.8.6 SYNTHÈSE

Les impacts du changement climatique sont divers sur les infrastructures du territoire.

Globalement, ils généreront des surcoûts importants pour les gestionnaires, les collectivités et donc les usagers : vulnérabilité par rapport aux phénomènes extrêmes, sensibilité à l'élévation de la température entraînant des contraintes d'exploitation plus importantes.

4.9 POPULATION

4.9.1 CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE

La croissance démographique du territoire est en fort ralentissement, avec un taux de croissance d'environ 0,9% par an depuis les années 1990, quand il était de 2 à 3% auparavant.

D'un point de vue de l'adaptation au changement climatique, l'enjeu est multiple par rapport à cette caractéristique du territoire :

- Eviter l'étalement urbain, pour ne pas renforcer la gravité du risque inondation d'une part, et préserver les espaces naturels majeurs et secondaires d'autre part : l'objectif est de ne pas augmenter les zones à urbaniser, et de densifier les bourgs.
- Préserver la ressource en eau, sur laquelle la pression est déjà forte, dans un contexte où le changement climatique tend à diminuer cette ressource
- Faire attention à l'augmentation de la consommation en électricité avec l'augmentation de la population (notamment pour la climatisation des logements).

4.9.2 HABITAT

Description issue du SCoT Sud Luberon :

« On comptait en 1999, sur le territoire Sud Luberon, 12.860 logements dont 9.570 résidences principales soit 74,4%. Les logements collectifs représentent 6% des résidences principales. 94% sont donc des maisons individuelles. C'est une caractéristique forte du territoire vis-à-vis du département qui présente un taux de 69,3% de maisons individuelles, déjà bien supérieur à la moyenne nationale établie à 56,8%.

En proportion, les logements collectifs sont surtout présents dans les communes urbaines du territoire qui accueillent 67,5% des logements collectifs du territoire. Ainsi, la part de logements collectifs au sein des résidences principales de ces communes tirent vers le haut la moyenne du territoire : Cadenet avec 10%, Lauris avec 6,5% et La Tour d'Aigues avec 10,1%

Cette emprise de la maison individuelle n'est pas anodine sur la gestion de l'espace et interroge dans le cadre de l'élaboration du SCoT qui doit viser la préservation des ressources. Elle se consolide pourtant au cours des années. Ainsi, entre 1990 et 2005, il s'est construit sur le territoire 1.912 résidences principales dont 1.750 sont des maisons individuelles soit 92% représentant 95% des surfaces de logements commencés de l'ensemble. Cette production globale de logements s'inscrit dans un trend haussier malgré des à-coups au cours de la période.

Il s'est construit 173 logements par an sur la période 2000/2005 contre 116 logements par an sur la période 1990/1999, soit une progression de 49% de logements construits chaque année. Dans le détail :

- Les logements collectifs connaissent, toute proportion gardée, un certain regain d'intérêt : il s'en est construit 21 par an sur la période 2000/2005 contre 7 par an sur la période 1990/1999, soit une progression de 188% ! Ils contribuent pour 12% des logements commencés sur la période 2000/2005 contre 6% sur la période antérieure.
- Ma maison individuelle, il s'en est construit 150 par an sur la période 2000/2005 contre 109 par an sur la période 1990/1999, soit une progression plus contenue de 37%. Elle contribue pour 86% des logements commencés sur la période 2000/2005 contre 94% sur la période antérieure. De plus, l'individuel pur perd du terrain face à l'individuel groupe puisqu'il ne contribue plus qu'à hauteur de 76% des logements construits chaque année (11% pour l'individuel groupe) contre 89% sur la période antérieure (5% pour l'individuel groupe).
- Les communes les plus impliquées dans la diversification de leur offre résidentielle vers le collectif et l'individuel groupe sont Lauris (3,6% du total des logements commencés sur le SCoT entre 2000 et 2005), Lourmarin (3,2%), Cabrières-d'Aigues (2,4%), La Tour d'Aigues (2,3%), Puyvert et Cucuron (2,2%). »

Face à cette consommation massive d'espace et ce rythme soutenu de construction, une vigilance toute particulière est nécessaire quant à la performance énergétique de ce parc, en lien avec l'augmentation de la température estivale.

4.9.3 SANTE

Les enfants et les personnes âgées restent les plus vulnérables par rapport à l'augmentation du nombre et des durées de vague de chaleur, ainsi qu'à l'augmentation du taux d'allergène dans l'air ambiant.

Selon l'OMS, « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».

Aussi, le changement climatique impacte la santé de façon directe et indirecte de plusieurs façons.

Les épisodes de canicule pourraient devenir plus fréquents à l'avenir. En 2003, outre les fortes chaleurs, la canicule s'est accompagnée d'une pollution par l'ozone importante tant en durée qu'en intensité. Le nombre des décès au niveau national en excès par rapport aux années précédentes a été estimé à 14 800 entre le 1er et le 20 août 2003, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue. L'ensemble de la France a été touché, et globalement la

surmortalité a davantage concerné les zones urbaines. Cependant en 2018, canicule qui a été légèrement moins forte en intensité que 2003 mais plus longue, les chiffres font état d'une surmortalité de 1500 personnes.

Outre l'impact direct en termes de mortalité, l'augmentation du phénomène d'îlot de chaleur en ville, en période de canicule, mais de façon continue également, renforce de façon importante l'inconfort de la population, et par là même impacte donc sur le bien-être des habitants.

L'élévation de la température favorise :

- Le développement de certaines espèces, parfois au détriment d'autres espèces. C'est notamment le cas d'espèces parasites, tels que le moustique tigre ou encore les tiques, pouvant être porteurs de maladie vectorielle,
- La pollinisation, en durée et en intensité. Ainsi, le changement climatique impacte également la santé humaine en favorisant le développement d'allergènes dans l'air. Par ailleurs, l'augmentation de la teneur en CO₂ dans l'air renforce le pouvoir allergisant de certaines plantes (telles que l'ambroisie).

Citons également les impacts sur la santé des végétaux et des animaux (altération de la croissance, décalage des saisonnalités, appauvrissement, évolution de la biodiversité...) qui impactent directement notre alimentation.

Enfin, l'augmentation de la fréquence de phénomènes extrêmes générant des inondations, des glissements de terrain, ou des dégâts sur l'habitat impactent également directement la santé des populations.

4.9.4 MATRICE DES IMPACTS

Aléas	Impacts sur la population, sa santé, son habitat	Degré d'exposition (spatial ou temporel)	Sensibilité du milieu	Capacité d'adaptation du milieu	Degré de vulnérabilité
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur	Surmortalité ou incidents graves en période estivale liée aux vagues de chaleur; concerne populations les plus fragiles (personnes âgées, enfants).				
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, augmentation de la température moyenne annuelle	Dommages sanitaires liés à la pollution atmosphérique (ozone), aux allergènes (ambroisie notamment) et aux maladies infectieuses vectorielles (les aires de répartition des vecteurs tels que certains moustiques, ou tiques), se développant				
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation de la production d'ozone, impact sur la santé des plus fragiles (voies respiratoires notamment)				
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation du besoin en rafraîchissement de l'habitat (privilégier les systèmes non énergivores)				
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation du phénomène d'îlot de chaleur, venant renforcer l'inconfort des habitants				
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, augmentation de la température moyenne annuelle	Les impacts sur la santé animale et végétale peuvent impacter la qualité des productions pour l'alimentation.				
Augmentation des précipitations en hiver, modifications des régimes de pluie	Habitat vulnérable aux inondations, risque renforcé avec l'urbanisation				
Diminution des précipitations en été, irrégularité des précipitations, baisse du bilan hydrique	Raréfaction de la ressource en eau, altération de sa qualité, augmentation de son coût, tensions d'usages.				

Légende :

Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)
------------	-----------------	----------

4.9.5 SYNTHÈSE

La population augmente de 0,9% an (donnée observée depuis 1990).

D'un point de vue de l'adaptation au changement climatique, l'enjeu est multiple par rapport à cette caractéristique du territoire :

- Préserver la ressource en eau, sur laquelle la pression est déjà forte, dans un contexte où le changement climatique tend à diminuer cette ressource (en été, au niveau des cours d'eaux et des étangs)
- Éviter l'étalement urbain, pour ne pas renforcer la gravité du risque inondation d'une part, et d'autre part préserver les espaces naturels majeurs et secondaires.
- Climatisation de l'habitat par des systèmes non énergivores. Aménagements urbains permettant de réduire l'effet îlot de chaleur, particulièrement dans les centres bourgs amenés à être densifiés.
- Prévention et interventions pour réduire les effets sanitaires du changement climatique : développement de maladies vectorielles, d'agents allergènes.

Les enfants et personnes âgées sont les plus vulnérables aux effets du changement climatique, au regard de l'augmentation du nombre et de la durée des vagues de chaleur, mais également vu le développement d'agents pathogènes.

5. POTENTIEL DE RÉDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

5.1 METHODE

Les estimations de potentiels de réduction des consommations d'énergie sont basées principalement sur :

- **Les consommations d'énergie actuelles** (2016 années la plus récente disponible au moment de la rédaction de cette étude) fournies par la base de données CIGALE d'ATMO SUD⁶¹,
- **Différentes hypothèses de réduction des consommations à l'horizon 2050** identifiées comme des leviers d'actions dans les scénarios négaWatt et Afterres2050.

Les autres sources de données également utilisées pour certains secteurs d'activités seront indiquées dans les chapitres qui leur y sont consacrés.

La figure ci-dessous schématise l'approche méthodologique utilisée pour chacun des secteurs d'activités faisant l'objet d'une étude particulière dans le présent chapitre.

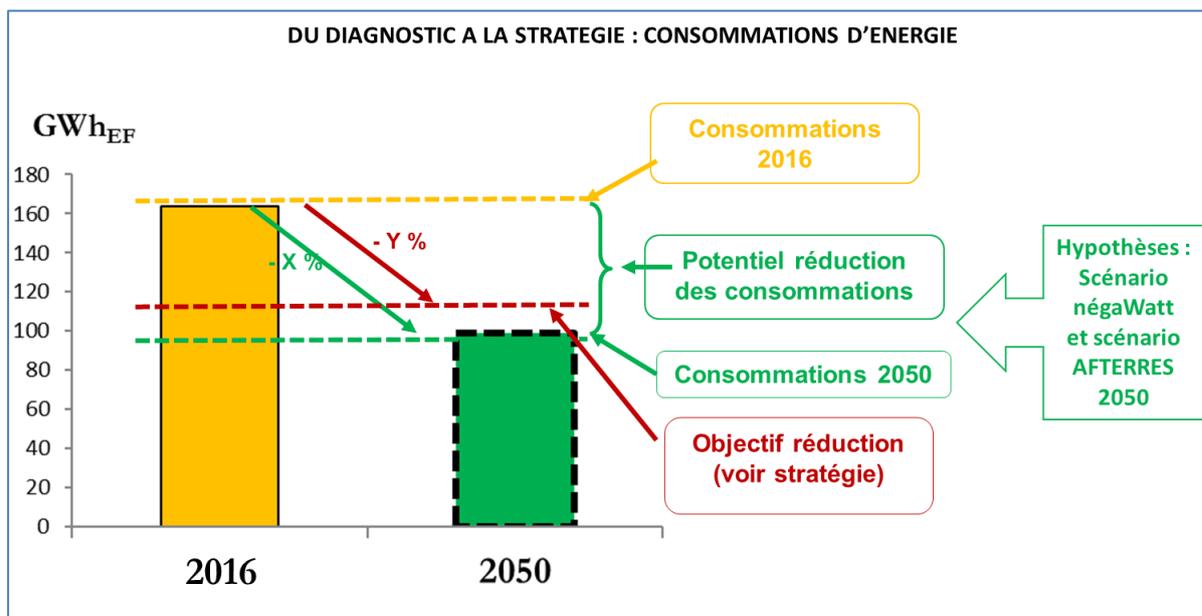


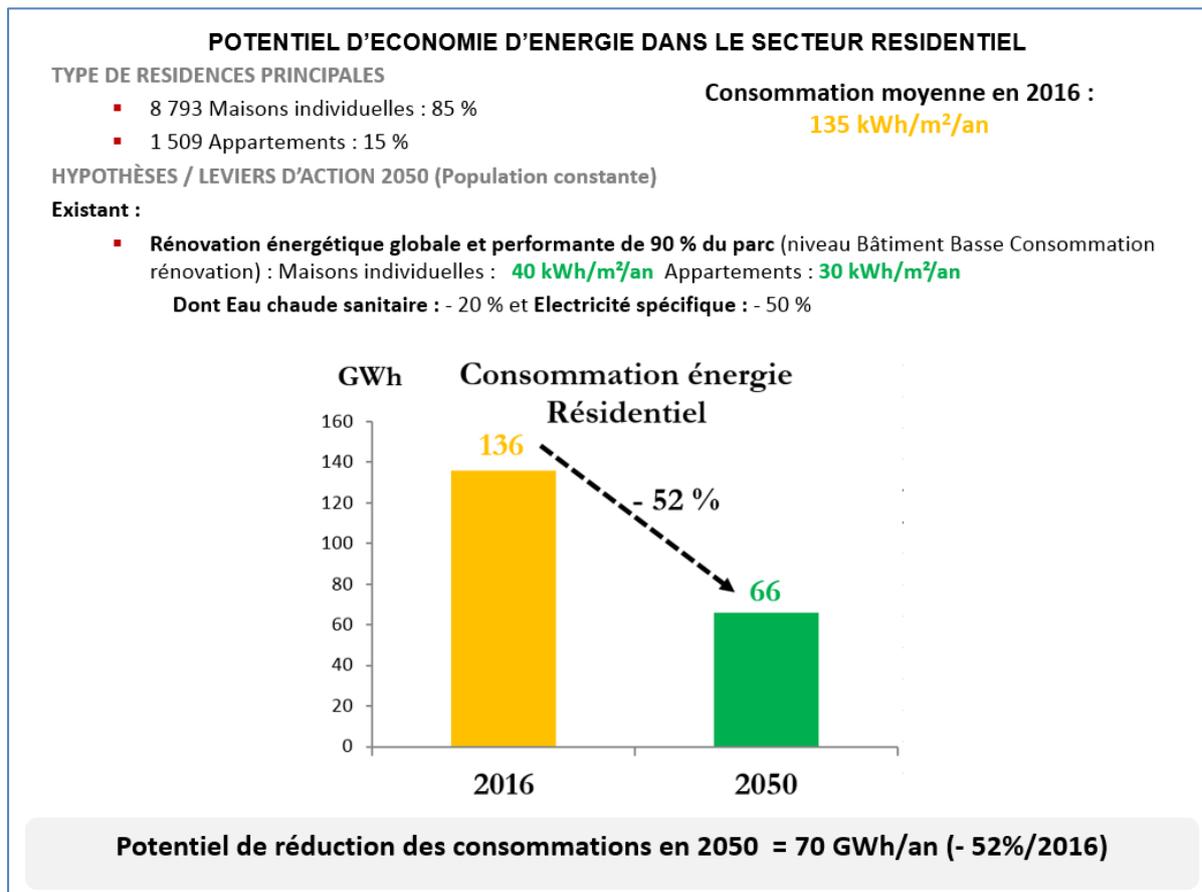
Figure 100 : Articulation des différentes estimations de consommations d'énergie et des potentiels de leur réduction (Source : IN VIVO)

Nous raisonnons ici en énergie finale pour les besoins de l'exercice. Rappelons qu'une part de l'énergie est perdue entre l'énergie primaire et l'énergie finale notamment pour l'électricité (aujourd'hui, le coefficient de conversion physique entre énergie finale et énergie primaire est de 2,58).

⁶¹ Voir note méthodologique : https://cigale.atmosud.org/img/171030_Methodo_TDB_conso_prod_cigale.pdf

5.2 RESIDENTIEL

5.2.1 SYNTHÈSE



5.2.2 METHODE ET ANALYSE

5.2.2.1 Consommation totale d'énergie des résidences principales

Les données de l'INSEE (2015) indiquent le nombre de résidences principales (RP), ainsi que leur surface moyenne par type de logement (voir tableau ci-dessous).

	Nombre	Pourcentage	Surface moyenne
Résidences principales	10 388	100%	
Maisons individuelles	8 793	85%	103
Appartements	1 509	15%	67

Figure 101 : Nombre, type et surface moyenne des résidences principales de COTELUB en 2015
(Source : INSEE RP 2015)

Ces données permettent d'estimer le nombre de m² de résidences principales dont on sait par ailleurs qu'elles consomment en 2016 de l'ordre 136 GWh (Source : CIGALE, ATMO SUD) soit une consommation moyenne d'énergie du total de ces résidences de l'ordre de 135 kWh/m²/an.

Cette consommation d'énergie est répartie pour les différents usages de l'énergie du secteur résidentiel selon les ratios nationaux moyens suivants :

- ✓ 60 % pour le chauffage,
- ✓ 11 % pour l'eau chaude sanitaire,
- ✓ 15 % pour l'électricité spécifique.

5.2.2.2 Potentiel d'économie d'énergie pour le chauffage des résidences principales

Les consommations cibles de chauffage après rénovation retenues sont les suivantes :

- ✓ 40 kWh/m² pour les maisons individuelles,
- ✓ 30 kWh/m² pour les appartements.

Ces consommations correspondent approximativement à la cible du label BBC-rénovation, et aux premiers retours d'expérience de rénovations complètes et performantes en zone H3 (données de l'observatoire BBC en 2018⁶²).

En prenant l'hypothèse d'une rénovation, échelonnée, de la quasi-totalité (90%) du parc des résidences principales d'ici 2050 (10% de logements considérés comme non renouvelables) avec ces valeurs cibles, la consommation de chauffage des résidences principales en 2050 est estimée à 25 GWh.

La différence entre la consommation d'énergie en 2016 et celle estimée en 2050, selon les hypothèses décrites ci-dessus, permet d'estimer à cet horizon un potentiel d'économies d'énergie du chauffage des résidences principales de l'ordre de 57 GWh soit une division par 3 des consommations en 2016.

5.2.2.3 Potentiels d'économie d'énergie pour l'eau chaude sanitaire (ECS) et pour les usages spécifiques de l'électricité dans les résidences principales

Les réductions potentielles de consommation d'énergie concernent également celles liées à l'ECS et aux usages spécifiques de l'électricité⁶³.

Les hypothèses utilisées pour évaluer le potentiel de réduction des consommations d'énergie pour ces deux postes à l'horizon 2050 sont celles du scénario Négawatt :

- ✓ 50% pour les usages spécifiques de l'électricité,
- ✓ 20% pour l'ECS.

La différence entre la consommation d'énergie en 2015 et celle estimée en 2050, selon les hypothèses décrites ci-dessus, permet d'estimer à cet horizon les potentiels d'économies d'énergie suivants :

- ✓ 10 GWh pour les usages spécifiques de l'électricité,
- ✓ 3 GWh pour l'ECS.

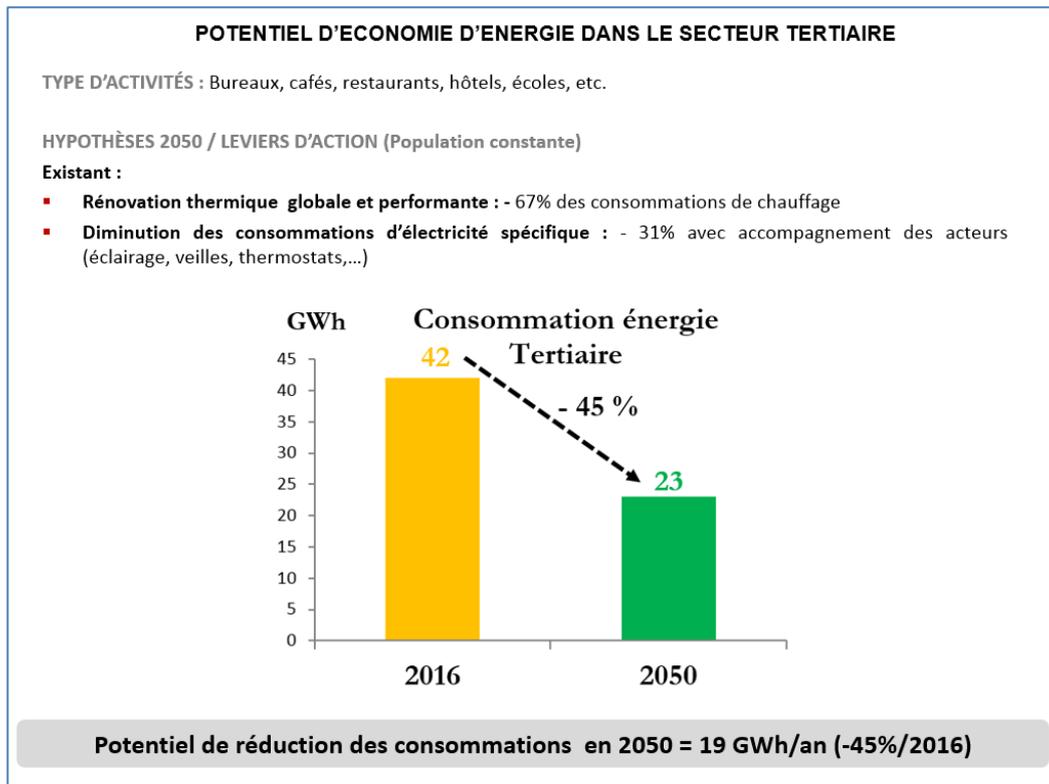
Au total, le potentiel de réduction de consommation d'énergie finale du secteur résidentiel à l'horizon 2050 est estimé à 70 GWh/an soit 52 % de la consommation de ce secteur en 2016.

⁶² https://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/2336/20180701etude-sur-les-projets-renoves-bbc.pdf, « Observatoire BBC : Etude sur les bâtiments rénovés à basse consommation »

⁶³ L'électricité spécifique correspond à l'électricité utilisée pour les services qui ne peuvent être rendus que par l'électricité (éclairage, lave-linge et lave-vaisselle, appareils producteurs de froid, équipements numériques, ...).

5.3 TERTIAIRE

5.3.1 SYNTHÈSE



5.3.2 METHODE ET ANALYSE

En 2016, le secteur tertiaire a consommé 42 GWh d'énergie (Source : CIGALE, ATMO SUD). Les activités les plus représentées sont le commerce, la santé, l'enseignement et les bureaux dont 40% sont situés à Cadenet et La Tour d'Aigues. Les énergies consommées par ce secteur sont principalement l'électricité (85%) puis les produits pétroliers (9%) et le gaz naturel (5%).

Le potentiel d'économie d'énergie, à l'horizon 2050, a été évalué à partir des hypothèses du scénario négaWatt :

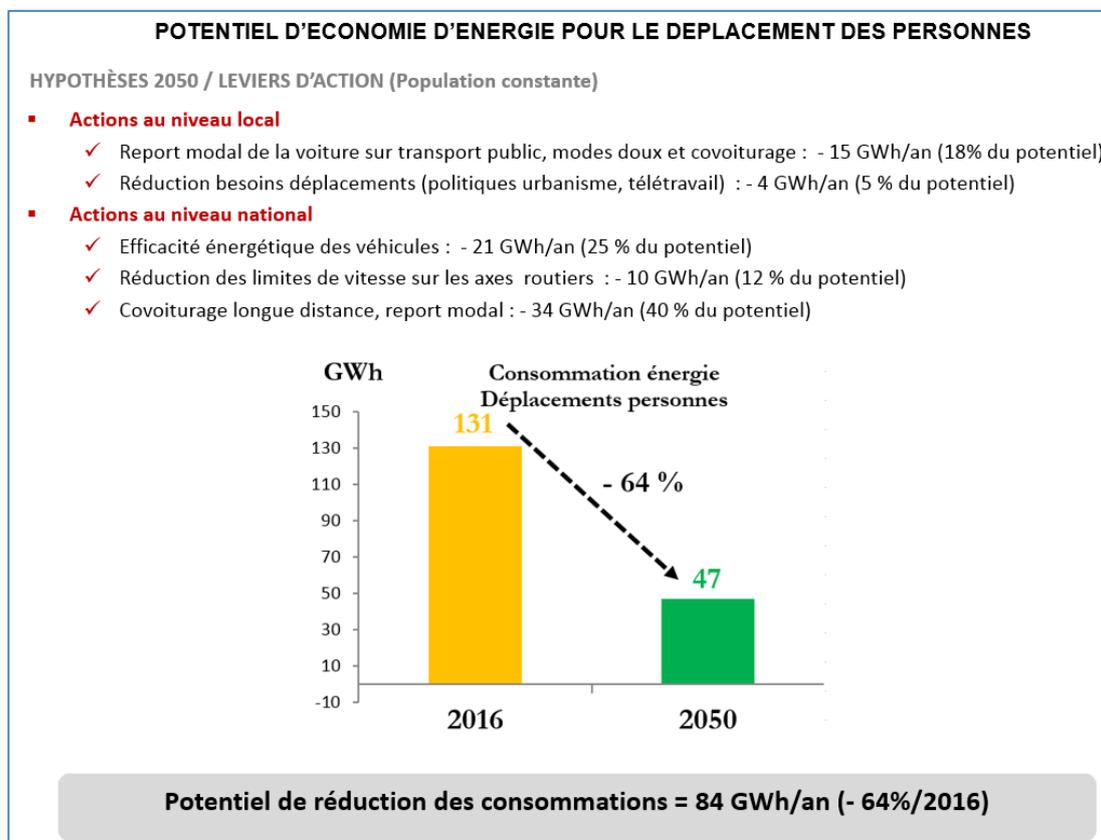
- ✓ Réduction de 67 % de la consommation actuelle de chauffage soit un potentiel d'économie d'énergie lié à la rénovation thermique des bâtiments estimé à 11 GWh,
- ✓ Réduction de 31 % de la consommation actuelle liée aux usages spécifiques de l'électricité soit un potentiel d'économie d'énergie estimé à 8 GWh.

La réduction des consommations liées aux usages spécifiques de l'électricité est plus aisément réalisable, car elle concerne notamment des actions de sobriété à temps de retour nul ou faible (par exemple arrêt d'appareils en veille). A titre d'exemple, une expérience d'Enertech montre que 25% à 40% d'économies sont en moyenne possibles avec des temps de retour très faibles (<3 ans étude incluse)⁶⁴.

Au total, Le potentiel de réduction des consommations d'énergie du secteur tertiaire, à l'horizon 2050, est estimé à 19 GWh/an soit 45 % de la consommation de ce secteur en 2016.

5.4 DEPLACEMENT DES PERSONNES

5.4.1 SYNTHÈSE



5.4.2 METHODE ET ANALYSE

5.4.2.1 Hypothèses et sources de données

L'évaluation du potentiel de réduction des consommations d'énergie pour le transport des personnes s'appuie sur les éléments suivants :

- Données de l'INSEE (RP2015) relatives aux déplacements domicile travail
- Données CIGALE (ATMO SUD,2015) pour le transport,
- Données consolidées par INDDIGO et l'Institut négaWatt.

L'évaluation de ce potentiel fait intervenir de nombreux paramètres interdépendants. La figure ci-après présente les différents paramètres pris en compte.

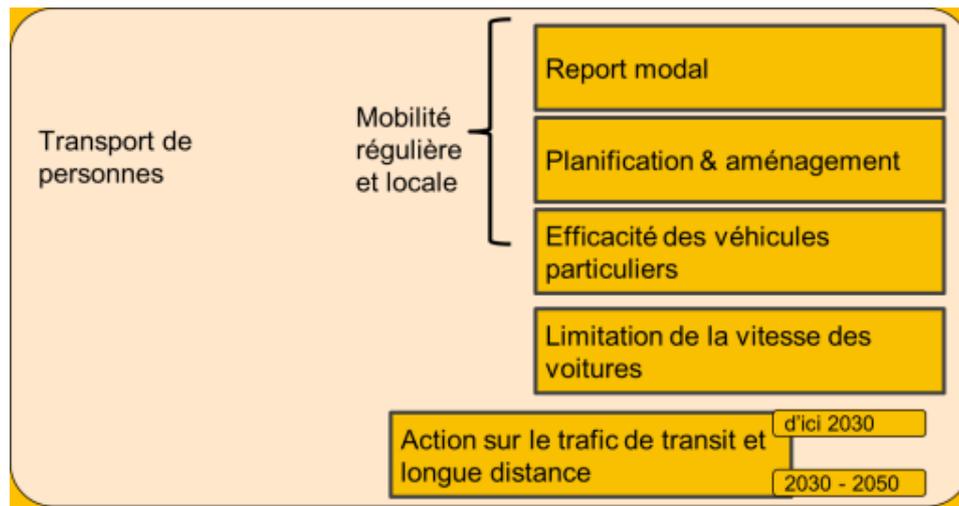


Figure 102 : Types de mesures prises en compte dans l'estimation du potentiel de réduction des consommations d'énergie dans le secteur du transport de personnes

5.4.2.2 Déplacements réguliers et locaux

► Report modal : covoiturage, modes doux et transports en commun

L'évaluation du potentiel de réduction des consommations d'énergie pour les déplacements réguliers et locaux s'appuie notamment sur les données suivantes :

- ✓ Nombre de déplacements par modes de déplacement et par commune entre la commune de résidence et différentes destinations (autres communes de l'EPCI, autres communes du département, autres communes de la région et autres régions de France, ...),
- ✓ Flux de déplacements majoritaires entre communes de l'EPCI auxquels sont associés un nombre de km aller/retour par origine/destination (exemple : Saint-Saturnin-lès-Apt/Apt = 8km Aller/Retour),
- ✓ Nombre de voitures par commune, nombre d'actifs et nombre de jours travaillés.

Ces données permettent de calculer un nombre de km/jour par commune et pour l'EPCI liés aux déplacements locaux et réguliers auxquels sont affectés une consommation d'énergie (6,5 l de carburant/100 km)

Ensuite, le potentiel d'évolution de la part modale du territoire est estimé en s'appuyant sur les évolutions envisagées dans le scénario négaWatt pour les différents types de communes (commune rurale, commune multipolarisée, ...) et la population de ces communes. A chacune de ces évolutions est associée une réduction des consommations d'énergie en fonction des différents types de substitution modale.

Le scénario négaWatt considère la nécessité de conserver une liberté de déplacement tout en sortant d'une dépendance presque totale au transport automobile, et donc une évolution des modes de déplacement selon les solutions les plus adaptées (en fonction des motifs de déplacement, des distances à parcourir et de la densité d'infrastructures de transport). L'offre de service de mobilité se diversifiera et l'automobile individuelle pourrait dans ce scénario ne représenter plus qu'un déplacement sur 2.

A titre d'exemple, le report modal potentiel vers les modes doux nécessite des politiques ambitieuses de partage de la voirie et le développement des cheminements piétons et cyclables, une généralisation des pedibus et vélobus pour les trajets domicile-école, des plans de déplacement d'administration et entreprise, etc.

Sur le territoire, les hypothèses d'évolution de la part modale (en km/voyageur⁶⁵) qui ont été retenues sont les suivantes :

Part modale	Hypothèses à l'horizon 2050	
	Part modale	Potentiel réduction GWh/an

⁶⁵ Le voyageur-kilomètre est une unité de mesure de quantité de transport correspondant au transport d'une personne sur un kilomètre. La quantité de transport s'appelle le volume de transport.

	(Reconstitution Négawatt)		
Modes actifs (vélo et marche à pied)	0,9 %	2,9 %	0,4
Transport collectif	2 %	11 %	1,5
Voiture particulière (covoiturage)	96 %	79 %	13

Le potentiel d'économies d'énergie dans le secteur du transport des personnes, à l'horizon 2050, est estimé à environ 15 GWh/an sur la base des trajets domicile-travail des actifs ayant un emploi.

► Efficacité énergétique des véhicules

L'amélioration de l'efficacité énergétique du parc de véhicule permet de passer, à l'horizon 2050, d'une consommation de 6,5 l/100 km à 3 l/100 km.

Cette diminution des consommations s'appuie sur :

- ✓ Une réduction du poids des véhicules,
- ✓ L'amélioration de la résistance au roulement des pneus,
- ✓ L'aérodynamisme des carrosseries,
- ✓ Une baisse de la cylindrée des véhicules (« downsizing »),
- ✓ Eventuellement, des techniques d'hybridation (air comprimé), etc.

Ces évolutions sont dépendantes du marché mondial (offre des constructeurs) et des politiques nationales (prime à la casse par exemple), mais pourraient être accélérées localement (éco-vignette, voies réservées, etc.).

En considérant un taux d'équipement moyen par ménage est de 1,12 voitures (moyenne nationale) et un taux de renouvellement du parc de 40% en 2050, on estime à cet horizon un potentiel de 3 500 voitures consommant 3l/100 km.

Le potentiel d'économies d'énergie pour les trajets réguliers et locaux lié l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, à l'horizon 2050, est estimé à 21 GWh/an.

5.4.2.3 Déplacements de transit et de longue distance

► Report modal et efficacité des véhicules

Le potentiel de réduction des consommations d'énergie des déplacements de transit et de longue distance résulte principalement :

- ✓ Du développement du transport ferroviaire,
- ✓ Du développement du covoiturage (augmentation du taux d'occupation des véhicules),
- ✓ De l'amélioration du parc de véhicules.

Les leviers d'action locaux pour ce type de déplacement sont relativement limités et concernent essentiellement l'offre locale de transports en commun pour les loisirs et longs trajets et l'accès à des carburants d'origine renouvelables (BioGNV notamment).

Le potentiel d'économies d'énergie, à l'horizon 2050, lié au report modal et à l'efficacité énergétique des déplacements de transit et de longue distance est estimé à environ 34 GWh/an.

5.4.2.4 Actions ciblées de sobriété dans les déplacements

► Réduction de la vitesse

La réduction des vitesses de circulation sur route est une mesure simple, peu coûteuse, et efficace pour réduire les consommations.

Faute de données de comptage routier sur le territoire, les données nationales issues du scénario négaWatt ont été utilisées. Ce scénario estime que les mesure des réductions de vitesse permettent d'économiser en moyenne 7% des consommations d'énergie.

Le potentiel d'économies d'énergie, à l'horizon 2050, lié à la réduction de vitesse est estimé à 10 GWh/an.

► Aménagement du territoire

La réduction des besoins de déplacement par une augmentation de la densité de l'habitat et une meilleure mixité fonctionnelle sont des facteurs importants de réduction des consommations d'énergie associées aux déplacements des personnes.

Ces mesures peuvent être prises en compte dans les documents d'urbanisme et d'aménagement du territoire (SCoT, PLU, PLH).

Elles consistent notamment à développer de services de proximité ou à distance, des espaces de télétravail, d'équipements publics, à une meilleure répartition des fonctions urbaines dans les centres urbains et le développement de commerces et services ambulants.

L'évaluation quantitative de l'impact énergétique de ces mesures est complexe. Une estimation prudente de réduction de 6% des déplacements en voiture associés à ces mesures a été considérée.

Le potentiel d'économies d'énergie, à l'horizon 2050, lié à la réduction du besoin des déplacements par des mesures d'aménagement du territoire est estimé à environ 4 GWh/an.

Au total, les potentiels de réduction des consommations d'énergie pour le déplacement des personnes sont les suivants :

Type de déplacement ou d'actions	Mesures de réduction des consommations d'énergie	Potentiel de réduction des consommations d'énergie à l'horizon 2050 (en GWh/an)
Déplacements locaux et réguliers	Report modal	15
	Efficacité énergétique des véhicules	21
Déplacements de transit et de longue distance	Report modal et efficacité énergétique des véhicules	34
Actions ciblées de sobriété	Réduction de la vitesse	10
	Aménagement du territoire	4
Total		84 GWh/an

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie du secteur du déplacement des personnes, à l'horizon 2050, est estimé à 84 GWh/an.

5.5 TRANSPORT DE MARCHANDISES

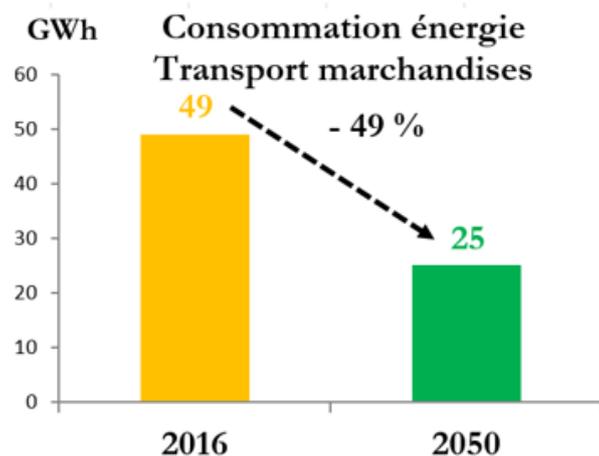
5.5.1 SYNTHÈSE

POTENTIEL D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE POUR LE TRANSPORT DES MARCHANDISES

HYPOTHÈSES 2050 / LEVIERS D'ACTION (Population constante)

Actions au niveau national

- Amélioration du taux de remplissage des camions
- Amélioration technologique du parc de véhicules



Potentiel de réduction des consommations en 2050 = 25 GWh/an (-49%/2016)

5.5.2 METHODE ET ANALYSE

Le potentiel de réduction des consommations d'énergie du secteur du transport des marchandises a été estimé en s'appuyant sur le scénario négaWatt. Celui-ci est basé sur :

- ✓ L'augmentation de la part du ferroutage,
- ✓ L'augmentation du taux de remplissage des camions pour éviter ceux circulant à vide ou à faible chargement,
- ✓ L'amélioration de l'efficacité énergétique de la flotte de véhicules par une évolution des motorisations (objectif de conversion de la majorité du parc à des technologies hybrides, véhicules électrique... et une Baisse des consommations unitaires des véhicules avec l'évolution des motorisations, les progrès techniques.

Compte tenu de ces évolutions, il est estimé, à l'horizon 2050, une économie d'énergie pour ce secteur de 49 % des consommations actuelles.

A noter que les transports routiers, ferroviaires et fluviaux sont pris en compte mais pas les transports maritimes et aériens ni le transport par oléoducs. Seuls les transports routiers consomment sur le territoire.

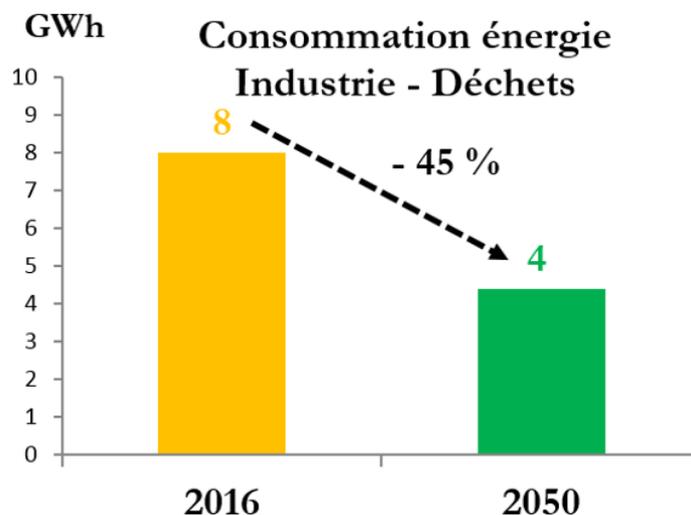
Le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le secteur du transport de marchandises est estimé, à l'horizon 2050, à 24 GWh/an.

5.6 INDUSTRIE ET DECHETS

5.6.1 SYNTHÈSE

POTENTIEL D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE DANS LE SECTEUR DE L'INDUSTRIE ET DES DÉCHETS**HYPOTHÈSES 2050 / LEVIERS D'ACTION (Population constante)**

- Ecologie industrielle (dont récupération de chaleur fatale), éco-conception, augmentation des taux de recyclage.
- Utilisation des meilleurs techniques disponibles pour les opérations transverses



Potentiel de réduction des consommations en 2050 = 4 GWh/an (- 45%/2016)

5.6.2 METHODE ET ANALYSE

Le secteur industriel est peu développé sur le territoire avec moins environ 1000 emplois dont 600 dans la construction

L'énergie consommée en 2016 est de 8 GWh (Source : CIGALE, ATMO SUD), principalement sous forme d'électricité (74%) et de produits pétroliers (25%).

Les hypothèses de réduction du scénario négaWatt ont été appliquées. Elles sont basées sur différentes actions (voir Figure 11) et notamment :

- ✓ L'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés industriels,
- ✓ Le recyclage des matériaux,
- ✓ Le développement de l'économie de la fonctionnalité, etc.

Au total, le pourcentage de réduction des consommations d'énergie dans l'industrie est évalué par ce scénario à 45 % des consommations actuelles.

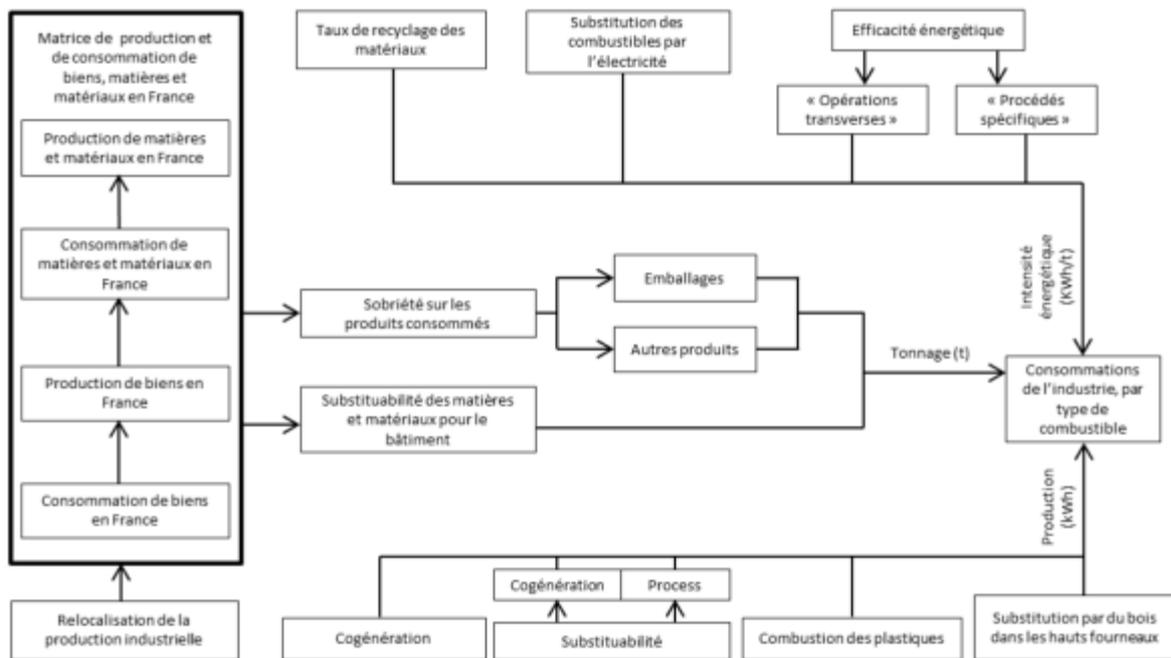


Figure 103 : Méthode de détermination des consommations d'énergie dans l'industrie
(Source : Association négaWatt, 2014)

Focus sur les opérations dites « transverses »

Un focus a été établi pour les actions d'économie d'énergie sur les opérations dites « transverses » : économies d'énergies sur les moteurs, les installations d'air comprimés, récupération de chaleur... Le Centre d'Etudes et de Recherches économiques sur l'Energie (CEREN) évalue régulièrement les consommations d'énergie propres à ces postes-là dans l'industrie, au niveau national, ainsi que les gisements d'économie d'énergie, en termes de consommation d'électricité et de combustible.

Ces ratios, en date de 2010, sont les suivants :

Tableau 9 – Estimation CEREN du gisement d'économies d'énergie dans les opérations transverses en 2007

En 2007	Total industrie	Opération transverses de l'industrie			
	Consommation TWh	Consommation %	Consommation TWh	Gisement %	Gisement TWh
Combustibles	358,3	12%	43	53%	23
Electricité	134,6	78%	105	39%	41
Total	492,9	30%	148	43%	64,0

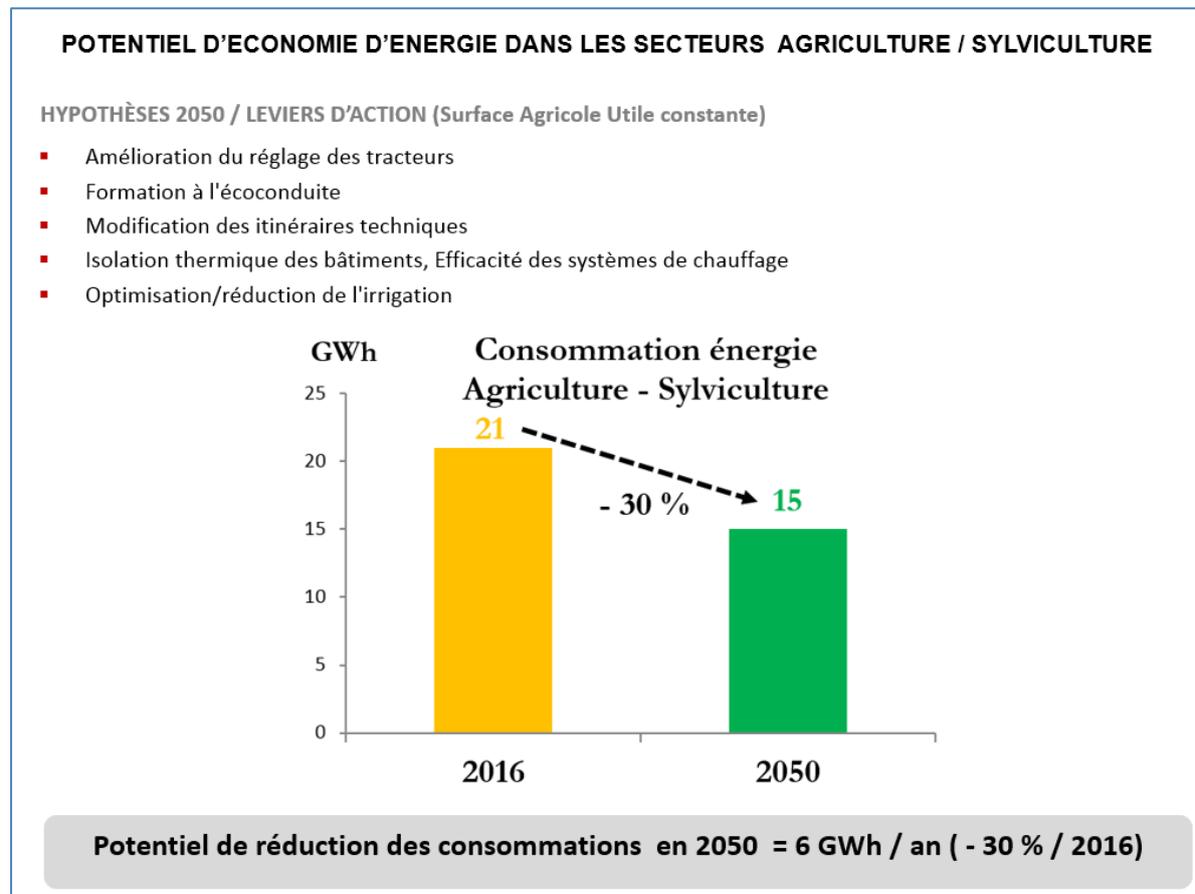
Source : Synthèse du gisement d'économies d'énergie dans les opérations transverses de l'industrie" - CEREN - 2010

La consommation totale des opérations transverses dans l'industrie pour le territoire est évaluée à 2,4 GWh, et les économies d'énergies, à l'horizon 2050, sont estimées à 1 GWh. Parmi ces actions d'économies d'énergies, celles dont le temps de retour est inférieur à 3 ans (donc qui seront plus facilement réalisées par les industriels), représentent un gain de 600 MWh.

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le secteur industriel est estimé, à l'horizon 2050, à 4 GWh/an soit 45 % des consommations de ce secteur en 2016.

5.7 AGRICULTURE ET SYLVICULTURE

5.7.1 SYNTHÈSE



5.7.2 METHODE ET ANALYSE

5.7.2.1 Méthode

Sur la base des retours d'expérience de Solagro, en première approche, on estime que sur tous les postes de consommation d'énergie, toutes choses égales par ailleurs (sans modifier la SAU ni le nombre et la conduite des animaux), on peut espérer un gain important d'économie d'énergie. Ce gain est réalisé grâce à l'amélioration du réglage des tracteurs, la formation à l'éco-conduite, la modification des itinéraires techniques, l'isolation thermique des bâtiments, l'efficacité des systèmes de chauffage, et l'optimisation/la réduction de l'irrigation.

Tableau 18 : Gains potentiels d'énergie par catégorie de production (GWh /an)

Productions	Consommation actuelle GWh /an	État actuel (2015)	Potentiel 2020	Potentiel 2023	Potentiel 2035	Potentiel 2050	% gain 2035	% gain 2050
Cultures : carburants	31 500	205	400	652	2 953	4 446	9 %	14 %
Cultures : irrigation	1 450	290	396	565	824	1 095	57 %	75 %
Serres (maraîchage et horticulture)	4 650	607	889	1 142	2 585	4 450	56 %	96 %
Bâtiments herbivores : lait (bovin, ovin, caprin)	1 450	38	52	100	316	337	22 %	23 %
Bâtiments herbivores : systèmes alimentation et paillage	3 600	0	1	1	13	52	0 %	1 %
Bâtiment Porcins	1 150	36	42	52	344	735	30 %	64 %
Bâtiments Volailles	1 850	114	176	206	527	737	28 %	40 %
Sous-total périmètre	45 650	1 288	1 956	2 720	7 562	11 853	17 %	26 %

Figure 104 : Potentiel de réduction des consommations énergétiques pour les différentes activités agricoles
(Source : ADEME, Rapport agriculture et efficacité énergétique, 2019, Solagro⁶⁶)

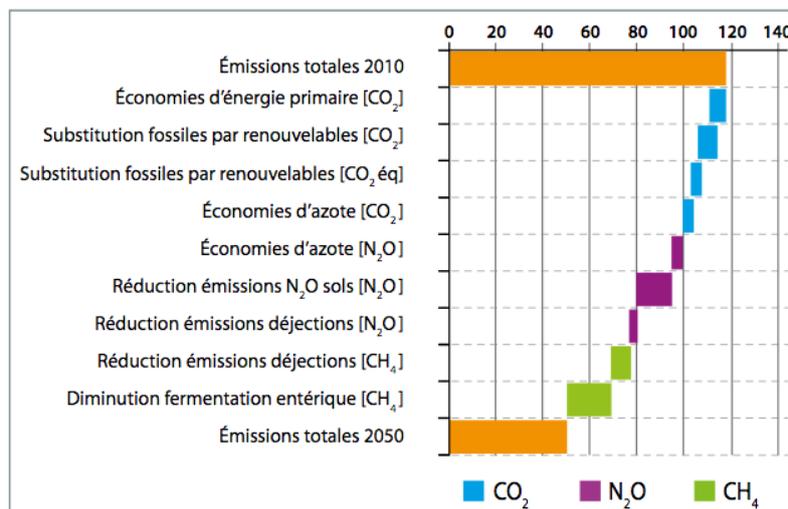
5.7.2.2 Résultats

Compte tenu de la typologie de l'agriculture locale, à prédominance de viticulture et grandes cultures, on peut donc estimer la réduction des consommations de carburants de 14 %, à laquelle s'ajoute des postes secondaires importants sur l'optimisation des serres et de l'irrigation. Le potentiel maximal d'économie d'énergie peut donc être évalué à 30 %, soit une économie de 6 GWh.

Au niveau national, les potentiels de réduction d'émissions de GES dans le cadre d'une transition agricole et alimentaire globale, telle que scénarisée dans l'exercice prospectif Afterres2050⁶⁷ (cf. ci-dessous) sont globalement les suivantes :

- Économies d'énergie primaire et substitution des fossiles par les renouvelables : environ 15%
- Réduction des émissions liées aux engrais azotés : environ 20 %
- Diminution des émissions liées à la fermentation entérique et aux déjections d'élevage : environ 25 %

Ce dernier levier n'étant pas mobilisable localement, le potentiel de réduction est estimé à 35 % de diminution des émissions de GES.



- Réduction des émissions de GES par poste en MteqCO₂.

Source : Afterres2050

⁶⁶ ADEME, « Rapport agriculture et efficacité énergétique, 2019 », Solagro, CTIFL, ASTREDHOR, ARVALIS, FNCUMA, IDELE, IFIP, ITAVI <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-agriculture-efficacite-energetique-2019.pdf>

⁶⁷ Solagro est à l'origine du scénario AFTERRES2050, un scénario de transition agricole et alimentaire basé sur les besoins, en alimentation, en énergie et pour l'habitat à l'horizon 2050.

5.7.2.3 Conclusions

La surface agricole du territoire est importante, et l'activité est majoritairement tournée vers les grandes cultures avec un recours important à l'irrigation actuel ou potentiel. Les consommations énergétiques représentent 5% des consommations énergétiques du territoire, principalement pour le secteur agricole, l'exploitation forestière étant marginale et peu consommatrice.

Le potentiel de réduction des consommations énergétiques sans changement important de pratiques pourrait être de l'ordre de 30% à 2050.

Par ailleurs, les émissions de gaz à effet de serre représentent 16 % des émissions du territoire, ce qui en fait un enjeu important du PCAET.

En conclusion, une réduction de 30 % des consommations et de 35 % des émissions de GES semble plausible et cohérente sur le territoire à 2050, en mettant en œuvre une transition agricole ambitieuse, qui permet de conforter la place de l'agriculture locale tout en réduisant les impacts.

Cela permettrait une économie annuelle de 6 GWh, ce qui reste peu élevé par rapport aux près de 400 GWh de consommations énergétiques annuelles, mais surtout des émissions de 5 000 Teq CO₂, soient 5 % des émissions actuelles de GES.

5.7.2.4 Description du scénario Afterres2050

Afterres2050, à l'image du scénario Négawatt dont il partage la philosophie et les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre – pose en préalable la révision de l'ensemble de nos besoins – alimentaires, énergétiques, d'espace, ... – afin de les mettre en adéquation avec les potentialités de nos écosystèmes. Il s'agit de raisonner à la fois sur l'offre et la demande. Afterres2050 fait également confiance dans notre capacité à adopter des comportements plus sobres, plus soutenables, notamment en matière alimentaire. Le chemin proposé s'appuie sur les meilleurs systèmes et les meilleures pratiques agroécologiques (et forestières) connues à ce jour. Il intensifie les mécanismes de production naturels, privilégie la reconquête de la fertilité des sols, intensifie les services écologiques rendus par la biodiversité. Cultures et animaux sont choisis pour leur rusticité, leur capacité d'adaptation aux terroirs et aux changements climatiques. Afterres2050 a également intégré les exigences de réduction des surconsommations, des gaspillages de toutes natures (alimentaires, énergétiques, ...), de bien-être animal.

Les points clés :

Un rééquilibrage de notre régime alimentaire : il n'est ni tenable ni généralisable à 10 milliards d'êtres humains. Son empreinte climatique est très élevée du fait du poids de l'élevage dans notre agriculture et d'une alimentation très (trop) – riche en viande et en lait.

La généralisation d'une agriculture (et d'une sylviculture) multifonctionnelle qui s'apparente à l'agriculture biologique et à la production intégrée (laquelle ne doit pas être confondue avec l'agriculture raisonnée).

- Le maintien des flux d'import-export dans l'espace Europe et Méditerranée. C'est une question de solidarité envers des populations en insécurité alimentaire et climatique,
- Une réduction massive des importations de protéines (soja) destinées à nourrir nos cheptels et son corollaire, l'extensification des systèmes d'élevage,
- La réduction des gaspillages évitables durant toutes les étapes (transformation, distribution, consommations)
- La réduction puis la stabilisation du rythme d'artificialisation des sols...

En 2050, l'empreinte de notre système agroalimentaire s'est considérablement améliorée : les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture sont divisées par 2, les traitements pesticides sont divisés par 3, ainsi que la consommation d'engrais chimiques, les besoins d'eau pour l'irrigation en été sont divisés par 4.

5.8 VISION GLOBALE DES SECTEURS D'ACTIVITES

5.8.1 SYNTHÈSE

Le tableau suivant récapitule les résultats pour l'ensemble des secteurs d'activités :

Secteurs	Consommation en 2016 (GWh) <i>Source : Cigale</i>	Potentiel de réduction à l'horizon 2050 (GWh)	Baisse des consommations par rapport à 2016 (%)	Hypothèses

Résidentiel	136	70	-52%	Rénovation thermique BBC des bâtiments, sobriété et efficacité des équipements
Tertiaire	42	19	-45%	Rénovation thermique BBC des bâtiments, sobriété et efficacité des équipements
Déplacement des personnes	131	84	-59%	Efficacité des véhicules, report modal, covoiturage, planification de l'espace, réduction des vitesses
Transport de marchandises	49	24	-49%	Amélioration de l'efficacité des véhicules, taux de remplissage des camions, ferroutage, réduction des distances de transport, etc.
Industrie	8	4	-45%	Efficacité des procédés, écoconception, recyclage matière, etc.
Agriculture	21	6	-29%	Réglage véhicules, éco-conduite, isolation et efficacité énergétique
Total	436	201	-51%	

A l'horizon 2050, le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le territoire de COTELUB est estimé à environ 207 GWh, soit 53% de sa consommation en 2016.

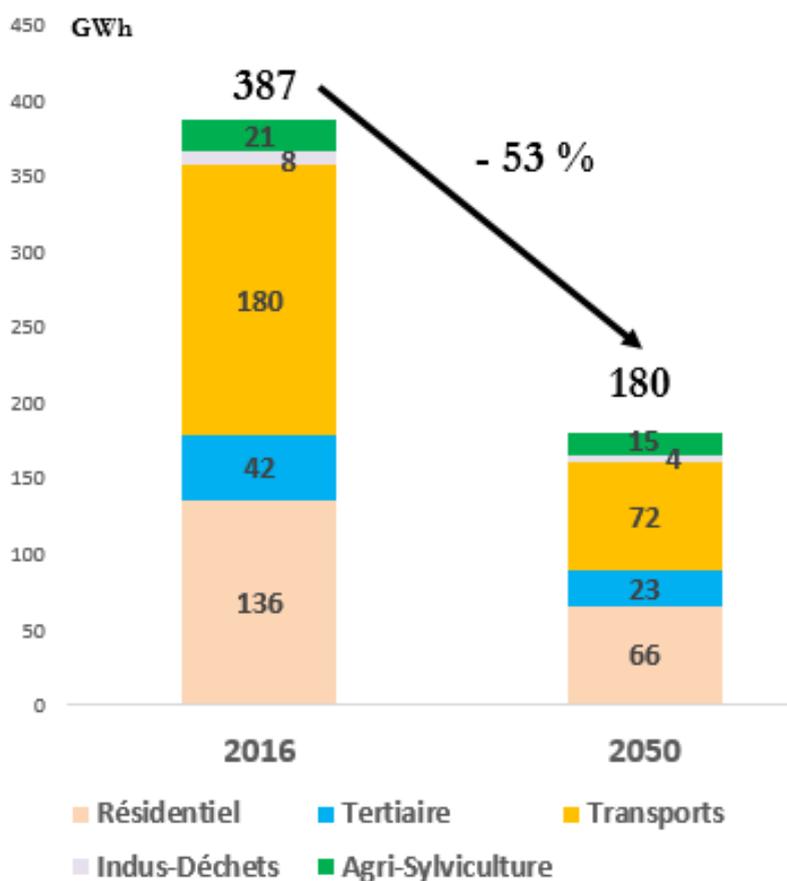


Figure 105 : Consommations d'énergie en 2016 et potentiels de leur réduction à l'horizon 2050 des différents secteurs d'activités de COTELUB.

5.8.2 SECTEURS A ENJEUX

Le secteur du transport et le secteur du résidentiel représentent, à l'horizon 2050, respectivement 36% et 37% du potentiel de réduction des consommations d'énergie sur le territoire. Ces potentiels de réduction notamment pour le secteur des transports sont basés sur des actions dont la mise en œuvre repose en partie sur des mesures prises au niveau national.

Le tableau suivant distingue la part de potentiel de réduction relevant des mesures prises aux niveaux local et national. Il permet de relativiser différemment les pourcentages de potentiel de réduction des consommations d'énergie par secteurs d'activités.

Secteurs d'activité	A l'horizon 2050			
	Potentiel total de réduction (leviers d'action nationaux et locaux)		Potentiel de réduction avec seulement leviers d'action locaux	
	GWh	%	GWh	%
Transport personnes	84	41%	19	16%
Résidentiel	70	34%	70	59%
Industrie-déchets	4	2%	4	3%
Tertiaire	19	9%	19	16%
Transport marchandises	24	12%	0	0%
Agriculture-Sylviculture	6	3%	6	5%
Total	207	100	118	100

Figure 106 : Secteurs d'activités à enjeux du territoire de COTELUB pour la réduction des consommations d'énergie à l'horizon 2050

Le secteur résidentiel relativement aux autres apparaît comme celui qui dispose du potentiel d'économies d'énergie, à l'horizon 2050, le plus important (57 %) suivi dans des proportions équivalentes (entre 15 et 20 %) par les secteurs du transport des personnes, de l'industrie et du tertiaire.



6

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

POTENTIELS DE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENEUVABLES ET DE RÉCUPÉRATION



- 6.1 Méthode
- 6.2 Chaleur renouvelable et de récupération
- 6.3 Électricité renouvelable
- 6.4 Carburant renouvelable
- 6.5 Synthèse

6. POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION

6.1 METHODE

Les estimations de potentiels production d'énergies renouvelables et de récupération sont basées principalement sur :

- ✓ **Les productions actuelles** (2016 année la plus récente disponible au moment de la rédaction de cette étude) fournies par la base de données CIGALE d'ATMO SUD⁶⁸,
- ✓ **Différentes hypothèses de production à l'horizon 2050** identifiées dans les scénarios négaWatt et Afterres2050.

Les autres sources de données également utilisées pour certaines filières de production seront indiquées dans les chapitres qui leur y sont consacrés.

La figure ci-dessous schématise l'approche méthodologique utilisée pour chacune des filières de production d'énergies renouvelables et de récupération faisant l'objet d'une étude particulière dans le présent chapitre.

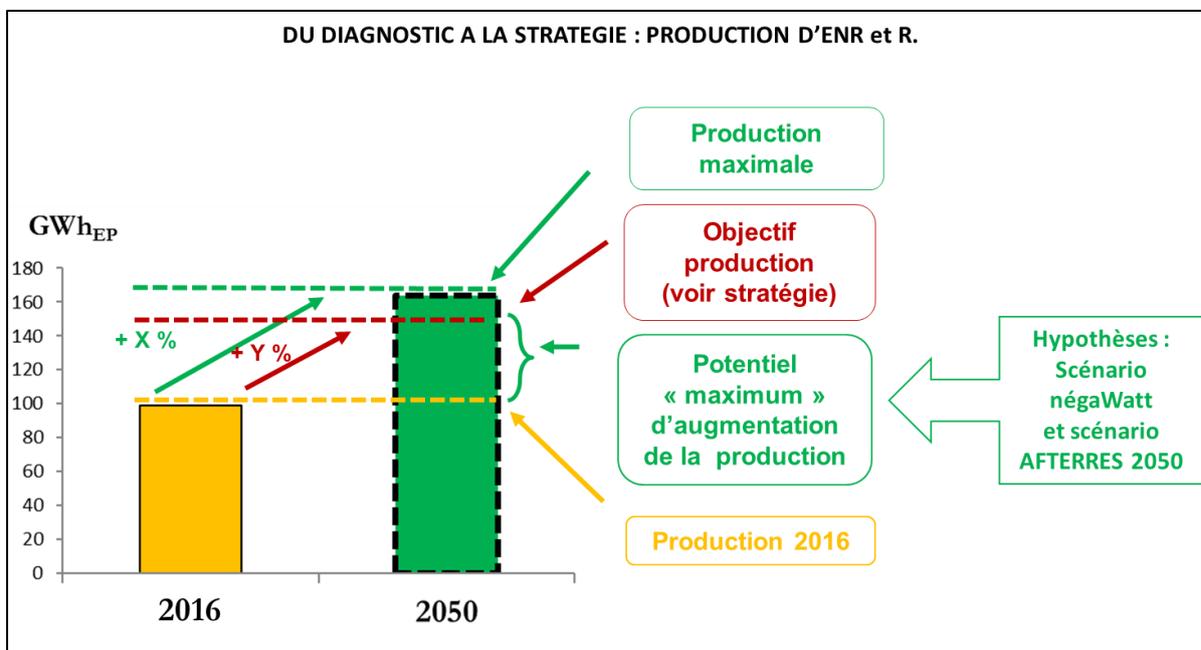


Figure 107 : Articulation des différentes estimations de production d'énergies renouvelable et de récupération et des potentiels de leur production (Source : IN VIVO).

Nous raisonnons ici en énergie primaire pour les besoins de l'exercice. Rappelons qu'une part de l'énergie est perdue entre l'énergie primaire et l'énergie finale notamment pour l'électricité (aujourd'hui, le coefficient de conversion physique entre énergie finale et énergie primaire est proche de 3).

Pour estimer le potentiel en énergies renouvelables et de récupération (ENR et R), plusieurs notions sont à distinguer :

- **La ressource** qui correspond au flux annuel d'énergie primaire présent dans le périmètre du territoire. Elle peut être de nature très différente suivant les filières : irradiation solaire, vitesse moyenne du vent, accroissement forestier, tonnage de bois recyclé, nombre d'UGB, nombre d'équivalent-habitant des stations d'épurations, etc.
- **Le potentiel brut ou maximal** qui correspond à la part maximale de la ressource mobilisable par filière au sein du territoire compte tenu des contraintes physiques et de certains arbitrages préalables (par exemple pas de

⁶⁸ Voir note méthodologique : https://cigale.atmosud.org/img/171030_Methodo_TDB_conso_prod_cigale.pdf

photovoltaïque sur les terres agricoles, maintien des usages bois d'œuvre et d'industrie, ...). Ce potentiel respecte le renouvellement de la ressource et l'équilibre des usages actuels du territoire.

- **Le potentiel net actuel** qui correspond à la part réellement mobilisable de la ressource compte tenu des contraintes de toutes natures spécifiques à chaque filière. Il est calculé par l'application d'une succession de filtres reflétant les freins ou leviers identifiés aux différentes étapes jusqu'au consommateur final. A titre d'exemple, il n'est pas envisageable de couvrir un territoire d'éoliennes, quand bien même les conditions physiques le permettent.

Le potentiel global du territoire présenté ici correspond au potentiel maximal. En effet, dans le cadre de la phase de diagnostic d'une réflexion prospective, il est préconisé de ne pas limiter la réflexion par des considérations économiques, juridiques, financières ou organisationnelles qui sont amenées à évoluer d'ici 2050. Ces considérations seront, en partie, prises en compte dans la stratégie du PCAET.

Pour certaines filières, lorsque cela est possible nous indiquerons également le potentiel net.

Les principales filières considérées ont fait l'objet d'une étude de potentiel. Celles qui sont encore au stade de développement n'ont pas fait l'objet d'une telle étude mais sont présentés à titre indicatif en mentionnant les sites pilotes ou démonstrateurs existant en France et plus particulièrement ceux localisés dans le Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ces filières mériteront d'être à nouveau analysées lors de l'actualisation du PCAET.

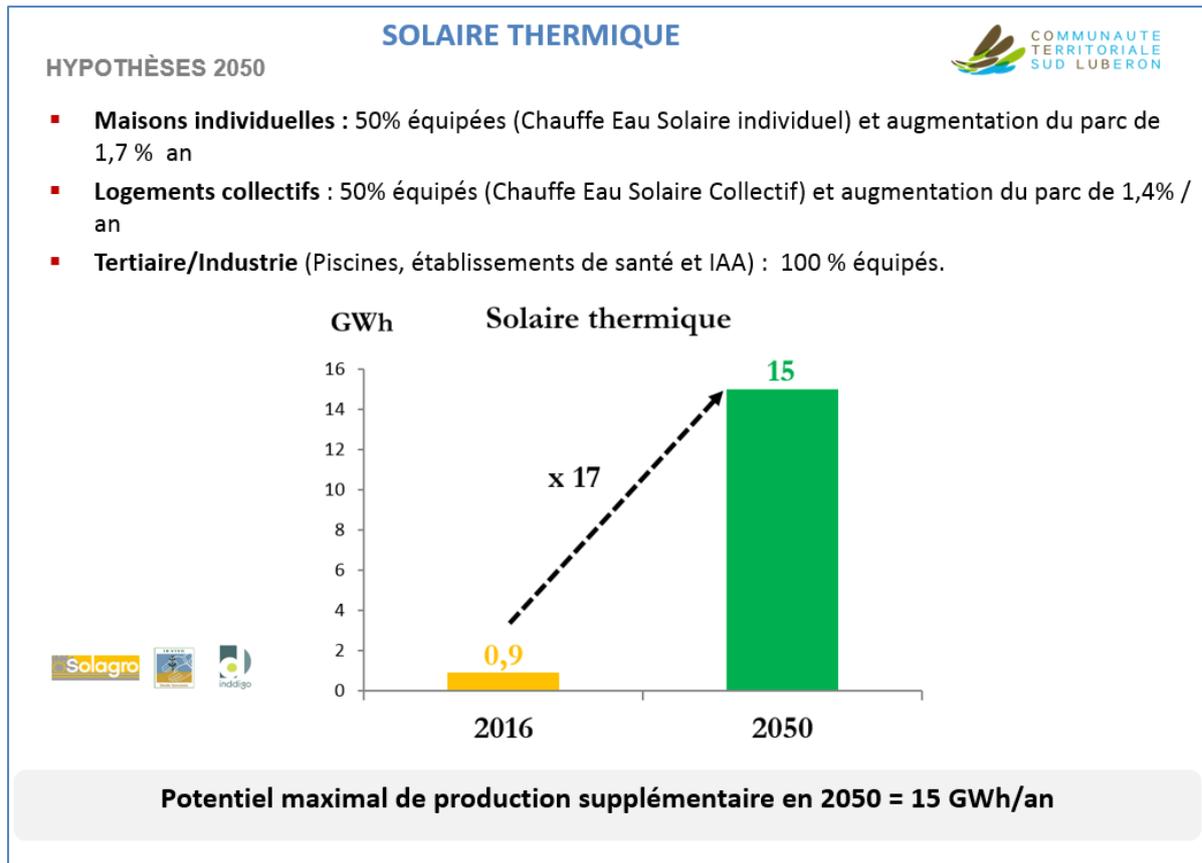
Le tableau ci-dessous récapitule les différentes filières évoquées dans le présent rapport :

Filières dont l'étude de potentiel sur le territoire de COTELUB a été réalisée	Autres Filières présentées
CHALEUR RENOUVELABLE ET DE RECUPERATION	
Solaire thermique	
Bois-énergie	
Méthanisation	Power-to-gas, Pyrogazéification
Géothermie	
Récupération de chaleur sur eaux usées	
ELECTRICITE RENOUVELABLE	
Solaire photovoltaïque	
Eolien	
Hydro-électricité	
	Stockage
CARBURANT RENOUVELABLE	
	Bio-carburants liquides
	Bio-carburants gazeux
	Hydrogène mobilité

6.2 CHALEUR RENOUVELABLE ET DE RECUPERATION

6.2.1 SOLAIRE THERMIQUE

6.2.1.1 Synthèse



6.2.1.2 Méthode et analyse

Le potentiel de production d'énergie solaire thermique, a été estimé, à partir des données de l'INSEE (2015), par type de bâtiment :

Maisons

Les résidences principales de type maison représente 85% du parc résidentiel du territoire, il est estimé que 50% des logements peuvent disposer d'une installation solaire thermique compte tenu de l'orientation de leur toiture, de l'absence de masques ou d'autres contraintes de site. Il a par ailleurs été considéré un renouvellement du parc de 150 logements individuel/an.

Logements collectifs

Pour les logements collectifs (à chauffage collectif), il a été également considéré que 50% de leurs toitures pouvaient disposer d'une installation solaire thermique avec une hypothèse d'augmentation du parc de 21 logements collectifs par an.

Tertiaire / Industrie

Pour le tertiaire, il a été considéré certains types d'établissements, notamment ceux de santé (hôpitaux, EHPAD), au nombre de 3 sur le territoire. Il s'agit d'EHPAD dans les communes de La Tour-d'Aigues, Cadenet et Cucuron. Il a été estimé que tous ces établissements pouvaient disposer d'une installation solaire thermique à raison d'une installation solaire de 0,5 m²/lit.

Les bâtiments de bureaux n'ont pas été pris en compte. Etant peu consommateurs d'eau chaude sanitaire, le solaire thermique n'y est pas pertinent.

De même, les établissements d'enseignement n'ont pas été intégrés. En effet, ils sont généralement inoccupés pendant les périodes les plus ensoleillées et ne s'équipent généralement pas de panneaux solaires thermiques pour éviter les problèmes d'entretien.

Les piscines sont considérées mais aucune n'a été recensée sur le territoire.

Enfin, dans le secteur industriel, les industries agroalimentaires de plus de 20 salariés, qui sont les plus susceptibles de rentabiliser une installation solaire thermique, sont considérées. Une seule a été identifiée à La Tour-d'Aigues. On considère ici une installation de 300 m² de panneaux solaires thermiques.

Le tableau suivant résume les hypothèses utilisées :

Hypothèses entrée				Productivité	
Résidentiel		<i>Résidences principales</i>		CESI	500 kWh/kWc
Nombre maisons	8 793			CSV	1 000 kWh/kWc
Nombre appartement	1 509			CESC	700 kWh/kWc
%apparts chauffage collectif	9%			Moquette solaire	350 kWh/kWc
Tertiaire				m² solaire / installation	
Santé (hôpitaux, EHPAD...)	3		www.sanitaire-social.com	CESI	4 m ²
Nbre lits	225			CESC	1,2 m ² /lgt
Industries agro-alimentaires	1		> 20 employés (Source CLAP 2015)	Santé	0,5 m ² /lit
Piscines	0		guide-piscines.fr	Industrie	300 m ²
Surfaces bassins piscines	0 m ²		500 m ² /piscines		
Coefficient toiture		<i>% de toitures compatibles solaire</i>			
Maisons	50%				
Appartements	50%				
Santé	75%				
Renouvellement		<i>nombre de logements neufs/an</i>		Année actuelle	
Maisons	150	Taux moyen 1990/2005 (source SCoT Sud-Luberon) = 171 lgts/an		2015	
Appartements	21				

Figure 108 : Hypothèses retenues pour la détermination du potentiel de production solaire thermique (Source : Inddigo)

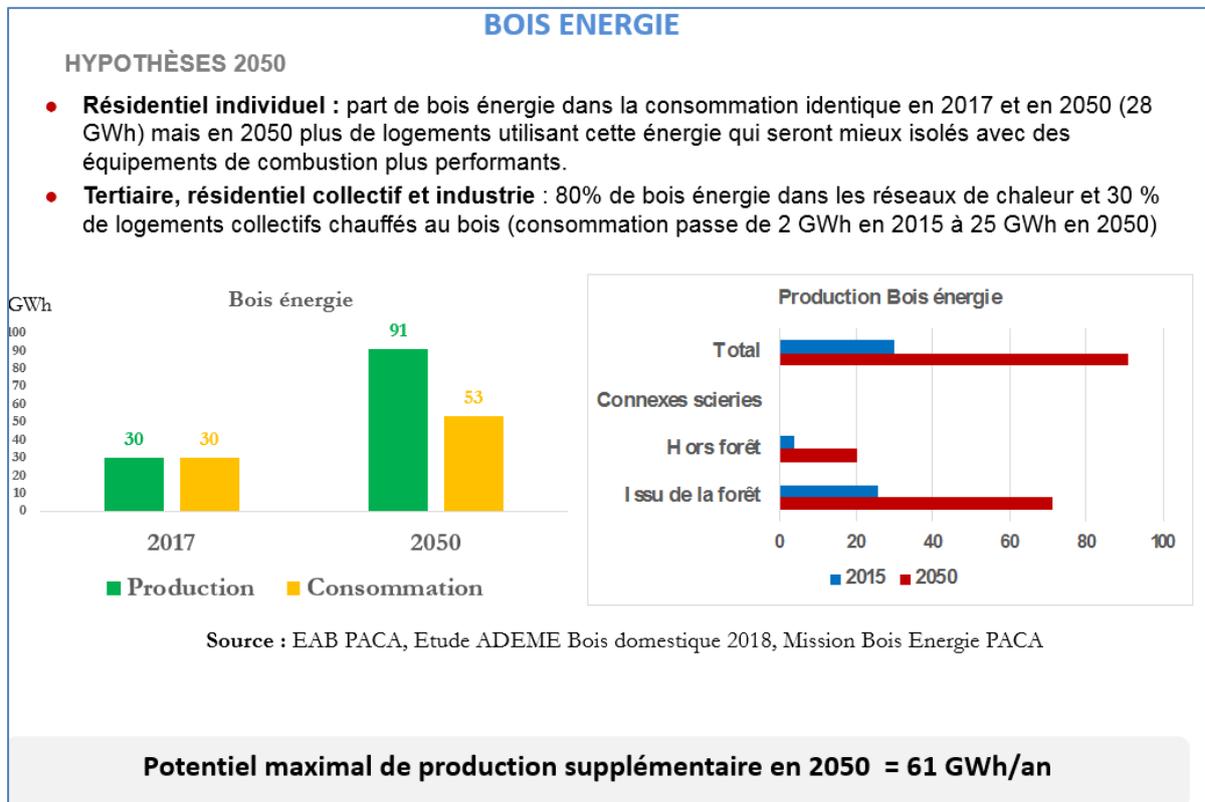
Solaire thermique Gisement net		Maisons individuelles (CESI)	Habitat collectif (CESC)	Tertiaire (CESC)	Industriel et Agricole (CSV)	Piscines	TOTAL
Existant	Surface totale (m ²)	17 586	83	84	300	-	18 054
	Production (MWh/an)	8 793	58	59	300	-	9 210
Neuf à horizon 2050	Surface totale (m ²)	10 500	441				10 941
	Production (MWh/an)	5 250	309				5 559

Figure 109 : Production d'énergie par type d'installations solaire thermique (Source : Inddigo)

Le potentiel de production d'énergie à partir de solaire thermique, à l'horizon 2050, est estimé à 15 GWh/an.

6.2.2 BOIS ENERGIE

6.2.2.1 Synthèse



6.2.2.2 Méthode

La méthode utilisée consiste à partir du fonctionnement global d'une filière bois au niveau local qui est schématisé dans la figure ci-après :

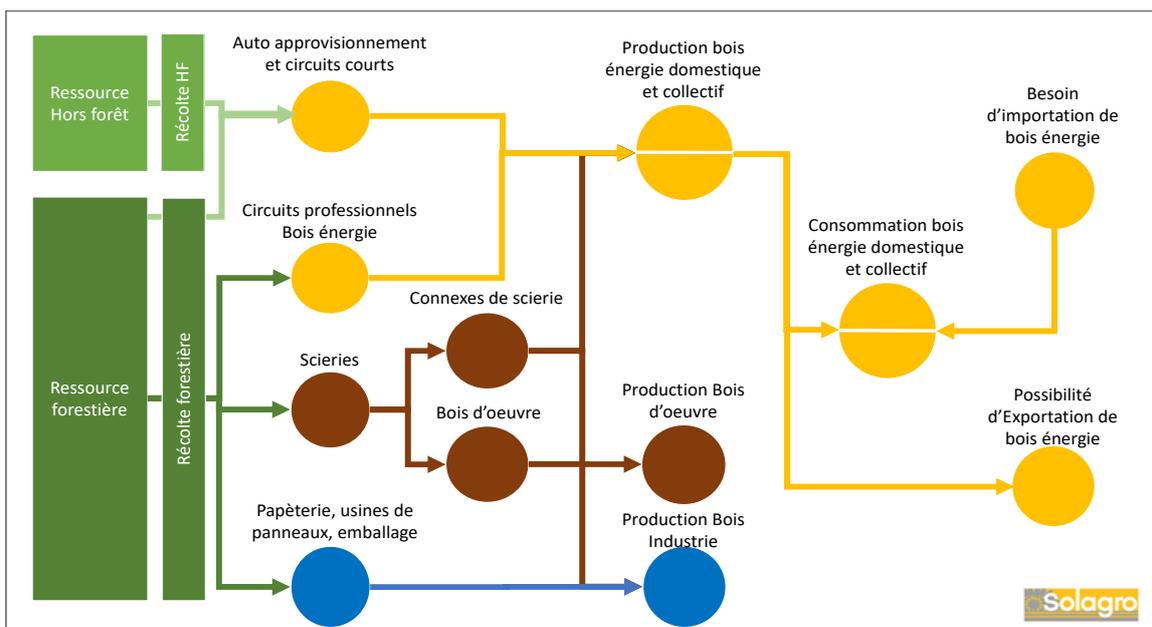


Figure 110 : Filière bois simplifiée au niveau local (Source : SOLAGRO).

Il s'agit d'estimer de la manière la plus précise compte tenu des données disponibles :

- ✓ **La consommation de bois-énergie par les ménages et dans les chaufferies** (comptabilisée comme « production d'ENR » par les observatoires régionaux),
- ✓ **La production de bois-énergie du territoire**, qu'elle provienne de forêt ou hors forêt, les circuits d'approvisionnement correspondant, ainsi que la valorisation de sous-produits de la filière bois d'œuvre (plaquettes et granulés principalement).

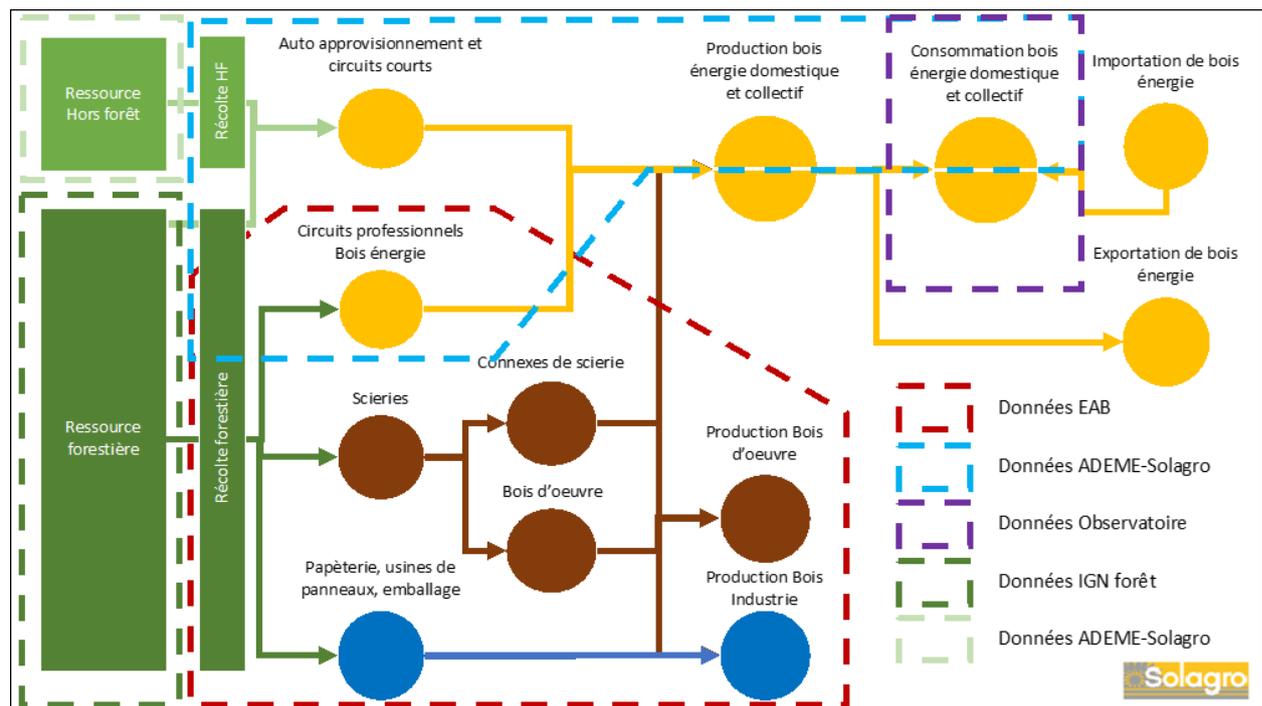
Ces deux approches permettent de définir les enjeux d'importation ou d'exportation de bois du territoire.

Les données détaillées sont très rarement disponibles à l'échelle d'un EPCI et les données d'exploitation forestière peuvent varier considérablement d'une année sur l'autre, en fonction de la programmation des coupes de bois. Nous allons néanmoins proposer de quantifier cette filière à partir des meilleures données disponibles, confrontées aux caractéristiques du territoire.

Les sources de données utilisées sont les suivantes :

- ✓ **Données de l'enquête annuelle de branche (EAB)**⁶⁹ des services de l'Etat, qui comptabilise toute l'activité des professionnels de la filière, au niveau régional et départemental.
- ✓ **Données issues de l'enquête sur l'utilisation de chauffage au bois domestique auprès des ménages**⁷⁰, réalisée pour toute la France au niveau national et régional.
- ✓ **Données de consommation de bois calculées par l'observatoire régional** au niveau communal.
- ✓ **Données d'accroissement naturel de la BD IGN Forêt**⁷¹ par sous ensemble écologique, et rapportées à l'EPCI.
- ✓ **Données de potentiel bois hors forêt**⁷², étude réalisée par SOLAGRO pour l'ADEME en 2009 au niveau régional.

La confrontation de ces différentes sources, en utilisant les données départementales ou régionales les plus représentative du contexte, permettent d'obtenir une estimation des différents flux et de compléter par déduction la modélisation de la filière.



⁶⁹ L'enquête annuelle sur la branche d'activité Exploitation forestière permet d'observer les volumes de bois récolté par essence et par destination (bois d'œuvre, de bois d'industrie et de bois énergie)

L'enquête annuelle sur la branche d'activité Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation permet de collecter des données sur le volume des sciages, des produits connexes des scieries et des produits transformés.

<http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/forets-bois-et-derivés/recolte-de-bois-et-production-de/>

⁷⁰ 2018, ADEME, Solagro, Biomasse Normandie, BVA, « *Étude sur le chauffage domestique au bois : Marchés et approvisionnement* », 97 pages.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/1_chauffage_domestique_bois_appro_rapport.pdf

⁷¹ <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique252>

⁷² Novembre 2009, ADEME, « *Biomasse forestière, populaire et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020* », Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par l'Inventaire Forestier National (IFN), avec l'Institut Technique Forêt Cellulose Bois Ameublement (FCBA) et l'association SOLAGRO.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/biomasse-forestiere-populaire-et-bocagere-2009.pdf>

Figure 111 : Articulation des différentes sources de données utilisées dans la modélisation de la filière bois locale (Source : SOLAGRO).

6.2.2.3 Potentiel de développement de la filière bois énergie

Potentiel lié au bois domestique (bûche, granulés)

L'évolution qualitative des appareils de chauffage au bois liés à l'amélioration de l'efficacité énergétique des logements entraîne une baisse de la consommation par foyer de la consommation de bois. Pour autant, le bois énergie est une ressource locale et renouvelable pertinente pour répondre aux besoins en chaleur du secteur résidentiel, à condition de veiller à limiter les émissions de particules fines.

Ces deux aspects se compensant, nous retiendrons une consommation stable à moyen et long terme de la part de bois énergie dans le secteur résidentiel.

En termes de type de combustible, la tendance est actuellement à l'augmentation régulière de la part de granulés.

La consommation domestique retenue pour 2050, intégrant un développement du bois énergie en nombre de ménages pour des besoins inférieurs par ménage, se maintient donc à 26 GWh.

En estimant la réduction de consommation énergétique (couplée à une meilleure efficacité des appareils de chauffage) de 50 %, 66 % des ménages pourraient avoir recours au bois énergie pour leur chaleur sans augmenter les prélèvements, soit 6900 ménages.

Potentiel de consommation de bois automatique (chaufferies et réseaux de chaleur)

La prospective réalisée par l'Institut négaWatt à l'horizon 2050 s'appuie sur un développement important de l'usage du bois dans les réseaux de chauffage urbain, portant à 80 % la part de bois énergie dans leur mix énergétique. A cela s'ajoute une part de plus en plus importante de la part des chaufferies bois collectives pour les logements collectifs (30% des logements chauffés au bois).

Cela permet d'évaluer le potentiel de consommations énergétiques couvertes par le bois énergie collectif en 2050 à 25 GWh, ce qui reste modeste du fait du caractère rural du territoire.

La ressource forestière

La forêt de COTELUB est en forte expansion dans les communes forestières, laissant apparaître un potentiel de développement de la filière intéressant, même s'il s'agit d'une forêt méditerranéenne relativement peu productive. Forêt et filière bois font l'objet d'une charte forestière portée par le PNR du Luberon et les CC Pays de Forcalquier-Montagne de Lure, et CC Haute-Provence-Pays de Banon.

Cela laisse une marge de progression, impliquant aussi une négociation entre les usages du bois (bois d'industrie, bois d'œuvre). La mobilisation de 100 % de l'accroissement naturel, c'est-à-dire le potentiel brut de bois renouvelable, représente 71 GWh, contre 26 aujourd'hui.

A Noter : Il s'agit de potentiel brut, dont l'exploitation complète impliquerait des impacts majeurs sur la biodiversité et le stock de carbone (cf. ci-dessous).

Ce potentiel peut être complété par deux autres sources de bois énergie :

Le bois hors forêt

En intégrant une évolution des pratiques agro-pastorales vers davantage d'agroécologie, le modèle développé par SOLAGRO réintègre l'arbre dans les parcelles agricoles sous la forme de haie, ou de systèmes agro-forestiers. De la même façon, les arbres sont amenés à regagner les villes et peuvent ainsi être valorisés pour leur entretien en bois énergie. On évalue alors à environ 0,5 m³ par hectare hors forêt ce potentiel de production. En fonction de la surface hors-forêt du territoire, cela correspond à environ 20 GWh de potentiel sur le territoire.

Valorisation de la biomasse solide issue de la viticulture :

Il est possible de valoriser les sarments issus de la taille des vignes ainsi que les ceps lors de leur remplacement, ou encore les piquets. Ces pratiques sont envisageables mais tout en conservant certaines années la biomasse produite pour la restituer au sol. Le potentiel est ainsi évalué en moyenne entre 0,5 et 0,7 T/ha, soit un total de 4000 à 5 500 T de biomasse valorisable chaque année. Cela représente un potentiel de 14 à 18 GWh liés à la vigne, intégrés dans le potentiel Hors forêt présenté ci-dessus.

Les connexes de scierie

Il est peu probable au vu de la typologie forestière locale d'anticiper un développement de la production de bois d'œuvre. Ainsi, nous ne retiendrons pas de production potentielle de connexes en 2050.

Au total, le potentiel brut total de production de bois énergie, à l'horizon 2050, est estimé à 91 GWh / an.

Il s'agit d'une donnée théorique impliquant l'exploitation maximale de la ressource (tout en garantissant bien sûr son renouvellement) qu'il convient donc d'affiner en fonction des conditions locales de faisabilité. Il couvre les 50 GWh de consommation potentielle du territoire et permet donc d'envisager un développement équilibré de la filière dans le territoire, et des exportations mesurées de bois énergie.

Il s'agit de potentiel brut, dont l'exploitation complète impliquerait des impacts sur la biodiversité et le stock de carbone, il revient au territoire de déterminer les taux d'exploitation qui lui semble pertinent dans le cadre de l'élaboration de sa stratégie.

Valorisation énergétique du bois issu des forêts (substitution énergie fossile) versus stockage sur pied du carbone

Il convient de souligner que la capacité de séquestration de carbone par les forêts dépend notamment de l'âge des peuplements et du type d'essence qui les compose ainsi que de la gestion sylvicole⁷³.

Ainsi, une forêt jeune qui est en croissance stocke davantage de carbone qu'une vieille forêt dont progressivement la mortalité naturelle (relargage du CO₂ par la décomposition de la litière et du bois mort) compense son accroissement biologique (assimilation du CO₂ via la photosynthèse) et donc sa capacité de séquestration.

Ce cycle du carbone est modifié par l'exploitation forestière, qu'il est possible de conduire selon les standards de la sylviculture durable : sylviculture irrégulière, coupes d'éclaircies, en proscrivant les coupes rases au maximum, et en limitant les prélèvements de rémanents lors des coupes⁷⁴.

Il n'existe pas aujourd'hui de consensus scientifique pour comparer le bilan carbone entre les deux stratégies suivantes :

- **Augmenter les prélèvements de bois en forêt afin de produire conjointement :**
 - ✓ **Du bois d'œuvre et d'industrie** qui stockent du carbone et évitent des émissions liées à l'utilisation d'autres matériaux,
 - ✓ **Du bois énergie** via la valorisation des sous-produits de l'exploitation forestières et dont les émissions de CO₂ se substituent à des émissions de CO₂ liées aux énergies fossiles.
- **Diminuer les prélèvements et laisser croître la forêt, pour stocker naturellement davantage de carbone**

Il convient également de prendre en compte les impératifs d'entretiens des forêts, pour prévenir les incendies, et les attaques de parasite qui vont probablement s'intensifier avec le réchauffement climatique (Voir analyse des vulnérabilités du territoire, et l'évolution de l'indice feu de forêt prévu selon les projections de météo France). Ces événements peuvent être responsables d'émissions massives de CO₂.

La charte forestière du PNR apparaît comme l'outil pertinent pour aborder la filière bois de manière transversale et multifonctionnelle.

⁷³ 2015, « *Le carbone forestier en mouvements. Eléments de réflexion pour une politique maximisant les atouts du bois* », Réseau écologique Forestier Rhône-Alpes.

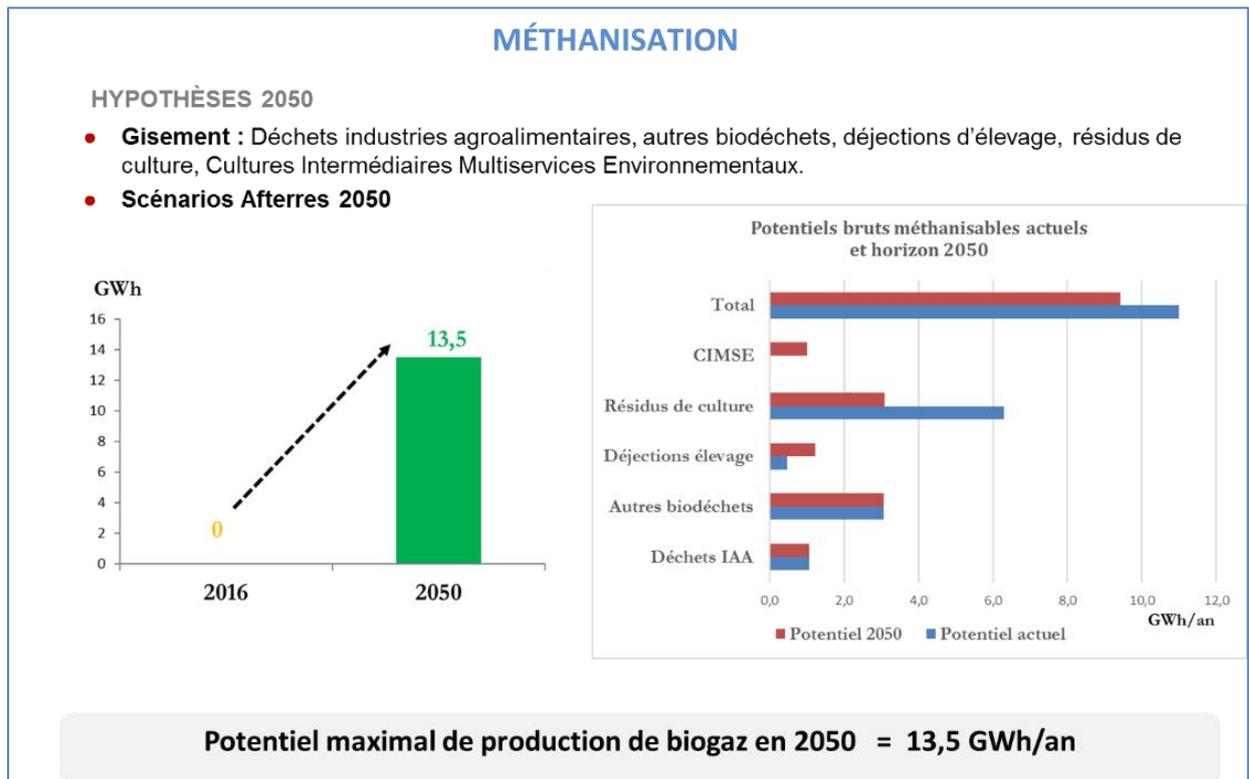
http://refora.online.fr/parutions/Rapport_carbone_forestier.pdf

⁷⁴ Avril 2006, « *La récolte raisonnée des rémanents en forêts* », ADEME Editions, 36 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/33691_remanents.pdf

6.2.3 BIOGAZ

6.2.3.1 Synthèse



Il existe un potentiel de développement de la méthanisation sur le territoire de COTELUB.

Le réseau de distribution de gaz est présent sur 3 communes seulement (Cadenet, Tour-d'Aigues, Villelaure), soit 19% des communes du territoire. L'analyse des capacités d'injection sur le réseau, qui compare les consommations de gaz actuelles et à 2050 aux potentiels de production de biométhane à l'échelle cantonale, montrent une capacité actuelle d'injection limitante sur le territoire. Des capacités d'injection supplémentaires pourraient exister d'ici à 2050, selon le développement du GNV sur le territoire.

Production actuelle : 0,5 GWh

Potentiel de production actuel : 11 GWh/an

Potentiel de production 2050 : 9,4 GWh/an

6.2.3.2 Production actuelle par méthanisation

Le biogaz, issu de la fermentation de déchets organiques, peut être produit dans les stations d'épuration (STEP), dans les installations de stockage de déchets non dangereux, ou en site dédié, par exemple dans une exploitation agricole. Il peut être valorisé de trois manières :

- ✓ **En tant que gaz renouvelable, par injection** : le biogaz, après épuration, devient le biométhane qui est injecté directement dans le réseau de gaz naturel,
- ✓ **Par cogénération** : le biogaz produit alors de l'électricité, distribué sur le réseau ERDF, et de la chaleur.
- ✓ **Pour des usages thermiques** : le biogaz est brûlé pour produire de la chaleur.

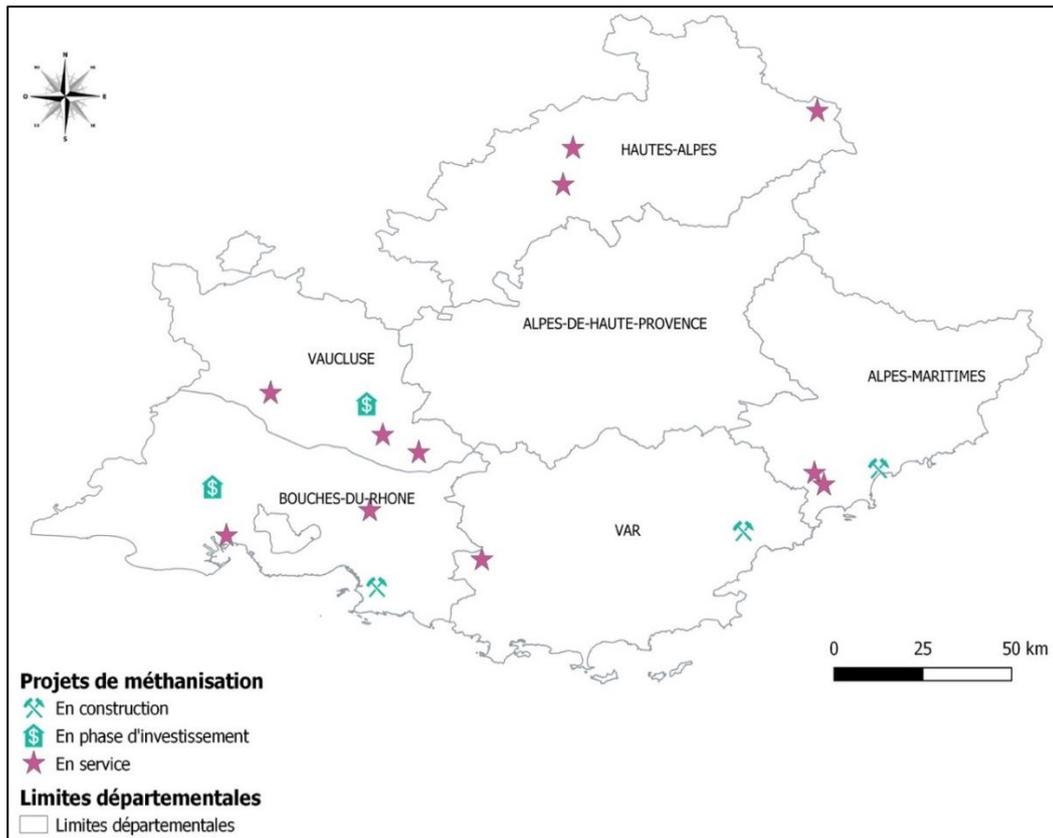


Figure 112 : Carte des installations et projets de méthanisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

A l'échelle régionale, fin 2018, il y a 13 installations de méthanisation en service en Provence-Alpes-Côte d'Azur⁷⁵. Deux installations sont portées par une ferme, 5 sont liées à des industries agro-alimentaires ou des caves coopératives et 4 sont issues de STEP. Le Schéma Régional Biomasse de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur est en cours de finalisation, l'objectif affiché par le Préfet de Région et le Conseil Régional est de le valider courant 2019.

A l'échelle du Vaucluse, on dénombre 3 installations de méthanisation : une installation, Tamisier Environnement, liée à une exploitation agricole et deux installations valorisant les déchets de vinification situés sur le territoire de COTELUB. Il s'agit de deux installations liées aux stations d'épurations de caves coopératives :

- **La Cave coopérative Terres Valdèze de la Tour d'Aigues** a installé un méthaniseur en 2011 pour traiter les effluents issus de sa station d'épuration. Le méthaniseur fonctionne uniquement en saison de vendanges. Le biogaz produit est valorisé partiellement pour chauffer le digestat, le reste étant brûlé en torchère. 25 000 m³ d'effluents sont ainsi traités localement.
- **La Cave Louérien Terres d'Alliance à Cucuron** a installé un méthaniseur en 2014, 2.300 m³ d'effluents issus de la station d'épuration sont ainsi traités. Le biogaz produit est valorisé partiellement pour chauffer le digestat, le reste étant brûlé en torchère.

On estime la production actuelle de biogaz de ces deux méthaniseurs à l'équivalent de 0,5 GWh/an

Par ailleurs, deux projets sont en cours de développement :

- L'entreprise Aptunion, spécialiste dans la transformation de fruits, basé à Apt, développe actuellement un méthaniseur destiné à valoriser ses effluents liquide. Le démarrage est envisagé fin 2019.
- Près de Manosque (04), il existe un projet de méthaniseur, d'envergure importante, qui pour son approvisionnement pourrait impacter les ressources disponibles localement pour COTELUB.

6.2.3.3 Potentiels de production de biogaz par méthanisation

Pour évaluer le potentiel de production de biogaz, deux approches complémentaires sont proposées :

- **Potentiel actuel** de production de biogaz en tenant compte des surfaces et productions agricoles actuelles,
- **Potentiel à l'horizon 2050** de production de biogaz en tenant compte d'une évolution du système agricole ou des ressources complémentaires telles que les algues et herbes sont également quantifiées.

⁷⁵ Voir cartes du site « Solutions de valorisation des matières organiques résiduelles en Provence-Alpes-Côte d'Azur. » <http://www.portail-mo-paca.fr/cartographie/cartographie-centres-paca/>

a) Potentiel actuel de production

▪ Méthode

Pour cette évaluation du potentiel, nous utilisons l'outil BACUS développé par Solagro. Il permet notamment de réaliser sur un territoire une analyse fine du potentiel méthane au niveau communal, cantonal ou régional suivant les besoins.

Cet outil dynamique permet également de produire un état prospectif à différents horizons, jusqu'en 2050.

A partir des sources statistiques nationales et internationales (DISAR, SAA, INSEE, FAO, Agreste, douanes, Recensement Agricole), BACUS est capable de décrire de façon exhaustive pour chaque maille territoriale (commune ou canton) l'utilisation des surfaces et d'estimer les productions agricoles associées, telles que pailles, issus de silos, cultures intermédiaires, etc.

BACUS calcule également les effluents produits à partir des cheptels recensés, ainsi que les déchets produits sur le territoire (biodéchets, industries agro-alimentaires, etc...). Ces productions sont autant de gisement potentiel de production de biogaz. Les coefficients de calculs utilisés par Solagro pour ces estimations sont construits et consolidés depuis des dizaines d'années au travers de différentes études réalisées et en compilant publications et entretiens d'acteurs.

En mode prospectif, BACUS est initialisé avec une évolution du secteur agricole qui suit le scénario Afterres2050 (scénario agricole compatible avec scénario facteur 4).

L'approche de l'état des lieux repose sur une analyse de la statistique disponible, dont les sources sont présentées dans le tableau de synthèse ci-dessous :

Ressources méthanisables	Source des données statistiques	Niveau géographique	Caractéristiques retenues pour évaluer le potentiel
Effluents d'élevage	RA2010 (Recensement Général Agricole de 2010)	Cantonal	Quantité et type d'animaux Taux de pâturage Ration de paille dans les déjections
Résidus de culture	RA2010 et Statistique agricole annuelle	Cantonal	Rendement de production et paille utilisée en litière exclue
CIMSE (Cultures Intermédiaires Multiservices Environnementaux)	RA2010	Cantonal	Cultures en place, rendement, pris en compte si rendement supérieur à 4 tMS/ha
Déchets des industries agroalimentaires	AGRESTE	Établissement	Ratios par ETP – consolidé via une étude nationale récente
Déchets verts	Ratio population	Communal	Ratio étude Ademe 2013
Déchets d'assainissement	Liste ministérielle des stations d'épuration	Établissement	Ratios
Déchets des grandes et moyennes surfaces	Liste nationale des GMS sur le territoire –annuaire professionnel	Établissement	Ratio à la surface de vente

Figure 113 : Ressources méthanisables : données statistiques, niveau géographique et caractéristiques retenues pour évaluer le potentiel (Source : SOLAGRO)

▪ Potentiel de méthanisation actuel

Le potentiel de biogaz actuel est majoritairement lié aux résidus de culture, d'une part, et aux déchets des entreprises agro-alimentaires et à la valorisation des biodéchets, d'autres part. Les résidus de cultures regroupent l'ensemble des pailles de céréales et d'oléagineux, voire de cultures de plantes aromatiques. Ces résidus sont générés au champ lors de la récolte. Certains sont laissés sur place et d'autres sont récoltés. A cela s'ajoute, les menues pailles et les « issus de silos ».

Les entreprises de vinification (coopératives et caves) valorisent les productions viticoles du territoire. Les eaux usées et marcs peuvent être méthanisés et constituent 10% du potentiel.

Enfin, la catégorie « autres biodéchets » comprend les déchets des grandes et moyennes surfaces (GMS), la fraction fermentescible des ordes ménagères (FFOM), les déchets verts, les déchets d'assainissement, et les fauches de bord de route. GMS mis à part, ces ressources sont donc, en grande partie, liées aux activités des communes et de COTELUB.

Communauté territoriale du Sud Luberon	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE ⁷⁶	Total
GWh/an	1,1	3,1	0,5	6,3	0,0	11
%	10%	28%	4%	58%	0%	100%

⁷⁶ CIMSE : Cultures Intermédiaires Multiservices Environnementaux

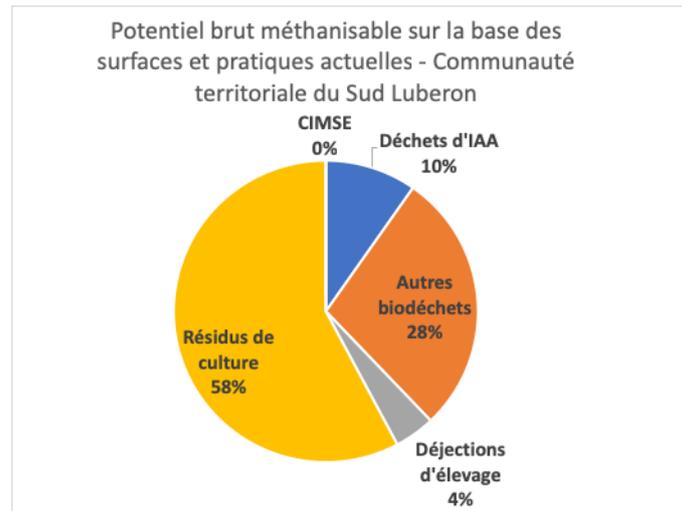


Figure 114 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable sur le territoire de COTELUB.

b) Potentiel de méthanisation à l'horizon 2050

▪ Méthode

Les ressources du territoire à l'horizon à 2050 sont estimées à partir des données de recensement agricole et de Corine Land Cover⁷⁷.

Les hypothèses utilisées sont basées sur le scénario Afterres 2050 développé par Solagro⁷⁸ :

- ✓ Rééquilibrage du régime alimentaire humain : évolution vers une alimentation moins riche en viande et en lait.
- ✓ Généralisation d'une agriculture (et d'une sylviculture) multifonctionnelle qui s'apparente à l'agriculture biologique et à la production intégrée (laquelle ne doit pas être confondue avec l'agriculture raisonnée).
- ✓ Maintien des flux d'import-export dans l'espace Européen et Méditerranéen,
- ✓ Réduction massive des importations de protéines (soja) destinées à nourrir nos cheptels et extensification des systèmes d'élevage,
- ✓ Réduction des gaspillages alimentaires évitables durant toutes les étapes (transformation, distribution, consommations),
- ✓ Réduction puis stabilisation du rythme d'artificialisation des sols.

Ainsi, en 2050, dans ce scénario, l'empreinte du système agroalimentaire est considérablement améliorée : les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture sont divisées par deux, les traitements pesticides sont divisés par trois, ainsi que la consommation d'engrais chimiques, les besoins d'eau pour l'irrigation en été sont divisés par quatre.

▪ Résultats

Le potentiel de méthanisation à l'horizon 2050 pour COTELUB est très légèrement inférieur au potentiel actuel : 9,4 GWh/an contre 10,9 GWh/an.

Communauté territoriale du Sud Luberon	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE	Total
GWh/an	1,1	3,1	1,2	3,1	1,0	9,4
%	11%	33%	13%	33%	11%	100%

⁷⁷ Corine Land Cover : base de données européenne d'occupation biophysique des sols.

⁷⁸ https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Solagro_afterres2050-v2-web.pdf

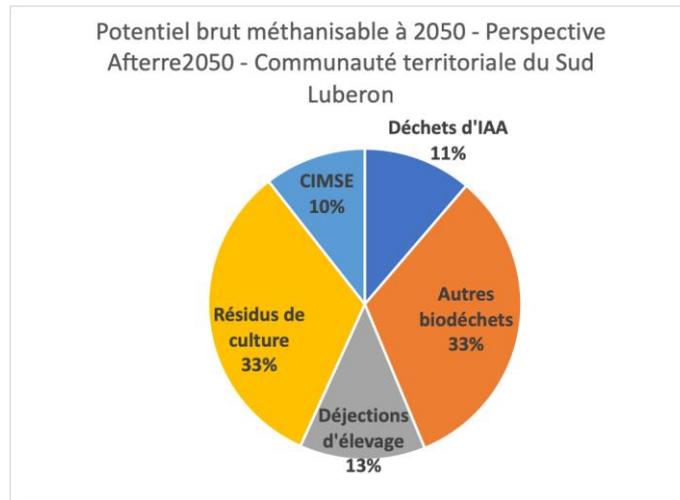


Figure 115 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de COTELUB.

Notre approche méthodologique fait varier sensiblement les composantes agricoles de ce potentiel :

- Les déjections animales augmentent via un taux accru de mobilisation de ces déjections vers les unités de méthanisation,
- Les résidus de culture diminuent de moitié dans ce potentiel, pour deux raisons principales, une baisse des rendements des céréales (liée à une extensification des pratiques culturales) et une diminution des surfaces (liée aux évolutions attendues de l'assolement),
- Enfin, la présence des cultures intermédiaires à multiservices environnementaux sera fortement renforcée dans l'agriculture en 2050. Cela se justifie par l'évolution des pratiques en grandes cultures comme par la modification des calendriers de semis en lien avec les effets du changement climatique. Toutefois, compte-tenu de la place relativement faible des cultures de céréales et oléo-protéagineux sur le territoire de COTELUB, le potentiel estimé à 2050 pour les CIMSE n'est que de 1 GWh/an.

Selon de récents travaux de prospectives sur le gaz renouvelable menés par Solagro (scénario Afterre2050) et par l'ADEME-ENEA-INRIA⁷⁹, des ressources nouvelles pourraient être mobilisées pour la méthanisation.

Ainsi, l'intérêt des algues pour la méthanisation est à prendre en compte à l'horizon 2050 : elles présentent en effet une productivité surfacique plus importante que les végétaux terrestres, en raison d'un rendement photosynthétique supérieur, mais aussi grâce à l'optimisation des conditions de culture. Si ces potentiels sont crédibles d'ici à 2050, les technologies ne sont pas encore complètement abouties, nous avons donc fait le choix de ne pas en tenir compte pour estimer le potentiel à l'horizon 2050. Toutefois, il faut les garder à l'esprit, si des projets de méthanisation devaient voir le jour sur le territoire.

6.2.3.4 Contraintes et leviers pour le développement d'une filière locale de méthanisation

Le potentiel de développement de la méthanisation dans le territoire est limité, au regard d'autres territoires ruraux, mais il existe. Il est lié en grande partie à l'agriculture, aux industries agro-alimentaires, essentiellement celui des déchets issus de la vinification, et aux déchets des collectivités.

Plusieurs éléments qualitatifs sont à prendre en compte pour permettre l'émergence d'une filière méthanisation :

- ✓ **Le potentiel lié à la valorisation des déchets de vinification est important**

Une action de sensibilisation des acteurs du territoire, voire un accompagnement spécifique, pourraient donc être utilement envisagés. Un projet de méthanisation constitue pour ces entreprises une diversification de leurs revenus. Cet aspect est pertinent à prendre en compte au regard de la vulnérabilité de la viticulture au changement climatique (cf. le diagnostic lié à ce thème) et de la très forte dominante viticole du territoire. Les marcs de raisins peuvent être méthanisés à condition de pouvoir compenser leur saisonnalité pour une production constante de biogaz, et d'équilibrer la ration pour

⁷⁹ ADEME/ENEA/INRIA, Juillet 2014, « *Évaluation du gisement potentiel de ressources algales pour l'énergie et la chimie en France à horizon 2030* », 164 p.
<https://hal.inria.fr/hal-01102032/document>

avoir un taux de matière sèche (MS) dans le digesteur à 12 % MS. En France, 90% des marcs de raisin partent en distillerie. Les sous-produits des distilleries (vinasses, pulpes, pépins, rafles) sont épandus ou compostés. Une partie des vinasses est méthanisée. Pour préciser ce potentiel, il sera utile de se rapprocher du GERES qui réalise un travail d'animation régional sur la méthanisation pour le compte de la Région et qui est en contact avec les acteurs locaux de la région du Luberon.

- ✓ En complément des matières agricoles et issus des IAA, les déchets de collectivités constituent également un potentiel intéressant

Pour cette ressource, les collectivités territoriales ont la capacité à agir et pourraient donc être proactives et accompagner efficacement les projets de méthanisation qui émergeront.

- ✓ Les biodéchets représentent également un gisement important dans le territoire.

Étant donné le faible gisement agricole dans le territoire, les biodéchets seraient majoritaire dans des installations de méthanisation spécifiquement dédiées aux ordures ménagères (type piston ou garage). La difficulté réside essentiellement dans le traitement amont afin de retirer la fraction non fermentescible. Plusieurs solutions existent qui doivent être étudiées avec attention : tri-mécano biologique dans l'unité de traitement, collecte sélective en porte à porte ou unité de déconditionnement pour la gestion des biodéchets des grandes et moyennes surfaces.

6.2.3.5 Autres filières de production de biogaz

L'ADEME avec un consortium d'acteurs, constitué entre autres de GRDF et de GRTgaz, indique qu'il est possible d'atteindre un mix de 100% de gaz d'origine renouvelable en France à horizon 2050⁸⁰.

Pour cela, en plus de la méthanisation (biométhane dit de première génération), deux autres filières sont envisagées pour produire du gaz renouvelable pouvant être injecté dans le réseau (biométhane dit de seconde génération) :

- ✓ Power-to-gas,
- ✓ Pyrogazéification.

Ces filières sont présentées en détail en annexe 4 et synthétisées dans la figure suivante :

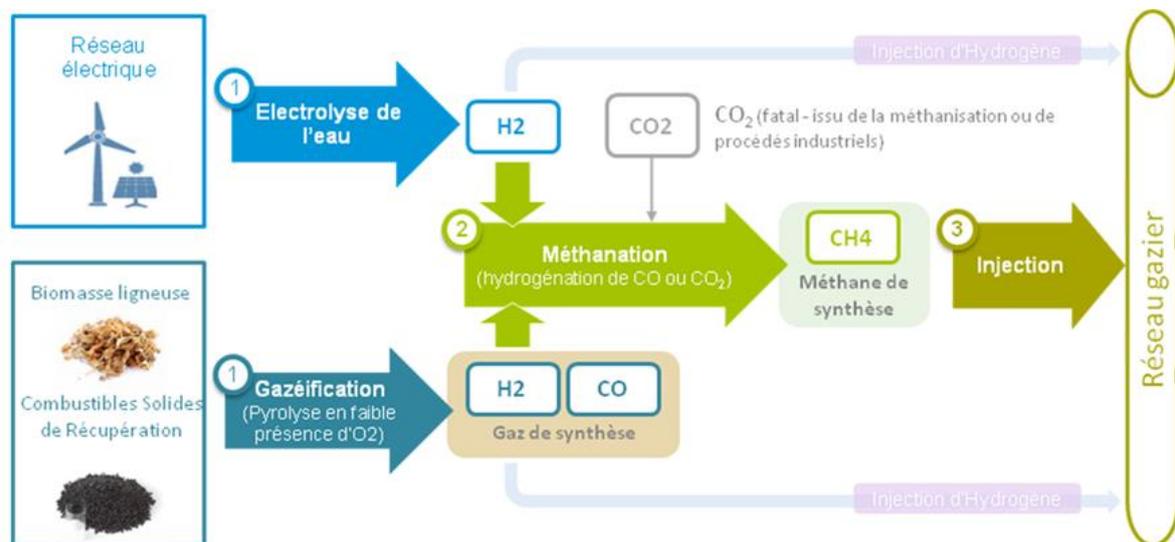


Figure 116 : Les nouvelles filières du biométhane de seconde génération
(Source : <http://www.injectionbiomethane.fr>)

a) Power-to-gas

⁸⁰ 2018, ADEME, « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? Etude de faisabilité technico-économique », 283p.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/france-independante-mix-gaz-renouvelable-010503a.pdf>

Le « power-to-gas » consiste à convertir de l'électricité en gaz de synthèse injectable dans les réseaux de gaz soit sous forme d'hydrogène (après une première étape d'électrolyse de l'eau) soit sous forme de méthane (après une deuxième étape de méthanation c'est-à-dire d'apport de CO₂ à l'Hydrogène)⁸¹.

L'intégration du power-to-gas comme seul débouché à une production d'électricité renouvelable ne présente pas d'intérêt sur le plan économique et énergétique. Le power-to-gas est pertinent pour optimiser globalement le système énergétique, à condition d'avoir un taux de pénétration en énergie renouvelable très important, en particulier dans le réseau électrique. Dans ces conditions, il permettra :

- ✓ **D'apporter de la flexibilité inter-saisonnière au système électrique renouvelable** qui sera majoritairement composé d'éolien et de photovoltaïque. Le surplus d'électricité produit notamment en été par ces énergies sera transformé en gaz qui pourra être transporté et stocké (+ de 300 fois les capacités de stockage du système électrique),
- ✓ **De produire un complément de gaz renouvelable**, pouvant notamment être utilisé comme carburant.

Le power-to-gas fonctionnera de manière intermittente durant les heures de production excédentaire d'électricité renouvelable. La ressource de cette filière n'est donc pas « disponible » à court et moyen terme et son déploiement n'est pas envisagé avant 2030-2035. Sa faisabilité technique et son modèle économique restent également à mettre en place.

On compte actuellement environ une trentaine de démonstrateurs en fonctionnement en Europe. Une seule (GRHYD⁸²) est en service en France à Dunkerque. Le prochain, Jupiter 1000⁸³, est en construction à Fos-sur-Mer, avec un démarrage de l'injection prévue en 2019. L'amélioration des technologies et les baisses de coûts sont encore nécessaires pour l'électrolyse et surtout pour la méthanation.

Pour les années à venir, il est envisagé que le CO₂ nécessaire à la méthanation soit issu d'installation de méthanisation (voir figure ci-dessous). En effet, ces installations produisent un biogaz qui doit être purifié du CO₂ qu'il contient (40 %) avant d'être injecté.

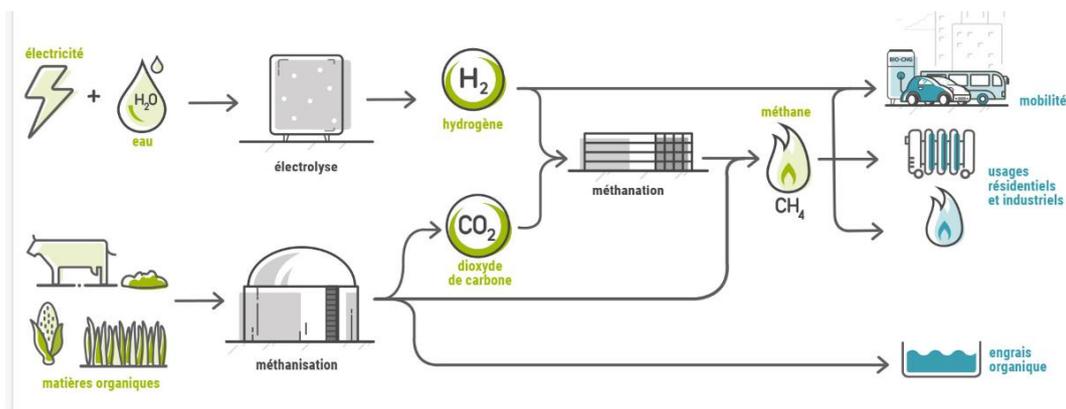


Figure 117 : Couplage du power-to-gas avec la méthanisation (Source : <https://methycentre.eu>)

Le projet METHYCENTRE⁸⁴ implanté à proximité du stockage souterrain de gaz de Céré-la-Ronde (Indre-et-Loire) propose une démonstration de ce couplage entre une installation de power-to-gas et un site de méthanisation.

b) Pyrogazéification

La pyrogazéification est un procédé thermo-chimique, permettant de produire des combustibles solides, liquides ou gazeux à partir de matière organique lignocellulosique (biomasse sèche et combustibles solides de récupération).

Selon les conditions de pression et de température, voire les agents de réaction, le procédé peut être orienté vers la production de gaz de synthèse appelé « syngas » composé principalement de méthane, d'hydrogène, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone mais aussi de goudrons, et autres impuretés.

⁸¹ ADEME, GRTgaz, GrDF, 2014, « Etude portant sur l'hydrogène et la méthanation comme procédé de valorisation de l'électricité excédentaire », 238 p.

<http://www.grtgaz.com/fileadmin/engagements/documents/fr/Power-to-Gas-etude-ADEME-GRTgaz-GrDF-complete.pdf>

⁸² Gestion des Réseaux par l'injection d'Hydrogène pour Décarboner les énergies

<http://grhyd.fr/presentation/>

⁸³ <https://www.jupiter1000.eu/projet>

⁸⁴ <https://methycentre.eu/>

Le syngas peut être valorisé plus ou moins directement comme combustible pour de la production de chaleur ou d'électricité par cogénération. Il est également possible de compléter le procédé afin d'obtenir un gaz principalement composé de méthane et injectable dans les réseaux.

Une seule installation industrielle de pyrogazéification à partir de biomasse propre avec injection de méthane dans le réseau de gaz a été en fonctionnement en Europe : il s'agit de Gobigas en Suède⁸⁵, d'une puissance de l'ordre 20 MWCH4 PCS (32 MWComb PCI).

Il existe une multitude de technologies, mais toutes ne sont pas adaptées à la production de gaz injectable dans les réseaux. Dans tous les cas le syngas nécessite plusieurs étapes de conversion (lavage, méthanation, épuration...). L'assemblage de toutes ces briques technologiques et son fonctionnement optimisé n'est pas encore disponible commercialement pour des tailles d'unité adaptée à des ressources territoriales (il existe des unités commerciales d'environ 1000 MW au charbon en fonctionnement en USA, Chine, Afrique du sud). Par ailleurs, il n'existe aujourd'hui aucun mécanisme de soutien de type tarif d'achat, ni de cadre réglementaire permettant son injection dans le réseau⁸⁶.

En France une plateforme de démonstration piloté par Engie a été créée à Saint-Fons (69) pour tester les différentes briques pour faire du gaz injectable⁸⁷.

Une étude des gisements de matière organique qui pourraient alimenter des unités de ce type a été réalisée en 2018 pour la Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur⁸⁸.

⁸⁵ <http://www.repotec.at/index.php/97.html>

⁸⁶ Même si le gaz respecte les spécifications des opérateurs de réseau de gaz.

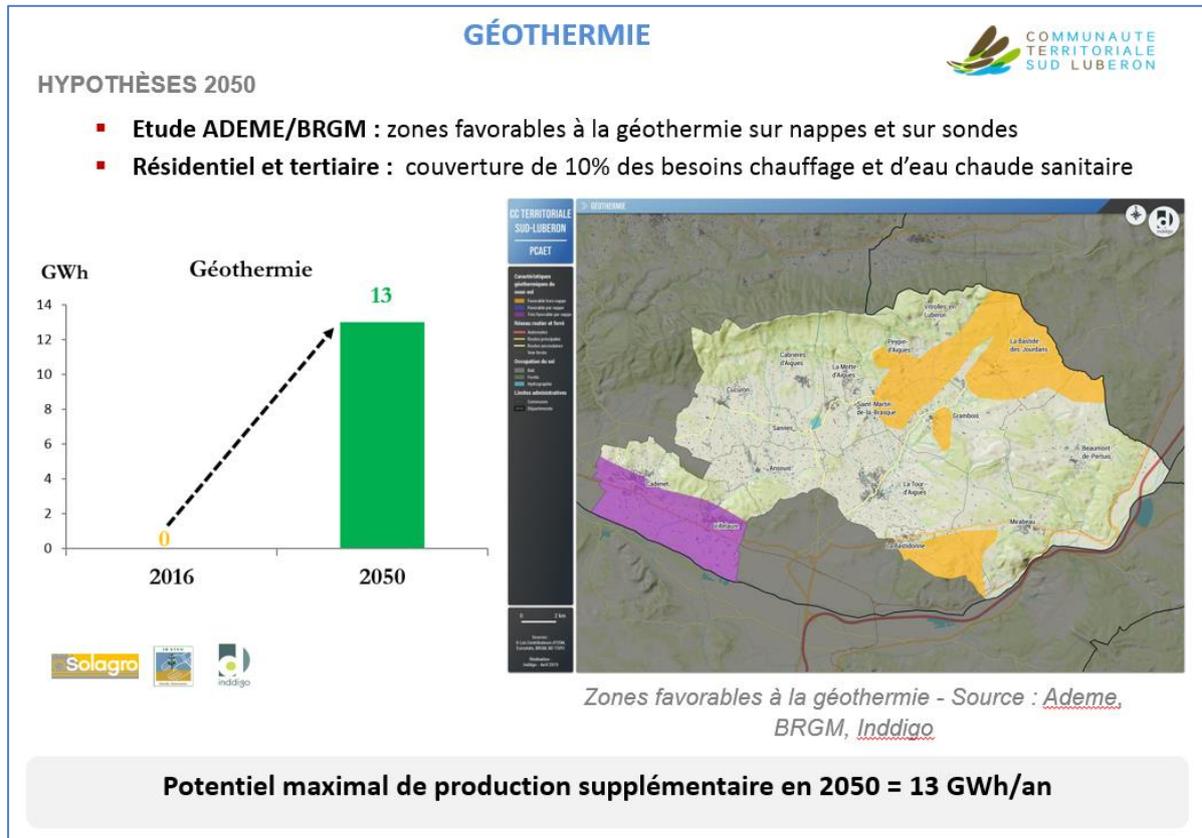
⁸⁷ www.projetgaya.com

⁸⁸ S3D, 2018, « *Étude du potentiel de production de biométhane de seconde génération en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur* », 67p.

[http://oreca.maregionsud.fr/ressources/gestion-documentaire/detail-du-document.html?tx_e gestiondoc_pi1\[uidDocument\]=235&no_cache=1&cHash=518bb4e1927ef6f4fcac49f50509eacd#.XKtO4eSP6Uk](http://oreca.maregionsud.fr/ressources/gestion-documentaire/detail-du-document.html?tx_e gestiondoc_pi1[uidDocument]=235&no_cache=1&cHash=518bb4e1927ef6f4fcac49f50509eacd#.XKtO4eSP6Uk)

6.2.4 GEOTHERMIE

6.2.4.1 Synthèse



6.2.4.2 Méthode et analyse

Deux types de géothermie sont étudiés ici :

- La **géothermie sur nappe** qui utilise les nappes d'eau souterraines via des échangeurs ouverts.
- La **géothermie hors nappes ou sur sondes** utilisant la chaleur contenue dans les sols pour réchauffer un circuit d'eau via un échangeur fermé.

L'identification des zones potentiels repose sur le travail réalisé par le BRGM dans le cadre de la réalisation de l'Atlas géothermique et évaluation du potentiel géothermique mobilisable en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur mis en ligne en 2013 sur le site www.geothermie-perspectives.fr.

Cet atlas définit des zones favorables à la géothermie sur nappes et sur sondes en utilisant les caractéristiques des sous-sols. Il propose également une évaluation de la puissance et de l'énergie récupérable en utilisant ces mêmes caractéristiques. Les calculs de potentiels qui suivent se basent sur les hypothèses définies par le BRGM.

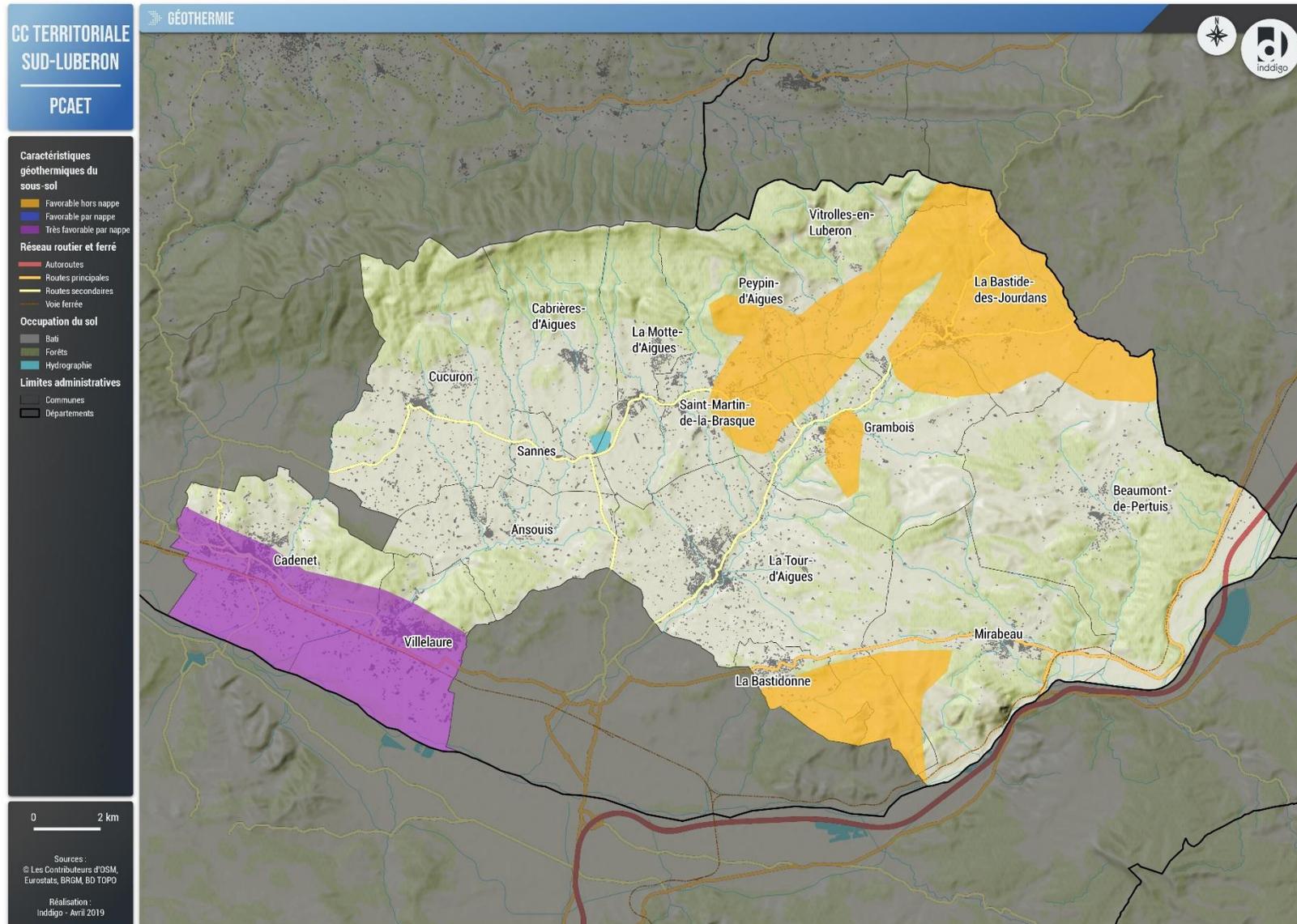


Figure 118 : Carte des zones favorables à la géothermie sur nappes et sur sondes sur le territoire de COTELUB (source : BRGM, Inddigo)

Géothermie sur nappe

Une zone très favorable est identifiée au sud des communes de Villelaure et Cadenet au bord de la Durance. Elle utilise la nappe des alluvions récentes de la Basse Durance. Cette nappe se trouve à une profondeur de 8 m, a un débit moyen de 1000 m³/h et une température moyenne de 13°C. La puissance récupérable est d'environ 15 kW soit environ 30 GWh annuel (COP⁸⁹ = 3,5 ; Temps de fonctionnement annuel = 1400 heures).

La zone identifiée a une superficie de 29 km² et est représentée en bleu foncé sur la cartographie.

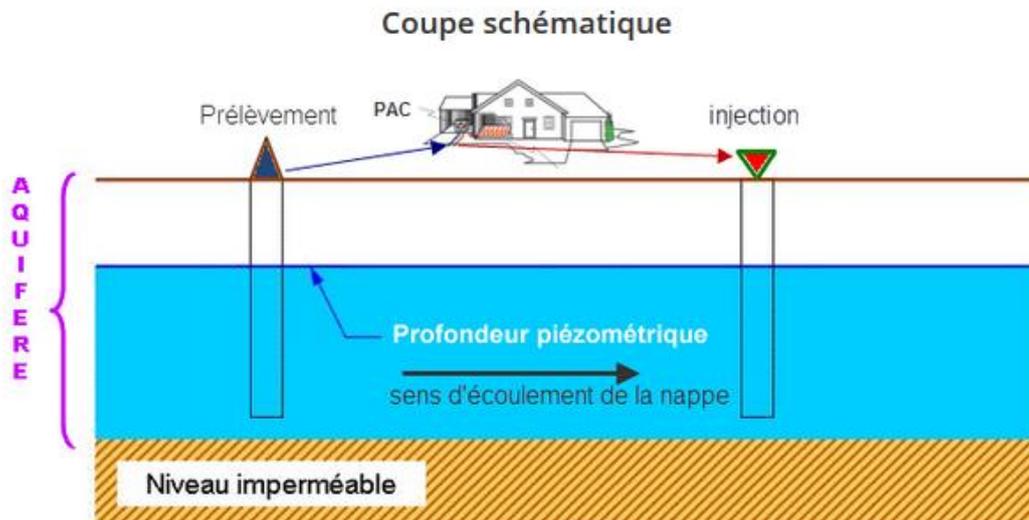


Figure 119 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur nappe (source : www.geothermie-perspectives.fr)

Géothermie sur sondes ou hors nappes

Des zones favorables sont identifiées au Nord-Est du territoire (La Bastide-des-Jourdans, Grambois, Saint-Martin-de-la-Brasque, Peypin d'Aigues et Vitrolles-en-Luberon) et au Sud-Est (La Bastidonne, La tour d'Aigues et Mirabeau).

Dans ces zones, la puissance récupérable est estimée à environ 60 W/m de sonde. Les sondes mesurent en général une centaine de mètres et sont disposées en champs avec un espacement de 10m entre chaque sonde. Ainsi une surface de 1km² peut accueillir environ 100 sondes. La puissance ainsi récupérée est d'environ 600 kW/km² soit une production estimée à 1,2 GWh/km² (COP = 3,5 ; Temps de fonctionnement annuel = 1400 heures).

La superficie totale des zones identifiées est de 60 km², elles sont représentées en jaune sur la cartographie.

⁸⁹ Coefficient de performance

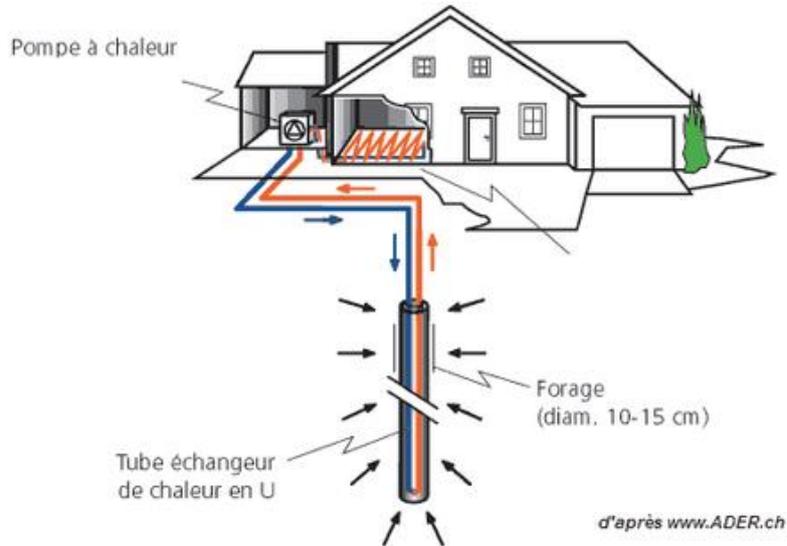


Figure 120 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur sonde (source : www.geothermie-perspectives.fr)

Règlementation

Le décret n°2015-15 du 8 janvier 2015 modifie les caractéristiques de la géothermie de minime importance soumise à déclaration afin d'en élargir le cadre. Ce régime déclaratif simplifié pour les activités géothermiques de minime importance est entré en vigueur le 1er juillet 2015.

Les nouvelles caractéristiques des forages soumis à déclaration sont les suivantes :

- **Echangeurs géothermiques ouverts (= géothermie sur nappe) :**

Température de l'eau prélevée < 25°C,

Profondeur du forage < 200 mètres,

Puissance thermique maximale prélevée du sous-sol < 500 kW,

Les eaux prélevées sont réinjectées dans le même aquifère

Les débits prélevés ou réinjectés sont inférieurs au seuil d'autorisation (rubrique 5.1.1.0 art R214-1 du Code de l'Environnement) (doit 200 000 m³/an).

- **Echangeurs géothermiques fermés (géothermie sur sondes) :**

Profondeur du forage < 200 mètres,

Puissance thermique maximale prélevée du sous-sol < 500 kW.

La carte des zones réglementaires (voir figure ci-dessous) indique que la totalité du territoire est éligible et favorable à la géothermie de minime importance (GMI).



Figure 121 : Carte des zones éligibles à la géothermie de minime importance (Source : Ademe, BRGM⁹⁰)

Le potentiel géothermique des sous-sols du territoire existe et est assez important. Cependant l'énergie disponible n'est pas forcément valorisable en raison des différentes contraintes techniques, topographiques, réglementaires, financières, ...

Sur la base des travaux du scénario négaWatt, il a été estimé que l'équivalent de 10% des besoins en chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire) actuel des bâtiments résidentiels et tertiaires peut être couvert par la géothermie à l'horizon 2050.

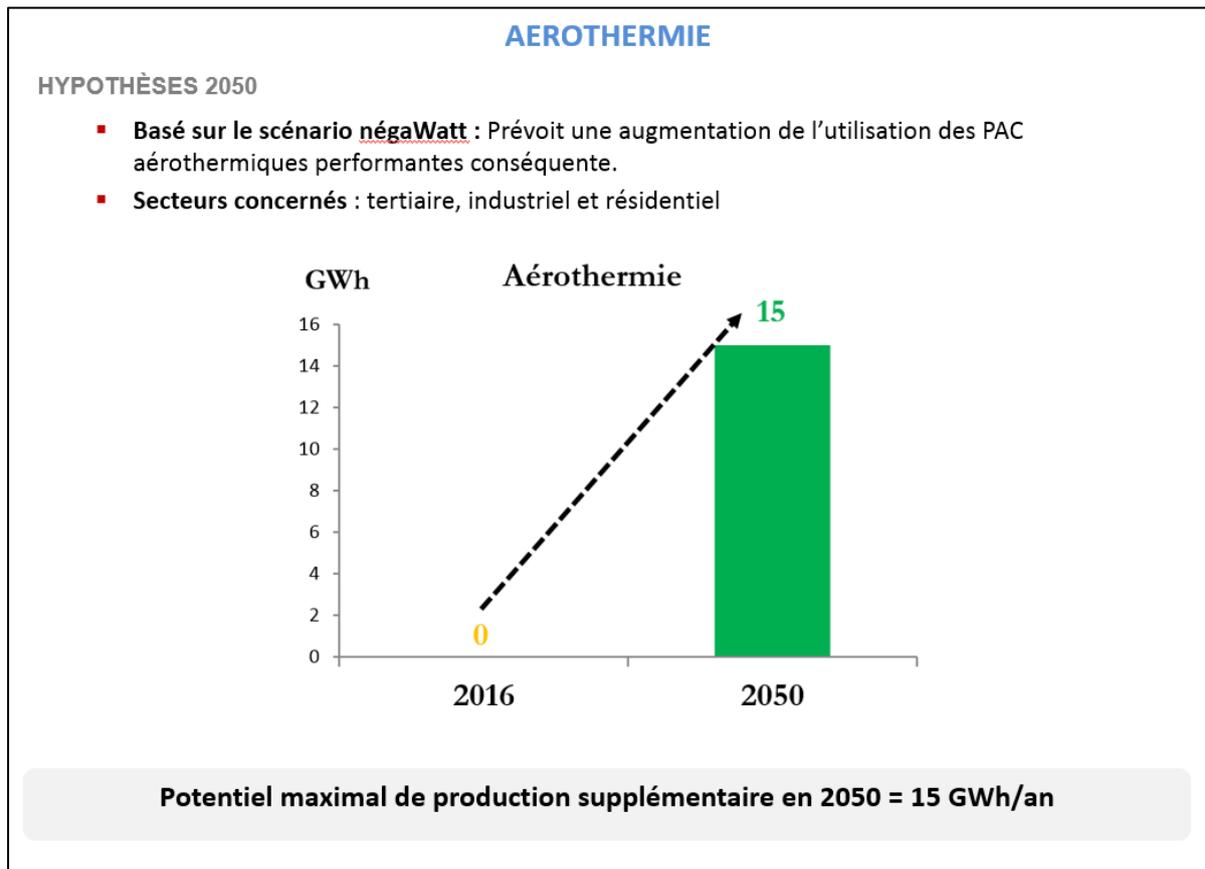
Le potentiel de production d'énergie par géothermie est estimé à 13 GWh.

Cela pourrait se traduire par exemple par 112 installations de 10 sondes (112 MWh), ou 560 installations de 2 sondes (24 MWh) pour des maisons individuelles.

A noter que le développement de la géothermie sur nappe devra prendre en compte l'enjeu fort de protection de la nappe des « alluvions de la basse Durance » classée au titre du SDAGE Rhône méditerranée comme ressource stratégique à protéger pour l'alimentation en eau potable.

6.2.5 AÉROTHERMIE

6.2.5.1 Synthèse



6.2.5.2 Méthode et analyse

Le principe de récupération de l'aérothermie est de récupérer l'énergie calorifique contenue dans l'air ambiant afin de produire de la chaleur à partir d'une Pompe à Chaleur.

Deux types de PAC aérothermique sont utilisées :

- PAC Air-Air : L'air ambiant extérieur est réchauffé par un système de compression détente et est ensuite soufflé directement dans les pièces à réchauffer. A noter que dans la plupart des cas ce système est réversible et peut également servir à climatiser une pièce
- PAC Air-Eau : Le système est le même à la différence que l'air n'est pas directement soufflé mais sert à réchauffer un circuit d'eau qui alimente par la suite des convecteurs basse température tels que des planchers chauffants ou des radiateurs basse température

Ce système de chauffage a l'avantage d'être peu coûteux et simple d'installation et d'utilisation. Son rendement est cependant bien moins élevé qu'une PAC géothermique entraînant ainsi des consommations électriques importantes. Elles peuvent en outre être bruyantes. Enfin elles ne sont pas adaptées à basses températures extérieures, leur rendement est fortement dégradé en dessous de 3 degrés et elles nécessitent un chauffage d'appoint en dessous de -10°C.

Ainsi l'utilisation de PAC aérothermiques **performantes** est intéressante dans le cas d'un delta de température minimale entre l'extérieur et l'intérieur ou pour un préchauffage.

La production actuelle de chaleur à base de PAC aérothermiques est considérée comme nulle en raison du manque de données disponibles. En effet la base de données CIGALE ne recense pas l'énergie produite par cette filière. On la retrouve dans le recensement de la consommation dans le vecteur « Autres énergies renouvelables ».

Le potentiel de développement de cette filière se base sur les travaux du scénario négaWatt qui prévoit une augmentation de l'utilisation des PAC aérothermique importante à l'horizon 2050, 87 TWh⁹¹.

Afin de territorialiser ce potentiel, un ratio utilisant la consommation des secteurs résidentiels, tertiaires et industriels est utilisé :

	France métropolitaine (Scénario négaWatt)	Communauté Territoriale Sud Luberon
Consommation résidentiel, tertiaire et industrie à 2050 (GWh)	524 000	90
Potentiel de production aérothermique estimée à 2050 (GWh)	87 000	15

Figure 122 : Potentiel de production via des PAC aérothermique au niveau national et intercommunal (sources : CIGALE, INSEE 2015, Scénario négaWatt)

Le potentiel de production de chaleur via des PAC aérothermique est estimé à 15 GWh annuel.

Cela représente environ 300 000 m² de bâtiments chauffés.

6.2.6 RECUPERATION DE CHALEUR FATALE

6.2.6.1 Synthèse

Pas de potentiel sur le territoire.

6.2.6.2 Méthode et analyse

La récupération de chaleur fatale peut se faire sur quatre types de gisement :

- Industrie
- Eaux usées
- Incinérateur
- Centres de données (ou datacenters)

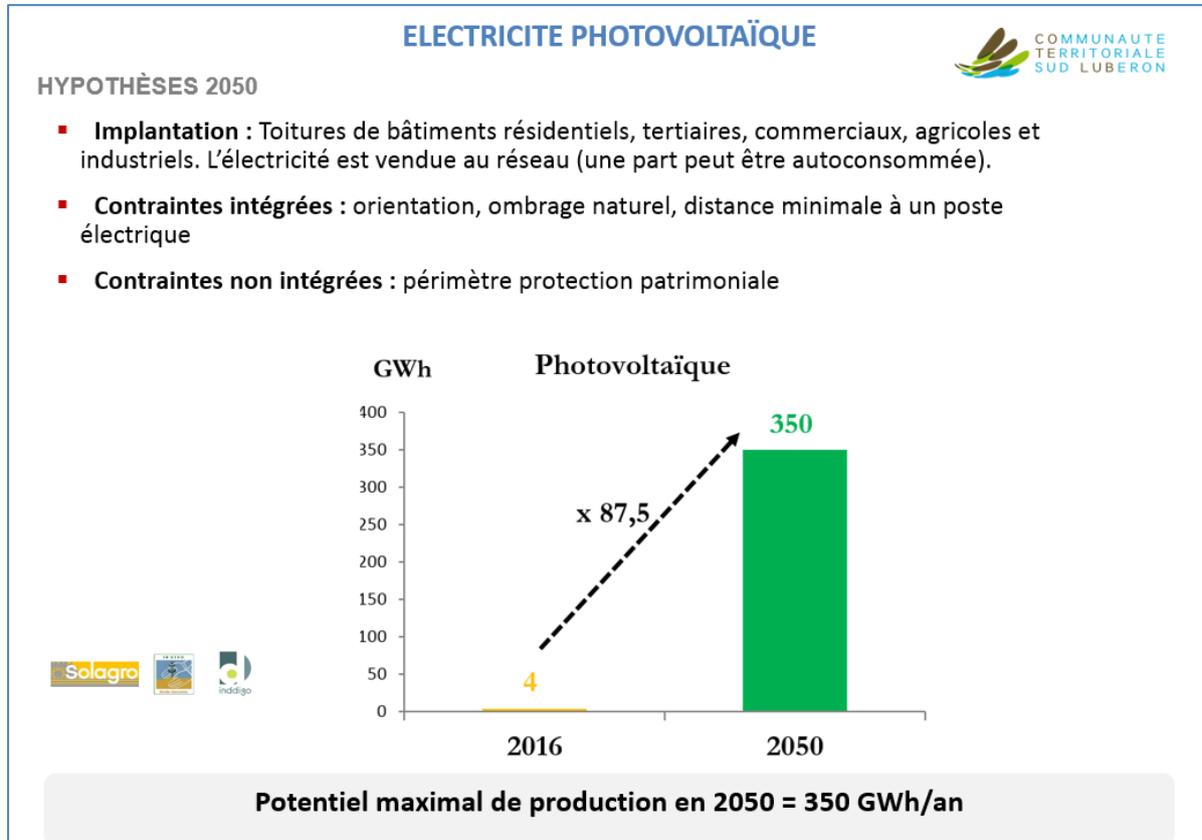
En raison de l'absence d'installations industrielles importantes, de station de traitement des eaux usées à fort débit, d'incinérateurs et de centres de données sur le territoire le potentiel de récupération de chaleur fatale sur le territoire est nul

⁹¹ <https://negawatt.org/scenario/>

6.3 ELECTRICITE RENOUVELABLE

6.3.1 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

6.3.1.1 Synthèse



6.3.1.2 Méthode et analyse

Rappel du contexte régional

Il existe en Provence-Alpes-Côte d'Azur un cadre régional pour le développement du photovoltaïque (PV)⁹² qui est l'aboutissement d'un travail collaboratif avec les DDT(M), la DRAC et la DRAAF. Ce document, qui a vocation à évoluer pour prendre en compte les retours d'expérience à venir, fait un état des lieux de la filière PV et des objectifs (nationaux et régionaux). Il préconise la hiérarchisation suivante pour l'implantation des projets :

- ✓ En priorité, le PV sur toitures et ombrières de parkings,
- ✓ Sous certaines conditions, le PV au sol,
- ✓ Sous réserve, les serres PV.

Dans ce cadre, l'évaluation du gisement solaire photovoltaïque sur le territoire a consisté à évaluer la production photovoltaïque qui pourrait être installée sur les bâtiments du territoire et en ombrière de parking. Les surfaces exploitables au sol n'ont pas été prise en compte en raison du manque de données lors de la réalisation du diagnostic. La base de données BASOL⁹³ sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) ne recense aucune zone anthropisée pouvant être mobilisée pour l'installation de centrale solaire PV.

Cependant, Évaluation macroscopique du potentiel photovoltaïque mobilisable au sol en région Provence-Alpes-Côte d'Azur a été réalisé en 2019 par le CEREMA⁹⁴. Cette étude identifie les zones potentielles pour l'implantation de centrales solaires au sol et estime la production. Une extraction de ces données au niveau intercommunal pourrait permettre une

⁹² http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/cadre_regional_photovoltaique_dreal_paca_2019_02.pdf

⁹³ <https://basol.developpement-durable.gouv.fr/recherche.php>

⁹⁴ « Évaluation macroscopique du potentiel photovoltaïque mobilisable au sol en région Provence-Alpes-Côte d'Azur » – CEREMA – Avril 2019

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/evaluation-macroscopique-du-potentiel-photovoltaïque>

évaluation précise du potentiel PV au sol. Cette étude fait apparaître un potentiel PV au sol de plus de 3 GW dans le département du Vaucluse.

Doctrine du PNR du Luberon sur le solaire PV au sol

Le PNR a publié une doctrine sur le solaire PV en 2009 qui a été révisée en 2018. Celle-ci intègre plusieurs recommandations visant à encadrer le développement des installations solaire PV sur le territoire du Parc.

Le PNRL devant donné un avis sur les projets d'aménagement sur le territoire, cet avis sera défavorable si une ou plusieurs des recommandations suivantes ne sont pas respectées :

- L'implantation de centrales solaire PV est exclue sur les terres agricoles mécanisables
- L'implantation de centrales solaire PV est exclue sur les terres boisées présentant un fort enjeu forestier (degré de naturalité supérieur à 6)
- L'implantation de centrales solaire PV est exclue sur les espaces et sites naturels remarquables
- L'intégration paysagère des centrales solaire PV devra être cohérente. Les périmètres des monuments historiques sont exclues.
- La sauvegarde de la biodiversité sera un enjeu majeur lors de l'implantation. La préservation des habitats naturels des espèces animales à enjeu fort sur le territoire devra être garantie
- La planification de l'éventuel démantèlement des centrales doit inclure un plan de restauration écologique des milieux naturels patrimoniaux tenant compte de leur capacité de résilience connue.

Méthode

L'évaluation du gisement brut a été réalisée grâce à un système d'information géographique en croisant les données cartographiques de l'IGN (la BD TOPO et notamment la couche BATI) avec les données d'irradiation locales issues du programme PVGIS du Joint Research Center de la commission européenne.

Surfaces étudiées

Tous les types de toitures recensés par la BD TOPO sont prises en compte. A cela s'ajoute les surfaces de parking. A ce stade, l'installation de toiture photovoltaïque sur des immeubles classés ou inscrit au titre des monuments historiques et dans leurs abords (périmètre de protection adapté ou dans un rayon de 500 mètres) ainsi que dans des sites patrimoniaux remarquables⁹⁵ n'a pas été écartée. En effet, l'évolution technologique des panneaux, tuiles, ardoise et revêtements photovoltaïque peut vraisemblablement d'ici 2050 permettre d'envisager une meilleure intégration de ces dispositifs sur et à proximité de ces bâtiments ou zones. Par ailleurs, de plus en plus d'expériences de réalisation photovoltaïque s'intégrant harmonieusement avec le patrimoine voient le jour avec l'accord des architectes des Bâtiments de France⁹⁶.

Photovoltaïque en toiture

Les toitures des bâtiments sont caractérisées par :

- ✓ **Leur surface** : calculée à partir de l'emprise au sol des bâtiments figurant dans la BD TOPO (pas d'ajustement entre surface de rampant et surface projetée au sol compte tenu de la précision des données),
- ✓ **Leur orientation par rapport au sud** (Sud=0°, Est=-90°) : elle correspond à la direction vers le Sud perpendiculaire à la plus grande longueur du bâtiment (faitage supposé).

Les systèmes photovoltaïques potentiels sont ensuite caractérisés par :

- ✓ **Leur surface en toiture** : calculée à partir des ratios suivants :

Surface bâtie	25 m ² < bâti < 1500 m ²	1500 < bâti < 2500m ²	bâti > 2500 m ²
Surface exploitable	50 % surface bâtie	70 % surface bâtie	Surface bâtie

- ✓ **Leur orientation par rapport au sud** : valeurs homogènes avec celles des pans de toitures ;
- ✓ **Leur puissance en kWc** : sur la base de 200 Wc/m² de panneaux (correspondant à un rendement surfacique moyen de 20%, représentatif des technologies actuelles et futures) ;
- ✓ **Leur production électrique annuelle en kWh/an** : obtenue par requête auprès de l'interface PVGIS

⁹⁵

https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?sessionid=8B0266BECD3F08B8C6DF44837EEB26E0.tplgfr37s_3?idArticle=LEGIARTI000032858246&cidTexte=LEGI TEXT000006074236&dateTexte=20180821

⁹⁶ « **Solaire et patrimoine protégé. Créer les paysages d'aujourd'hui en respectant l'héritage du passé : énergie solaire et patrimoine protégé** », Fédération Nationale des collectivités concédantes et régies, 20 p.

http://www.fnccr.asso.fr/wp-content/uploads/2018/11/Guide_solaire_patrimoine_prot%C3%A9g%C3%A9.pdf

Orientation	Production électrique (kWh/kWc)
EST-OUEST	1130
SUD-EST / SUD-OUEST	1380
SUD	1480

Nota : les ombrages proches comme la végétation et les bâtiments alentour ne sont pas pris en compte dans la simulation, les masques lointains comme le relief montagneux le sont.

Le potentiel brut s'élève à 650 GWh.

Plusieurs hypothèses ont été pris en compte pour évaluer un potentiel net à 2050 :

- Seules les toitures indifférenciées, industrielles, agricoles ou commerciales
- Les installations de puissance inférieure à 250 kWc situé à plus de 250 m d'un poste de distribution ne sont pas considérées
- Coefficients d'abattement de 30% pour les masques proches, les bâtiments dont la structure ne permet pas d'accueillir les panneaux, les bâtiments se trouvant dans un périmètre protégé

Ainsi le potentiel du territoire s'élève à 348 GWh.

Il est important de noter que ce gisement est un potentiel maximal qui ne sera pas raccordable en l'état actuel du réseau électrique. On estime que 10 à 20% du potentiel PV en toiture peut être raccordé à l'heure actuel. Il faudra, en concertation avec le gestionnaire du réseau de distribution (Enedis) et éventuellement les syndicats d'énergies, prendre en compte dans les programmes d'investissement réseau les toitures favorables à l'installation de panneaux solaire photovoltaïque.

À l'horizon 2050, le potentiel maximal de production d'énergie à partir du solaire photovoltaïque en toiture est estimé à 348 GWh/an, avec une puissance installée de 257 MWc.

Ce potentiel ne tient pas compte de l'évolution des constructions neuves qui, selon les objectifs réglementaires, notamment E+C-, seront amenées à produire de l'énergie.

A titre d'exemple :

- ✓ Production d'une maison individuelle avec 30m² de panneaux photovoltaïques : 4 MWh/an pour une puissance de 3kWc,
- ✓ Production d'un nouveau bâtiment tertiaire de 1000 m² SHON : 36MWh/an pour 27 kWc installée,
- ✓ Pour un bâtiment industriel de 1000 m² SHON : 33 MWh/an pour 28 kWc installée.

Photovoltaïque sur des ombrières de parking

Deux parkings de taille importante ont été identifiés sur le territoire, un à Villelaure et un autre à Saint-Martin-de-la-Brasques



Figure 123 : Exemple de parking pouvant accueillir des panneaux solaire PV en ombrière, Saint-Martin-de-la-Brasque

Afin de déterminer le potentiel de production les hypothèses suivantes ont été considérées :

- 50% de la surface recouverte de panneaux
- Puissance des modules de 200 Wc/m²
- Orientation optimisée (sud) avec une production de 1480 kWh/kWc

Ainsi le potentiel total en ombrière de parking s'élève à 2 GWh pour 1 MWc installé.

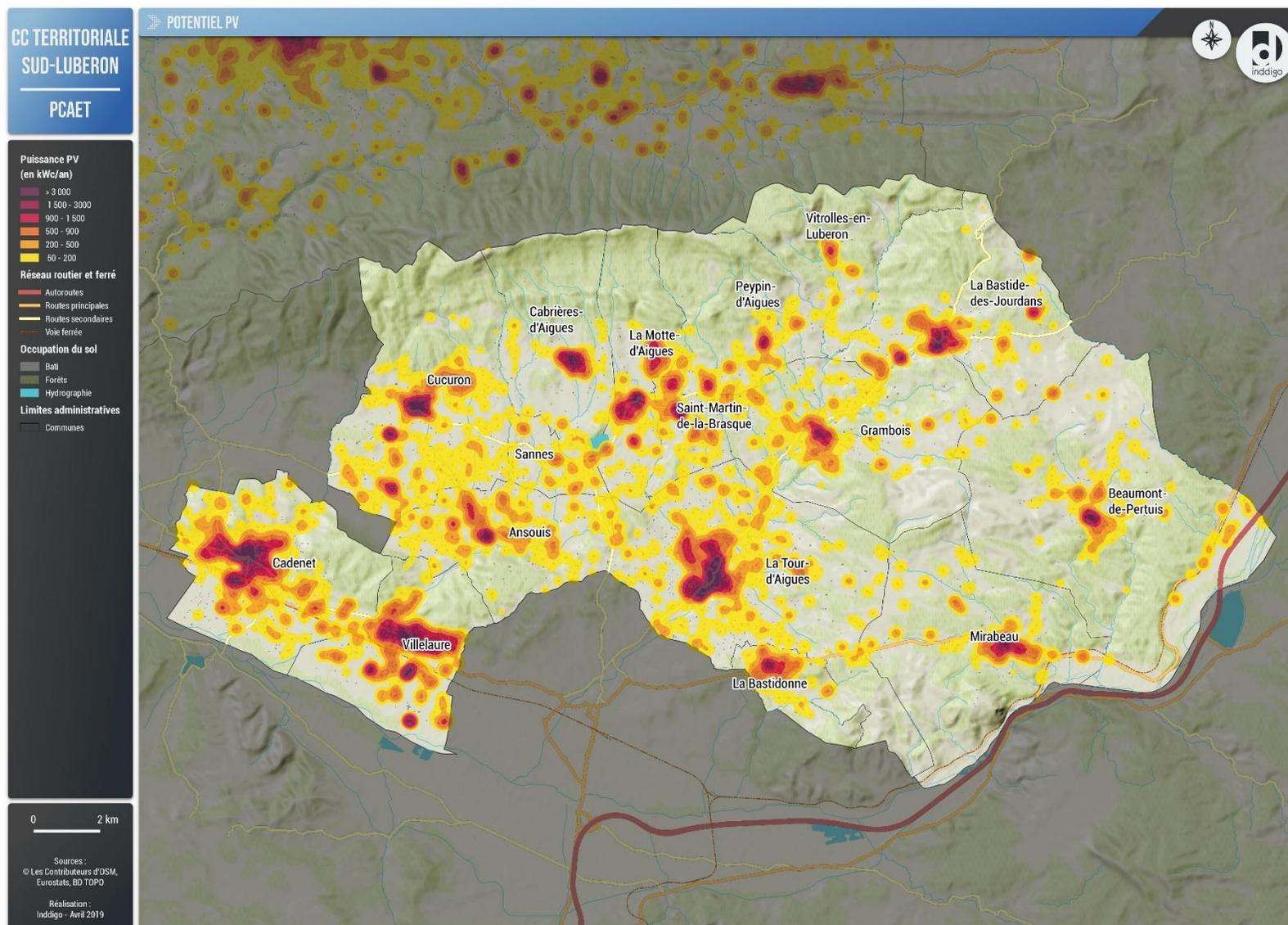


Figure 124 : Carte du potentiel brut solaire PV en toiture (source : BDTOPO - IGN, PVGIS, Inddigo)

6.3.2 EOLIEN

6.3.2.1 Synthèse

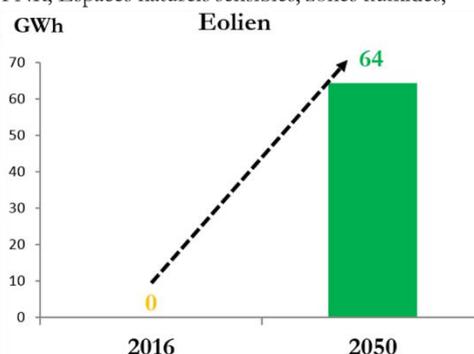
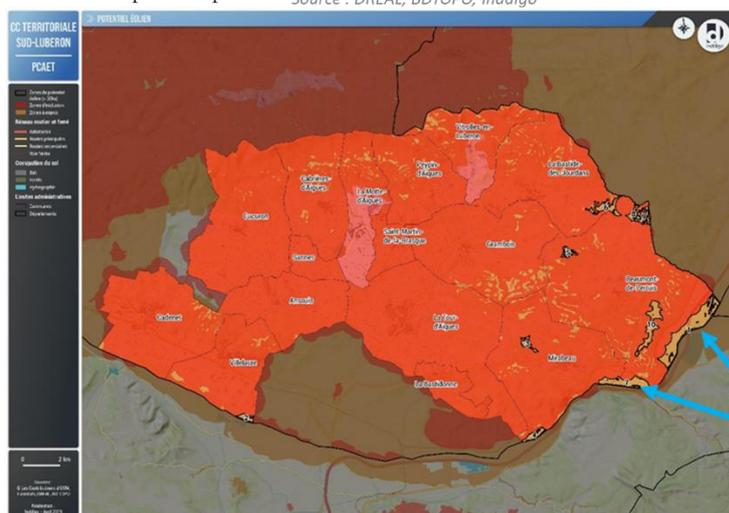
HYPOTHÈSES

EOLIEN



- **Contraintes d'exclusions** : Sites inscrits et classés, réserves naturelles, rayon de 500 mètres autour des habitations, arrêtés protection biotope, zone centrale biosphère
- **Contraintes à enjeux environnementaux forts** : Natura 2000, ZNIEFF, PNR, Espaces naturels sensibles, zones humides, zone tampon biosphère

Source : DREAL, BDTOPO, Inddigo



2 zones à enjeux environnementaux forts d'une surface supérieure à 50 ha et en dehors du rayon d'exclusion du Laboratoire Sous Terrain Bas Bruit (30 km)

6.3.2.2 Méthode et analyse

Le territoire de COTELUB est fortement contraint pour l'implantation d'éoliennes de par sa position central dans le PNR du Luberon. La totalité du territoire est soumise à des contraintes environnementales et patrimoniales. Elles ne sont cependant pas toutes des contraintes d'exclusion mais constitueront un enjeu fort et pourront potentiellement empêcher l'implantation d'éoliennes.

Ainsi les différentes contraintes ont été réparties en deux groupes :

- Exclusion :
 - Sites inscrits
 - Sites classés
 - Réserves naturelles régionales
 - Réserves naturelles nationales
 - 500m autour des habitations
 - Arrêté préfectoral de protection de biotope
 - Biosphère (Zone centrale)
- Enjeux forts :
 - N2000 ZPS
 - N2000 SIC
 - ZNIEFF 1
 - ZNIEFF 2
 - PNR
 - Espaces naturels sensibles
 - Zones humides
 - Biosphère (Zone tampon)

D'autres parts les zones ayant un relief accidenté (pente supérieure à 10%) et de superficie trop petite (inférieure à 20 hectares) sont écartées.

En tenant compte de ces données, 10 zones à enjeux forts ont été identifiées. Elles sont regroupées dans l'Est du territoire exceptée une se trouvant à Villelaure (2). Elles sont représentées et identifiées par un numéro sur la cartographie.

Afin d'estimer le potentiel de production de chaque zone les hypothèses suivantes ont été utilisées :

- 4 éoliennes par km² (900m d'espacement minimum entre chaque éoliennes)
- Puissance unitaire des éoliennes de 2,5 MW

- Facteur de charge de 21%⁹⁷ (moyenne française)

Le tableau suivant résume le nombre d'éoliennes installable par zone, la puissance équivalente ainsi que le potentiel de production estimé.

ID cartographie	Surface (ha)	Nombre d'éoliennes	Puissance (MW)	Potentiel (GWh)
1	254	10	25	46
2	22	1	2,5	4,6
3	23	1	2,5	4,6
4	31	1	2,5	4,6
5	21	1	2,5	4,6
6	64	3	7,5	13,8
7	102	4	10	18,4
8	24	1	2,5	4,6
9	31	1	2,5	4,6
10	108	4	10	18,4
Total COTELUB	680	27	67,5	124

Figure 125 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des zones potentielles

La rentabilité des projets dépend du nombre d'éoliennes installées. Ainsi des parc mono éolienne présenteront des coûts d'investissement rédhibitoires en comparaison des revenus engrangés.

Ainsi seules 4 des 10 zones sont réellement mobilisables. Cela représente 21 éoliennes pour une puissance équivalente 52,5 MW et un potentiel de production de **97 GWh**.

Le Laboratoire Souterrain à Bas Bruit situé à Rustrel préconise dans un rapport pour avis préliminaire⁹⁸ une zone d'exclusion d'un rayon de 30 km autour du site afin d'éviter les émissions parasites engendrées par les éoliennes susceptibles de dégrader l'environnement bas bruit nécessaire aux expérimentations du laboratoire. Les zones se trouvant en dehors de ce rayon d'exclusion sont les zones 1, 4 et 7. La zone 4 étant de faible superficie seule les zones 1 et 7 à Beaumont-de-Pertuis sont mobilisables (avec cependant des enjeux environnementaux forts). Leur surface permettent d'accueillir 14 éoliennes soit une puissance de 35 MW pour un productible estimé à 64 GWh.

A l'horizon 2050, le potentiel brut de production d'énergie à partir de l'énergie éolienne est de 64 GWh.

6.3.2.3 Petit éolien

Le potentiel de développement du petit éolien n'a pas été considéré dans la présente étude.

La catégorie « Petit éolien » regroupe un large spectre de machines :

- ✓ « Micro-éolien » : machines < 1 kW,
- ✓ « Petit éolien » : machines entre 1 kW et 36 kW,
- ✓ « Moyen » éolien : comprenant les machines entre 36 kW et 250 kW

L'ADEME considère⁹⁹ le gisement petit éolien plus intéressant pour l'autoconsommation que pour la production. La cible à privilégier correspond aux professionnels (industrie, agriculture, ou tertiaire) en zone rurale, afin d'éviter d'installer des éoliennes de taille trop faible sur des gisements non favorables. Selon la qualité du site et la technologie choisie, un petit aérogénérateur peut produire annuellement entre 1 000 et 3 000 kWh par kW installé.

⁹⁷ Le facteur de charge correspond au temps de fonctionnement équivalent à pleine puissance de l'éolienne. Le facteur moyen des parcs français est de 21% soit un temps de fonctionnement annuel à pleine puissance de 1840 heures. Ce facteur est susceptible d'évoluer selon les vitesses de vents enregistrées.

⁹⁸ Georges Waysand, 6 janvier 2003, « Risques de dégradation de l'environnement bas bruit du LSBB par l'implantation d'éoliennes »

⁹⁹ Fiche technique ADEME, février 2015, « le petit éolien », 11 p.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-petit-eolien-201502.pdf>

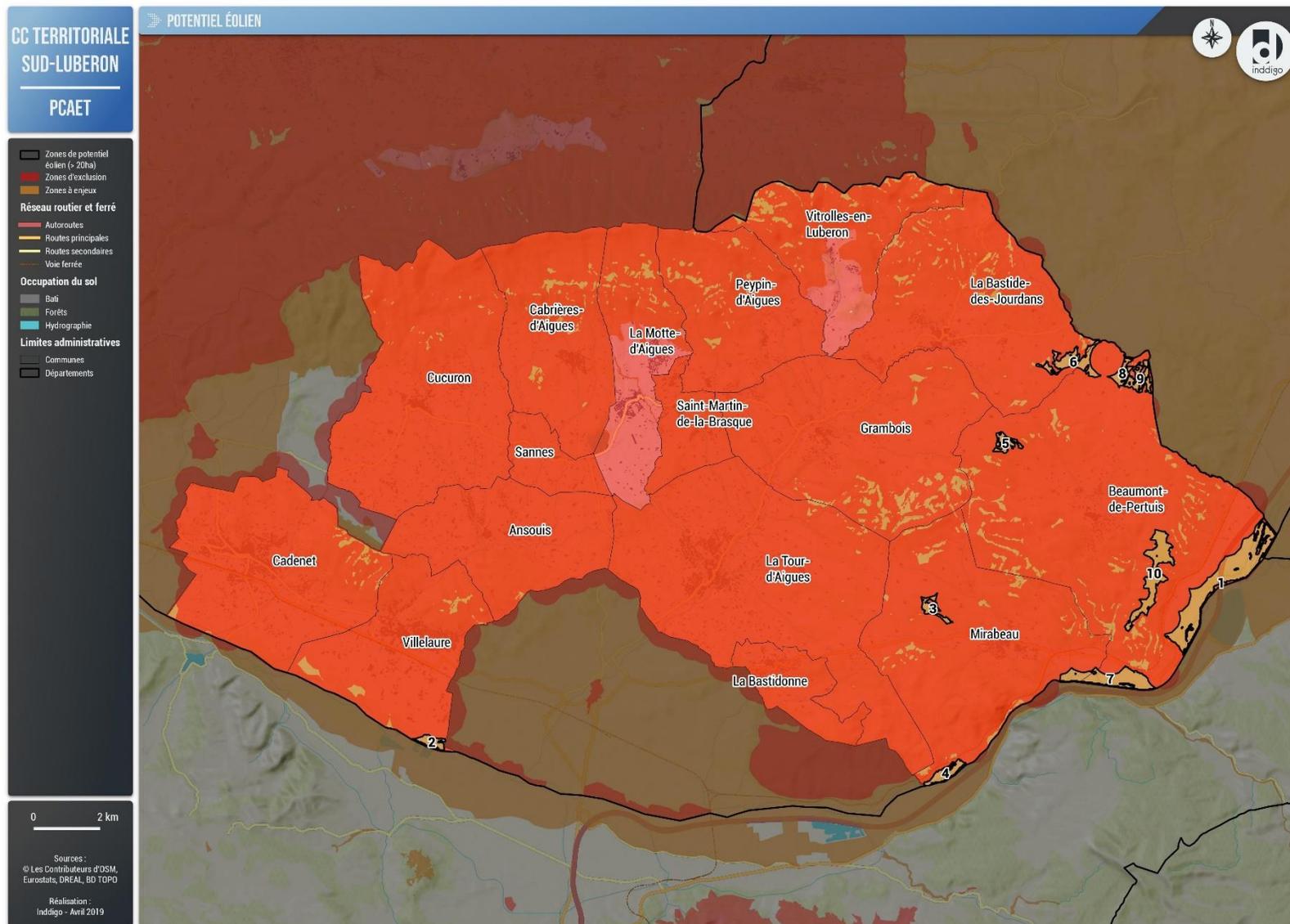
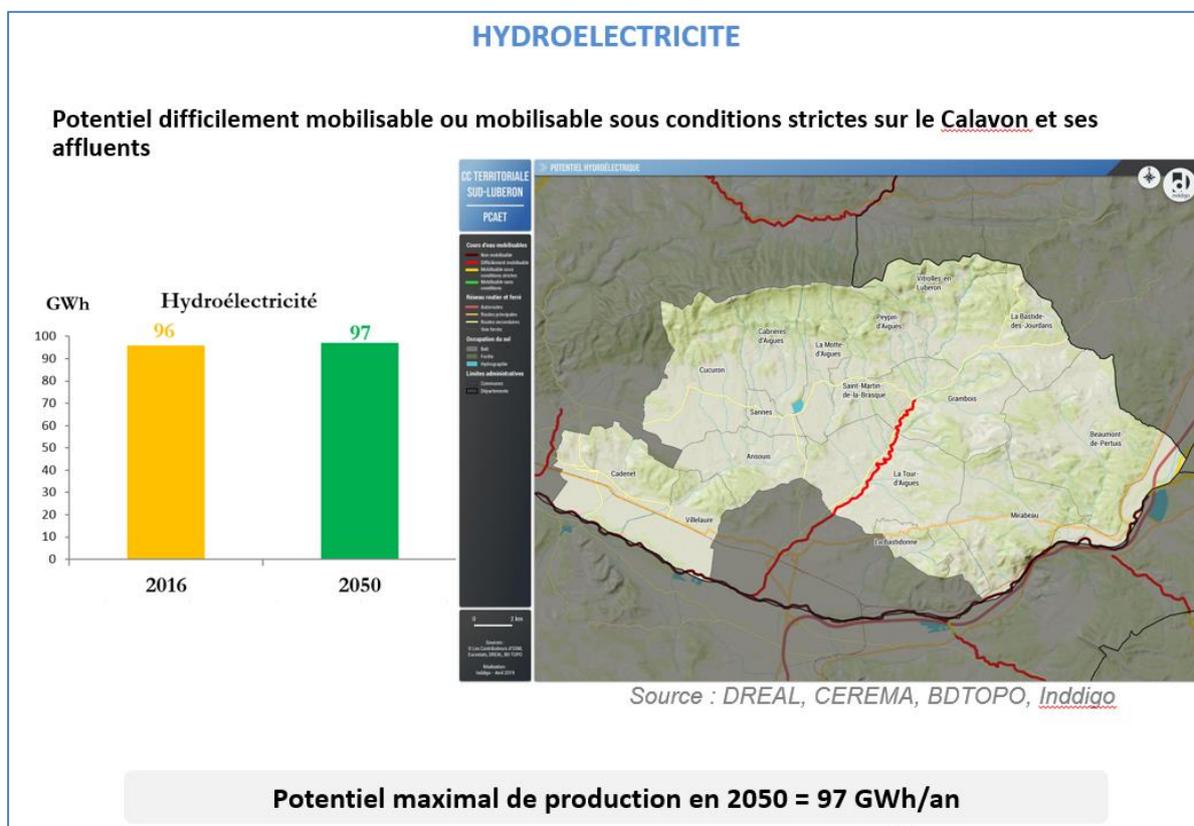


Figure 126 : Zones de potentiel éolien (source : BD TOPO, DREAL, Inddigo)

6.3.3 HYDROÉLECTRICITE

6.3.3.1 Synthèse



6.3.3.2 Méthode et analyse

L'évaluation du potentiel hydro électrique se base sur une étude¹⁰⁰ réalisé par le CEREMA en 2010 puis mise à jour en 2015¹⁰¹ pour le compte de la région SUD.

Cette étude a pour but d'évaluer le potentiel hydroélectrique mobilisable en région SUD. Pour cela les cours d'eau sont classés en différentes catégories selon les contraintes environnementales auxquelles ils sont soumis. Ils sont par la suite découpés en tronçons pour lesquels un potentiel est déterminé comme suit :

$$\text{Puissance théorique } P \text{ (kw)} = (9,81 \times \text{rendement}) \times Q_{\text{module}} \text{ (m}^3\text{/s)} \times h \text{ (m)}$$

$$\approx 8 * \times Q_{\text{module}} \text{ (m}^3\text{/s)} \times h \text{ (m)}$$

* (9,81 : accélération terrestre arrondie à 10 multipliée par 80 % pour tenir compte du rendement moyen des installations au fil de l'eau) - formule adoptée dans l'étude ADEME et validée au niveau national

$$\text{Potentiel productible } E \text{ (kWh)} = 8 \times Q_{\text{module}} \text{ (m}^3\text{/s)} \times h \text{ (m)} \times 4\,700 \text{ h}$$

$$\text{ou, si la puissance est disponible, } E \text{ (kWh)} = P \text{ (kw)} \times 4\,700 \text{ h}$$

Figure 127 : Extrait de la méthodologie de détermination du potentiel hydroélectrique (source : CEREMA)

Sur le territoire le potentiel se trouve sur L'Eze (affluent de la Durance), il est difficilement mobilisable Le potentiel estimé s'élève à moins d'1 GWh.

A l'horizon 2050, le potentiel brut supplémentaire de production d'énergie à partir d'hydroélectricité est de moins d'1 GWh.

¹⁰⁰ 2010, CETE Méditerranée, « Identification du potentiel hydroélectrique résiduel mobilisable sur les cours d'eau de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR ».

¹⁰¹ 2015, CEREMA, « Mise à jour 2015 du potentiel hydroélectrique en région PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR », Direction Territoriale Méditerranée.

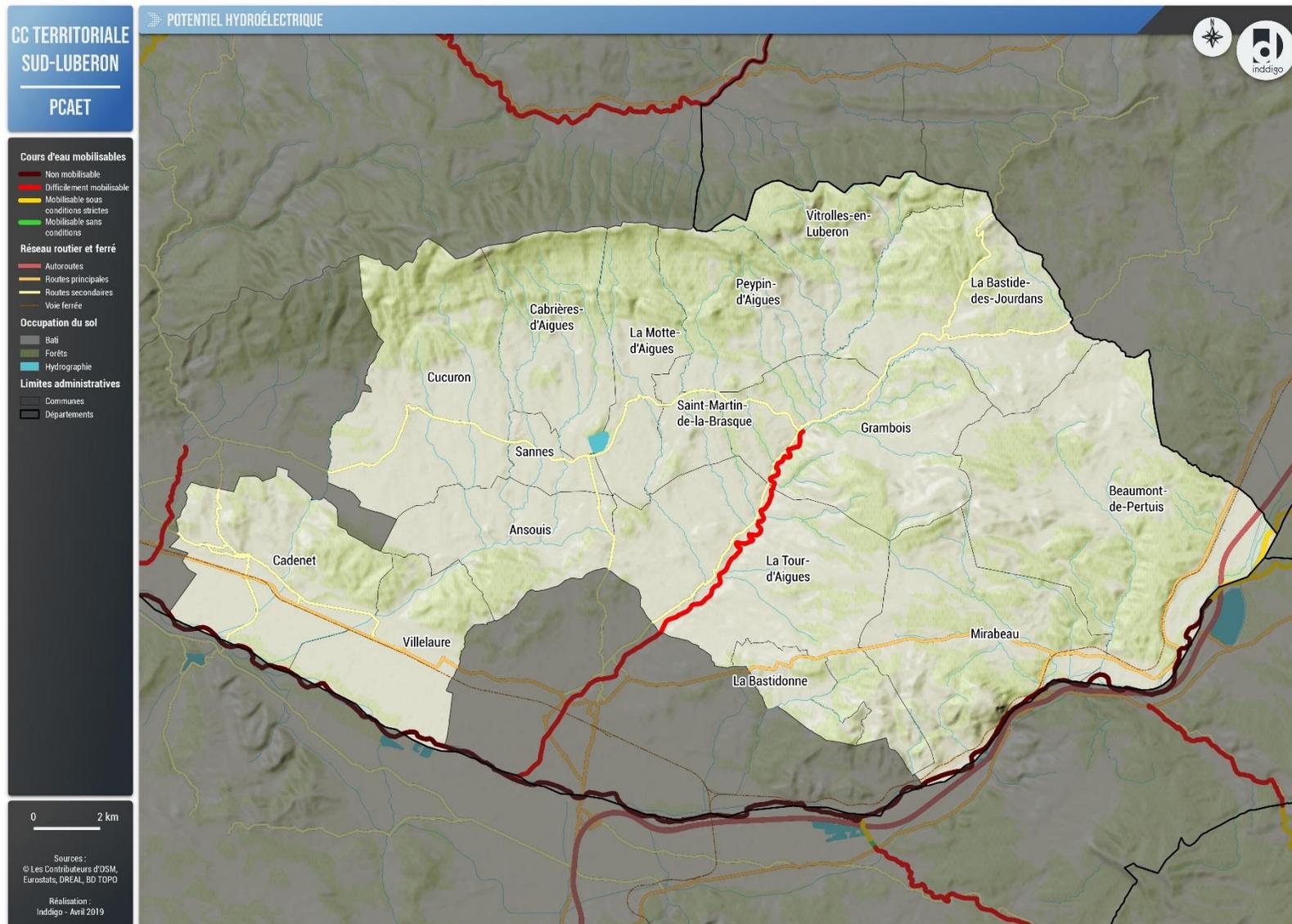


Figure 128 : Cours d'eaux mobilisables pour des installations hydroélectriques (source : BDTOP0, CEREMA, DREAL, Inddigo)

6.3.4 STOCKAGE ET COGENERATION

Les principales énergies renouvelables à fort potentiel de développement (éolien, solaire) sont intermittentes. Assurer le bon fonctionnement des systèmes électriques comportant une forte proportion d'énergies renouvelables fera donc apparaître d'importants besoins de flexibilité pour assurer le bon équilibre entre l'offre et la demande. C'est pourquoi le développement des capacités de stockage de l'électricité (entendu ici au sens de conversion d'électricité produite vers une forme d'énergie stockable, et sa reconversion ultérieure sous forme d'électricité) est un élément essentiel de la transition énergétique.

Le stockage est une source de flexibilité parmi d'autres, dont l'ajustement de la production (production acheminable), le pilotage de la consommation (effacement, offres tarifaires à différenciation temporelle, etc.), ou encore le développement du réseau, notamment les interconnexions.

Il existe différentes solutions technologiques pour stocker l'électricité¹⁰² nous en détaillerons uniquement deux dans le présent rapport, les batteries et l'hydrogène qui fait l'objet d'un plan national de déploiement¹⁰³

6.3.4.1 Batteries

Du fait de la baisse des coûts de production, les batteries apparaissent aujourd'hui comme une technologie prometteuse pour répondre à ce besoin. Le stockage par batteries se développe rapidement dans différentes régions du monde : Californie, Royaume-Uni, Allemagne, îles et territoires non interconnectés dont les ZNI françaises, Australie, Afrique, etc.

En France métropolitaine continentale, le développement des batteries reste lent : un projet de 6 MW vient d'être annoncé pour une mise en service au premier trimestre 2019, et 75 MW pourraient être en service fin 2019. Des projets de batteries se développent néanmoins dans le cadre de démonstrateurs financés par les gestionnaires de réseaux Enedis (Nice Grid, Venteea) et RTE (Ringo).

Il est impossible de quantifier ce que sera le besoin de stockage en France à long terme, tant les différents paramètres (évolution de la production, de la consommation, développement des autres moyens de flexibilité, etc.) sont incertains. On sait toutefois que ce besoin va augmenter, du fait de la fermeture des centrales au charbon, de la baisse à 50% de la part du nucléaire et du développement des ENR. Le stockage se développera pour répondre à des besoins physiques du système, mais aussi s'il permet de remplacer des moyens de flexibilité moins compétitifs. Par exemple, l'utilisation de batteries pour la réserve primaire au Royaume-Uni et en Allemagne permet de libérer des capacités de production classiques pour d'autres usages.

6.3.4.2 Filière hydrogène

Les développements technologiques et les expérimentations menées ces dernières années dans le domaine de l'hydrogène permettent à l'ADEME¹⁰⁴ de considérer que ce vecteur lorsqu'il est d'origine renouvelable apportera plusieurs contributions à la transition énergétique et écologique notamment dans les domaines suivants :

✓ Flexibilité des réseaux énergétiques

L'hydrogène jouera un rôle de passerelle entre les réseaux électriques et les réseaux de gaz, qui permettra de stocker de grandes quantités d'énergie renouvelable sur de longues durées.

Deux voies de stockage sont envisageables :

- **L'injection directe d'hydrogène dans les réseaux de gaz** : la technologie d'électrolyse produit, à partir d'électricité et d'eau, de l'hydrogène qui peut être injecté dans les canalisations de gaz, à hauteur minimum de 6% en volume, et jusqu'à 20% dans certaines conditions.
- **La combinaison de cet hydrogène avec du CO₂ pour former du méthane de synthèse**, par la réaction de méthanation (voir chapitre autre production de biogaz). Le produit formé étant proche du contenu du gaz naturel, il est adapté à une injection en grandes quantités dans les infrastructures gazières (stockage souterrain, réseaux de transport et de distribution).

Le gaz stocké sera mobilisé ultérieurement pour reproduire de l'électricité selon la demande : c'est ce qu'on appelle, pour les réseaux électriques, le « stockage inter-saisonnier » ou « power-to-gas-to-power » entre périodes excédentaires (plutôt estivales) et déficitaires (plutôt hivernales). Les infrastructures électriques disposeront de plus en plus de capacité de stockage d'électricité, dits de court ou moyen terme (par batteries, air comprimé ou stations hydrauliques) ayant des cycles de charge / décharge de quelques heures ou quelques jours. Le stockage inter-saisonnier offrira ainsi aux réseaux

¹⁰² ENEA Consulting, 2012, Le stockage d'énergie, « *Enjeux, solutions techniques et opportunités de valorisation* », 18 p. <http://www.enea-consulting.com/wp-content/uploads/2015/05/ENEA-Consulting-Le-Stockage-dEnergie1.pdf>

¹⁰³ Ministère de la Transition écologique et solidaire, 1^{er} juin 2018, Dossier de presse, 19 p. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.06.01_dp_plan_deploiement_hydrogene_0.pdf

¹⁰⁴ ADEME, 2018, « *Fiche technique : L'Hydrogène dans la transition énergétique* », 15 p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique_hydrogene_dans_la_te_avril2018_2.pdf

électriques un service d'équilibrage en stockant sous forme de gaz des surplus d'électricité renouvelable disponibles certaines semaines ou mois pour être réutilisée sur d'autres périodes déficitaires.

En Provence-Alpes-Côte d'Azur le projet Hygreen Provence¹⁰⁵ consiste à produire de l'hydrogène à partir d'énergies renouvelables et de la stocker dans des cavités salines de grandes dimensions de la région de Manosque (04).

✓ **Ecoquartiers et éco-îlots**

Connectés aux réseaux électriques et gaziers locaux, l'hydrogène et les piles à combustible pourraient apporter des services à l'échelle du quartier ou de l'îlot de bâtiments facilitant l'autoconsommation des énergies renouvelables :

- **Le principe du stockage hybride batterie / chaîne hydrogène** pourrait s'appliquer à des bâtiments et quartiers qui ont une production d'électricité photovoltaïque. L'autonomie totale sur l'année n'est pas nécessairement pertinente s'ils sont connectés à un réseau électrique local. En revanche, le stockage peut permettre par exemple l'effacement ponctuel vis-à-vis du réseau électrique ou la fourniture d'énergie à des véhicules électriques.

A titre d'exemple en Provence-Alpes-Côte d'Azur, le projet ECOBIOH2¹⁰⁶ situé à Avignon (84) consiste pour un bâtiment résidentiel-tertiaire neuf d'associer une production solaire à un stockage d'électricité hybride (hydrogène et batteries).

- **Dans le cas d'une connexion au réseau gazier**, un quartier ou un bâtiment peut également produire électricité et chaleur via une pile alimentée au gaz pour couvrir une partie de ses besoins¹⁰⁷. C'est le principe de micro-cogénération qui sera d'autant plus intéressant que les réseaux de gaz vont contenir une part croissante de gaz renouvelable. L'électricité produite peut être consommée sur place mais aussi réinjectée sur le réseau électrique local pour être valorisée sur la zone ou le territoire au besoin. Ce peut être le cas par exemple au moment de l'appel de puissance électrique en période de grand froid. Un programme de démonstration ADEME-GrDF¹⁰⁸ d'une cinquantaine de piles dans l'habitat a été lancé pour confirmer ces potentialités, qui sont par ailleurs étudiées dans d'autres pays européens comme en Allemagne.

L'ADEME souligne également les points de débat sur l'hydrogène notamment sur les aspects liés à son rendement énergétique et aux risques accidentels associés à son utilisation qui doivent être pris en compte dans sa mise en œuvre.

¹⁰⁵ http://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2018/02/hygreen_provence.pdf

¹⁰⁶ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ecobio-appelprojet.pdf>

¹⁰⁷ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/hydrogene-piles-atelier2.pdf>

¹⁰⁸ <https://presse.ademe.fr/2018/06/pile-a-combustible-lademe-et-grdf-lancent-une-operation-pour-mettre-en-avant-la-technologie.html>

6.4 CARBURANT RENOUVELABLE

6.4.1 AGROCARBURANTS

6.4.1.1 Biocarburants liquides

Les besoins de carburants liquides pour la mobilité, peuvent être couverts par la production de biocarburants, issus de la biomasse. Ainsi, au début du XXème siècle, la Ford T fonctionnait à l'alcool, tandis que Rudolf Diesel inventait le moteur qui porte son nom afin, entre autres, de valoriser les productions d'huiles végétales des agriculteurs.

Les biocarburants sont ensuite mis au second plan par l'utilisation massive de produits pétroliers, avant d'être remis en avant au début des années 2000 pour des raisons de hausse du coût du pétrole et de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre dans un contexte de surproduction et de jachère agricole. Le bilan carbone des agro-carburants fait alors rapidement l'objet de controverse même si différentes études mettent en évidence leur avantage relatif par rapport aux carburants fossiles¹⁰⁹, tout comme le fait de destiner des terres agricoles productives à la production d'énergie.

La Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse¹¹⁰ (SNMB) publiée par arrêté du 26 février 2018 qui découle de la loi sur la Transition énergétique pour la croissance verte met en avant une hiérarchie des usages de la biomasse. Ainsi, les productions à vocation alimentaire, pour l'homme ou les animaux, ou encore utilisables en matériaux n'ont pas vocation à être valorisées en énergie. Ce schéma connaît une déclinaison régionale, celui de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur¹¹¹ devrait être approuvé au cours du premier semestre 2019.

Sur le territoire de la Communauté de communes Pays d'Apt Luberon, le SITROM (syndicat de traitements des ordures ménagères) possède déjà une flotte de véhicule GNV. Une station GNV a été implantée à Apt en décembre 2018.



Figure 129 : Station GNV d'Apt (source : <https://www.gaz-mobilite.fr/actus/premiere-station-gnv-intercommunale-vacluse-2150.html>)

On distingue plusieurs types de biocarburants provenant de différents types de biomasses¹¹² :

Biocarburants de première génération¹¹³

Les biocarburants de première génération pour lesquels on distingue ceux élaborés :

A partir de l'alcool :

¹⁰⁹ 2006, ADEME-ECOBILAN, « Bilan énergétique et émission de GES des carburants et biocarburants conventionnels. Convergence et divergences entre les principales études reconnues (citées) », 18 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/41339_comparatifacv.pdf

¹¹⁰ « Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse », 113p.

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Strat%C3%A9gie%20Nationale%20de%20Mobilisation%20de%20la%20Biomasse.pdf>

¹¹¹ « Schéma Régional Biomasse de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur 2017-2023, Volet 2 : Stratégie régionale de mobilisation et de valorisation de la biomasse », 121 p.

http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/SRB/doc22_volet_2_du_schema_strategie_mobilisation_valorisation.pdf

¹¹² Arrêté du 29 juin 2018 fixant la liste des biocarburants et bioliquides éligibles à la minoration de la TGAP et précisant les modalités du double comptage des biocarburants.

¹¹³ 2012, Les avis de l'ADEME, « Les biocarburants de 1ère génération », 6 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-ademe-sur-biocarburants-1ere-generation-2012.pdf>

Le bioéthanol est produit à partir de la fermentation de sucres par des levures pour obtenir de l'alcool. Les plantes privilégiées, pour leur teneur en amidon ou en sucres : le blé, la betterave, le maïs et la canne à sucre. Il peut remplacer l'essence, ou être ajouté en petite proportion au gazole. Dans cette même filière alcool, on trouve également le principal dérivé de l'éthanol, l'ETBE, pour Ethyl tertio butyl éther, obtenu par réaction de l'alcool avec un produit pétrolier, l'isobutène. L'ETBE vient compléter l'essence sans plomb. Notons également que des alcools purs sont parfois utilisés, notamment au Brésil.

A partir de l'huile :

Le "biodiesel", appelé aussi EMHV pour Esther méthylique d'huile végétale, ou encore diester. Il est obtenu en faisant réagir l'huile végétale avec de l'alcool méthylique. De nombreuses espèces végétales sont oléifères, mais ce sont principalement le palmier à huile, le colza et le tournesol qui sont cultivés à cette fin. Le "biodiesel" est ajouté au gazole et au fioul. Dans cette même filière "huile", notons l'huile végétale brute (HVB) qui peut être utilisée directement comme carburant dans les moteurs diesel.

Le biodiesel (à base de colza et de tournesol) fabriqué en France et dont l'usage est le plus controversé¹¹⁴ est actuellement concurrencé par l'huile de palme moins cher venant d'Asie qui peut être produite au prix de déforestations responsables d'émissions importantes de gaz à effet de serre en plus de l'impact observé sur la biodiversité. La directive européenne RED II, qui planifie la politique énergétique européenne jusqu'en 2030, le reconnaît en limitant le taux d'incorporation des agrocarburants de première génération à 7 %.

Ces biocarburants sont actuellement introduits dans le gazole (7%) et le SP-95 E10 (10% d'éthanol).

Biocarburants de seconde génération¹¹⁵

Les biocarburants de seconde génération sont issus des gisements de biomasse qui n'entrent pas en concurrence avec d'autres usages qu'énergétiques, comme les résidus de culture, et cultures intermédiaires, ou encore du bois, soit des composés lignocellulosiques.

Ces technologies mobilisent les mêmes ressources que la méthanisation, ce qui implique une étude fine des besoins et du rendement des différents systèmes pour construire une stratégie de mobilisation de biomasse optimale.

Aujourd'hui, marginales on ne recense que quelques sites pilotes (Projet FUTUROL, Procethol 2G sur le site agro-industriel de Pomacle-Bazancourt dans la Marne¹¹⁶, Projet BioTfuel¹¹⁷).

Ces productions doivent par ailleurs être envisagées dans une logique de transition agricole cohérente, pour ne pas reproduire des impacts négatifs de l'agriculture intensive tels que le recours massif aux intrants chimiques ou à l'irrigation lorsque la ressource en eau est limitée.

Biocarburants de troisième génération¹¹⁸

De nouveaux biocarburants, dits de troisième génération, sont évoqués, à titre encore expérimental : il s'agit de la production à base d'algues de culture. Ces technologies sont loin d'être matures et disponibles sur le marché. Aucune application industrielle n'est en encore en place, même si Exxon a annoncé, en mars 2019, l'industrialisation d'une ferme d'algues en Californie.

6.4.1.2 Biocarburants gazeux

Le biogaz utilisé en tant que carburant à la pompe est appelé BioGNV. Dans le cas d'utilisation du biogaz en phase gazeuse compressée, on parle de BioGNC, et de BioGNL en phase liquéfiée. Il est utilisé notamment dans des flottes d'autobus.

Les autobus fonctionnant au biogaz (BioGNC et BioGNL) sont les mêmes que ceux fonctionnant au GNC (Gaz naturel Comprimé) ou que ceux fonctionnant au GNL (Gaz naturel Liquéfié).

Les conditions d'avitaillement, d'exploitation et de maintenance sont également les mêmes que celles prévalant pour les véhicules fonctionnant au gaz naturel véhicule (GNV).

¹¹⁴ 2007, Conversation de la Maison Midi-Pyrénées, *"Biocarburants : des controverses à toutes pompes. Comment poser les arguments du débat ?"*, séance du 7 février 2007, 18 p.

http://www.agrobiosciences.org/IMG/pdf/conversation_sur_biocarburants.pdf

¹¹⁵ 2011, ADEME, « *Feuille de route biocarburants avancés* », 60 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/feuille-route-biocarburants-avances-2011-6921.pdf>

¹¹⁶ https://www.projetfuturol.com/Le-Projet_a21.html

¹¹⁷ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/biotfuel-2016.pdf>

¹¹⁸ 2014, ADEME, « *Évaluation du gisement potentiel de ressources algales pour l'énergie et la chimie en France à l'horizon 2030* », 164 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/potentiel-algal-en-france-rapport-2014_maj2015_pdf.pdf

Selon l'ADEME¹¹⁹, les coûts d'accès à la filière BioGNC restent comme pour la filière GNC élevés, mais le BioGNC permet de réduire considérablement les émissions de GES (en plus de la réduction des émissions de polluants atmosphériques).

Le développement de cette filière est conditionné à la montée en puissance des capacités d'injection de biométhane dans les réseaux de gaz naturel. Malgré un gisement important (quasi doublement annuel de la capacité d'injection et plus que doublement annuel des quantités injectées sur ces dernières années), la dynamique de la filière est encore trop faible pour atteindre l'objectif national de 10 % de gaz renouvelable consommé en France, quel que soit son usage (l'étude prospective de l'ADEME « Vision 2030-2050 » indique qu'aucun décollage significatif n'est envisagé à l'horizon 2030 sur le secteur du transport de passagers). De nombreux projets ont été identifiés mais leur concrétisation se heurte souvent à des difficultés à obtenir les financements nécessaires, notamment du fait de leur faible rentabilité lorsque l'on n'intègre pas les subventions.

On peut néanmoins mettre en avant comme différence avec le GNV les synergies possibles entre les compétences collecte et traitement d'une intercommunalité, lorsqu'une unité de méthanisation de déchets existe, et la compétence mobilité, pour alimenter avec son propre biogaz sa flotte de bus.

6.4.2 HYDROGENE MOBILITE

L'hydrogène peut être utilisé :

- **Directement dans des moteurs** dans un gaz constitué de 20 % d'hydrogène et de 80 % de gaz),
- **Indirectement dans des moyens de transport équipés de pile à hydrogène** ou il peut notamment être utilisé pour des véhicules lourds qu'ils soient terrestres, maritimes, fluviaux et ferroviaires. Le constructeur ferroviaire ALSTHOM a ainsi mis en circulation en Allemagne en septembre 2018 un premier train avec pile à hydrogène qu'il souhaite proposer en France comme alternative aux TER Diesel qui arrivent en fin de vie¹²⁰.

Les technologies associées à l'hydrogène mobilité sont encore chères et les expérimentations et pré-déploiements à venir nécessitent, comme toute technologie émergente, un soutien pour amorcer la demande de véhicules et accélérer l'industrialisation. A terme, des modèles économiques viables semblent atteignables pour une mobilité électrique hydrogène professionnelle.

En Provence-Alpes-Côte d'Azur le projet HYNOVAR¹²¹ a pour objectif d'installer la première infrastructure de production/distribution d'hydrogène renouvelable de grand volume en France avec :

- Une station de distribution sur le circuit du Castelet afin d'alimenter une flotte captive de véhicule à hydrogène,
- Une station de production et distribution dans la zone portuaire de Toulon pour avitailler une navette maritime avec des piles à combustible et à terme alimenter une flotte de véhicule.

6.5 SYNTHÈSE

La répartition du potentiel brut de production d'énergies renouvelable et de récupération entre les différentes filières étudiées au regard de leur production actuelle est la suivante :

	2015	2050	
	Production actuelle	Production maximale	Augmentation
	GWh	GWh	GWh
Photovoltaïque	4	350	346
Eolien	0	64	64
Hydroélectricité	95	96	1
Solaire thermique	0,9	15	14

¹¹⁹ 2018, ADEME, Denis Bénita, AJBD, David Fayolle, « *Panorama et évaluation des différentes filières d'autobus urbains* ». 100 pages. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/panorama_autobus_urbain_2018.pdf

¹²⁰ <https://www.alstom.com/fr/press-releases-news/2018/9/premiere-mondiale-les-trains-hydrogene-dalstom-entrent-en-service>

¹²¹ http://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2017/05/fiche_DAS3_HYNOVAR.pdf

Bois énergie	30	53	23
Géothermie	0	13	13
Aérothermie	0	15	15
Méthanisation	0	9	9
Total	130 GWh	615 GWh	485 GWh

Figure 130 : Synthèse du potentiel brut de production d'énergies renouvelables et de récupération, à l'horizon 2050, dans le territoire comparé à la production estimée en 2015 (Source : Inddigo)

Le tableau suivant compare les potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 :

Energies renouvelables et de récupération	Potentiels bruts d'augmentation de la production ENR et R Horizon 2050	
	GWh	% du Total
Photovoltaïque	346	71%
Eolien	64	13%
Bois énergie	23	5%
Aérothermie	15	3%
Sol. thermique	14	3%
Géothermie	13	3%
Méthanisation	9	2%
Hydroélectricité	1	0%
Chaleur fatale	0	0%
Total gisement	485	100%

Figure 131 : Potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 pour COTELUB (source : Inddigo)

Les potentiels maximums de production les plus importants sont dans le territoire :

- Pour l'énergie électrique : le photovoltaïque et dans une moindre mesure l'éolien
- Pour l'énergie thermique : le bois énergie.

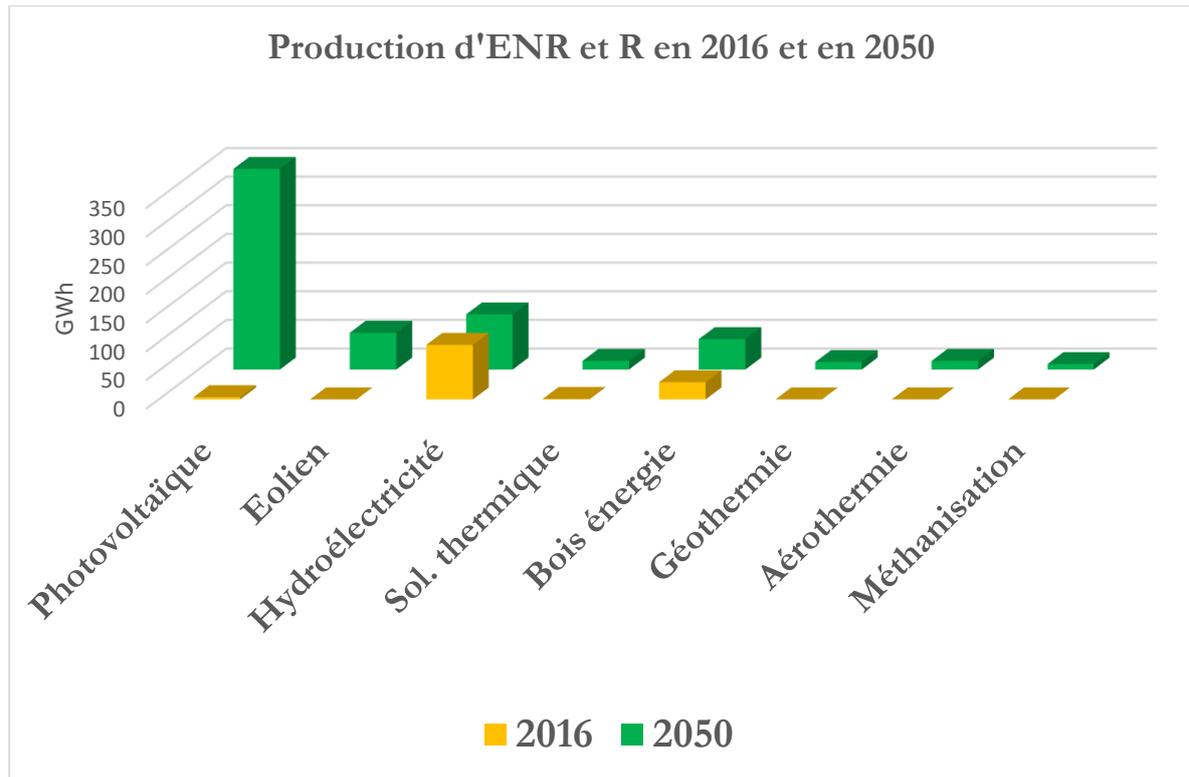


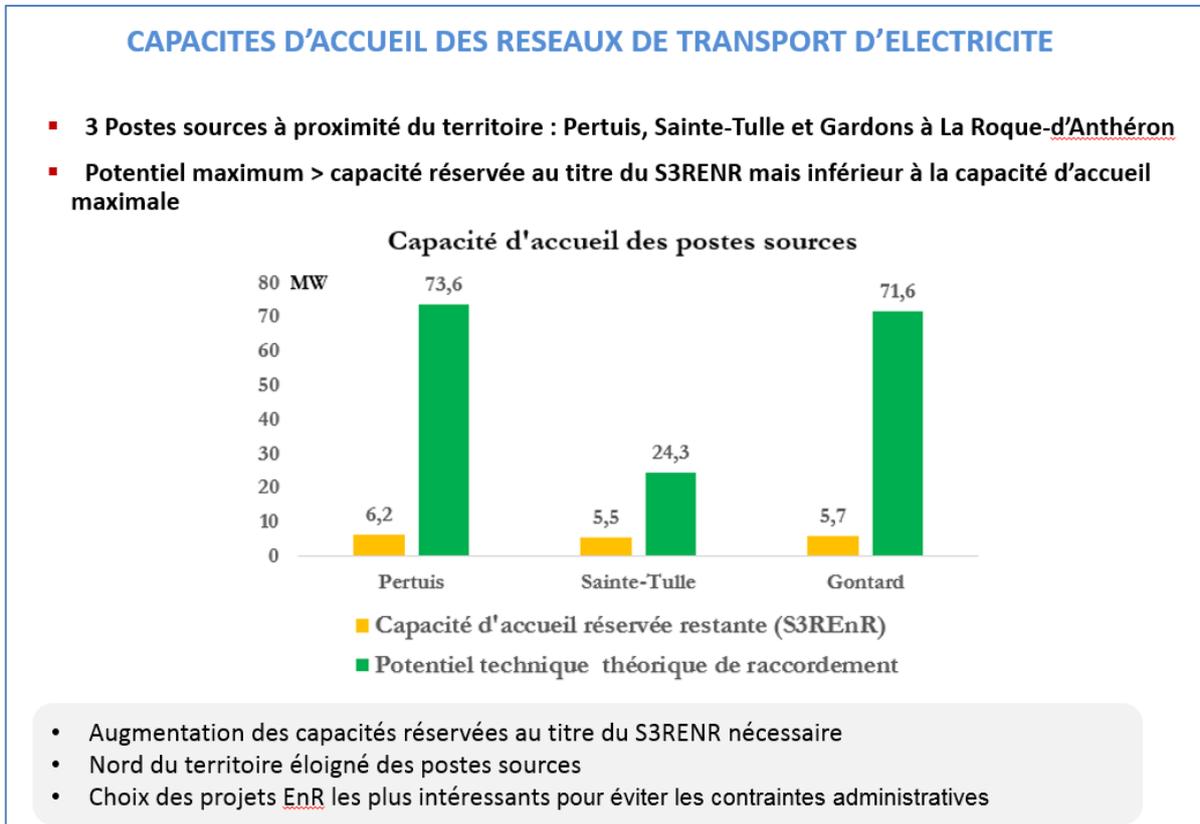
Figure 132 : Production potentielle maximum d'énergies renouvelables et de récupération à l'horizon 2050 comparée à la production réelle en 2015 pour COTELUB.

7. RESEAUX ENERGETIQUES

7.1 RESEAUX ELECTRIQUES

7.1.1 RESEAUX DE TRANSPORT

7.1.1.1 Synthèse



7.1.1.2 Méthode et analyse

Un potentiel de production photovoltaïque a été identifié précédemment pour le territoire de COTELUB.

Il s'agit maintenant d'analyser la capacité d'accueil de ce potentiel au regard des dispositions du Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3RENr¹²²) de la région SUD. Ce schéma considère les installations d'une puissance supérieure à 100kVA.

Rôle et modalités de fonctionnement du S3RENr

Depuis la publication du Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3RENr) de la région SUD le 26 novembre 2014, toute installation n'étant pas déjà en file d'attente avant la date d'entrée en vigueur de ce document, et étant de puissance supérieure à 100kVA est soumise à de nouvelles obligations, notamment :

- **L'obligation de se raccorder sur un poste-source ou sur un poste de distribution Haute tension/Basse tension (HTA/BT)** lui-même raccordé à un poste source disposant d'une capacité d'accueil réservée suffisante.
- **Le paiement d'une quote-part** pour les ouvrages futurs prévus par le S3RENr, correspondant au produit de la quote-part unitaire (19,15€/MW pour la région SUD, au 1^{er} février 2019 et de leur puissance de raccordement) : par exemple, la somme de 1 915 € HT pour une installation de 100kVA en plus des coûts de raccordement de branchement et d'extension, dits « ouvrages propres ».

Le S3RENr est un document de planification des travaux nécessaires à l'accueil des capacités de production d'énergies renouvelables prévues dans le Schéma régional Climat Air Énergie (SRCAE) qui, contrairement à ce dernier, est opposable.

¹²² 2014, RTE, « *Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables de la région Provence Alpes Côte d'Azur* », version du 16/10/2014, 96 p.

http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/01_S3RENr_PACA_rapport_presentation_cle1ea4f4.pdf

Le S3REN fournit une cartographie des postes sources auxquels est attribuée une capacité réservée pour les énergies renouvelables électriques valable pour une durée de 10 ans à compter de sa publication.

Le S3REN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR est donc théoriquement valable jusqu'en 2026, mais en réalité sera révisé dès que le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région SUD sera publié.

Le S3REN peut aussi être révisé si les capacités réservées sont jugées insuffisantes face au développement réel (cela a déjà été le cas de Champagne-Ardenne) ou si la répartition réelle des projets s'avère très différente de celle qui a été planifiée et nécessite de modifier la liste et/ou le coût des travaux prévus.

Deux mécanismes peuvent permettre de modifier le S3REN sans entrer dans ce mécanisme complexe de révision qui nécessite une étude d'impact environnemental

- **Le transfert¹²³** : des transferts de capacité réservée entre postes sources sont possibles par simple notification d'Enedis au préfet de région, sous certaines conditions, notamment celle de ne pas engendrer des travaux supplémentaires à ce qui a été prévu. Notons que plusieurs transferts¹²⁴ ont déjà eu lieu pour des postes du territoire.
- **L'adaptation** : cette procédure est une forme de révision accélérée du schéma lorsque les transferts sont impossibles au vu des critères ci-dessus, et possible uniquement sous certaines conditions décrites dans le décret n° 2016-434 du 11 avril 2016 portant modification de la partie réglementaire du code de l'énergie relative aux schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables.

Ainsi, la notion de « capacité réservée » est à distinguer de la notion de « capacité d'accueil » :

La première est une notion administrative créée par le S3REN alors que la seconde est une notion physique : un poste-source peut avoir une capacité réservée de 1 MW mais une capacité d'accueil de 30 MW. On peut illustrer cette distinction par les postes sources urbains qui ont une consommation très importante et donc une capacité d'accueil physique pour les énergies renouvelables importante, mais auxquels les concepteurs du S3REN ont attribué une faible capacité réservée en considérant que peu de projets se développerait dans ces zones (faible potentiel et contraintes importantes).

Les données importantes pour estimer le potentiel des réseaux de transport sont les suivantes :

- « **Puissance des projets en file d'attente** » : il s'agit des projets qui ont fait l'objet d'une demande de raccordement auprès d'ERDF mais dont les travaux de raccordement ne sont pas encore réalisés, quel que soit le stade de la procédure où ils se trouvent
- « **Capacité d'accueil réservée au titre du S3REN qui reste à affecter** » : il s'agit de la capacité réservée au titre du S3REN au moment de la publication de ce dernier de laquelle sont soustraites la puissance EnR déjà raccordée depuis la publication du schéma ainsi que la puissance des projets en file d'attente
- « **Capacité de transformation HTB/HTA¹²⁵ restante disponible pour l'injection sur le réseau public de distribution** » : il s'agit du potentiel technique théorique de raccordement sur le poste côté réseau de distribution. Le potentiel réel peut être inférieur si les lignes HTB ont une capacité d'accueil moindre (la capacité effective d'un poste source peut être affectée par la capacité d'autres postes à proximité).

Etat des lieux des postes sources avant attribution du potentiel

Lors de l'évaluation des capacités d'accueil du gisement d'électricité renouvelable d'un territoire, il est indispensable de prendre en compte les postes-sources et les grands projets d'énergies renouvelables situés dans sa périphérie. En effet, pour des questions de cohérence du réseau électrique, le périmètre d'un poste-source correspond rarement à un découpage administratif et certaines parties d'un territoire peuvent être couvertes par un poste-source se trouvant à l'extérieur.

Pour COTELUB, trois postes sources sont identifiés comme les postes source de raccordement des projets à énergies renouvelables de plus de 100kVA mais se trouvent en dehors du territoire :

- ✓ Pertuis
- ✓ Sainte-Tulle

¹²³ Pour plus d'informations, se référer à la documentation technique de référence d'ENEDIS : ENEDIS-PRO-RES-65E, cf. 3.4.1 *Mise en œuvre de transferts*)

¹²⁴ Tous les transferts peuvent être retrouvés à l'adresse suivante, en cliquant sur la région PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR : <http://www.rte-france.com/fr/article/les-schemas-regionaux-de-raccordement-au-reseau-des-energies-renouvelables-des-outils>

¹²⁵ HTB/HTA : rapport de transformation entre la très haute tension (400 kilovolts, 225 kilovolts ou 63 kilovolts) dite HTB et la moyenne tension dite HTA.

- ✓ Gontard à La Roque-d'Anthéron

Les données obtenues de capareseau.fr permettent de dresser le portrait suivant de la capacité d'accueil de l'infrastructure réseau de transport et des postes sources.

- ✓ Au total, **la capacité réservée restant disponible est de 17,4 MW sur les deux postes sources identifiés comme pouvant accueillir le gisement en énergies électriques renouvelables de COTELUB ;**
- ✓ Au total, le potentiel technique théorique de raccordement s'élève à 112 MW sur ces postes sources.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des postes sources :

Nom du poste source	Capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR qui reste à affecter (MW)	Capacité d'accueil physique ¹²⁶ (MW)
PERTUIS	6,2	73,6
SAINTE-TULLE	5,5	24,3
GONTARD	5,7	71,6
TOTAL	17,4	169,5

L'écart observé entre la capacité réservée restant disponible et le potentiel technique théorique de raccordement est typique : les postes sources peuvent techniquement accueillir une quantité très importante d'énergies renouvelables sans travaux, mais administrativement peu de capacité y est réservée pour les énergies renouvelables.

L'étude de potentiel permet d'identifier les gisements bruts suivants en énergies renouvelables :

- Le potentiel brut photovoltaïque :
 - **25,5 MW** sur toitures
 - **1 MW** en ombrière de parking
- Le potentiel brut éolien :
 - **35 MW** sur les zones pouvant accueillir 3 éoliennes ou plus
- Le potentiel brut hydraulique :
 - **0,2 MW**

Le potentiel maximal électrique à raccorder s'élève à **62 MW**. Ce qui est supérieur à la capacité réservée au titre du S3REnR. Cependant la capacité d'accueil physique des postes permettrait d'accueillir la totalité du potentiel. Ainsi une « hiérarchisation » des projets les plus intéressants est nécessaire à court terme afin de pouvoir raccorder un maximum de puissance EnR électrique sans contraintes administratives.

7.1.1.3 Conclusions et recommandations

Aucun poste source n'est présent sur le territoire mais 3 en périphérie. Globalement, les capacités réservées dans le S3REnR actuel sont très inférieures au potentiel maximum identifié. La capacité d'accueil physique des postes reste cependant plus élevée.

- ✓ L'augmentation des capacités réservées au titre du S3REnR est une nécessité pour atteindre les objectifs de production d'énergies renouvelables électrique du territoire
- ✓ Le nord du territoire est relativement éloigné des postes sources du territoire.
- ✓ Le choix des projets les plus intéressants à court terme est déterminant pour éviter les contraintes administratives.

Il serait également recommandé d'étudier et de prendre en compte les gisements dans les communes périphériques de COTELUB, afin de définir le gisement total qui pourrait être raccordé sur les postes sources.

Nous attirons l'attention de la collectivité sur un changement récent de la réglementation intervenu en 2016 dans les S3REnR : relèvent désormais d'un S3REnR les installations dites « groupées » dont la somme des puissances est supérieure à 100kW.

¹²⁶ Capacité de transformation HTB/HTA restante disponible pour l'injection sur le réseau public de distribution

Les installations « groupées » s'entendant comme des installations appartenant à la même société (ou société liée) et étant (ou devant être) raccordées sur un même poste de distribution publique¹²⁷.

En d'autres mots, si la collectivité développe elle-même ou via une société d'économie mixte (SEM) plusieurs petits projets EnR électriques dont la puissance individuelle est inférieure à 100kW mais dont la somme des puissances est supérieure à 100kW, et cela dans un périmètre assez restreint alimenté par un même poste de distribution, elle devra payer la quote-part pour ces installations et la capacité réservée restante devra être suffisante pour accueillir ces projets.

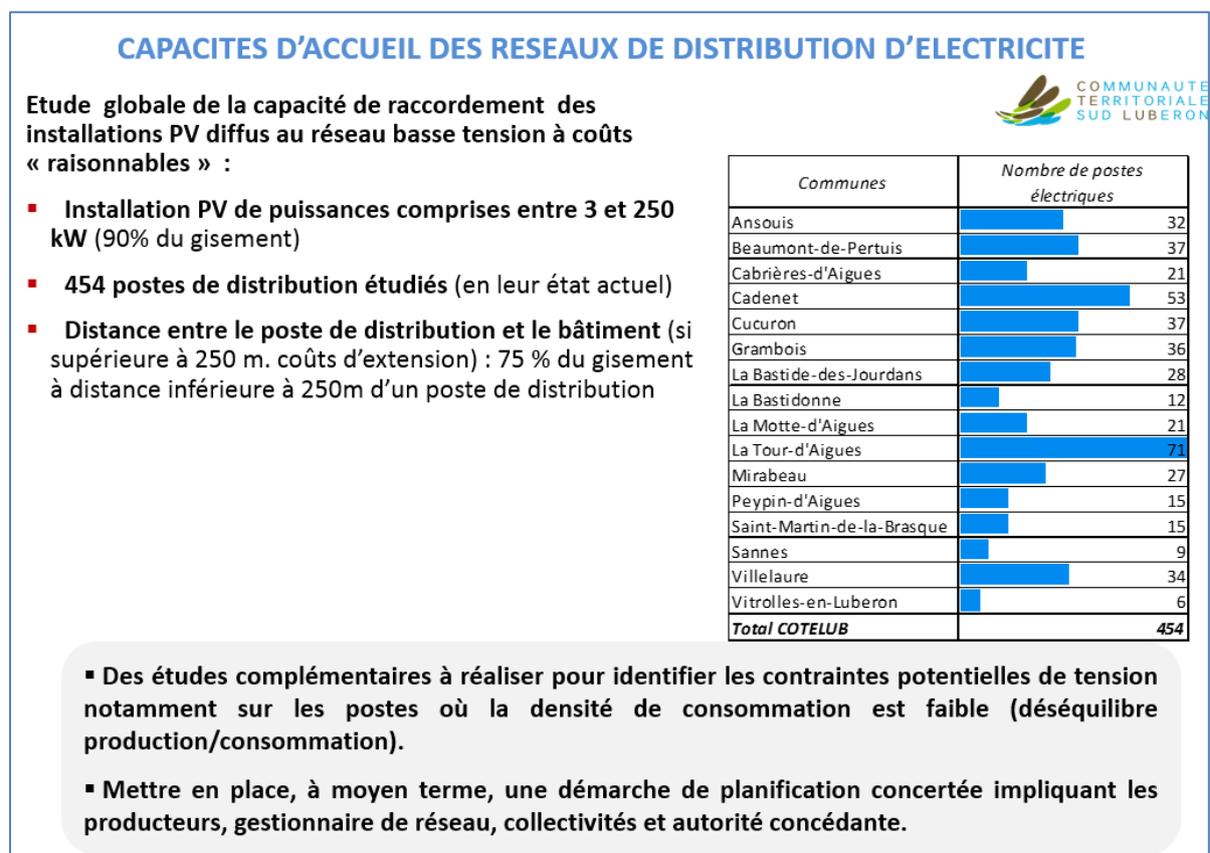
Cette problématique est plutôt d'ordre économique (paiement de la quote-part) que d'ordre technique (capacité réservée suffisante), mais doit être considérée dans le développement des projets dans la mesure où elle alourdit les coûts de raccordement.

Au regard de ces conclusions, les recommandations que nous pouvons établir sont les suivantes :

- ✓ S'assurer que la Communauté de COTELUB participe aux prochains travaux du S3RENR lors de sa révision, en faisant remonter des informations sur ses projets via son autorité concédante, via des syndicats d'énergie renouvelable (Enerplan, SER, FHE, FEE, ...) ou autres contributeurs au schéma, ou directement auprès d'ENEDIS et de RTE.
- ✓ Revoir la répartition du gisement et donc les capacités nécessaires à réserver dans le prochain exercice du S3RENR au regard des zones de desserte effectives des postes sources.

7.1.2 RESEAUX DE DISTRIBUTION

7.1.2.1 Synthèse



7.1.2.2 Méthode et analyse

Les difficultés classiquement rencontrées dans les réseaux de distribution d'électricité sont rappelées en annexe 1.

Périmètre

Cette étude a pour objectif d'identifier les obstacles potentiels au raccordement des installations de production d'électricité photovoltaïque et d'établir des recommandations pour anticiper leur déploiement dans le territoire.

Les installations raccordées en HTA bénéficient d'une mutualisation des ouvrages à travers le S3REN qui limite les coûts de raccordement pour les installations de taille importante nécessitant par exemple la création d'un poste source.

Les installations raccordées en basse tension ne bénéficient pas d'un tel dispositif et peuvent faire l'objet de coûts de raccordement rédhibitoires. Ces coûts représentent généralement une proportion beaucoup plus importante du coût total d'un projet pour une installation en basse tension que pour une installation HTA.

Par ailleurs, les projets de plus de 250kW représentent 4% du gisement brut total en MW. La majorité des 21 toitures et parkings pouvant accueillir plus de 250kW sont situées en milieu urbain dense posant moins de problèmes à leur intégration au réseau.

Pour les raisons évoquées, cette étude porte donc sur le raccordement des installations photovoltaïques au réseau basse tension, c'est-à-dire des installations de puissance *inférieure à 250kW*.

Par ailleurs, l'analyse a porté sur toutes les toitures dont la puissance est *supérieure à 3kW*: en effet, de manière générale, les installations dont la puissance est inférieure à 3kW ne génèrent pas de contraintes (tension ou intensité) du fait de leur faible puissance.

Cette étude ne prend pas en compte les projets d'autres énergies renouvelables électriques pouvant se raccorder en basse tension (hydraulique au fil de l'eau, micro-éolien, etc.), considérant que leur gisement est très faible comparé à celui du photovoltaïque et que le photovoltaïque risque d'engendrer des contraintes plus importantes du fait de sa production maximale en période de faible consommation.

L'analyse présentée ici a été réalisée pour le territoire de COTELUB. Ainsi, 454 postes de distribution ont été étudiés. La Tour-d'aigues est la commune possédant le plus grand nombre de poste avec 71 postes. Le tableau suivant détaille le nombre de postes par commune.

Communes	Nombre de postes électriques
Ansouis	32
Beaumont-de-Pertuis	37
Cabrières-d'Aigues	21
Cadenet	53
Cucuron	37
Grambois	36
La Bastide-des-Jourdans	28
La Bastidonne	12
La Motte-d'Aigues	21
La Tour-d'Aigues	71
Mirabeau	27
Peypin-d'Aigues	15
Saint-Martin-de-la-Brasque	15
Sannes	9
Villelaure	34
Vitrolles-en-Luberon	6
Total COTELUB	454

Figure 133 : Nombre de postes électriques par commune (source : Enedis)

Contraintes potentielles de tension

Les possibilités de raccordement du gisement photovoltaïque diffus (sur bâtiment et de puissance inférieure à 250kW) doivent être analysées au regard des contraintes potentielles de tension sur le réseau. Ces contraintes peuvent être évaluées à l'aide des deux indicateurs suivants :

✓ **Distance entre le poste de distribution et le bâtiment.**

Les coûts de raccordement d'un projet risquent de ne pas être supportables par le producteur si cette distance est de plus de 250 mètres (suivant le tracé du réseau). A noter que, suivant les règles de facturation, au-delà de cette distance, mêmes les plus petits projets (inférieur à 18kW) paient les coûts d'extension afférents à leur raccordement, le cas échéant, coûts qui souvent sont de nature à faire abandonner le projet. Ce critère permet d'identifier les projets qui vont être difficile à réaliser mais également des besoins de création de postes de distribution pouvant être mutualisés entre plusieurs producteurs.

Ainsi, sur le territoire, il apparaît que 75% des toitures pouvant accueillir entre 3 et 250 kWc de panneaux solaire se trouvent à une distance inférieure à 250 mètres d'un poste électrique. Voir cartographie.

✓ **Ratio entre la puissance à raccorder par poste de distribution et la puissance minimale de consommation sur le poste (somme des projets situés à moins de 250 mètres)**

Bien que les postes de transformation soient en capacité de fonctionner dans les deux sens, une production trop importante par rapport à la consommation en temps réel peut engendrer une élévation de tension inacceptable au regard du critère de qualité de l'onde et des travaux conséquents peuvent alors être nécessaires.

En milieu urbain, la production dépasse rarement la consommation et, lorsque c'est le cas, la production excédentaire est injectée sur le niveau de tension supérieur sans générer de contraintes du fait de la robustesse des réseaux. Il est important de rappeler que le phénomène en milieu rural est une conséquence directe du plan de tension « haut » et des réseaux faibles.

Dans les études de raccordement, le gestionnaire de réseau considère qu'une puissance minimale de consommation correspondant à 20% de la puissance maximale de consommation est appelée en même temps que la puissance maximale de production photovoltaïque.

Ce critère permet d'identifier la puissance crête maximale réalisable, de proposer des stratégies de minimisation de la puissance de raccordement des projets en cas de contraintes et, le cas échéant, d'identifier des besoins de création de postes de distribution. Il n'a pas pu être calculé ici parce que la cartographie est incomplète : le type de postes de distribution (poteau, rural compact, ...) et la fonction des postes ne sont pas renseignés. L'absence de ces données ne permet pas d'analyser le synchronisme production / consommation. Ces données peuvent être obtenus sur demande de la collectivité auprès d'Enedis.

Contrainte potentielle d'intensité

Les données de dimensionnement des postes de distribution (puissance nominale) et des câbles (section et nature) étant manquantes, il est impossible de conclure sur le fait que l'intensité puisse ou non être un point de blocage au raccordement des installations de production. En revanche, la collectivité peut demander ces données à son autorité concédante de la distribution d'électricité (SEV84). Ces informations peuvent être, dans un premier temps, comparées au gisement photovoltaïque brut de chacun des postes. La difficulté réside principalement dans le croisement des bases de données puisque les postes sont désignés non pas par leur nom mais par un code « FID » qui doit être le même pour les informations transmises.

Pendant, en milieu rural, la contrainte de tension est la première à apparaître dans la très grande majorité des cas.

Compte tenu des résultats de l'étude, il est probable que la contrainte soit plutôt celle de la tension liée à un déséquilibre production-consommation pour les postes où la densité de consommation est faible.

Là où les capacités d'accueil sont estimées comme insuffisantes, plusieurs solutions pour préserver et augmenter la capacité d'accueil du réseau basse tension sont envisageables selon le contexte (voir annexe 2).

7.1.2.3 Conclusions et recommandations

Le réseau de distribution est assez dense avec une forte proportion du gisement photovoltaïque (75%) en basse tension située à moins de 250 mètres d'un poste de distribution, distance au-delà de laquelle les contraintes de tension sont fréquentes.

Sur le territoire, il est probable que les risques de coûts de raccordement élevés se situent à des postes combinant une densité relativement faible de réseau et des clients essentiellement résidentiels.

A court terme, il est possible de raccorder une bonne partie du gisement, tout en mettant progressivement en place une démarche à moyen-long terme de planification concertée impliquant les producteurs, gestionnaire de réseau de distribution (Enedis), collectivité et l'autorité concédante.

Plusieurs actions peuvent être mises en place à court et à moyen terme pour initier une démarche sinon de planification concertée, a minima d'acculturation mutuelle entre métiers. Ainsi, nous pouvons suggérer les pistes suivantes (cette liste n'est pas exhaustive) :

A court terme :

- ✓ **Enrichir les données topologiques avec :**
 - Les puissances nominales des postes de distribution,
 - La puissance minimale foisonnée par poste de distribution,
 - La comparaison entre le gisement photovoltaïque et la puissance nominale des postes de distribution pour estimer une éventuelle contrainte d'intensité,
 - La comparaison entre le gisement photovoltaïque et la puissance minimale foisonnée consommée sur les postes de distribution pour compléter l'analyse de la contrainte de tension.
- ✓ **Réaliser un état des lieux des demandes de raccordement au cours des dernières années** (pour rappel Enedis est maître d'ouvrage des raccordements producteurs sur tout le territoire): Demander à Enedis de réaliser des statistiques de raccordement à l'échelle de la collectivité : coût moyen de raccordement (€/kVA) des devis émis par ENEDIS pour la BT, coût moyen de raccordement (€/kVA) des devis émis par ENEDIS pour la HTA, nombre de sorties de file d'attente et répartition par tranche de puissance : BT inf. 36, BT sup 36, HTA.

A moyen terme :

- ✓ **Enquête de terrain et mesures en réseaux pour améliorer la connaissance du réseau basse tension** : état de prises à vide, plans de tension, autres données techniques des postes... La connaissance limitée contribue fortement à augmenter les coûts de raccordement.
- ✓ **Prise en compte du développement du photovoltaïque dans les travaux d'électrification rurale** : le SEV a la maîtrise d'ouvrages des travaux de renforcement et d'extension (consommateurs) sur certaines communes du territoire (voir Figure 45). Le cahier des charges de ces travaux pourrait progressivement intégrer la vision de la collectivité sur le déploiement des installations photovoltaïques, ainsi que des éléments plus opérationnels (ex : priorisation des travaux en fonction de la dynamique de déploiement du photovoltaïque sur certaines zones).
- ✓ **Information aux producteurs sur les travaux à venir**
- ✓ **Sensibilisation des producteurs sur les pratiques de raccordement**

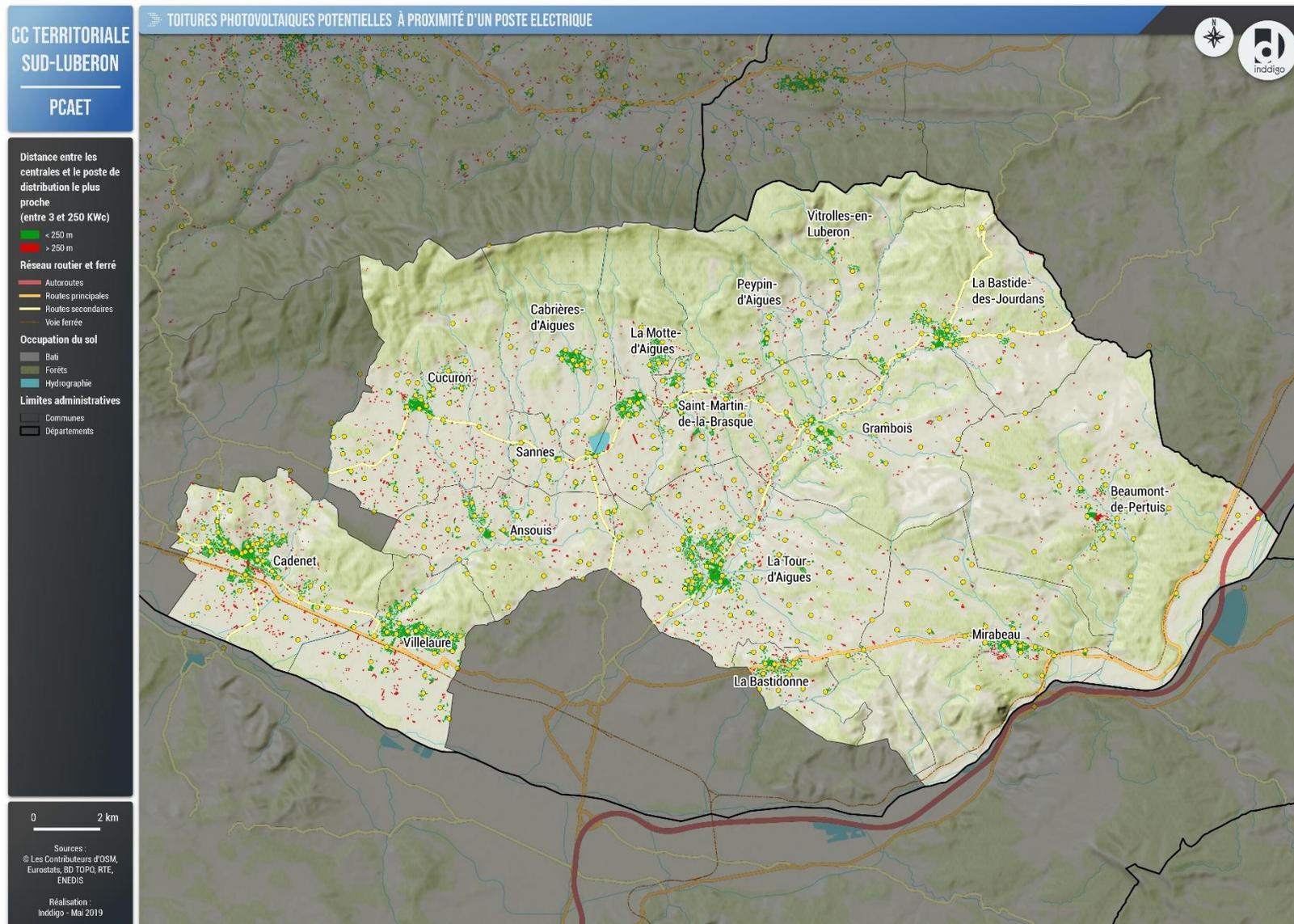


Figure 134 : Gisement PV en toiture selon la distance de raccordement sur le territoire de COTELUB (source : Eurostat, Enedis, RTE, BD TOPO, Inddigo)

7.2 RESEAUX GAZ

7.2.1 SYNTHÈSE

	Consommation de gaz	Maximum injectable sur R. distribution	Potentiel de production biogaz	
	GWh/an	GWh/an	GWh/an	% Consommation de gaz
2015	9	3	10	115%
2050	54	54	9	16%

Entre 2015 et 2050 : augmentation importante de la demande de gaz (liée au développement de la mobilité GNV)

Potentiel faible (1 unité de méthanisation), mais cohérent avec consommation actuelle

Entre 2015 et 2050 : La capacité d'injection dans le réseau de distribution est multipliée par 18 (développement du GNV)

Capacité d'injection actuellement limitante, études plus détaillées à mener avec l'opérateur réseau. La capacité pourrait aussi se développer avec l'usage de gaz carburant (GNV).

7.2.2 MÉTHODE ET ANALYSE

7.2.2.1 Le réseau gaz dans le territoire

Seules trois communes (Cadenet, Tour-d'Aigues, Villelaure), soit 19% des communes du territoire, sont desservies par le réseau de distribution de gaz.

7.2.2.2 Evaluation des capacités d'injection dans le réseau gaz

On distingue deux types de réseau de gaz :

- ✓ **Le réseau de transport**, pour lequel, dans la très grande majorité des tronçons, il n'y a pas de restriction d'injection étant donné que ce réseau accède aux capacités de stockage souterrain.
- ✓ **Le réseau de distribution**, qui en l'état actuel, présente une capacité limitée d'injection dépendant du niveau de consommation dans son périmètre d'équilibrage (voir détails en annexe 1). Le réseau de distribution est le plus diffus, et donc le plus à même de collecter les productions décentralisées de biométhane. Il présente par ailleurs des coûts de raccordement moins élevés « économiquement et énergétiquement » que le raccordement au réseau de transport, car la pression y est moins élevée. L'enjeu est donc en premier lieu d'évaluer la capacité d'injection des productions de gaz dans le réseau de distribution.

Pour le réseau de distribution, la capacité d'injection dépend de la consommation locale du réseau de raccordement sur son périmètre d'équilibre et en particulier de l'étiage estival. Le travail consiste à reconstituer le profil de consommation journalière de gaz à la maille communale à partir de l'outil MoDeGaz pour en évaluer la capacité d'injection : celle-ci est définie comme étant le débit d'injection maximum continu prenant en compte un écrêtement annuel de maximum de 3% (en réalité, ce volume de 3% de l'injection peut typiquement être injecté en considérant les possibilités de flexibilité locales : stockage sur méthaniseurs, respiration du réseau de distribution).

Les capacités d'injection locales sont ensuite comparées au potentiel de production de biogaz pour évaluer la part injectable avec ou sans modification du réseau.

Les mailles des réseaux de distribution ont leur propre découpage géographique qui ne correspondent pas aux découpages administratifs. Néanmoins, l'échelle d'analyse proposée à la maille cantonale permet de qualifier, en première approche, les capacités en fonction des consommations locales actuelles et futures. Certains aménagements du réseau de distribution locale seront sans doute nécessaires pour les exploiter pleinement (maillage, renforcement, pilotage pression), mais elles ne devraient pas nécessiter des adaptations plus lourdes telles que les rebours vers le réseau de transport. Dans tous les cas, des études plus détaillées vont être réalisées par les opérateurs réseau dans les prochains mois et seront renouvelées régulièrement, dans le cadre de la mise en œuvre du « droit à l'injection ».

Cette évaluation est faite :

- À la maille communale (maille d'évaluation de la ressource méthanisable).
- A deux horizons temporels :
 - 2015 : prend en compte les consommations actuelles et les ressources actuelles
 - 2050 : prend en compte les évolutions de la consommation de gaz et du potentiel de production. Les évolutions de la consommation de gaz prises en compte se basent sur le scénario ADEME énergie-climat 2035-2050¹²⁸ et sont résumés dans le tableau suivant :

Secteur	Évolution
Agriculture	-30%
Industrie	-35%
Tertiaire	-84%
Résidentiel	-67%
Transport	Nouvel usage : représente 48% de l'énergie final du transport, soit 106 TWh à l'échelle nationale
Autres	-64%

La répartition géographique du nouvel usage gaz « transport » à 2050, est faite à la maille départementale au prorata des consommations actuelles de carburants liquides, puis à la maille communale au prorata de la population.

7.2.2.3 Résultats pour 2015

■ Comparaison des capacités d'injection avec le potentiel de production de biogaz

Le tableau suivant présente la capacité d'injection dans les réseaux de distribution et la compare au potentiel de production pour chacune des communes du territoire. Il est important de souligner qu'une seule lecture par « commune » est restrictive car les unités de méthanisation traitent fréquemment des intrants provenant de plusieurs communes environnantes.

¹²⁸ Septembre 2017, ADEME, Enerdata, et Energies Demain, « Actualisation du scénario énergie-climat - ADEME 2035-2050 », www.ademe.fr/actualisation-scenario-energie-climat-ademe-2035-2050.

Commune	Consommation totale	Consommation R. Transport	Consommation R. Distribution	Maximum injectable sur R. distribution	Potentiel de production		Potentiel injecté		
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	% max inje	MWh/a	Nm3/h	
84002	Ansouis	0	0	0	0	600	-	0	0
84009	Bastide-des-Jourdans	0	0	0	0	1 100	-	0	0
84010	Bastidonne	0	0	0	0	200	-	0	0
84014	Beaumont-de-Pertuis	0	0	0	0	1 200	-	0	0
84024	Cabrières-d'Aigues	0	0	0	0	300	-	0	0
84026	Cadenet	2 700	0	2 700	1 200	900	75%	900	10
84042	Cucuron	0	0	0	0	700	-	0	0
84052	Grambois	0	0	0	0	500	-	0	0
84076	Mirabeau	0	0	0	0	800	-	0	0
84084	Motte-d'Aigues	0	0	0	0	400	-	0	0
84090	Peypin-d'Aigues	0	0	0	0	200	-	0	0
84113	Saint-Martin-de-la-Plage	0	0	0	0	300	-	0	0
84121	Sannes	0	0	0	0	100	-	0	0
84133	Tour-d'Aigues	4 900	0	4 900	1 100	1 100	100%	1 100	10
84147	Villelaure	900	0	900	200	1 200	600%	200	0
84151	Vitrolles-en-Lubéron	0	0	0	0	200	-	0	0
Total		8 500	0	8 500	2 500	9 800	392%	2 200	20
					Part consommation	115%		26%	

Figure 135 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de COTELUB

2015 - Sources : Solagro

Lecture du tableau :

- Les 3 premières colonnes présentent la consommation finale de gaz par type de réseau
- « Maximum injectable sur R. Distribution » : représente la capacité d'injection. Elle est déterminée comme étant la production maximum continue pouvant être valorisée à 97% par la consommation sur la maille d'équilibrage.
- Potentiel de production : Potentiel de production de biométhane par méthanisation
- Potentiel injecté : Prend le potentiel de production limité à la capacité d'injection.

La capacité totale des réseaux de distribution (2-3 GWh) est faible au regard du potentiel de production de biométhane du territoire (10 GWh).

Le graphe suivant compare par commune les deux principaux résultats : capacité d'injection et potentiel de biogaz.

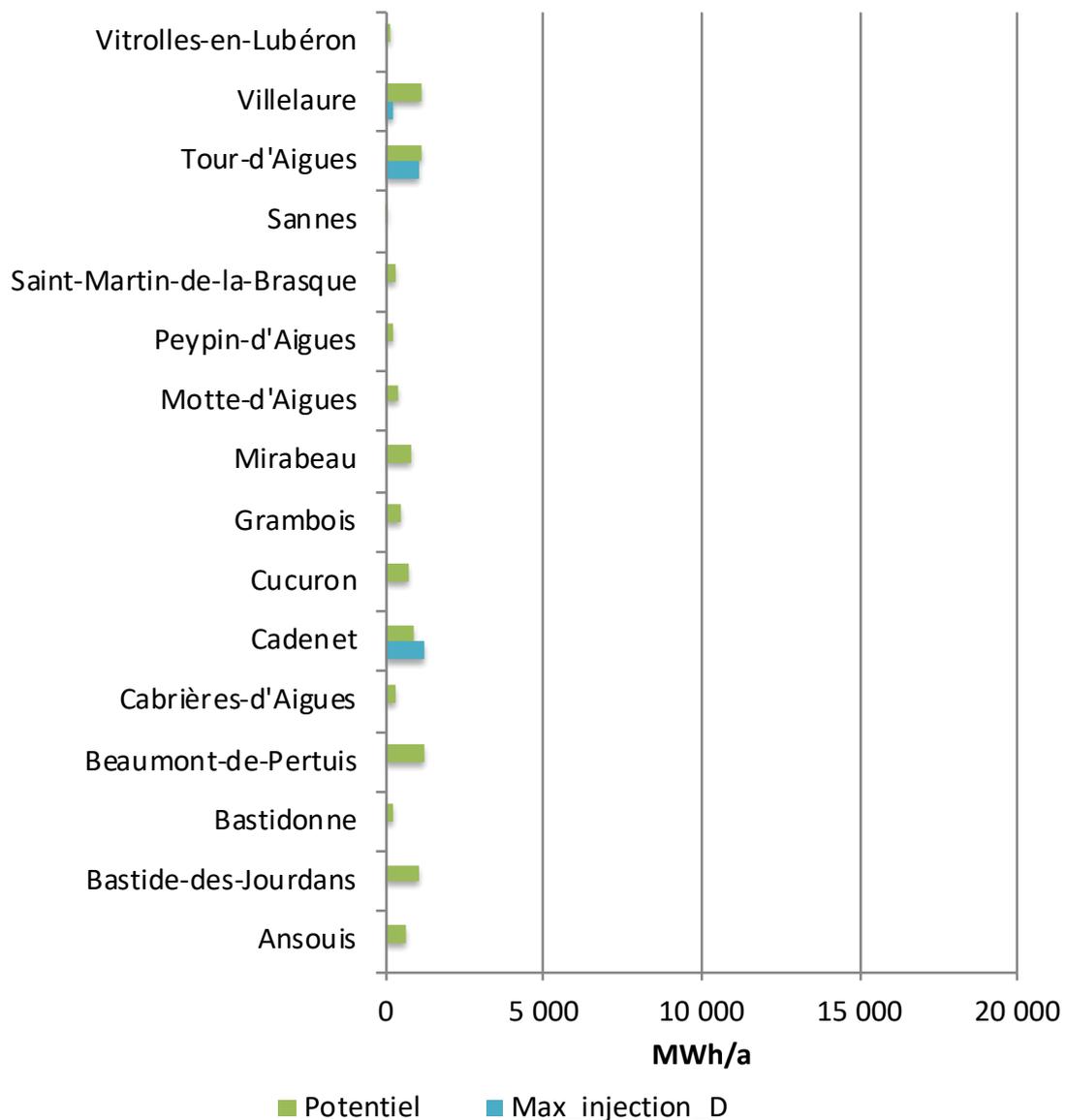


Figure 136 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de COTELUB – 2015 ; Sources : Solagro

Les capacités d'injection sont limitées, et seulement 3 communes sont raccordées. Le potentiel de production de biogaz est lui beaucoup plus dispersé sur le territoire. Dans tous les cas, le potentiel d'une commune ne permettra pas d'atteindre une taille critique pour permettre une unité de méthanisation avec valorisation en injection.

Le potentiel total du territoire est de 10 GWh, soit environ 90 Nm³/h méthane. Aujourd'hui la taille moyenne des unités raccordées au réseau de distribution est de l'ordre de 150 Nm³/h, et il est difficile de trouver des rentabilités en dessous de 80 Nm³/h.

Des études complémentaires sont nécessaires pour voir dans quelle mesure les capacités d'injection peuvent être augmentées (maillage, rebours ?).

Ainsi, pour valoriser le potentiel du territoire en injection une seule unité suffirait, il faudrait néanmoins collecter la quasi-totalité de la ressource pour atteindre une taille critique, et mener des études complémentaires avec GRDF pour voir à quelles conditions la capacité d'injection qui semble limitée pourrait être augmentée.

7.2.2.4 Résultats à l'horizon 2050

- Evolution de la demande en gaz

En 2050, sur le territoire, la demande de gaz pourrait être plus importante qu'aujourd'hui. En effet, les économies réalisées dans les secteurs traditionnels pourraient être largement compensées par le développement de la mobilité gaz. Ce n'est pas la tendance nationale qui voit une plutôt une baisse globale d'environ 40%.

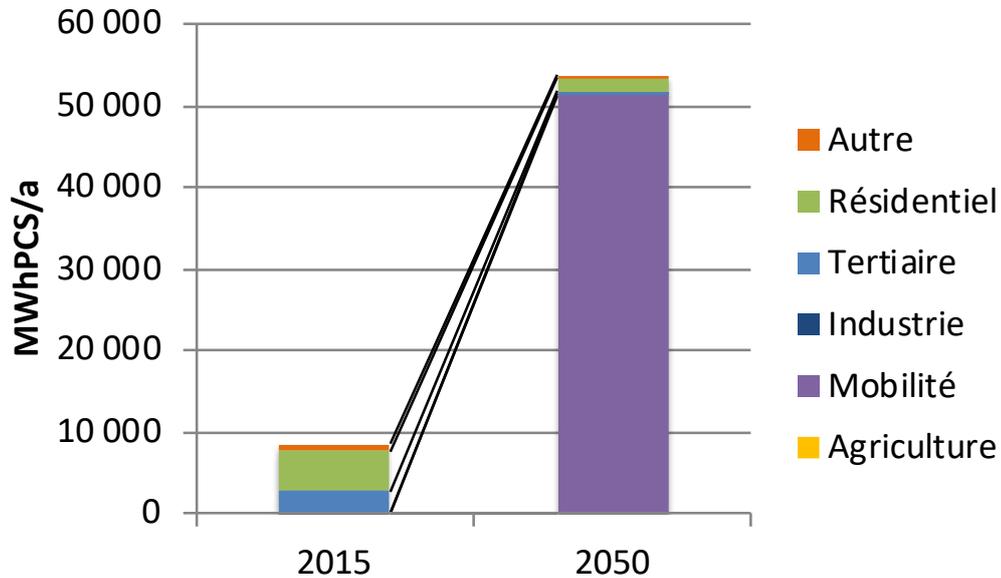


Figure 137 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050

Source : MoDeGaz (Solagro, SOES, ADEME)

▪ Evolution des profils journaliers de consommation

Les deux figures suivantes comparent les courbes de consommation en 2015 et en 2050.

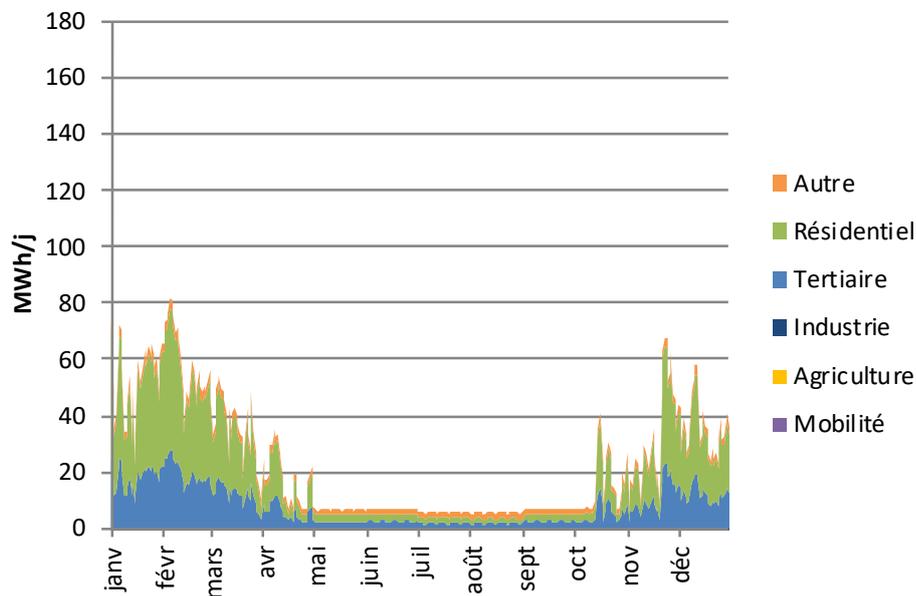


Figure 138 : Courbe de consommation journalière de gaz du territoire – 2015 ;

Source : MoDeGaz (Solagro, SOES)

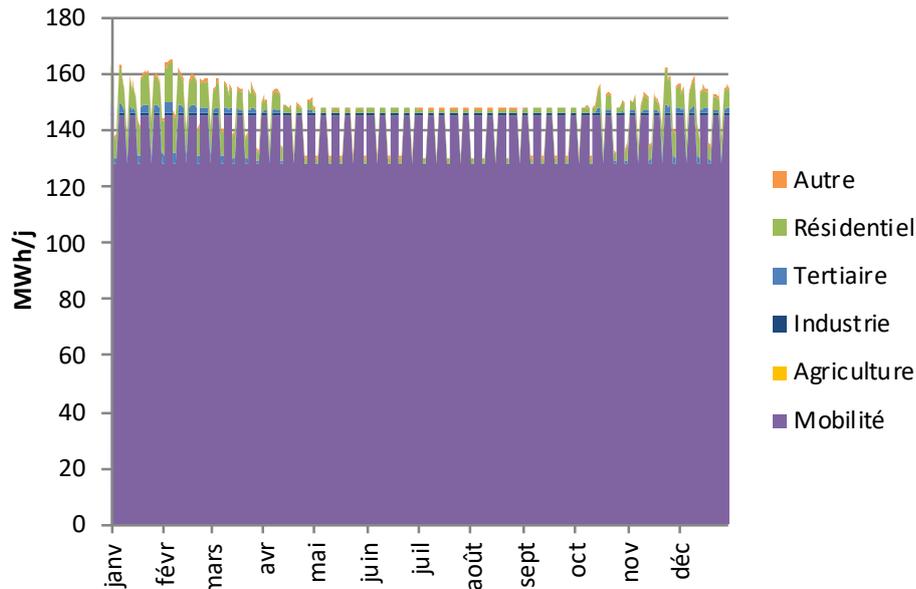


Figure 139 : Courbe de de consommation journalière de gaz du territoire à l'horizon – 2050

Source : MoDeGaz (Solagro, SOES)

La courbe de consommation journalière en 2050 est nettement moins saisonnalisée qu'en 2016, en raison des réductions importantes des usages thermiques (chauffage des bâtiments). L'été estival est augmenté en raison du développement important du gaz carburant, dont la consommation est relativement stable durant l'année.

■ Comparaison des capacités d'injection avec le potentiel de production de biogaz

A l'horizon 2050, le nouvel usage du gaz comme carburant devient dominant et permet d'augmenter sensiblement la capacité d'injection du réseau de distribution (passe de 2,5 GWh à 53 GWh) et permettra de faciliter l'intégration de biométhane.

Commune		Consommation totale	Consommation R. Transport	Consommation R. Distribution	Maximum injectable sur R. distribution	Potentiel de production		Potentiel injecté	
		MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	% max inje	MWh/a	Nm3/h
84002	Ansois	0	0	0	0	500	-	0	0
84009	Bastide-des-Jourdans	0	0	0	0	1 400	-	0	0
84010	Bastidonne	0	0	0	0	200	-	0	0
84014	Beaumont-de-Pertuis	0	0	0	0	900	-	0	0
84024	Cabrières-d'Aigues	0	0	0	0	300	-	0	0
84026	Cadenet	19 400	0	19 400	19 400	900	5%	900	10
84042	Cucuron	0	0	0	0	600	-	0	0
84052	Grambois	0	0	0	0	400	-	0	0
84076	Mirabeau	0	0	0	0	600	-	0	0
84084	Motte-d'Aigues	0	0	0	0	300	-	0	0
84090	Peypin-d'Aigues	0	0	0	0	200	-	0	0
84113	Saint-Martin-de-la-Brasque	0	0	0	0	300	-	0	0
84121	Sannes	0	0	0	0	0	-	0	0
84133	Tour-d'Aigues	19 200	0	19 200	19 200	1 000	5%	1 000	10
84147	Villelaure	15 000	0	15 000	15 000	1 000	7%	1 000	10
84151	Vitrolles-en-Lubéron	0	0	0	0	100	-	0	0
Total		53 600	0	53 600	53 600	8 700	16%	2 900	30
				Part consommation		16%		5%	

Figure 140 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 dans le territoire (Solagro)

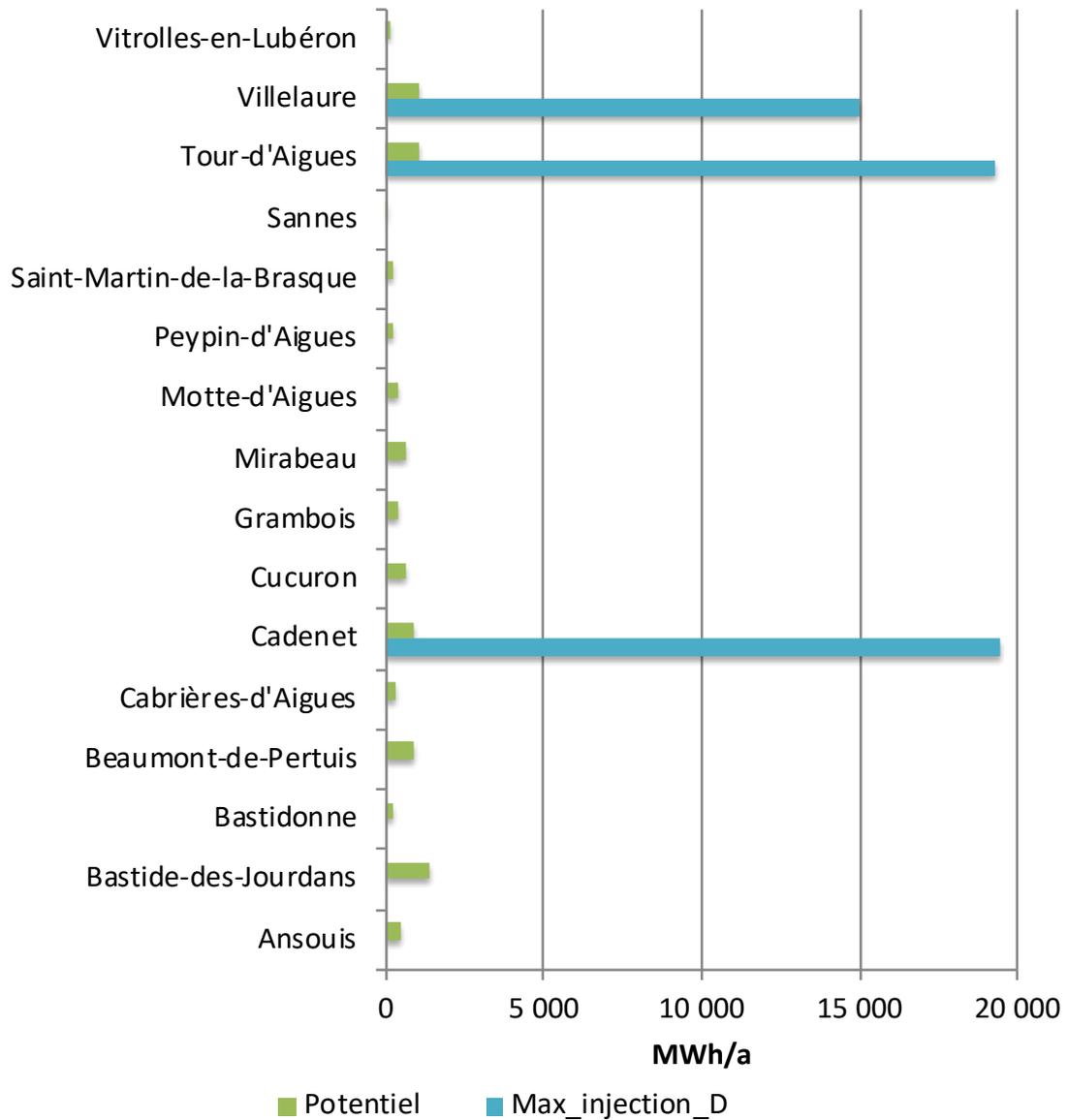


Figure 141 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050

Le développement du GNV sur le territoire pourrait permettre d'augmenter les capacités d'injection et de lever les contraintes observées.

7.3 RESEAUX DE CHALEUR

7.3.1 SYNTHÈSE

Un potentiel à étudier plus en détail sur Cadenet et La Tour d'Aigues

7.3.2 MÉTHODE ET ANALYSE

La faible densité énergétique du territoire n'est pas propice au développement des réseaux de chaleur. En effet le secteur tertiaire a une part très faible et le taux de logement collectif est lui aussi très faible.

Les communes les plus peuplées, à savoir Cadenet et La Tour d'Aigues, seraient les plus à même de développer des réseaux de chaleur. Ce sont également celles ayant le taux de logements collectif le plus élevé avec plus de 20%. La consommation du secteur tertiaire y est également plus importante que sur le reste du territoire avec respectivement 10 et 12 GWh.

Bien que le développement des réseaux de chaleur sur le patrimoine existant semble difficile, il peut être intéressant sur des programmes de construction neuve à l'échelle d'un quartier ou de quelques bâtiments.

Le territoire n'est pas favorable à l'implantation de réseaux de chaleur en raison de sa faible densité énergétique. Un potentiel à confirmer sur Cadenet et la Tour d'Aigues.



SÉQUESTRATION CARBONE

8

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

SÉQUESTRATION CARBONE



8.1 Stock de carbone

8.2 Les flux de carbone

8. SEQUESTRATION CARBONE

La biosphère est composée en grande partie de matières organiques contenant du carbone. Elle constitue un stock de carbone susceptible de se transformer en CO₂ dans l'atmosphère, par combustion ou biodégradation et minéralisation, et contribuer ainsi aux émissions de gaz à effet de serre.

Dans le diagnostic qui suit, nous tenterons d'estimer le stock de carbone existant du territoire et de définir les principaux flux à partir de ce stock :

- Flux de « séquestration » : lorsque le stock augmente,
- Flux « d'émissions » : lorsqu'il diminue.

Puis nous donnerons une vision prospective et des recommandations pour augmenter la séquestration du carbone sur le territoire

Par usage, sauf mention contraire, ces flux sont évalués sur une période annuelle.

8.1 STOCK DE CARBONE

8.1.1 QU'EST-CE QUE LE STOCK DE CARBONE ?

Le stock de carbone est la mesure à un temps « t » de la quantité de carbone contenue dans la biomasse des écosystèmes. Celle-ci est généralement exprimée soit en tonne de carbone (C) soit en tonne d'équivalent CO₂ (teqCO₂). Par souci de simplification, nous n'utiliserons que la tonne équivalent CO₂ (teqCO₂) dans le présent diagnostic.

On distingue le stock contenu dans :

- La **biomasse aérienne et racinaire**.
- La **litière des sols forestiers**
- Les **sols** et plus précisément dans la couche des trente premiers centimètres de sol, là où les échanges sont les plus actifs. Les couches inférieures stockent aussi du carbone mais avec des dynamiques beaucoup plus faibles.

Les produits dérivés du bois sont également des stocks « transitoires » de carbone : bois d'œuvre, matériaux à base de bois (papier, carton, panneaux de particules...).

8.1.2 METHODE DE QUANTIFICATION

Nous nous appuyons sur l'outil ALDO développé par l'ADEME en 2018 pour mesurer les stocks et les flux de carbone. Les bases de données de surfaces utilisées sont issues de Corine Land Cover (2006 et 2012).

8.1.2.1 Stock des Sols et de la biomasse

- ✓ Occupation des sols sur le territoire

Sur un territoire de près de 36 000 ha, les espaces dédiés à l'agriculture (cultures, prairies, vignes, vergers et haies agricoles) occupent 18 700 ha, la forêt 16 000 ha, et les sols plus ou moins artificialisés moins de 1 000 ha.

Surfaces	CLC niv 2	
	ha	%
Cultures	9 814,8	27%
Prairies zones herbacées	166,1	0%
Prairies zones arbustives	-	0%
Prairies zones arborées	852,1	2%
Feuillus	5 280,0	15%

Mixtes	3 874,5	11%
Conifères	6 838,5	19%
Peupleraies	70,1	0%
Zones humides	161,8	0%
Vergers	103,9	0%
Vignes	7 772,1	22%
Sols artificiels imperméabilisés	788,8	2%
Sols artificiels arbustifs	197,2	1%
Sols artificiels arborés et buissonnants	-	0%
Haies associées aux espaces agricoles	79,5	0%
TOTAL	35 920	100%

Figure 142 : Données 2012 d'occupation des sols Corine Land Cover (CLC).

✓ Estimation des stocks de carbone par type de sol

Réservoirs	Sol (30 cm)	Litière	Biomasse	Tous réservoirs (sol + litière + biomasse)
Stocks totaux	teqCO2	teqCO2	teqCO2	teqCO2
Cultures	1 544 683	-	-	1 544 683
Prairies zones herbacées	205 906	-	-	205 906
Prairies zones arbustives	-	-	-	-
Prairies zones arborées	-	-	137 465	137 465
Forêts de feuillus	1 596 734	174 239	696 592	2 467 565
Forêts mixtes	1 171 714	127 860	492 264	1 791 837
Forêts de résineux	2 068 047	225 669	945 443	3 239 159
Peupleraies	21 196	2 313	13 311	36 820
Zones humides	74 165	-	-	74 165
Vergers	17 531	-	6 098	23 629
Vignes	1 111 417	-	142 489	1 253 907
Sols artificiels imperméabilisés	86 773	-	-	86 773
Sols artificiels enherbés	39 883	-	5 062	44 945
Sols artificiels arborés et buissonnants	-	-	-	-
Haies associées aux espaces agricoles	-	-	10 095	10 095
Toutes occupations	7 938 049	530 080	2 448 820	10 916 950

Figure 143 : Stocks de carbone pour le territoire de COTELUB (en t équivalents CO₂, 2012), source : Outil ALDO

D'après l'occupation des sols du territoire, l'outil Aldo nous permet de réaliser une estimation des stocks de carbone dans les 30 premiers centimètres du sol, la litière des sols forestiers et la biomasse aérienne et racinaire. On observe que le stock principal de carbone se situe dans le sol (7 900 000 teqCO₂), puis dans la biomasse (2 400 000 teqCO₂).

Bilan des stocks de carbone dans les sols

	Surfaces	Tous réservoirs
	ha	1000 teqCO ₂
Cultures, vignes, vergers	17 770	2 832
Prairies	1 018	343
Forêts	16 063	7 535
Zones humides	162	74
Sols artificiels	986	132
TOTAL	35 999	10 917

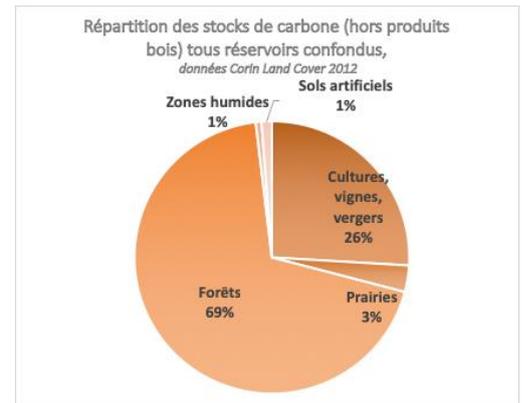


Figure 144 : Stocks de carbone (exprimés en tonne équivalent CO₂) par type d'occupation des sols de COTELUB.

Stocks équivalents CO₂ par type de sols

Ce tableau et ce graphique présentent la répartition des stocks de carbone dans les sols de COTELUB selon le type d'occupation des sols. On remarque que si la forêt et les surfaces agricoles sont presque équivalente en surface (16 063 ha contre 18 788 ha), le stock de carbone est bien plus important en forêt (sol + litière+ biomasse de la forêt).

8.1.2.2 Stocks de carbone dans les matériaux

Le territoire stocke aussi du carbone via le bois et ses dérivés utilisés en construction ou dans les produits de consommation.

On distingue deux formes de stocks :

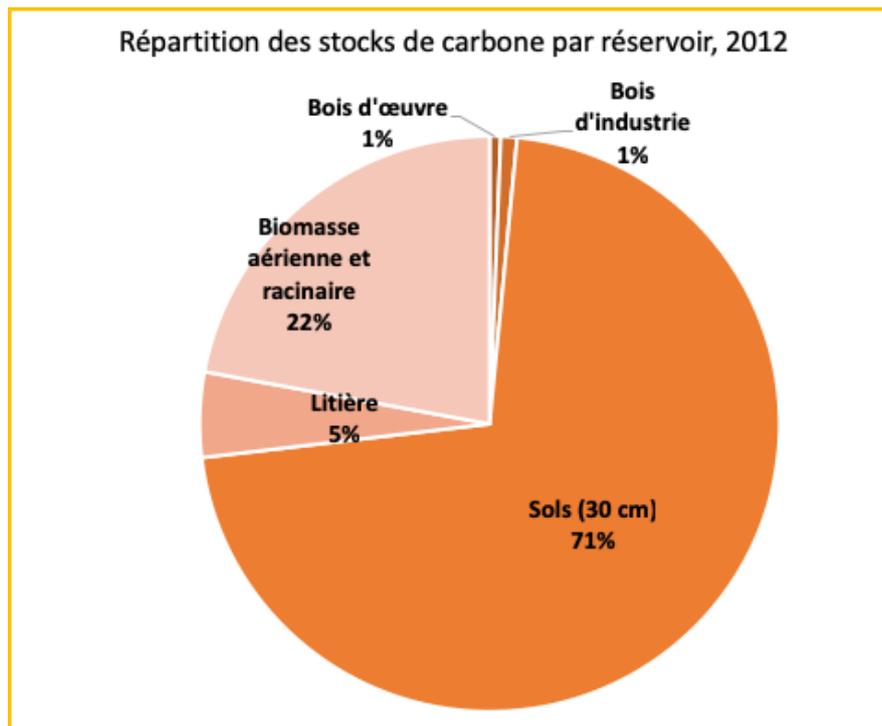
- **Le bois d'œuvre** : sciage, utilisé en construction
- **Le bois d'industrie** de type panneaux agglomérés, cartons, papier, etc.

Pour l'analyse du stockage de carbone dans les matériaux, nous nous appuyons sur une répartition par habitant en fonction des stocks nationaux de carbone.

Stocks totaux	Produits bois	
	(Approche consommation : répartition selon habitants)	
	teqCO ₂	%
Bois d'œuvre (sciages)	68 320	41%
Bois d'industrie (panneaux, papiers)	99 612	59%
Total	167 932	

Figure 145 : Stocks de carbone dans le bois d'œuvre et le bois d'industrie de COTELUB.

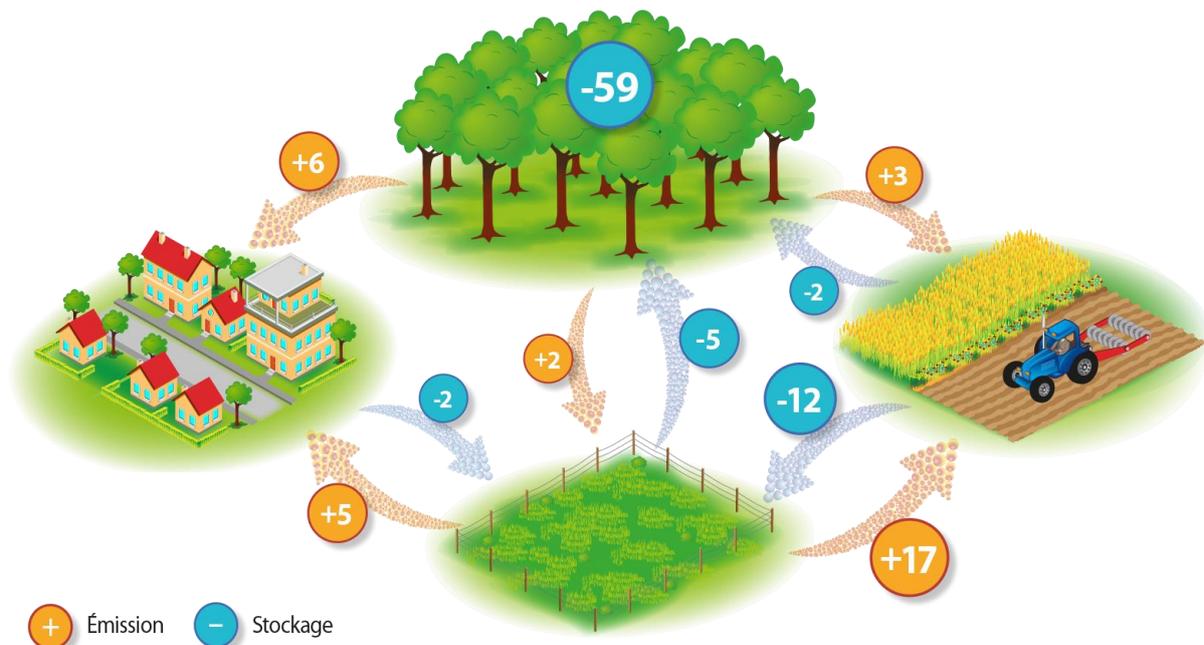
8.1.2.3 Conclusions



8.2 LES FLUX DE CARBONE

Les forêts par leur croissance stockent chaque année en France 10 % des émissions totales brutes de gaz à effet de serre. Les prairies stockent également du carbone mais leur conversion en terres arables et leur artificialisation, se traduit par une émission nette de CO₂.

Les émissions de CO₂ par type d'espace et lors des changements d'affectation des sols sont illustrées dans le schéma ci-dessous :



- Emissions de CO₂ par type d'espace et lors des changements d'affectation, en millions de tonnes équivalent CO₂ (valeurs 2013 - Source CITEPA 2015)⁴³.

8.2.1 FLUX ET SEQUESTRATION

Pour la communauté scientifique internationale, il conviendrait, bien avant la fin du siècle, de ne plus émettre de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, voire même d'en « prélever » (concept d'émissions négatives).

La France s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 75 % sur la période 1990-2050, et de 40 % sur la période 1990-2030. C'est le Facteur 4. En 2050, chaque français devra donc émettre en moyenne 2 tonnes de CO₂ par an, contre 9 aujourd'hui. La PPE (programmation pluriannuelle de l'énergie) en cours d'approbation vise à remplacer le facteur 4 par le principe de « neutralité carbone » en 2050. Cet objectif suppose de renforcer les dynamiques de stockage de carbone, par les écosystèmes naturels (ou d'autres dispositifs) et de réduire l'artificialisation des sols, ceux-ci étant d'importants « puits » de stockage du carbone.

Le plan biodiversité, présenté en juillet 2018, fixe comme feuille de route le « zéro artificialisation nette » sans toutefois préciser d'horizon temporel. Toute artificialisation devant être compensée.

8.2.1.1 Flux de carbone liés à l'artificialisation et au changement d'usage des terres

D'après les données disponibles via Corine Land Cover, il n'y a pas eu de changement d'affectation des surfaces du territoire de COTELUB. Ce résultat est peu probable : entre 2006 et 2012, il y a certainement eu davantage d'évolution que ce qu'indique ces données.

Notons toutefois que :

- ✓ Les données Corine Land Cover utilisées dans ALDO qualifient mal les dynamiques d'artificialisation à l'échelle des EPCI, en les sous-estimant de manière importante.
- ✓ Le SCoT Sud Luberon, en p.15 de son rapport de présentation du diagnostic, évoque une stabilisation de la population de 1999 à 2006, voire des baisses de population sur certaines communes :
 - « Entre 1999 et 2006, certaines communes enregistrent une stabilisation de leur population, comme Cucuron, La Tour d'Aigues ou Cadenet. Lourmarin et Sannes voient leur population légèrement diminuer. Ce ralentissement de la croissance s'explique, d'une part, par le solde naturel presque nul, bien qu'en progression par rapport à la période intercensitaire précédente laquelle a enregistré une forte vague de nouveaux arrivants sur le territoire. Il s'explique également par un tassement du solde migratoire, dont les raisons peuvent être recherchées dans l'offre foncière devenue rare ou qui atteint des coûts prohibitifs. »
 - Ces éléments nous permettent de penser qu'il est plausible que sur la période de 2006 à 2012, il y ait eu peu de changements d'affectation des surfaces sur le territoire de COTELUB.

8.2.1.2 Flux de carbone des écosystèmes forestiers

L'accroissement naturel de la biomasse représente un flux de séquestration de carbone important.

L'outil ALDO fournit une estimation de cet accroissement biologique en appliquant, aux surfaces de forêt locale, des taux d'accroissement constatés dans la grande région écologique à laquelle le territoire est rattaché (données IGN).

De même, les données de récolte de bois ne sont pas disponibles à l'échelle de l'intercommunalité (et sont susceptibles de varier fortement d'une année sur l'autre). Elles sont reconstituées à partir des données de la grande région écologique.

Les valeurs d'accroissement ainsi que les prélèvements proposés par ALDO peuvent être affinés localement avec les acteurs de la forêt si besoin.

Résultats :

Du fait de l'accroissement et en intégrant les prélèvements liés à l'exploitation forestière et la mortalité, le puits de carbone de la biomasse est estimé à 12 696 tonnes de carbone, équivalent en termes d'émissions à 46 551 teqCO₂ tous les ans.

8.2.1.3 Flux de carbone liés aux dérivés de la biomasse

L'outil ALDO évalue le différentiel entre ce qui est stocké et ce qui est libéré en fin de vie des matériaux (bois utilisé en construction, panneaux, cartons, papiers). Ainsi à l'échelle nationale, la consommation de produits « bois » est supérieure à la mise en déchets. Le stockage de CO₂ est positif, il est de l'ordre de plus d'1,5 millions de tonnes par an.

Ramené à la population du territoire, cela représente 602 t par an, ce qui reste marginal au regard du total des émissions locales.

8.2.1.4 Bilan des flux annuels

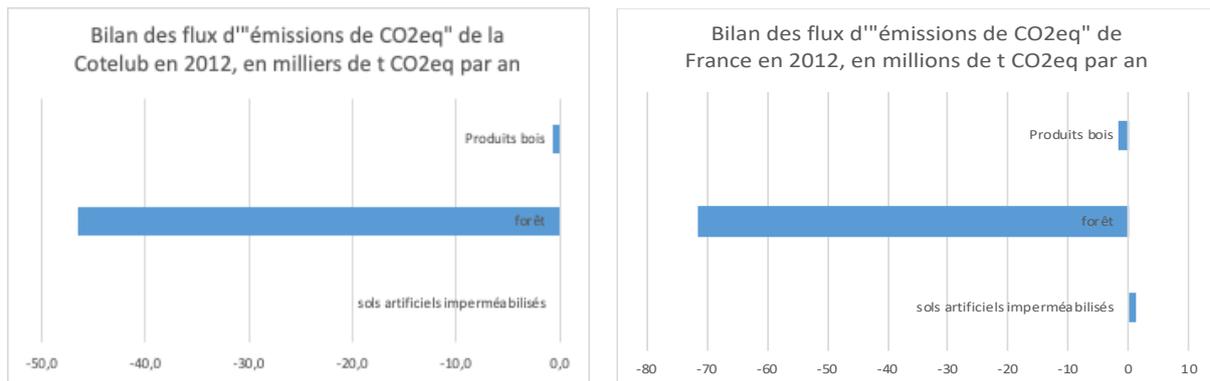


Figure 146 : Bilan annuel des flux de séquestration et de déstockage du CO₂ au niveau de COTELUB et au niveau national (Source : Outil ALDO).

Ces différents flux sont importants au regard des émissions observées sur le territoire : en effet, la croissance de la biomasse permet d'atténuer de 50 % les émissions du territoire, évaluées à 94 000 t de CO₂eq (en 2012). Comparé au territoire « France », COTELUB bénéficie d'un puits forestier naturellement plus important. Les impacts liés à l'artificialisation et aux produits bois sont moins prégnants.

8.2.2 ÉLÉMENTS PROSPECTIFS ET RECOMMANDATIONS

8.2.2.1 Confortement du puits « biomasse »

Tant qu'une forêt n'est pas à maturité et que la mortalité naturelle compense l'accroissement, elle stocke du carbone. Ce cycle est modifié par l'exploitation forestière, qu'il est possible de conduire selon les standards de la sylviculture durable : sylviculture irrégulière, coupes d'éclaircies, en proscrivant les coupes rases au maximum, et en limitant les prélèvements de rémanents lors des coupes.

Il n'existe pas aujourd'hui de consensus scientifique pour comparer le bilan carbone entre deux stratégies :

- ✓ Augmenter les prélèvements de bois en forêt afin de produire conjointement
 - du bois d'œuvre et d'industrie qui stockent du carbone et évitent des émissions liées à l'utilisation d'autres matériaux comme l'acier par exemple
 - du bois énergie (via la valorisation des sous-produits de l'exploitation forestières et dont les émissions de CO₂ se substituent à des émissions de CO₂ liées aux énergies fossiles)
- ✓ Diminuer les prélèvements et laisser croître la forêt, pour stocker naturellement davantage de carbone, étant entendu qu'une forêt jeune et en croissance stocke davantage de carbone qu'une vieille forêt.

Il convient également de prendre en compte les impératifs d'entretiens des forêts, pour prévenir les incendies, et les attaques de parasite qui vont probablement s'intensifier avec le réchauffement climatique (Voir analyse des vulnérabilités du territoire, et l'évolution de l'indice feu de forêt prévu selon les projections de météo France). Ces événements peuvent être responsables d'émissions massives de CO₂.

Dans les zones urbaines, le puits biomasse peut aussi largement être développé : plantation d'arbres en ville, ou encore aussi réhabilitation de prairies urbaines, qui participent en parallèle à la préservation de la biodiversité, et à la création d'îlots de fraîcheur.

Deux outils, parmi d'autre, peuvent être utilisés pour aller plus loin :

- L'outil « Arbo-climat »¹²⁹ pour réaliser des scénarios de plantation d'arbres urbains à destination des élus et des gestionnaires de patrimoine arboré,
- Le protocole « Florilèges prairies urbaines »¹³⁰ pour des formations sur le suivi biologique des prairies urbaines.

8.2.2.2 Nouvelles pratiques agricoles

¹²⁹ <http://www.arbre-en-ville.fr/arboclimat/>

¹³⁰ <http://www.florileges.info/>

Deux types d'actions permettent de développer la séquestration carbone dans l'agriculture¹³¹ :

- ✓ **Augmenter le stock de matière organique des sols et de la biomasse** (plantation de haies, création de parcelles agroforestières, des cultures interrang...),
- ✓ **Limiter les pertes** : couverts permanents ou intermédiaires, limitation des labours, apports de matières organiques, ...

L'outil ALDO propose de quantifier l'effet d'un certain nombre de changements de pratiques agricoles. A titre d'exemple, on pourrait quantifier un potentiel **maximal** de séquestration de carbone par l'agriculture en appliquant ces mesures sur les surfaces agricoles du territoire :

Pratiques mises en place il y a moins de 20 ans (effet moyen pendant 20 ans - références nationales)	Flux en teqCO ₂ /ha/an	Surface potentielle concernée	Potentiel d'atténuation teqCO ₂ /an
Allongement prairies temporaires (5 ans max)	0,62	500	300
Intensification modérée des prairies peu productives (hors alpages et estives)	0,84	500	400
Agroforesterie en grandes cultures	3,78	1000	3800
Agroforesterie en prairies	3,70	100	400
Couverts intermédiaires (CIPAN) en grandes cultures	0,91	7900	7200
Haies sur cultures (60 mètres linéaires par ha)	1,24	3900	4800
Haies sur prairies (100 mètres linéaires par ha)	2,16	800	1700
Bandes enherbées	1,20	3900	4700
Couverts intercalaires en vignes	1,08	3900	4200
Couverts intercalaires en vergers	1,80	100	200
Semis direct continu	0,60	1000	600
Semis direct avec labour quinquennal	0,40	2000	800
		Total	29 100

Figure 147 : Évaluation de l'impact des changements de pratiques agricoles sur la séquestration carbone (Source : Outil ALDO).

8.2.2.3 Développement de l'usage des matériaux biosourcés

Promouvoir la construction bois est un levier pour augmenter la séquestration carbone, les matériaux de construction représentant un stockage qu'on peut considérer comme pérenne (à condition qu'il provienne de ressources gérées durablement). A l'inverse des usages papiers ou panneaux sont souvent destinés à une mise au rebut à court ou moyen terme et présentent un potentiel de stockage moins intéressant.

L'étude Terracrea conduite en 2014 par le laboratoire de recherche en architecture de Toulouse¹³², a produit une première estimation du potentiel de développement de la séquestration carbone dans les matériaux. Elle montre qu'il est possible avec les ressources nationales de bois et de matériaux biosourcés, de multiplier par deux la consommation de bois actuelle dans la construction, la réhabilitation et par trois l'utilisation d'isolants comme la ouate de cellulose ou les laines de lin, de chanvre et de bois. Le scénario Afterres2050 de Solagro s'est attaché à vérifier que les surfaces dédiées à la production de ces éco-matériaux ne venait pas en concurrence de la production alimentaire.

Sans données sur la consommation de biomatériaux sur le territoire, l'impact d'un plus fort taux de pénétration des matériaux biosourcés (comparé à la situation actuelle) a été estimé en utilisant les résultats du scénario « 2050 Isol BS ++ », rapporté à la population du territoire.

	Population	Flux positif actuel (1000 teqCO ₂)	Flux positif potentiel 2050 scénario Isol++ (1000 teqCO ₂)	Flux sup (1000 teqCO ₂)
France	67 000 000	10200	24800	14600
Territoire	25 295	3,9	9,4	5

¹³¹ 2014, ADEME, « Carbone organique des sols. L'énergie de l'agroécologie une solution pour le climat », 15 p. <https://www.ademe.fr/carbone-organique-sols-lenergie-lagro-ecologie-solution-climat>

¹³² 2014, Projet de recherche TERRACREA, « Disponibilités en terres arables métropolitaines pour une production soutenable de matériaux biosourcés pour la construction / réhabilitation de bâtiments compatibles avec les objectifs Grenelle », 182 p. http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_du_projet_terracrea_sur_la_concurrence_des_usages_des_terres_-_aout_2014.pdf

Figure 148 : Illustration du potentiel de séquestration carbone matériaux à partir de l'étude Terracréa.

Ce scénario devrait vraisemblablement impliquer une tension sur le matériau bois et implique de davantage mobiliser les feuillus.

Une politique très incitative de construction et rénovation à partir de matériaux biosourcés pourrait permettre un stockage annuel de l'ordre de 5 000 Teq CO₂, pendant la durée de vie des premiers bâtiments construits. Au bout d'un certain temps, les démolitions ou rénovations impliquant une mise en décharge de matériaux viendraient diminuer ce flux.

8.3 CONCLUSIONS

Chacun des leviers identifiés ci-dessus nécessiterait une étude spécifique pour véritablement affiner les potentiels de stockage supplémentaires. Retenons néanmoins les points suivants :

Le flux lié à la croissance de la biomasse, principalement forestière, représente aujourd'hui **46 600 teqCO₂** annuelles, il convient de conforter le rôle d'atténuation des émissions des forêts, en prévenant notamment les incendies.

Les nouvelles pratiques agricoles sont un vecteur de séquestration carbone, ce potentiel est évalué à **plus de 29 100 de teqCO₂**.

Les usages de matériaux biosourcés dans la construction sont un levier important de séquestration carbone **de l'ordre de 5 000 teqCO₂** par an à condition que le bois utilisé provienne de forêt en sylviculture durable.

L'ensemble de ces leviers représente un potentiel de stockage annuel de de 80 700 teqCO₂ qui à mettre en regard des émissions du territoire de 94 000 teqCO₂ /an.

La séquestration carbone apparaît donc comme un levier pertinent par rapport aux enjeux de réduction des émissions de GES.



POTENTIELS

9

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

POTENTIEL DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE



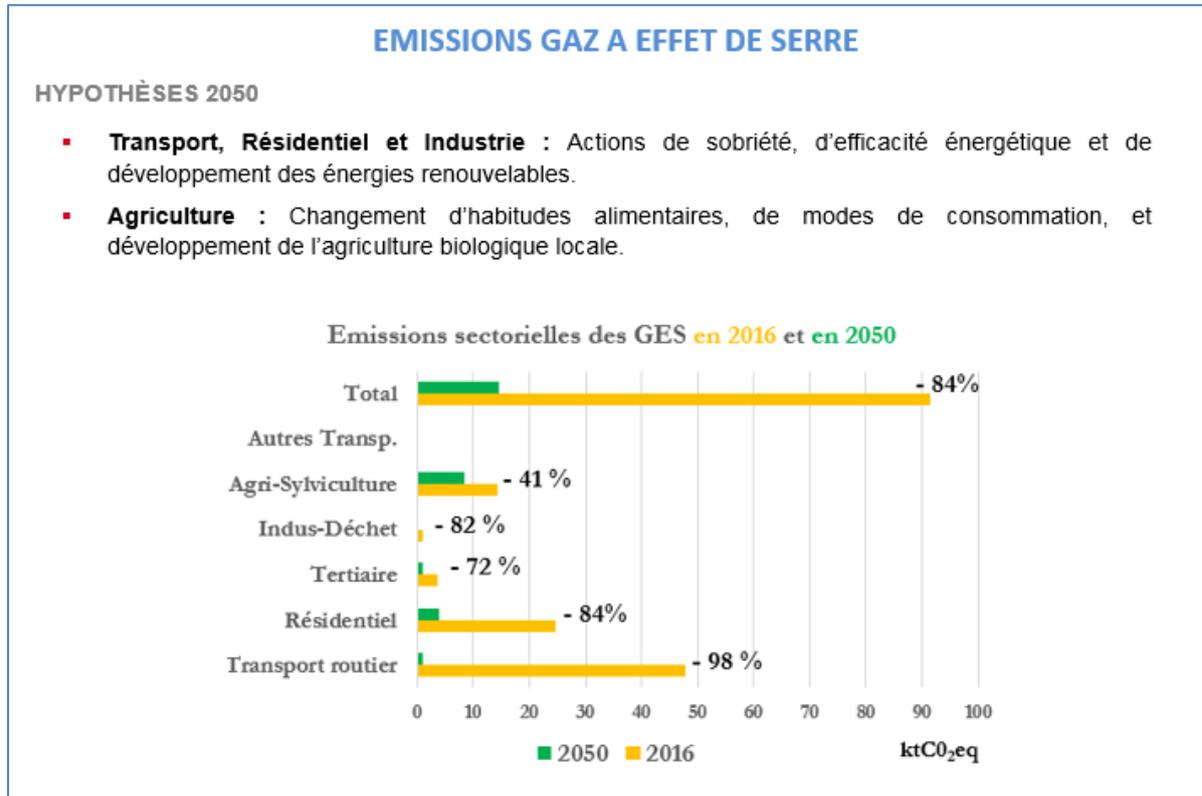
9.1 Synthèse

9.2 Méthode et analyse

9.3 Enjeux et potentiel d'amélioration

9. POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

9.1 SYNTHÈSE



9.2 METHODE ET ANALYSE

Le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre est évalué de la façon suivante :

- ✓ Les émissions de gaz à effet de serre d'origine énergétique sont évaluées en appliquant les facteurs d'émissions au mix énergétique 2050, estimé selon le potentiel. Les facteurs d'émissions sont issus de la base Carbone ADEME. Il est ici considéré que la quasi-totalité des consommations seront couvertes par une production renouvelable (réduction des consommations énergétiques de 45% à l'horizon 2050, et développement des EnR qui couvriront à cette échéance 98% des besoins).
- ✓ Les émissions de gaz à effet de serre relatives au secteur du transport sont évaluées en considérant, conformément au scénario négaWatt, que 92 % du carburant sera du biométhane (produit à partir de déchets des activités agricoles, agro-alimentaires ou de déchets ménagers et station d'épuration, donc sans impact sur les productions à vocation alimentaire), dont le facteur d'émission est 67 fois plus faible que celui du fuel (source ATEE), et 8% de l'énergie des véhicules sera électrique.

Toutefois, si l'on considère les objectifs nationaux récents, il ne devrait plus y avoir de véhicule thermique post-2040. Dans un esprit conservateur, nous gardons l'estimation expliquée précédemment.

- ✓ Les émissions de gaz à effet de serre non énergétique sont évaluées en appliquant l'objectif du scénario ATERRES, soit une réduction par deux des émissions agricoles.

9.3 ENJEUX ET POTENTIEL D'AMÉLIORATION

Les enjeux en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, par secteur, se déclinent ainsi, par ordre de priorité :

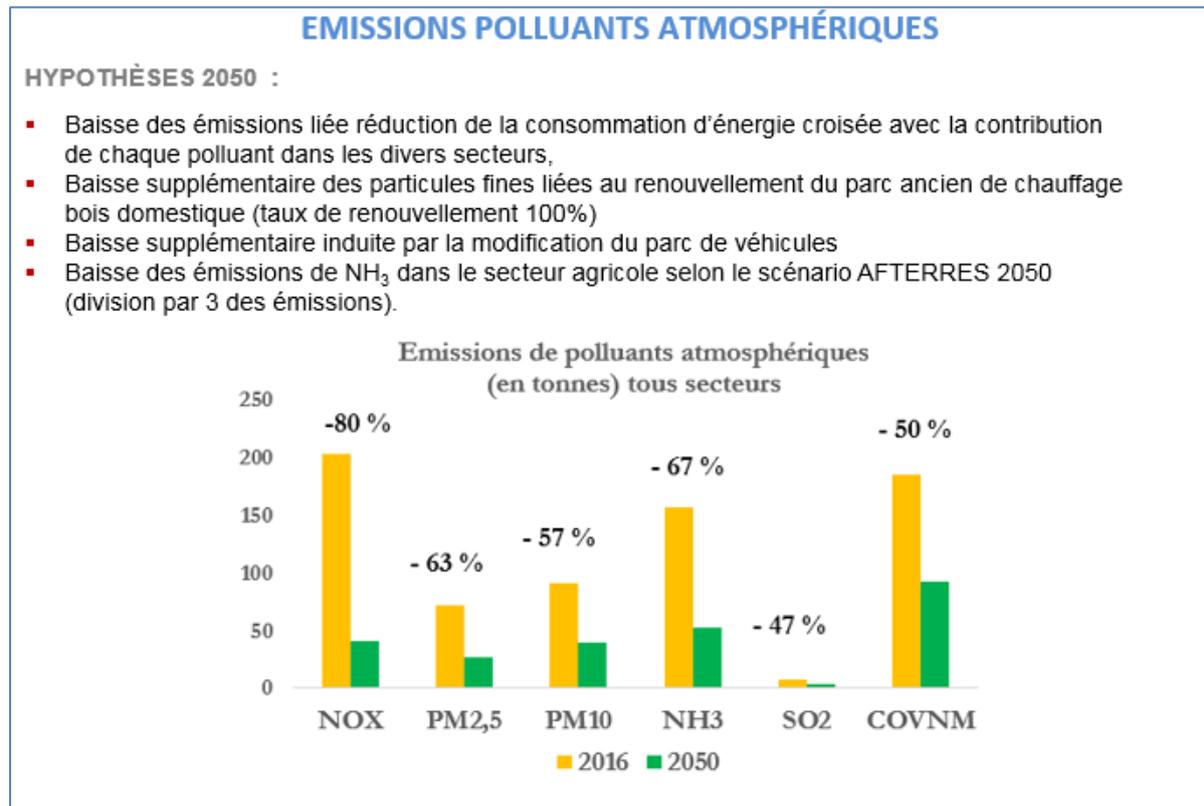
- ✓ **Secteur du transport** : report modal, aménagement du territoire permettant davantage de sobriété dans les déplacements (mixité fonctionnelle, densification, facilitation du télétravail), efficacité des véhicules et développement des véhicules électriques (avec en parallèle un développement de l'électricité renouvelable), suppression des véhicules thermiques post 2040 (fin de vente et remplacement du parc).
- ✓ **Secteur agricole** : une alimentation rééquilibrée (davantage de fruits et légumes locaux, moins de viande), une généralisation de l'agriculture biologique, la lutte contre le gaspillage alimentaire, la baisse des importations de soja.
- ✓ **Secteur résidentiel** : la rénovation massive de l'habitat individuel, ainsi que le développement de la chaleur renouvelable : solaire thermique, de la géothermie, du bois énergie (l'enjeu étant essentiellement dans le remplacement des appareils performants pour des questions de performance énergétique et de réduction de la pollution par les particules fines), de la méthanisation. Le développement de l'électricité renouvelable permettra aussi de réduire les émissions propres à la production d'électricité.
- ✓ **Secteur de l'industrie** : favoriser et soutenir les actions de réduction de consommation énergétique, en particulier les actions dont le temps de retour est inférieur à 2 voire 3 ans, tout en s'inscrivant dans une politique de long terme favorisant l'économie circulaire et le recyclage.

En conclusion :

- ✓ Les actions de sobriété énergétique et de développement des énergies renouvelables entraînent de fait une forte diminution des émissions de gaz à effet de serre dans les secteurs du transport, du résidentiel, et de l'industrie.
- ✓ La diminution des émissions du secteur agricole ne dépendant quasiment pas de la consommation énergétique : les enjeux portent sur le changement d'habitudes alimentaires et de modes de consommation, et le développement de l'agriculture biologique locale.

10. POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

10.1 SYNTHÈSE



10.2 METHODE ET ANALYSE

Les différentes hypothèses considérées pour la réduction des polluants atmosphériques sont les suivantes :

- Baisse des émissions liées à la baisse de la consommation d'énergie croisée avec la contribution de chaque polluant dans les divers secteurs,
- Baisse supplémentaire des particules fines liées au renouvellement du parc ancien de chauffage bois domestique (taux de renouvellement 100%)
- Baisse supplémentaire induite par la modification du parc de véhicules
- Baisse des émissions de NH₃ dans le secteur agricole selon le scénario AFTERRRES 2050 (baisse par 3 des émissions).

10.3 ENJEUX ET POTENTIEL D'AMELIORATION

Les estimations du potentiel de réduction des polluants atmosphériques sont les suivantes :

- Baisse de 79% des émissions de NOx, 88% des gains étant obtenus grâce aux efforts conduits dans le transport routier
- Baisse des émissions de particules fines :
 - 64% pour les PM2.5, 69% des gains étant obtenus grâce aux efforts de sobriété énergétique dans le résidentiel et 18% des gains dans le transport
 - 58% pour les PM10, 59% des gains étant obtenus grâce aux efforts de sobriété énergétique dans le résidentiel et 21% des gains dans le transport

- Baisse de 66% des émissions de NH₃, ces gains étant obtenus grâce à une modification des pratiques agricoles et notamment d'élevage, (alimentation, type de litière gestion des déjections), et conditions de stockage (Source ADEME – programme PRIMEQUAL).
- Baisse de SO₂ de 49% liée aux actions de réduction des consommations dans le résidentiel.
- Baisse des COVNM de 51% résultant des efforts de sobriété énergétique dans le résidentiel.

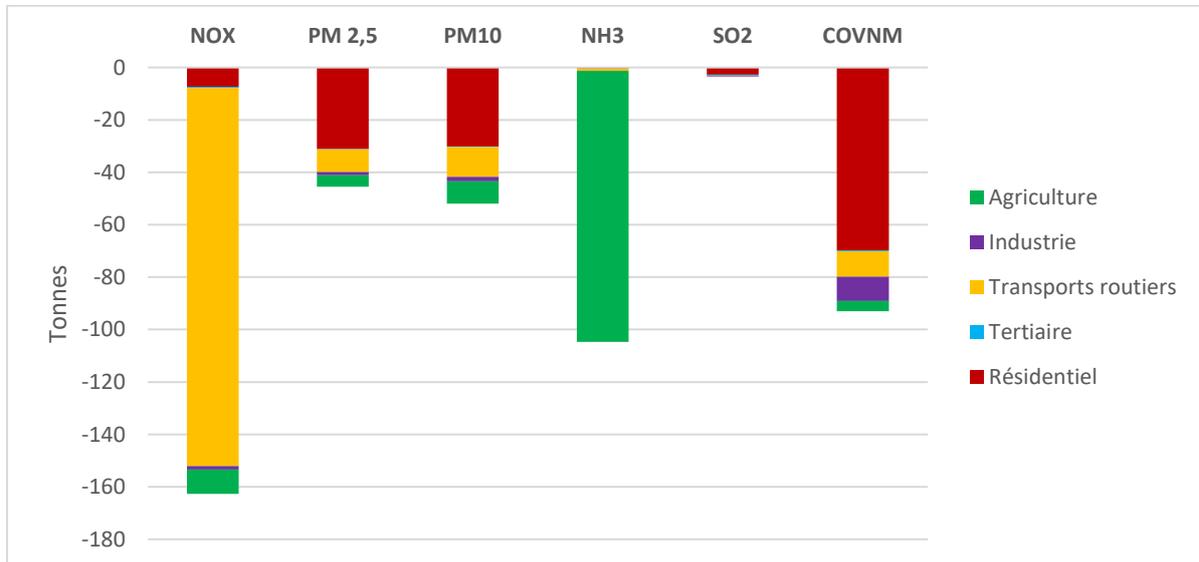


Figure 149 : Contribution sectorielle de réduction des polluants atmosphériques à l'horizon 2050 (source : Inddigo)

Ces estimations ne tiennent pas compte des actions à conduire pour éviter le brûlage à l'air libre des déchets verts qui a un impact non négligeable sur les émissions de particules.

Elles ne permettent pas non plus de spatialiser les émissions des polluants atmosphériques et leur concentration dans l'air ambiant.

Les potentiels de réduction des émissions des polluants atmosphériques à l'horizon 2050 par rapport à 2015 sont :

- Pour les NOx : réduction par 5,
- Pour les particules fines : réduction par 2,3,
- Pour le NH₃ : réduction par 3.



SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

11

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

11.1 Potentiels de réduction des consommations d'énergie

11.2 Potentiels de production d'énergies renouvelables et de récupération

11.3 Potentiels d'évolution de l'autonomie énergétique du territoire

11. SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

L'estimation, à l'horizon 2050, des potentiels maximaux de réduction des consommations d'énergie et de production d'énergies renouvelables et de récupération dans le territoire de COTELUB a été évaluée à partir de données locales, et d'hypothèses nationales (en particulier scénarios négaWatt et Afterres2050).

11.1 POTENTIELS DE RÉDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

Potentiel maximal de réduction de consommation d'énergie estimé à environ 207 GWh, soit 53% de la consommation du territoire en 2016.

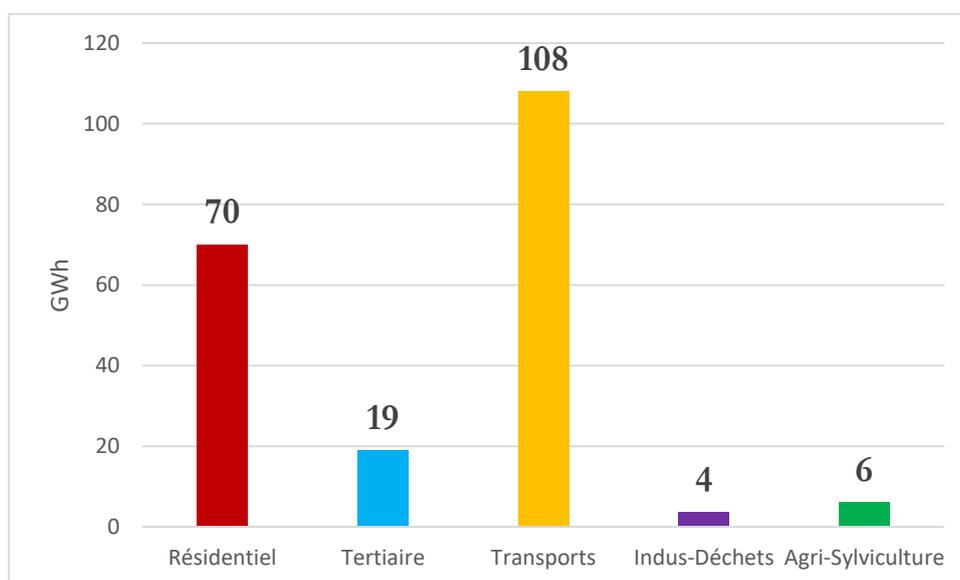


Figure 150 : Potentiels de réduction des consommations à 2050 selon les différents secteurs d'activité de COTELUB.

11.2 POTENTIELS DE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION

Le potentiel maximal de production en énergies renouvelables et de récupération est estimé à 615 GWh soit une augmentation de 485 GWh soit une multiplication par près de 5 par rapport à la production 2016 (130 GWh)

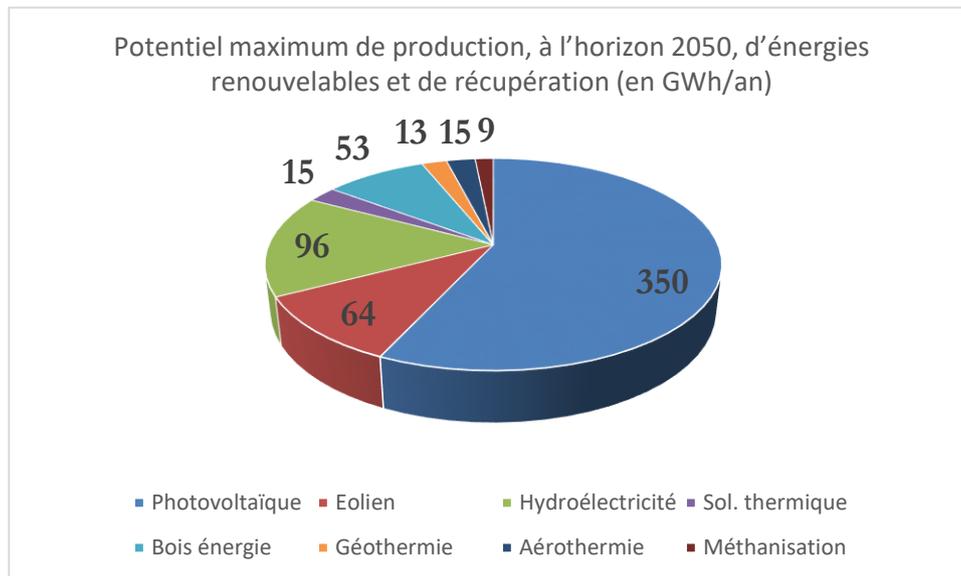
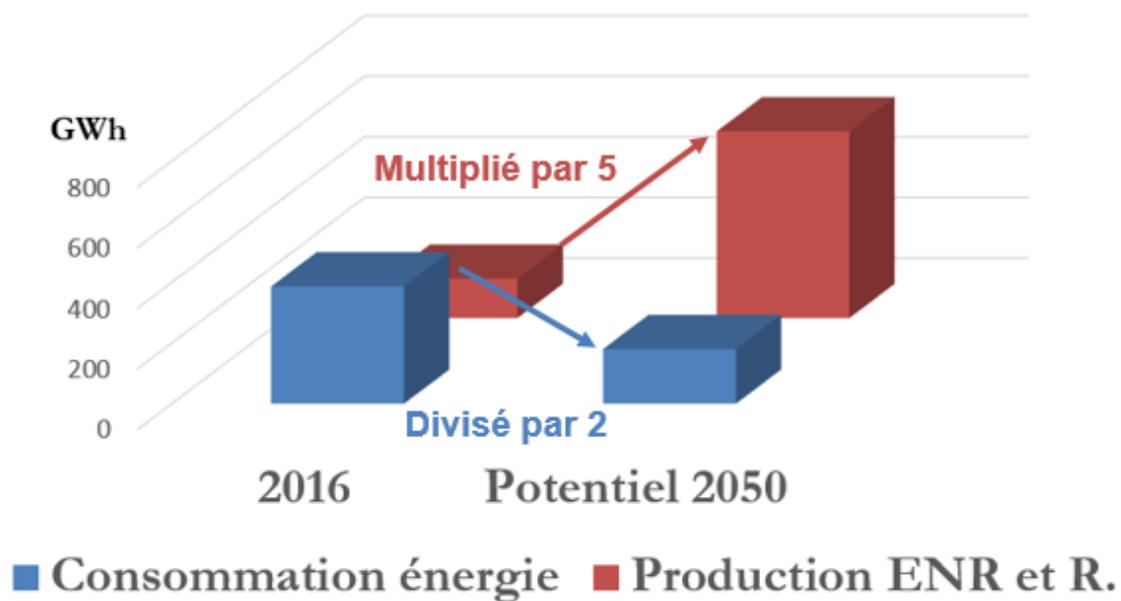


Figure 151 : Potentiel maximum de production à l'horizon 2050 d'énergies renouvelables et de récupération pour COTELUL (en GWh/an)

11.3 POTENTIEL D'EVOLUTION DE LA COUVERTURE ENERGETIQUE DU TERRITOIRE

La figure suivante présente de total de consommations d'énergie et de production d'ENR et R. pour le territoire de COTELUB en 2016 et maximales à l'horizon 2050.

Total consommation énergie et production ENR/R. en 2016 et potentiels en 2050



A l'horizon 2050, le potentiel maximal de production d'énergies renouvelables et de récupération estimé à 633 GWh, couvre la consommation d'énergie du territoire évaluée à 190 GWh.

Le territoire de COTELUB dispose d'un potentiel maximal de production d'énergies renouvelables et de récupération 5 fois supérieur à ce qui est aujourd'hui exploité. Autrement dit, il ne valorise aujourd'hui que 20 % de son potentiel de production d'énergies renouvelables et de récupération.

12. ANNEXES

12.1 ANNEXE 1 : LE RESEAU DE DISTRIBUTION D'ELECTRICITE

Les problématiques rencontrées sur le réseau de distribution sont assez différentes de celles du réseau de transport et postes sources.

Alors que ces derniers ouvrages sont caractérisés par leur redondance¹³³, leur robustesse (maillage, etc.) et leur surveillance en temps réel, les réseaux de distribution (réseaux HTA, postes de distribution étoilée (un poste source alimentant plusieurs postes de distribution) et non redondants, et les capteurs et organes de pilotage y sont très rares.

Les réseaux basse tension se distinguent principalement en fonction du type de zone de desserte : urbaine, péri-urbaine et rurale.

Lors des études de raccordement des clients producteurs, deux types de contraintes sont analysées pour évaluer la capacité des ouvrages (câbles, transformateur) à accueillir la production ou les travaux à réaliser le cas échéant en plus du branchement :

- **Contrainte d'intensité** : une intensité trop importante induit un échauffement des ouvrages qui affecte leur durée de vie, peut provoquer des incendies, etc. Ces ouvrages sont donc protégés contre les surintensités.
- **Contrainte de tension** : le raccordement d'une installation peut provoquer une élévation de tension hors des plages de tension réglementaires et induire des dommages sur les appareils privés des utilisateurs du réseau.

Ces deux contraintes ne sont pas de même nature et ont donc des implications différentes. Par exemple, un site agricole avec une puissance souscrite en consommation de 70kW pourra difficilement accueillir une installation de production de 70kW sans travaux majeurs (départ dédié à la production pour se raccorder au poste de distribution, création d'un nouveau poste de distribution, etc.) à cause d'une contrainte de tension (ici pas de contrainte d'intensité).

Zoom sur la contrainte de tension

Une des missions du gestionnaire de réseau de distribution est de maintenir la tension dans une plage de réglementaire de +/- 10% autour de la tension nominale (230V monophasé ou 400V triphasé, en basse tension). La tension sur le réseau de distribution est le miroir de la fréquence sur le réseau de transport : la tension augmente lorsque la production est plus forte que la consommation, et à l'inverse diminue lorsque la consommation est plus élevée que la production. A la différence de la fréquence qui est quasiment la même dans tous les pays d'Europe de l'ouest et du centre interconnectés, la tension est un phénomène très local.

La variation de la tension sur un câble, entre le poste de distribution et le bout de la ligne, est proportionnelle à sa longueur et à la puissance transitée. Elle est aussi fonction de la nature et de la section du câble : plus la section du câble est importante, moins la variation de tension est importante du fait de la moindre résistance du câble.

Historiquement, les réseaux de distribution ont été conçus avec un plan de tension « haut », c'est-à-dire que la tension au départ du poste est supérieure à la tension nominale, de manière à éviter que la tension ne chute en dessous du seuil bas réglementaire (-10%).

¹³³La redondance signifie qu'un ouvrage est doublé d'un ouvrage de secours pour garantir l'alimentation en cas de perte d'un ouvrage.

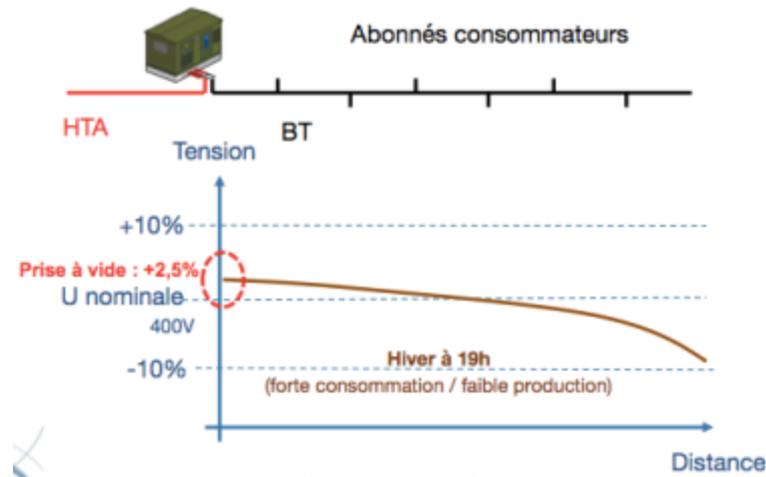


Figure 152 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production. (Source: Hespul)

La production, lorsqu'elle n'est pas entièrement consommée sur place, génère une élévation de tension plus au moins importante. Or, la variation de tension que peuvent générer les producteurs est moindre que celle des consommateurs du fait du plan de tension « haut ». Par voie de conséquence, le raccordement des producteurs en basse tension génère fréquemment des élévations de tension inadmissible qui engendre la nécessité de renforcer ou de créer des ouvrages (nouveau câble, nouveau poste, etc.) à leurs frais, pour éviter de dégrader la qualité d'alimentation, en milieu rural où les réseaux sont faibles (petite section de câble, fils nus) et la consommation faible en période de production (été). Ce phénomène est néanmoins intimement lié au choix d'un plan de tension « haut ».

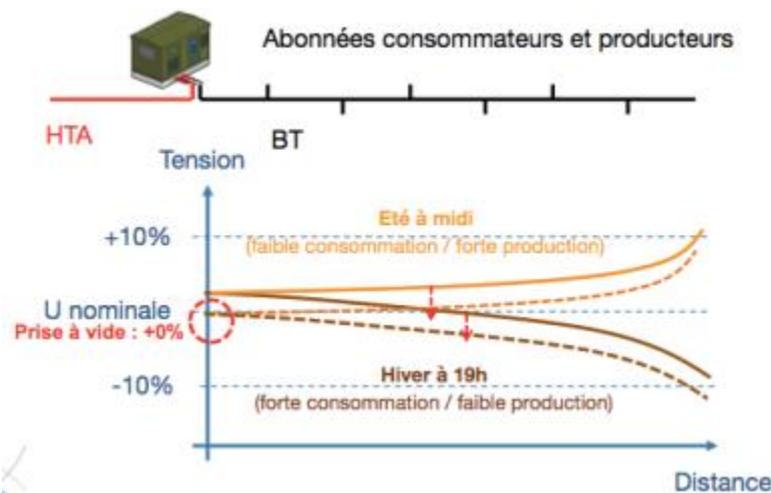


Figure 153 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production (ligne continue brune) et dans un cas inverse (ligne continue orange). Les producteurs sont ici des producteurs photovoltaïques. Les pointillés montrent les mêmes cas avec un plan de tension « équilibré », c'est-à-dire centré autour de la tension nominale. (Source : Hespul)

12.2 ANNEXE 2 : CAPACITES D'ACCUEIL DU RESEAU BASSE TENSION

Là où les capacités d'accueil sont estimées comme insuffisantes, plusieurs solutions pour préserver et augmenter la capacité d'accueil du réseau basse tension sont envisageables selon le contexte :

1. L'abaissement de la tension de sortie au poste de distribution grâce à la prise manœuvrable à vide : dans de nombreux cas, le gain de 2,5% de tension nominale ainsi obtenu permettrait de raccorder des installations photovoltaïques sans travaux majeurs. Cette modification nécessite au préalable de résorber des situations de tension basse en hiver qui se verraient sinon aggraver par ce changement.
2. Le sous-dimensionnement de la puissance de sortie des onduleurs de ces installations de telle sorte à réduire l'injection (voir figure ci-dessous) ¹³⁴,
3. Le sous-dimensionnement de la puissance crête de ces installations de telle sorte à réduire fortement voire éliminer toute injection sur le réseau (schéma en injection des excédents ou en autoconsommation totale)¹³⁵
4. Le développement de solutions smart grid (pilotage de la puissance active et/ou réactive en fonction des contraintes réelles du réseau) lorsqu'elles représentent une alternative de moindre coût comparé aux solutions classiques d'extension et de renforcement.

Ces solutions peuvent être combinées. Le choix de l'une ou l'autre ou d'une combinaison nécessite au préalable une analyse plus fine des contraintes.

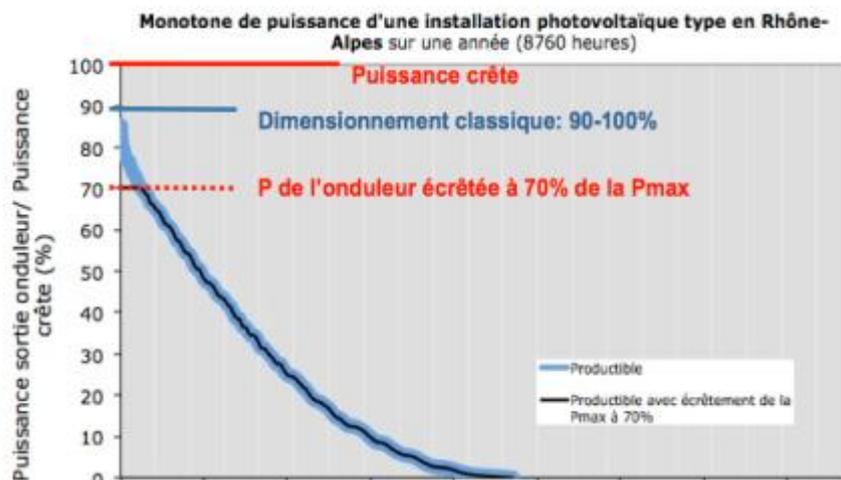


Figure 154 : Monotone de puissance d'une installation photovoltaïque montrant les pertes négligeables (moins d'1% de la production annuelle correspondant au petit triangle au-dessus de la ligne en pointillés) engendrées par un sous-dimensionnement de l'onduleur à 70% de la puissance crête (Source : Hespul)

12.3 ANNEXE 3 : LES DIFFERENTS GAZ RENOUVELABLES

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les différents intrants et procédés permettant la production de gaz renouvelables. Ainsi, en plus de la méthanisation, il existe deux autres filières pour produire un gaz renouvelable pouvant être injecté dans les réseaux : la pyrogazéification et le power-to-gas.

¹³⁴ Hespul a démontré que le sous-dimensionnement des onduleurs à 70 % de la puissance crête engendre des pertes de production annuelles inférieures à 1 % de la production annuelle. Malheureusement, cette solution est souvent insuffisante dans des cas où la distance au poste est bien supérieure à 250 mètres.

¹³⁵ Cette solution de raccordement est à utiliser seulement dans le cas où une contrainte réseau est réelle parce qu'elle aura pour effet de diminuer de manière très significative la production d'électricité de source renouvelable sur le territoire.

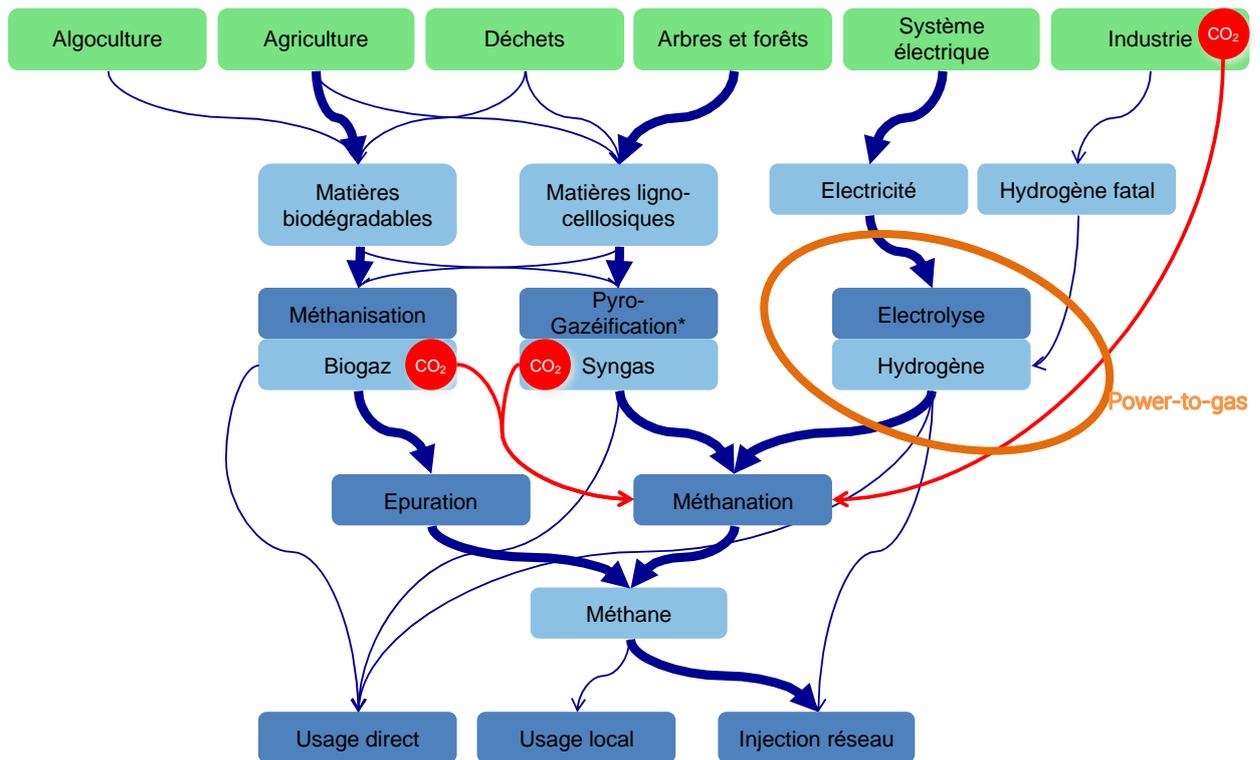


Figure 155 : Intrants et filières de conversion pour la production de gaz renouvelables

La pyrogazéification

La pyrogazéification est un procédé thermo-chimique, permettant de produire des combustibles solides, liquides ou gazeux à partir de matière organique. Selon les conditions de pression et de température, voire les agents de réaction, le procédé peut être orienté vers la production de gaz de synthèse appelé « syngas » et composé principalement de méthane, d'hydrogène, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone mais aussi de goudrons, et autres impuretés. Le syngas peut être valoriser plus ou moins directement comme combustible pour de la production de chaleur ou en cogénération. Il est également possible de compléter le procédé afin d'obtenir un gaz principalement composé de méthane et injectable dans les réseaux.

Par rapport à des procédés de combustion direct, l'intérêt de la pyrogazéification réside dans la possibilité de :

- Obtenir des combustibles plus facilement utilisables permettant de diversifier les usages
 - Usage carburant pour transport (liquide ou gazeux)
 - Production d'électricité à partir de moteur
 - Augmentation du rendement électrique par rapport à cycle vapeur
 - Cogénération de petite taille possible
 - Valorisation chaleur haute température (industrie)
 - Vecteur énergétique facilement stockable, transportable (ex : méthane avec infrastructure gazière)
- Réduire les émissions polluantes
 - Limitation de la production de polluant (procédé)
 - Volume de gaz à traiter beaucoup plus faible
- Réaliser des installations plus compactes

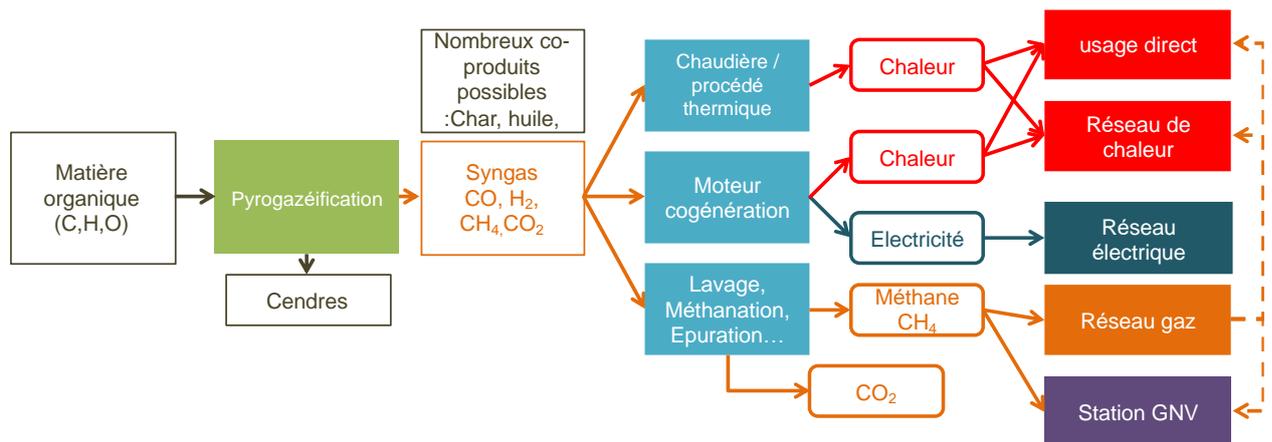


Figure 156 : Procédé de pyrogazéification (Source : SOLAGRO)

Aujourd'hui, le recours à la pyrogazéification de biomasse et de déchet pour un usage chaleur ou de cogénération est plus courant. L'organisme allemand FEE évalue en 2016 à environ 1000 unités en cogénération installées en Europe pour une puissance installée totale d'environ 78 MWe, soit une taille moyenne par unité de l'ordre de 80 kWe soit 280 kWcomb. Une seule installation industrielle de pyrogazéification à partir de biomasse propre avec injection de méthane dans le réseau de gaz a été en fonctionnement en Europe : il s'agit de Gobigas (<http://www.repotec.at/index.php/97.html>) en Suède, d'une puissance de l'ordre 20 MW_{CH4 PCS} (32 MW_{Comb PCI}).

Il existe une multitude de technologies, mais toutes ne sont pas adaptées à la production de gaz injectable dans les réseaux. Dans tous les cas le syngas nécessite plusieurs étapes de conversion (lavage, méthanation, épuration...). L'assemblage de toutes ces briques technologiques et son fonctionnement optimisé n'est pas encore disponible commercialement pour des tailles d'unité adaptée à des ressources territoriales (il existe des unités commerciales d'environ 1000MW au charbon en fonctionnement en USA, Chine, Afrique du sud). Par ailleurs, il n'existe aujourd'hui aucun mécanisme de soutien de type tarif d'achat, ni de cadre réglementaire permettant son injection dans le réseau¹³⁶.

En France une plateforme de démonstration a été créée au sud de Lyon pour tester les différentes briques pour faire du gaz injectable (www.projetgaya.com). D'autres projets sont en cours de développement en Europe.

Le power-to-gas

Il consiste à convertir de l'électricité en gaz de synthèse¹³⁷. L'électricité doit être d'origine renouvelable pour considérer le gaz produit comme énergie renouvelable. La première étape est constituée par un électrolyseur produisant de l'hydrogène. Une deuxième étape peut être ajoutée pour convertir l'hydrogène en méthane par l'intermédiaire d'une réaction de méthanation ($4H_2 + CO_2 \Rightarrow CH_4 + 2H_2O$). Cette seconde étape rend le gaz de synthèse intégrable sans limite dans les infrastructures gazières actuelles. Cette dernière réaction nécessite une source de CO₂.

¹³⁶ Même si le gaz respecte les spécifications des opérateurs de réseau de gaz.

¹³⁷ Plus de détail sur le power-to-gas dans l'étude ADEME, « Étude portant sur l'hydrogène et la méthanation comme procédé de valorisation de l'électricité excédentaire », 2014, www.ademe.fr/etude-portant-lhydrogene-methanation-comme-procede-valorisation-lelectricite-excedentaire

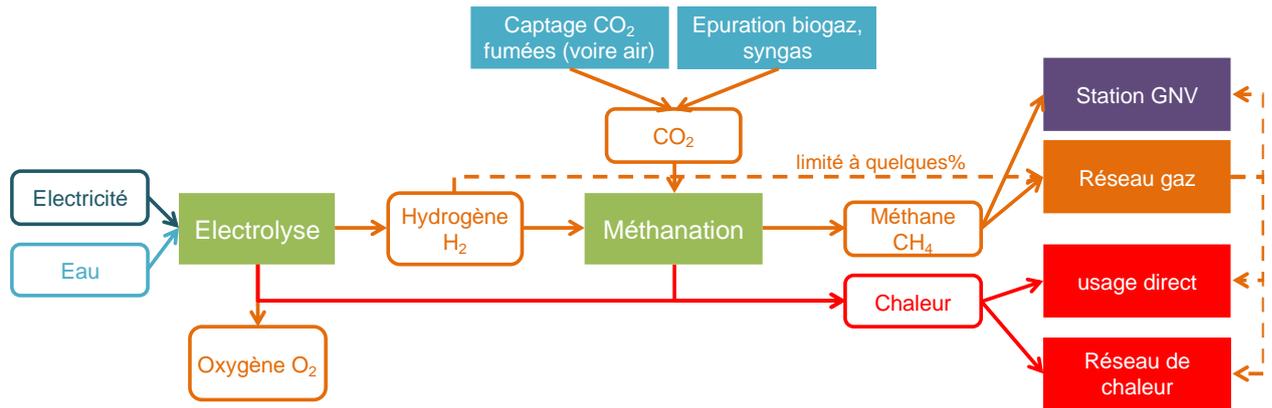


Figure 157 : Le Power-to-gas (Source : SOLAGRO)

A la différence des deux premières filières de production de gaz renouvelable, le power-to-gas n'est pas un procédé permettant la valorisation d'une ressource primaire d'énergie renouvelable, mais un procédé de conversion entre deux vecteurs voire trois vecteurs : de l'électricité vers le gaz (+ de la chaleur coproduite). L'intégration du power-to-gas comme seul débouché à une production d'électricité renouvelable ne présente pas d'intérêt sur le plan économique et énergétique. Le power-to-gas trouve sa pertinence dans une optimisation globale du système énergétique, à condition d'avoir un taux de pénétration en énergie renouvelable très important, en particulier sur le réseau électrique. Dans ces conditions, il permet :

- D'apporter de la flexibilité intersaisonnière au système électrique qui sera majoritairement composé d'éolien et de photovoltaïque : le surplus d'électricité produit en été par ces énergies renouvelables est alors transformé en gaz. Le gaz produit bénéficie ensuite des très grandes capacités de transport et de stockage (+ de 300 fois les capacités de stockage du système électrique) du réseau actuel de gaz
- De produire un complément de gaz renouvelable, pouvant notamment permettre de faciliter la décarbonation du secteur des transports (gaz carburant)

Dans cette vision, il fonctionnera de manière intermittente durant les heures à tendance excédentaire de production d'électricité renouvelable. Ainsi, cette filière présente une spécificité : sa ressource n'est pas « disponible » à court voire moyen terme. Dans tous les cas, son déploiement n'est pas nécessaire avant 2030, 2035.

On compte actuellement environ une trentaine de démonstrateurs en fonctionnement en Europe. Une seule (GRHYD) est en service en France à Dunkerque. Le prochain, Jupiter 1000, est en construction à Fos-sur-Mer, avec un démarrage de l'injection prévue en 2019. L'amélioration des technologies et les baisses de coûts sont encore nécessaires pour l'électrolyse et surtout pour la méthanation.

12.4 ANNEXE 4 : RECENSEMENT DES EVENEMENTS PASSES DE RISQUES NATURELS

Ce recensement est extrait de la base GASPARD (Gestion Assistée des Procédures Administratives relatives aux Risques)

cod_nat_catr	cod_communi	lib_commun	EPCI	num_risque	lib_risque_jo	dat_deb	dat_fin	dat_pub_arr	dat_pub_jo	dat_maj
84PREF2019C	84002	Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	09/08/2018	09/08/2018	04/10/2018	03/11/2018	
84PREF1984C	84002	Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	43.0	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984	16/10/1984	24/10/1984	02/07/2007
84PREF1993C	84002	Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1994C	84002	Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994	21/11/1994	25/11/1994	02/07/2007
84PREF2015C	84002	Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	24/08/2015	24/08/2015	18/11/2015	19/11/2015	
84PREF2017C	84002	Ansouis	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF1987C	84014	Beaumont-d	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1987C	84014	Beaumont-d	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1992C	84014	Beaumont-d	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	30/07/1991	31/07/1991	31/07/1992	18/08/1992	02/07/2007
84PREF1993C	84014	Beaumont-d	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1994C	84014	Beaumont-d	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994	26/01/1994	10/02/1994	02/07/2007
84PREF2017C	84014	Beaumont-d	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF1993C	84024	Cabrières-d'	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF2017C	84024	Cabrières-d'	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF2019C	84026	Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	09/08/2018	09/08/2018	22/10/2018	03/11/2018	
84PREF1984C	84026	Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	43.0	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984	16/10/1984	24/10/1984	02/07/2007
84PREF1993C	84026	Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	29/11/1993	15/12/1993	02/07/2007
84PREF1994C	84026	Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994	08/03/1994	24/03/1994	02/07/2007
84PREF1994C	84026	Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994	21/11/1994	25/11/1994	02/07/2007
84PREF2017C	84026	Cadenet	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF1986C	84042	Cucuron	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	11/12/1986	09/01/1987	02/07/2007
84PREF1987C	84052	Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1987C	84052	Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1988C	84052	Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	07/04/1988	07/04/1988	07/10/1988	23/10/1988	02/07/2007
84PREF1993C	84052	Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1994C	84052	Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994	21/11/1994	25/11/1994	02/07/2007
84PREF2017C	84052	Grambois	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF1993C	84009	La Bastide-di	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1986C	84010	La Bastidonn	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	11/12/1986	09/01/1987	02/07/2007
84PREF1993C	84010	La Bastidonn	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1993C	84084	La Motte-d'A	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1987C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1987C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1988C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	07/04/1988	07/04/1988	07/10/1988	23/10/1988	02/07/2007
84PREF1990C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	24/05/1990	24/05/1990	07/12/1990	19/12/1990	02/07/2007
84PREF1993C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	21/09/1992	23/09/1992	19/03/1993	28/03/1993	02/07/2007
84PREF1993C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1994C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994	26/01/1994	10/02/1994	02/07/2007
84PREF1994C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994	21/11/1994	25/11/1994	02/07/2007
84PREF2015C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	24/08/2015	24/08/2015	18/11/2015	19/11/2015	
84PREF2017C	84133	La Tour-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF1986C	84076	Mirabeau	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	11/12/1986	09/01/1987	02/07/2007
84PREF1987C	84076	Mirabeau	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1993C	84076	Mirabeau	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1994C	84076	Mirabeau	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994	26/01/1994	10/02/1994	02/07/2007
84PREF1987C	84090	Peypin-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1987C	84090	Peypin-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987	02/12/1987	16/01/1988	02/07/2007
84PREF1993C	84090	Peypin-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF2017C	84090	Peypin-d'Aig	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF1993C	84113	Saint-Martin	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1986C	84121	Sannes	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	11/12/1986	09/01/1987	02/07/2007
84PREF2015C	84121	Sannes	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	24/08/2015	24/08/2015	18/11/2015	19/11/2015	
84PREF1987C	84147	Villelaure	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	24/09/1986	24/09/1986	27/01/1987	14/02/1987	02/07/2007
84PREF1993C	84147	Villelaure	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007
84PREF1994C	84147	Villelaure	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994	26/01/1994	10/02/1994	02/07/2007
84PREF2017C	84147	Villelaure	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986	17/10/1986	20/11/1986	
84PREF1993C	84151	Vitrolles-en-	CC Territoriale Sud-Luberon	1.0	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	02/07/2007

13. LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Du diagnostic à la stratégie dans un PCAET (Source : IN VIVO)	9
Figure 2 : Les fondamentaux du scénario négaWatt (source association négaWatt).....	10
Figure 3 : Découpage communal de la Communauté Territoriale Sud Luberon (Source : site de COTELUB)	12
Figure 4 : Evolution démographique de la CC entre 1968 et 2015 (source : INSEE 2015)	13
Figure 5 : Répartition des emplois sur le territoire de COTELUB en 2015 (source : INSEE 2015)	13
Figure 6 : Evolution des consommations énergétiques du territoire de COTELUB entre 2007 et 2016 (source : CIGALE) ..	16
Figure 7 : Répartition sectorielle des consommations énergétiques en 2016 (source : CIGALE)	16
Figure 8 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques de par secteur (source : CIGALE)	17
Figure 9 : Mix énergétique du territoire de COTELUB en 2016 (source : CIGALE)	17
Figure 10 : Consommations énergétiques de COTELUB par secteur et par type d'énergie en 2016 (source : CIGALE).....	18
Figure 11 : Evolution des consommations énergétiques de COTELUB par type d'énergie entre 2007 et 2016 (source : CIGALE)	18
Figure 12 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB par secteurs d'activités en 2016	19
Figure 13 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB par habitant en 2016 (source : CIGALE).....	20
Figure 14 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB0 par secteurs d'activités en 2016 (sources, Inddigo, CIGALE).....	21
Figure 15 : Consommations énergétiques des communes de COTELUB par habitant en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE)	22
Figure 16 : Evolution des émissions de GES du territoire entre 2007 et 2016 (Source : CIGALE)	23
Figure 17 : Répartition sectorielle des émissions de GES sur le territoire de COTELUB en 2016 (Source : CIGALE)	24
Figure 18 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques du territoire de COTELUB par secteur d'activité (source : CIGALE)	24
Figure 19 : Emissions de GES par type d'énergie en 2016 (source : CIGALE)	25
Figure 20 : Part des différents gaz à effet de serre dans les émissions globales de gaz à effet de serre de COTELUB en 2016 (source : CIGALE)	25
Figure 21 : Emissions GES des communes de COTELUB par secteur d'activité en 2016 (source : CIGALE)	26
Figure 22 : Emissions de GES par les communes de COTELUB par habitant en 2016 (source : CIGALE)	26
Figure 23 : Carte des émissions de GES pour les communes de COTELUB par secteur d'activités en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE).....	27
Figure 24 : Carte des émissions de GES par commune de COTELUB par habitant en 2016 (Sources : Inddigo, CIGALE) ..	28
Figure 26 : Emissions des principaux polluants atmosphériques en 2016 (source : CIGALE).....	29
Figure 27 : Evolution des émissions de polluants entre 2007et 2016 sur le territoire de COTELUB	29
Figure 28 : Part des différents secteurs dans les émissions de polluants en 2016 (Source : CIGALE).....	30
Figure 29 : Indice synthétique de la qualité de l'air en 2017 combinat les concentrations de trois polluants (NO ₂ , PM ₁₀ , O ₃) (source : AtmoSud)	31
Figure 30 : Production d'énergies renouvelables par filière en 2016sur le territoire de COTELUB.....	33
Figure 31 : Evolution de la production d'énergies renouvelables entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	34
Figure 32 : Evolution de la production de biomasse entre 2007et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE) ..	34
Figure 33 : Consommation de biomasse pour les communes de COTELUB en 2016 (source : CIGALE, INSEE 2015)	35
Figure 34 : Etude ADEME/SOLAGRO/Biomasse Normandie/BVA - 2018.....	36
Figure 35 : Consommation de bois énergie par usage	37
Figure 36 : Production de bois par filières sur le territoire de la COTELUB	38
Figure 37 : Evolution de la production solaire thermique entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB	40
Figure 38 : Evolution de la production solaire photovoltaïque entre 2007et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	40
Figure 39 : Production solaire PV par communes de COTELUB en 2016 (source : CIGALE, INSEE 2015)	41
Figure 40 : Localisation des toitures photovoltaïques installées par la CVPA (source : http://www.paysdaigues.centralesvillageoises.fr/)	42

Figure 41 : Evolution de la production hydro-électrique entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	42
Figure 42 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB	43
Figure 43 : Consommations énergétiques et émissions de GES par source en 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	44
Figure 44 : Occupants des résidences principales en 2015 sur le territoire de COTELUB (source : INSEE)	44
Figure 45 : Type d'occupation des logements en 2015 sur le territoire de COTELUB (source : INSEE)	44
Figure 46 : Date de construction des logements en 2015 (source : INSEE 2015)	45
Figure 47 : Type de chauffage des résidences principales en 2015 sur le territoire de COTELUB	45
Figure 48 : Etiquettes énergétique et climat des DPE effectués dans le Vaucluse (source : Base DPE ADEME)	46
Figure 49 : Tableau de comparaison des prix domestiques des différentes énergies (source : Base de données PEGASE - SOeS)	47
Figure 50 : Facture énergétique domestique au niveau communal et de COTELUB en 2016 (source : Filosofi INSEE 2015, PEGASE SOeS, CIGALE)	48
Figure 51 : Taux d'effort énergétique pour les trois premiers déciles de revenu déclaré pour les communes de Cadenet, La Tour d'Aigues, Villelaure et COTELUB (source : Filosofi INSEE 2015, PEGASE SOeS, CIGALE)	49
Figure 52 : Taux d'effort énergétique par rapport au revenu médian déclaré pour les communes du territoire (source : Filosofi INSEE 2015, PEGASE SOeS, CIGALE)	49
Figure 53 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur des transports routiers 2007/2016 (source : CIGALE)	50
Figure 54 : Taux de motorisation des ménages en 2015 (source : INSEE 2015)	50
Figure 55 : Flux de déplacements domiciles travail (source : INSEE 2016)	51
Figure 56 : Flux domicile - travail internes et intra communaux au sein de COTELUB (sources : INDDIGO, INSEE 2016)	52
Figure 57 : Flux domicile - travail entrants et sortants à partir du territoire de COTELUB (sources : INDDIGO, INSEE 2016)	53
Figure 58 : Parts modales des flux domicile-travail sortants et internes sur le territoire de COTELUB (Source : INSEE 2016)	54
Figure 59 : Parts modales des déplacements domicile – travail intra communaux (source : INSEE 2016)	54
Figure 60 : Extrait de la carte des transports en communs sur le territoire de COTELUB (source : Transdev Sud Est Mobilités)	55
Figure 61 : Réseau bus Trans Vaucluse sur le territoire de COTELUB (source : http://www.sumian.fr/transvaucluse)	56
Figure 62 : Extrait de l'étude Inddigo « Mission d'assistance à Maîtrise d'ouvrage pour l'élaboration d'un schéma de mobilité rurale à l'échelle intercommunale »	57
Figure 63 : Carte des itinéraires cyclables du territoire de COTELUB (source : http://www.veloloisirprovence.com/)	57
Figure 64 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	58
Figure 65 : Consommations énergétiques et émissions de GES par type d'énergie en 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	58
Figure 66 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités tertiaires du territoire de COTELUB (source : INSEE 2015)	59
Figure 67 : Consommations énergétiques et émissions de GES par type d'énergie sur le territoire de COTELUB en 2016 (source : CIGALE)	60
Figure 68 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités industrielles du territoire de COTELUB (source : INSEE 2015)	61
Figure 69 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur agricole entre 2007 et 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	62
Figure 70 : Consommations énergétiques et émissions de GES par source en 2016 sur le territoire de COTELUB (source : CIGALE)	62
Figure 71 : Part des différentes sources d'énergies dans les besoins des différentes exploitations agricoles (source : RICA - Microdonnées 2015)	63
Figure 72 : Evolution de l'activité agricole et part départementale et régionale selon les différents indicateurs (source : RA2010 – Agreste)	63
Figure 73 : Activités agricoles dans les communes du territoire de COTELUB en 2010 (source : RA2010 AGRESTE)	64

Figure 74 : Mode d'occupation agricole du sol (Source : SCoT Sud Luberon)	64
Figure 75 : Part des différents types de surfaces agricoles sur le territoire de COTELUB (RA2010 - AGRESTE)	65
Figure 76 : Synthèse des domaines et milieux de vulnérabilité sur le territoire	67
Figure 77 : Comparaison de la terminologie changement climatique et risques naturels (source : ADEME)	67
Figure 78 : Cinq zones climatiques définies par Météo France en région SUD (source : Météo France)	70
Figure 79 : Stations de référence de la zone climatique "Provence intérieure" (source : Météo France)	71
Figure 80 : Anomalies de températures pour les stations d'Apt et Saint-Auban (sources : ORECA, Météo France)	72
Figure 81 : Anomalies de température maximale estivale et hivernale sur les stations d'Apt et Saint-Auban (source : ORECA, Météo France)	73
Figure 82 : Anomalies de températures par rapport à la période de références 1976-2005 sur la zone climatique "Provence intérieure" (sources : ORECA, Météo France)	74
Figure 83 : Evolution des projections climatiques pour les températures maximales estivales à Apt et les températures maximale hivernales à Saint-Auban (source : ORECA, Météo France)	75
Figure 84 : Nombre de journées chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France)	76
Figure 85 : Nombre de journées anormalement chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France)	77
Figure 86 : Evolution du nombre jours anormalement chauds au cours du XXIe siècle à Saint-Auban selon les scénarii de projections (source : ORECA, Météo France)	78
Figure 87 : Evolution du nombre de nuits tropicales et de jours de gel selon les 2 scénarii à apt et saint-Auban entre 2015 et 2085 (source : ORECA, Météo France)	78
Figure 88 : Evolution du cumul annuel de précipitations à Apt entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France)	79
Figure 89 : Evolution du cumul annuel de précipitations selon les différents scénarii de projection à Apt (source : ORECA, Météo France)	80
Figure 90 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS)	81
Figure 91 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS)	81
Figure 92 : Carte des milieux aquatiques du territoire (SCoT Sud Luberon)	83
Figure 93: Etat des eaux souterraines à la source du Mirail sur la commune de la Motte-d'Aigues. (Source : Agence de l'eau RMC)	84
Figure 94: Etat des eaux du forage F1 à Beaumont-de-Pertuis. (Source : Agence de l'eau RMC)	84
Figure 95: Etat des eaux de baignade sur le territoire. (Source : Ministère de la santé)	85
Figure 96 : Outil de gestion des cours d'eau du territoire (source : EIE du SCoT Sud-Luberon)	87
Figure 97 : Cartographie des espaces naturelles remarquables sur le périmètre du SCot Sud Luberon (source : EIE du SCoT Sud-Luberon)	91
Figure 98: carte de l'occupation des sols, source : SCoT Sud Luberon	100
Figure 99 : carte du risque de retrait gonflement des argiles, source : Georisques.	101
Figure 100: Déformation des rails du RER D lors de la canicule de 2003.	103
Figure 101 : Articulation des différentes estimations de consommations d'énergie et des potentiels de leur réduction (Source : IN VIVO)	109
Figure 102 : Nombre, type et surface moyenne des résidences principales de COTELUB en 2015	110
Figure 103 : Types de mesures prises en compte dans l'estimation du potentiel de réduction des consommations d'énergie dans le secteur du transport de personnes	114
Figure 104 : Méthode de détermination des consommations d'énergie dans l'industrie	119
Figure 105 : Potentiel de réduction des consommations énergétiques pour les différentes activités agricoles (Source : ADEME, Rapport agriculture et efficacité énergétique, 2019, Solagro)	121
Figure 106 : Consommations d'énergie en 2016 et potentiels de leur réduction à l'horizon 2050 des différents secteurs d'activités de COTELUB.	123
Figure 107 : Secteurs d'activités à enjeux du territoire de COTELUB pour la réduction des consommations d'énergie à l'horizon 2050	124
Figure 108 : Articulation des différentes estimations de production d'énergies renouvelable et de récupération et des potentiels de leur production (Source : IN VIVO)	126
Figure 109 : Hypothèses retenues pour la détermination du potentiel de production solaire thermique (Source : Inddigo)	129

Figure 110 : Production d'énergie par type d'installations solaire thermique	129
Figure 111 : Filière bois simplifiée au niveau local (Source : SOLAGRO).....	130
Figure 112 : Articulation des différentes sources de données utilisées dans la modélisation de la filière bois locale (Source : SOLAGRO).....	132
Figure 113 : Carte des installations et projets de méthanisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.....	135
Figure 114 : Ressources méthanisables : données statistiques, niveau géographique et caractéristiques retenues pour évaluer le potentiel (Source : SOLAGRO).....	137
Figure 115 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable sur le territoire de COTELUB.	138
Figure 116 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de COTELUB.	139
Figure 117 : Les nouvelles filières du biométhane de seconde génération	140
Figure 118 : Couplage du power-to-gas avec la méthanisation (Source : https://methycentre.eu).....	141
Figure 119 : Carte des zones favorables à la géothermie sur nappes et sur sondes sur le territoire de COTELUB (source : BRGM, Inddigo).....	144
Figure 120 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur nappe (source : www.geothermie-perspectives.fr)	145
Figure 121 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur sonde (source : www.geothermie-perspectives.fr)	146
Figure 122 : Carte des zones éligibles à la géothermie de minime importance (Source : Ademe, BRGM).....	147
Figure 123 : Potentiel de production via des PAC aérothermique au niveau national et intercommunal (sources : CIGALE, INSEE 2015, Scénario négaWatt)	149
Figure 124 : Exemple de parking pouvant accueillir des panneaux solaire PV en ombrière, Saint-Martin-de-la-Brasques	152
Figure 125 : Carte du potentiel brut solaire PV en toiture (source : BDTOPO - IGN, PVGIS, Inddigo).....	154
Figure 126 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des zones potentielles	156
Figure 127 : Zones de potentiel éolien (source : BD TOPO, DREAL, Inddigo)	157
Figure 128 : Extrait de la méthodologie de détermination du potentiel hydroélectrique (source : CEREMA).....	158
Figure 129 : Cours d'eaux mobilisables pour des installations hydroélectriques (source : BDTOPO, CEREMA, DREAL, Inddigo)	159
Figure 130 : Station GNV d'Apt (source : https://www.gaz-mobilite.fr/actus/premiere-station-gnv-intercommunale-vacluse-2150.html)	162
Figure 131 : Synthèse du potentiel brut de production d'énergies renouvelables et de récupération, à l'horizon 2050, dans le territoire comparé à la production estimée en 2015 (Source : Inddigo).....	165
Figure 132 : Potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 pour COTELUB (source : Inddigo).....	165
Figure 133 : Production potentielle maximum d'énergies renouvelables et de récupération à l'horizon 2050 comparée à la production réelle en 2015 pour COTELUB.....	166
Figure 134 : Nombre de postes électriques par commune (source : Enedis)	172
Figure 135 : Gisement PV en toiture selon la distance de raccordement sur le territoire de COTELUB (source : Eurostat, Enedis, RTE, BD TOPO, Inddigo)	175
Figure 136 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de COTELUB.....	178
Figure 137 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de COTELUB – 2015 ; Sources : Solagro	179
Figure 138 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050	180
Figure 139 : Courbe de consommation journalière de gaz du territoire – 2015 ;.....	180
Figure 140 : Courbe de consommation journalière de gaz du territoire à l'horizon – 2050.....	181
Figure 141 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 dans le territoire (Solagro).....	182
Figure 142 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050	182
Figure 143 : Données 2012 d'occupation des sols Corine Land Cover (CLC).....	186
Figure 144 : Stocks de carbone pour le territoire de COTELUB (en t équivalents CO ₂ , 2012), source : Outil ALDO	186
Figure 145 : Stocks de carbone (exprimés en tonne équivalent CO ₂) par type d'occupation des sols de COTELUB.....	187
Figure 146 : Stocks de carbone dans le bois d'oeuvre et le bois d'industrie de COTELUB.....	187

Figure 147 : Bilan annuel des flux de séquestration et de déstockage du CO2 au niveau de COTELUB et au niveau national (Source : Outil ALDO).....	190
Figure 148 : Évaluation de l'impact des changements de pratiques agricoles sur la séquestration carbone (Source : Outil ALDO).....	191
Figure 149 : Illustration du potentiel de séquestration carbone matériaux à partir de l'étude Terracrée.....	192
Figure 150 : Contribution sectorielle de réduction des polluants atmosphériques à l'horizon 2050 (source : Inddigo) ...	198
Figure 151 : Potentiels de réduction des consommations à 2050 selon les différents secteurs d'activité de COTELUB.	200
Figure 152 : Potentiel maximum de production à l'horizon 2050 d'énergies renouvelables et de récupération pour COTELUL (en GWh/an).....	201
Figure 153 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production. (Source: Hespul)	205
Figure 154 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production (ligne continue brune) et dans un cas inverse (ligne continue orange). Les producteurs sont ici des producteurs photovoltaïques. Les pointillés montrent les mêmes cas avec un plan de tension « équilibré », c'est-à-dire centré autour de la tension nominale. (Source : Hespul).....	205
Figure 155 : Monotone de puissance d'une installation photovoltaïque montrant les pertes négligeables (moins d'1% de la production annuelle correspondant au petit triangle au-dessus de la ligne en pointillés) engendrées par un sous-dimensionnement de l'onduleur à 70% de la puissance crête (Source : Hespul).....	206
Figure 156 : Intrants et filières de conversion pour la production de gaz renouvelables.....	207
Figure 157 : Procédé de pyrogazéification (Source : SOLAGRO).....	208
Figure 158 : Le Power-to-gas (Source : SOLAGRO).....	209