PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL

SYNDICAT MIXTE DU BASSIN DE VIE CAVAILLON, COUSTELLET, L'ISLE SUR LA SORGUE

DIAGNOSTIC

DECEMBRE 2021 – ARRÊT PACET

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS ET METHODE 9

1.1 Objectifs du diagnostic 9

1.2 Outils et scénarios de référence 10

1.2.1 Base de données CIGALE 10
1.2.2 Outil ALDO 11
1.2.3 Outil BACHUS 11
1.2.4 Scénario négawatt 2017-2050 11
1.2.5 Scénario énergie-climat - ADEME 2035-2050 13
1.2.6 Scenario Afterres2050 13

2. LE TERRITOIRE 15

2.1 Administratif 15

2.2 Géographie 16

2.3 Démographie 16

2.4 Emplois 17

3. ETAT DES LIEUX CLIMAT-AIR-ENERGIE 18

3.1 Synthèse 18

3.2 Consommations d'énergie 18

3.2.1 Méthode 18
3.2.2 Vue d'ensemble 19
3.2.3 Analyse sectorielle 19
3.2.4 Energies utilisées 21
3.2.5 Analyse communale 23

3.3 Emissions des gaz a effet de serre 27

3.3.1 Méthode 27
3.3.2 Vue d'ensemble 28
3.3.3 Analyse sectorielle 28
3.3.4 Energies utilisées 30
3.3.5 Part des différents Gaz à Effet de Serre 31
3.3.6 Analyse communale 32

3.4 Emissions des polluants atmosphériques 36

3.4.1 Méthode 36
3.4.2 Vue d'ensemble 36
3.4.3 Evolution 37

3.4.4 Analyse sectorielle 38

3.5 Qualité de l'air 39

3.5.1 Polluants réglementés 39
3.5.2 Pesticides 41

3.6 Production d'énergies renouvelables 44

3.6.1 Méthode 44
3.6.2 Vue d'ensemble 44
3.6.3 Biomasse 46
3.6.4 Biogaz 54
3.6.5 Solaire thermique 56
3.6.6 Solaire photovoltaïque 56
3.6.7 Hydroélectricité 59

3.7 Focus sur les secteurs d'activité 60

3.7.1 Résidentiel 60
3.7.2 Transport 72
3.7.3 Tertiaire 85
3.7.4 Industrie 90
3.7.5 Agriculture 94

4. VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE 101

4.1 Synthèse 101

4.2 Méthode 101

4.2.1 Vulnérabilité 102
4.2.2 Aléas 102
4.2.3 Exposition 103
4.2.4 Sensibilité 104
4.2.5 Capacité d'adaptation 104

4.3 Aléas climatiques 104

4.3.1 Températures 106
4.3.2 Journées chaudes 111
4.3.3 Précipitations 114
4.3.4 Sécheresse 115
4.3.5 Feux de forêt 116
4.3.6 Humidité des sols 117
4.3.7 Synthèse 119

4.4 Eau 120

4.4.1 Cours d'eau 120

4.4.2 Qualité des eaux 121
4.4.3 Assainissement 123
4.4.4 Risque inondation 125
4.4.5 Matrice des impacts 127
4.4.6 Actions en cours 127
4.4.7 Synthèse 128

4.5 Milieux naturels et biodiversité 130

4.5.1 Entités paysagères 130
4.5.2 Milieux naturels protégés 131
4.5.3 Matrice des impacts 136
4.5.4 Synthèse 137

4.6 Agriculture et forêts 138

4.6.1 Profil agricole et forestier 138
4.6.2 Matrice des impacts 139

4.7 Tourisme 142

4.7.1 Profil touristique 142
4.7.2 Impacts 142

4.8 Sols et sous-sols 143

4.8.1 Caractéristiques et occupation des sols 143
4.8.2 Risques liés aux sols et sous-sols 144
4.8.3 Matrice des impacts 148
4.8.4 Actions en cours 148
4.8.5 Synthèse 148

4.9 Infrastructures 149

4.9.1 Infrastructures ferroviaires 149
4.9.2 Infrastructures routières 150
4.9.3 Infrastructures de production d'énergie 150
4.9.4 Infrastructures de production, de distribution et de traitement d'eau 150
4.9.5 Matrice des impacts 151
4.9.6 Synthèse 151

4.10 Santé de la population 152

4.10.1 Démographie 152
4.10.2 Confort thermique estival 154
4.10.3 Risque allergique 156
4.10.4 Polluants atmosphériques 158
4.10.5 Maladies vectorielles 159
4.10.6 Matrice des impacts 161

4.10.7 Synthèse 161

5. POTENTIEL DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE 164

5.1 Méthode 164

5.2 Résidentiel 165

5.2.1 Synthèse 165
5.2.2 Méthode et analyse 165

5.3 Tertiaire 168

5.3.1 Synthèse 168
5.3.2 Méthode et analyse 168

5.4 Déplacement des personnes 169

5.4.1 Synthèse 169
5.4.2 Méthode et analyse 169

5.5 Transport de marchandises 173

5.5.1 Synthèse 173
5.5.2 Méthode et analyse 173

5.6 Industrie et déchets 174

5.6.1 Synthèse 174
5.6.2 Méthode et analyse 174

5.7 Agriculture et sylviculture 176

5.7.1 Synthèse 176
5.7.2 Méthode et analyse 176

5.8 Vision globale des secteurs d'activités 179

5.8.1 Synthèse 179
5.8.2 Secteurs a enjeux 180

6. POTENTIEL DE PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION 182

6.1 Synthèse 182

6.2 Méthode 184

6.3 Chaleur renouvelable et de récupération 186

6.3.1 Solaire thermique 186
6.3.2 Biocombustibles 188
6.3.3 Biogaz 196

6.3.4 Géothermie 206
6.3.5 Aérothermie 211
6.3.6 Récupération de chaleur fatale 213

6.4 Electricité renouvelable 216

6.4.1 Solaire photovoltaïque 216
6.4.2 Eolien 226
6.4.3 Hydroélectricité 229
6.4.4 Stockage 233

6.5 Carburants renouvelables et motorisations alternatives 236

6.5.1 Agrocarburants 236
6.5.2 Véhicules électriques 238
6.5.3 Hydrogène mobilité 240

7. RESEAUX D'ENERGIE 243

7.1 Réseau d'électricité 243

7.1.1 Réseaux de transport 244
7.1.2 Réseaux de distribution 250
7.1.3 Smartgrids 255

7.2 Réseau gaz 258

7.2.1 Synthèse 259
7.2.2 Méthode et analyse 260
7.2.1 Smart gas grids 271

7.3 Réseaux de chaleur 272

7.3.1 Synthèse 272
7.3.2 Méthode et analyse 272

8. SEQUESTRATION CARBONE 275

8.1 Synthèse 275

8.2 Méthode 275

8.3 Stocks de Carbone 278

8.3.1 Qu'est-ce que le stock de carbone ? 278
8.3.2 Stocks des sols et de la biomasse 278

8.4 Flux de carbone 281

8.4.1 Flux de carbone liés à l'artificialisation et au changement d'usage des terres 283
8.4.2 Flux de carbone des écosystèmes forestiers 283
8.4.3 Flux de carbone liés aux produits bois 284

8.4.4 Bilan des flux annuels 284

8.5 Éléments prospectifs et recommandations 285

8.5.1 Synthèse 285
8.5.2 Baisse de l'artificialisation 285
8.5.3 Confortement du puit « biomasse » 287
8.5.4 Pratiques agricoles 289
8.5.5 Développement de l'usage des matériaux biosourcés 290

9. POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE 292

9.1 Synthese 292

9.2 Methode et analyse 292

9.3 Enjeux et potentiel d'amélioration 293

10. POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES 294

10.1 Synthese 294

10.2 Methode et analyse 294

10.3 Enjeux et potentiel d'amélioration 294

11. ENJEUX STRATEGIQUES 296

11.1 Synthèse 296

11.2 Potentiels de réduction des consommations d'energie 297

11.3 Potentiels de production d'énergies renouvelables et de récupération 298

11.4 Potentiel d'évolution de l'autonomie énergétique du territoire 299

12. ANNEXES 300

12.1 Annexe 1 : Le réseau de distribution d'électricité 300

12.2 Annexe 2 : Capacités d'accueil du réseau basse tension 302

12.3 Annexe 3 : Les differents gaz renouvelables 303

12.4 Annexe 4 : Intégration de production décentralisée dans le réseau gaz 306

12.5 Annexe 4 : Arrêtés de catastrophe naturelles concernant des inondations 312

13. LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX 315

1. OBJECTIFS ET METHODE

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

- **Un diagnostic** qui permet d'identifier les enjeux climat, air, énergie pour le territoire ainsi que ses potentialités et ses vulnérabilités,
- **Une stratégie** qui dessine un scénario et fixe des d'objectifs,
- **Un plan d'actions** qui décline la stratégie sous forme opérationnelle en associant l'ensemble des acteurs du territoire.

Le présent document constitue le rapport de diagnostic. Il a notamment pour objectif de :

- **Répondre à la demande réglementaire,**
- **Dresser un état des connaissances relatif aux politiques climat-air-énergie et aux technologies énergétiques émergentes notamment** pour mieux se projeter à l'horizon 2050.

Chaque partie fait l'objet de paragraphe de synthèse afin d'en faciliter la lecture.

Toutes les sources et données sur lesquelles s'est appuyé sont élaboration sont, dans la mesure du possible citées sous forme de notes de bas de page.

Il a fait l'objet de partage et d'enrichissement au cours des réunions suivantes :

- **Equipe projet du PCAET,**
- **Comité de pilotage avec les partenaires.**

1.1 OBJECTIFS DU DIAGNOSTIC

Le diagnostic territorial est une phase règlementaire du Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET). Il vise à poser les fondations du PCAET à partir de la connaissance du territoire pour les différentes thématiques précisées dans le décret relatif à son élaboration[1]. De ce diagnostic découlera les enjeux Climat-Air-Energie du territoire qui seront pris en compte dans la phase de stratégie.

Conformément à la règlementation seront analysés à l'échelle du territoire du SCoT du bassin de vie de Cavaillon, Coustellet, l'Isle sur la Sorgue :

- 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 CO_2 et son potentiel de développement
- La vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique.

Le territoire regroupe deux établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) :

- La Communauté d'Agglomération Luberon Monts de Vaucluse (CALMV),
- La Communauté de Communes du Pays des Sorgues et des Monts de Vaucluse (CCPSMV).

Les résultats des analyses seront différenciés pour chacune d'entre elles.

[1] Décret n° 2016-849 du 26 juin 2016 relatif au Plan Climat-Air-Energie-territorial, JO du 29 juin 2016.

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 et horizons temporels réglementaires (2023, 2026, 2030, 2031) et aux objectifs des documents supra qui sont mentionnés dans la réglementation (voir paragraphe II du décret).

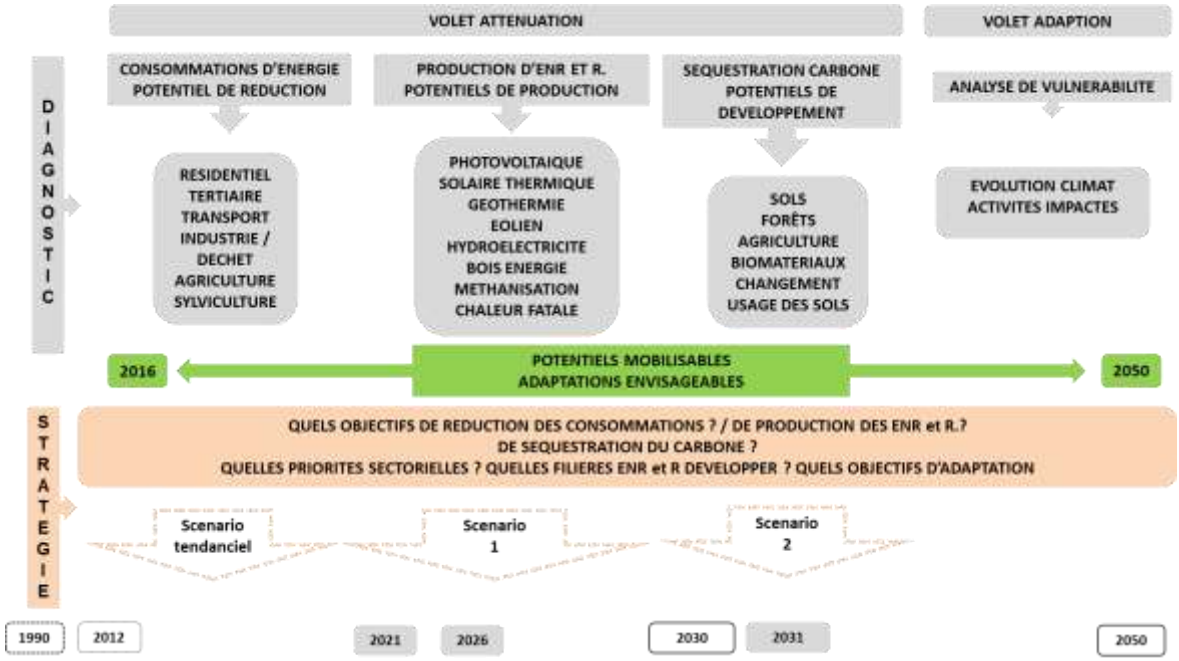


Figure 1 : Du diagnostic à la stratégie dans un PCAET (Source : IN VIVO)

1.2 OUTILS ET SCENARIOS DE REFERENCE

La majeure partie des données d'état des lieux Climat-Air-Energie proviennent de la base de données CIGALE et, pour la séquestration carbone de l'outil ALDO.

Concernant les potentiels de réduction des consommations et émissions, les hypothèses proviennent principalement de trois scénarii : négaWatt, Afterres 2050 et scénario énergie climat de l'ADEME.

1.2.1 BASE DE DONNEES CIGALE

La base CIGALE est mise en place dans le cadre de l'Observatoire Régional de l'Energie, du Climat et de l'Air (ORECA) de la région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur et gérée par l'association AtmoSud[2].

[2] https://cigale.atmosud.org/index.php

La méthode et les données utilisées font l'objet de deux notes méthodologiques, l'une concerne la réalisation du bilan énergétique régional[3] et, l'autre l'inventaire des émissions atmosphériques[4].

1.2.2 OUTIL ALDO

L'ADEME propose un tableur Excel « ALDO »[5] qui fournit, à l'échelle des EPCI des valeurs par défaut pour estimer :

- L'état des stocks de carbone organique des sols, de la biomasse et, des produits bois en fonction de l'occupation du sol de son territoire,
- La dynamique actuelle de stockage ou de déstockage liée aux changements d'affectation des sols, aux forêts et, aux produits bois en tenant compte du niveau actuel des prélèvements de biomasse,
- Les potentiels de séquestration nette de CO_2 liés à diverses pratiques agricoles pouvant être mises en place sur le territoire.

La notice technique de cet outil présente les différentes données et méthodes qu'il utilise[6].

1.2.3 OUTIL BACHUS

Cet outil a été 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.
- 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 gisements potentiels 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 Afterres2050présenté ci-dessous.

1.2.4 SCENARIO NEGAWATT 2017-2050[7]

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-Energie (SRCAE) dont le lecteur aura avantage à prendre connaissance[8].

---

[3] 30 Octobre 2017, ATMO PACA, ***« Bilan énergétique annuel en Provence Alpes Côte d'Azur, Méthodologie et données »,*** 15 p.
https://cigale.atmosud.org/img/171030_Methodo_TDB_conso_prod_cigale.pdf

[4] ATMO PACA***, « Inventaire des émissions atmosphériques en Provence Alpes Côte d'Azur, Années 2007 à 2015, Note méthodologique »,*** 10 p.
https://cigale.atmosud.org/img/171016_NoteMethodoInventaire.pdf

[5] https://www.territoires-climat.ademe.fr/actualite/loutil-aldo-pour-une-premiere-estimation-de-la-sequestration-carbone-dans-les-sols-et-la-biomasse

[6] Octobre 2018, ADEME – Expertises, ***« Notice technique : Outils ALDO »***, 21 p.

[7] https://negawatt.org/Scenario-negaWatt-2017-2050

[8] http://oreca.maregionsud.fr/schemas-regionaux/scenario-negawatt-regionalise.html

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.

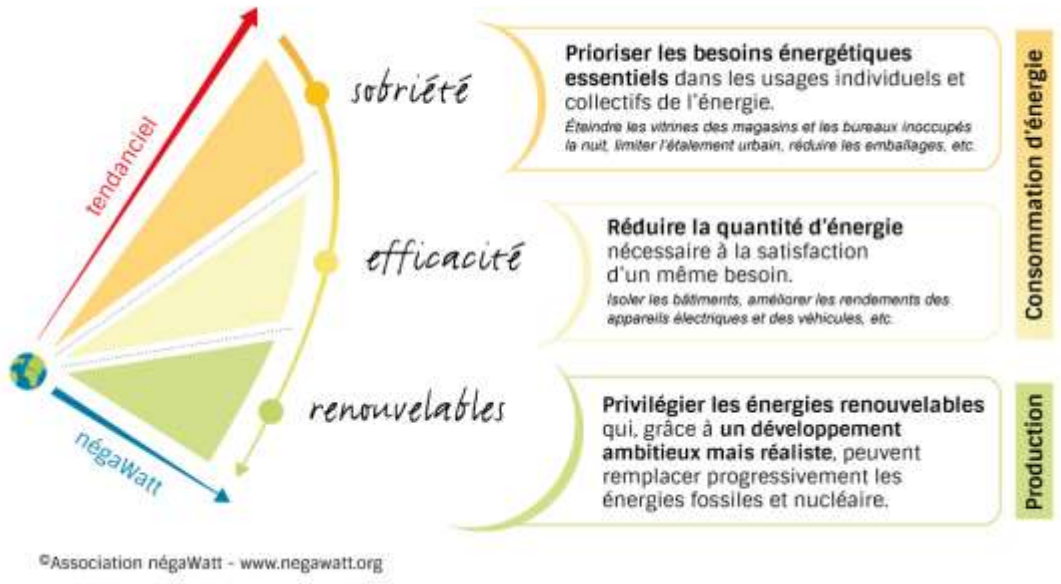


Figure 2 : Les fondamentaux du scenario négaWatt (Source : Association négaWatt)

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 négaWatts », 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 complétement 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 au 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. Dans ce sens, 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 ne sont pas retenus.

1.2.5 SCENARIO ENERGIE-CLIMAT - ADEME 2035-2050

Le scénario de l'ADEME[9], 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.

1.2.6 SCENARIO AFTERRES2050

A l'image du scénario NégaWatt, le scenario Afterres2050[10] 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 SRCAE[11].

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.
- 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, selon ce scénario, l'empreinte de notre système agroalimentaire s'est considérablement améliorée : les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture sont divisées par deux, les traitements

---

[9] 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

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

[11] 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.

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.

2. LE TERRITOIRE

2.1 ADMINISTRATIF

Le territoire du syndicat mixte du bassin de vie Cavaillon, Coustellet, l'Isle-sur-la-Sorgue réunit deux intercommunalités :

- **La Communauté d'agglomération Luberon Monts de Vaucluse**

Créée le 1er Janvier 2014, elle est issue de la fusion entre la Communauté de communes Provence Luberon Durance et la Communauté de communes de Coustellet, rejointes par les communes de Beaumettes et de Gordes jusqu'alors isolées. Elle devient une communauté d'agglomération le 1er Janvier 2017 et regroupe seize communes. Son siège est à Cavaillon.

- **La Communauté de communes Pays des Sorgues Monts de Vaucluse**

Regroupant cinq communes, elle a été créée le 28 décembre 2001 et son siège se trouve à L'Isle-sur-la-Sorgue.

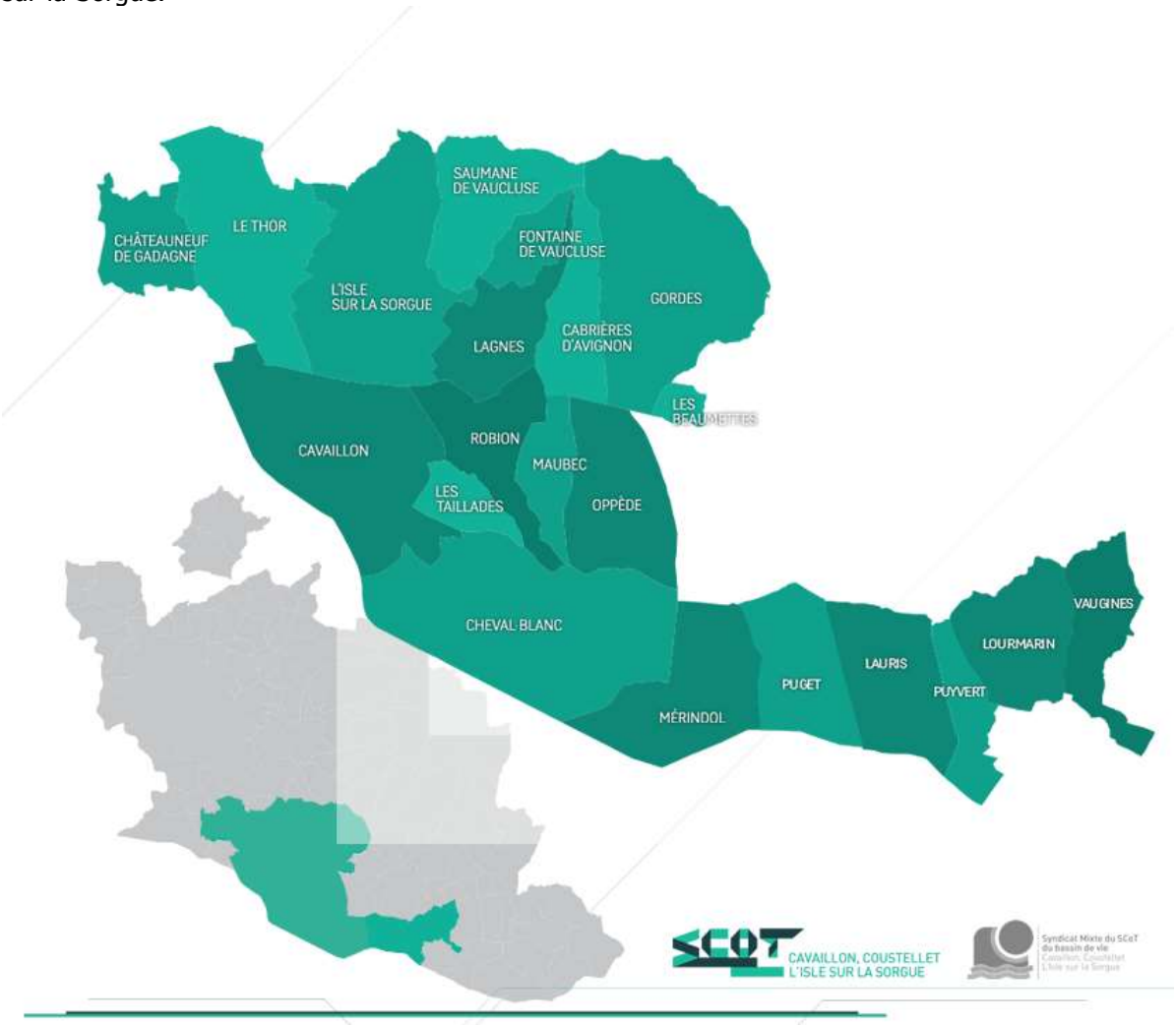


Figure 3 : Découpage communal du Syndicat mixte du bassin de vie Cavaillon, Coustellet, l'Isle sur la Sorgue (Source : site du SCoT[12])

[12] http://scot-cavaillon-coustellet-islesurlasorgue.fr/le-territoire

2.2 GEOGRAPHIE

Le territoire du bassin de vie se trouve au Sud du département du Vaucluse à proximité d'Avignon.

- La CALMV se trouve au Sud du territoire et s'étend sur une superficie de 353 km². Elle est située au cœur du massif du Luberon. 14 des 16 communes font parties du parc naturel régional du Luberon. Les deux communes ne s'y trouvant pas sont Vaugines et Lagnes. La Durance longe la frontière sud du territoire.
- La CCPSMV occupe la partie Nord-Ouest du territoire, elle est traversée par la Sorgue et se trouve à moins de 40 km d'Avignon. Sa superficie est de 121 km².

2.3 DEMOGRAPHIE

En 2015, la population du territoire s'élève à plus de 88 000 habitants soit deux fois plus qu'en 1968. L'augmentation de population est en légère diminution avec 0,8% annuelle en moyenne entre 2010 et 2015 contre plus de 2% entre 1982 et 1990.

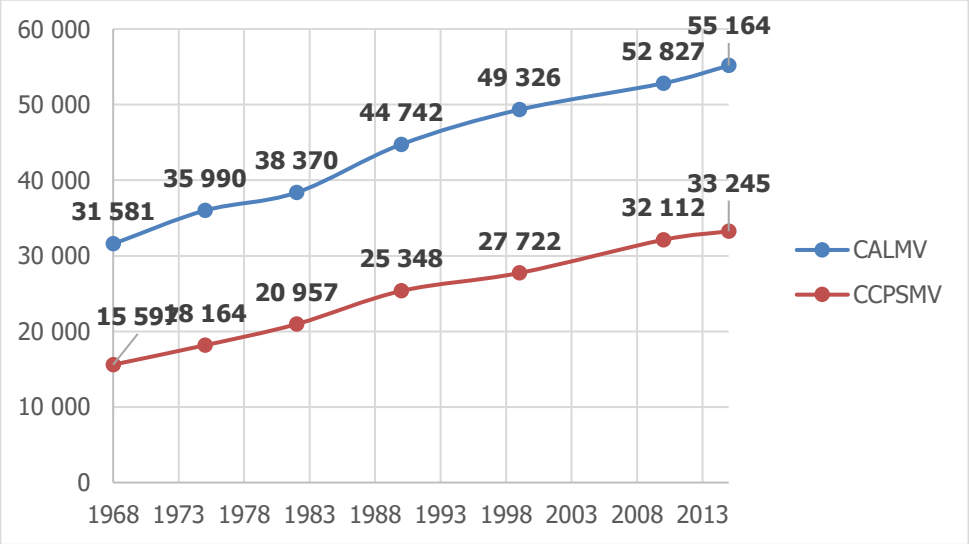


Figure 4 : Evolution démographique des communautés de communes du bassin de vie entre 1968 et 2015 (source : INSEE)

La population totale (intégrant la population comptée à part[13]) du bassin de vie en 2016 s'élève à :

- 90 116 habitants dont 56 156 pour la CALMV, soit une densité de population de 156 hab./km²,
- 33 960 pour la CCPSMV, soit une densité de population de 279 hab./km².

La CALMV comptabilise 56 156 habitants soit 62% de la population du bassin de vie avec une densité de population de 156 hab./km².

La CCPSMV en compte 33 960 soit 38% de la population du bassin de vie, sa densité de population est plus élevée avec 279 hab./km².

[13] La population comptée à part comprend certaines personnes dont la résidence habituelle est dans une autre commune mais qui ont conservé une résidence sur le territoire de la commune.

2.4 EMPLOIS

Le territoire compte près de 40 000 actifs ayant un emploi pour environ 32 000 emplois. Le principal secteur d'emploi est le tertiaire avec plus de trois quarts des emplois dont la moitié pour le secteur privé (Commerce, Transports, Services) et un quart pour le secteur public (Administration publique, Enseignement, Santé, Action sociale). Les secteurs de l'industrie et de la construction représentent respectivement 9% et 8% des emplois.

La CALMV regroupe 61% des actifs et 65% des emplois du bassin de vie contre 39% et 35% pour la CCPSMV.

Le taux d'emplois par actif s'élève à 0,8 (0,84 pour la CAVLM et 0,73 pour la CCPSMV).

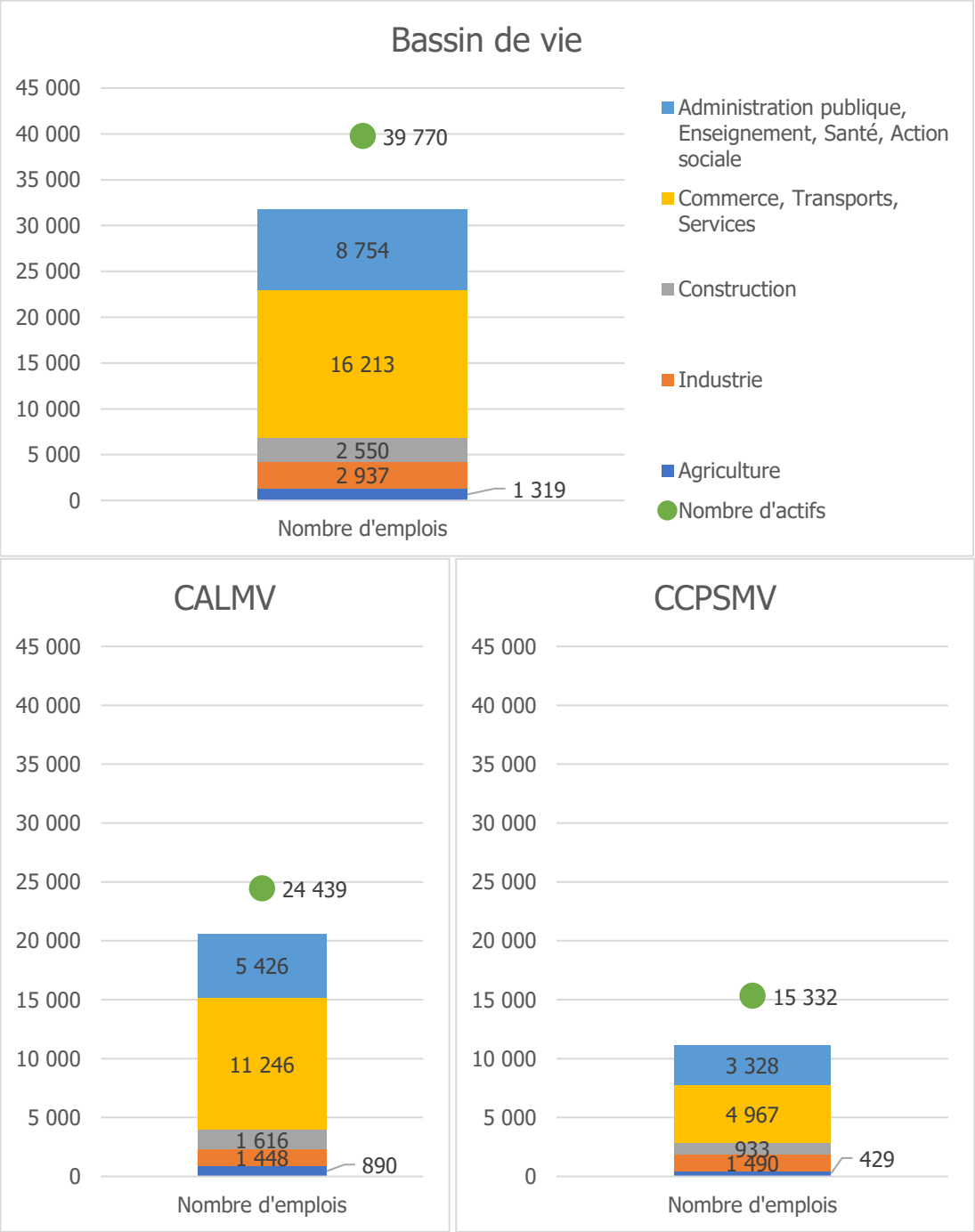
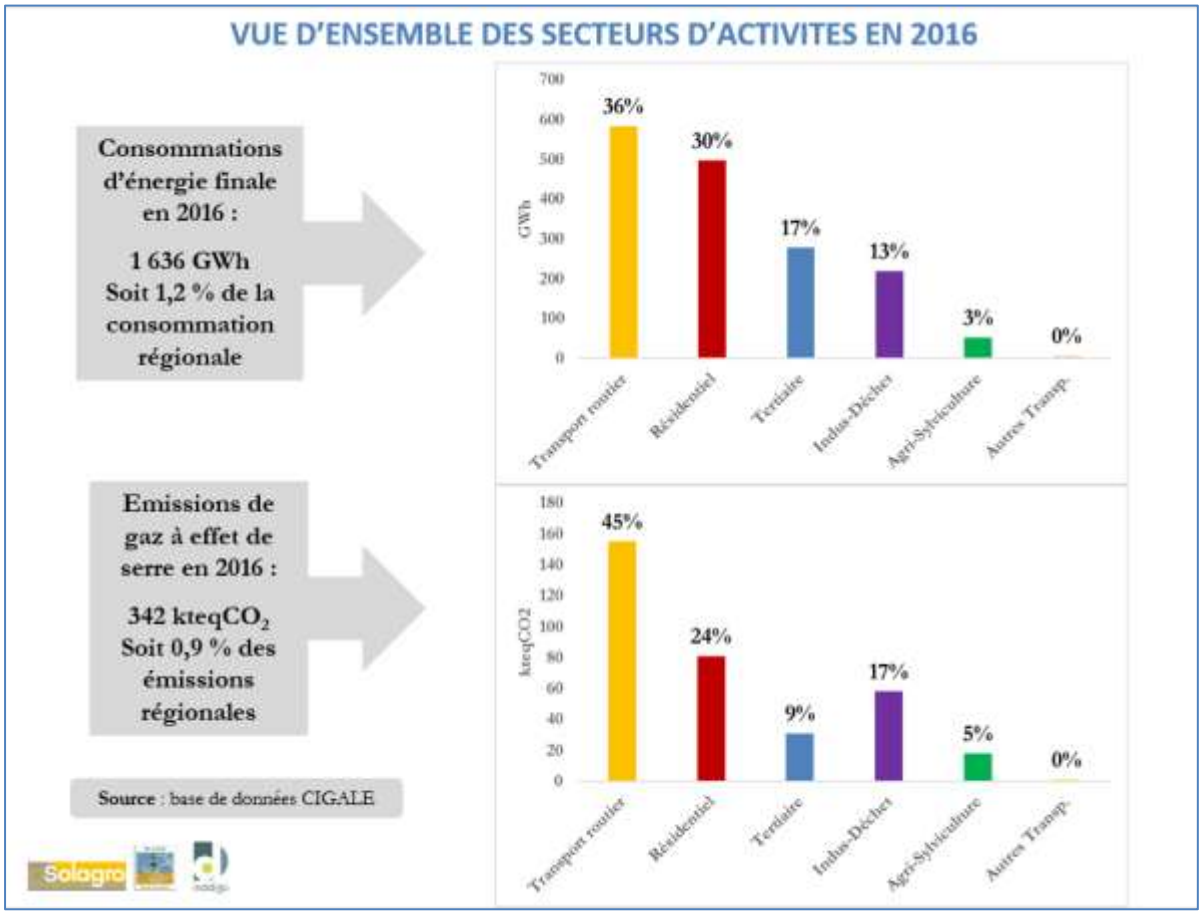


Figure 5 : Répartition des emplois sur le territoire en 2015 (source : INSEE)

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'Air[14] qui recense les données Air, Energie et Climat en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ces données sont disponibles à la maille régionale, départementale, intercommunale et communale.

L'unité utilisé est le Giga Wattheure. (GWh). Le Wattheure (Wh) est une unité de mesure de l'énergie. 1 GWh = 1 000 000 kWh.

Les consommations d'énergie sont exprimées en énergie finale. La consommation d'énergie finale représente toute l'énergie consommée par les utilisateurs finaux. Elle intègre les consommations d'électricité et de chaleur (qui sont des énergies secondaires) mais pas les consommations énergétiques du secteur de la production/transformation d'énergie (considérées comme de l'énergie primaire).

[14] https://cigale.atmosud.org/

3.2.2 VUE D'ENSEMBLE

Les consommations d'énergie du bassin de vie s'élèvent à 1.636 GWh en 2016[15] dont 62% pour la CALMV avec 1 008 GWh et 38% pour la CCPSMV avec 628 GWh.

Cela représente 18,5 MWh/habitant, ce qui est inférieur au niveau départemental (Vaucluse = 23,7 MWh/habitant) et régional (PACA = 27,7 MWh/habitant). Ce ratio a légèrement baissé ces dernières années, il était de 20,5 MWh/habitant en 2010. Il est équivalent sur les deux EPCI (CALMV = 18,3 MWh/hab. ; CCPSMV = 18,9 MWh/hab).

De manière générale, les consommations énergétiques du territoire sont restées stables entre 2007 et 2016. Elles ont connu un minimum en 2014 à 1 584 GWh et un maximum en 2010 à 1 773 GWh. Les deux EPCI suivent globalement la même évolution.

Pour des raisons de secret statistiques[16], certaines données communales du secteur industriel ne sont pas communiquées. Elles ont cependant pu être reconstituées :

- Produits pétroliers à Cavaillon,
- Gaz naturel à Robion,
- Produits pétroliers à l'Isle sur la Sorgue.

Une incertitude réside sur la consommation en gaz naturel du secteur industriel à L'Isle-sur-la-Sorgue.

Les consommations totales du territoire et en particulier de la CCPSMV sont donc **sous-estimées.**

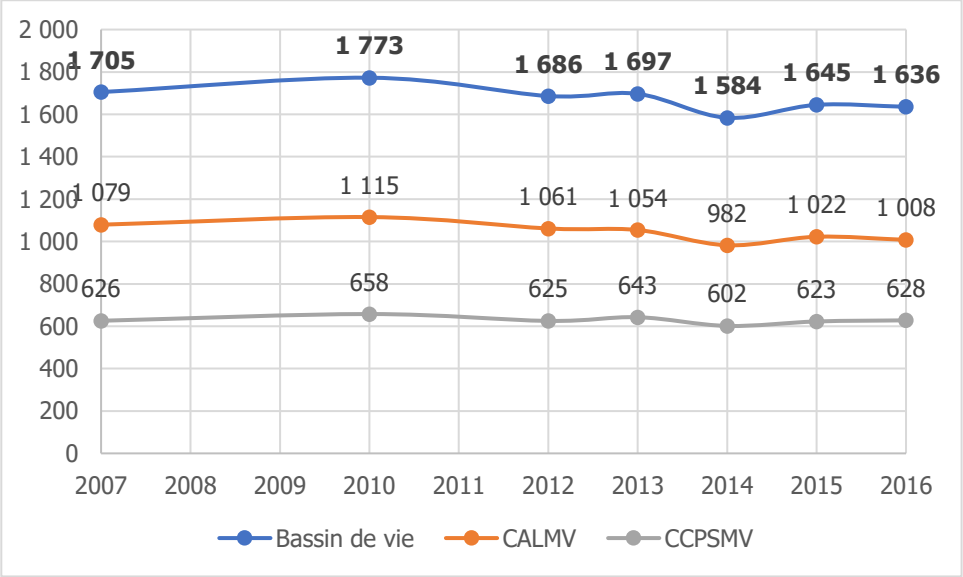


Figure 6 : Evolution des consommations énergétiques du territoire en GWh entre 2007 et 2016 (Source : CIGALE)

3.2.3 ANALYSE SECTORIELLE

En 2016 :

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

[16] Certaines données sont soumises au secret statistique et ne peuvent être publiées. Une donnée est considérée comme confidentielle lorsque moins de 3 établissements sont à l'origine de cette donnée ou qu'un seul établissement contribue à 85 % ou plus de cette donnée (https://cigale.atmosud.org/)

- La majeure partie des consommations énergétiques du territoire provient des transports routiers avec 584 GWh soit 36% du total.
- Le second secteur consommateur est le résidentiel avec 497 GWh soit 30% du total.
- Vient ensuite le tertiaire avec 278 GWh soit 17% puis l'industrie (contenant le secteur de la gestion des déchets) avec 219 GWh soit 14% (sous-estimée sur la CCPSMV).
- La part de l'agriculture est faible avec 52 GWh consommés soit 3% de la consommation totale.
- Enfin, les transports non routiers (ferroviaires principalement) sont anecdotiques avec 5 GWh soit moins de 1% du total.

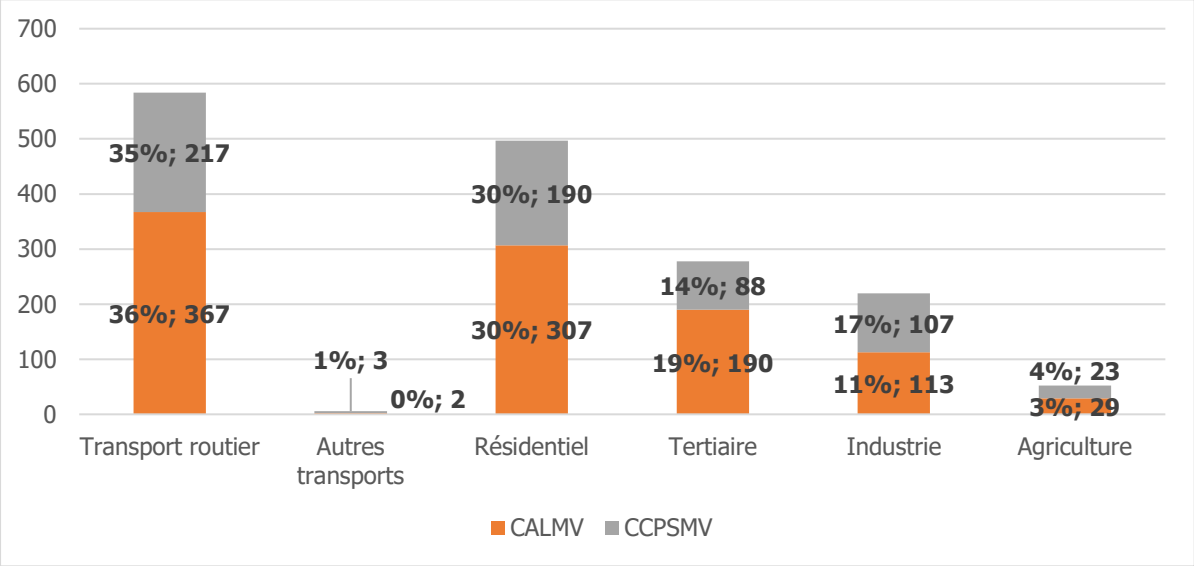


Figure 7 : Répartition sectorielle des consommations énergétiques en GWh en 2016 (source : CIGALE)

Globalement les consommations du territoire sont restées stables sur la période 2007/2016 avec une légère baisse de 4%, ce phénomène est plus marqué sur la CALMV avec -7% sur la période d'étude.

Les transports non routiers ont cependant connu une forte diminution avec -70% au niveau du bassin de vie, il en est de même pour le secteur industriel, dans une moindre mesure avec -12%.

Pour la CALMV, les secteurs résidentiels, industriels et agricoles sont en baisse d'environ 10% entre 2007 et 2016.

Pour la CCPSMV, la consommation du secteur industriel a diminué de 16% quand celles des secteurs tertiaires et agricoles ont augmenté de 14%.

A noter également une hausse de 10% de la consommation énergétiques des transports routiers sur la CCPSMV et une baisse de 6% sur la CALMV.

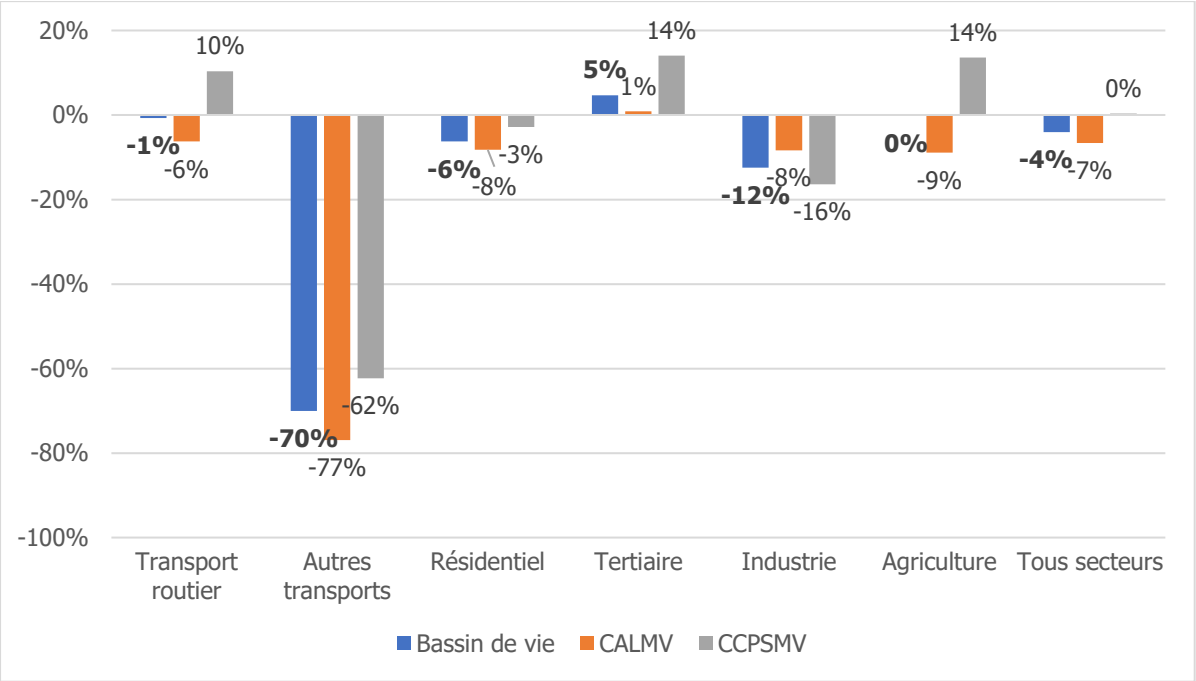


Figure 8 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques par secteur en 2016 (source : CIGALE)

3.2.4 ENERGIES UTILISEES

En 2016 :

- Les produits pétroliers représentent la principale source d'énergie consommée par le territoire (45%),
- L'électricité vient en seconde place (39%),
- La part du gaz (10%) est plus faible étant donné la faible couverture du réseau de distribution (voir chapitre réseaux gaz),
- Les énergies renouvelables et de récupération couvrent 7% des consommations du territoire dont 4% de bois-énergie et 3% d'autres énergies renouvelables[17].

[17] 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.

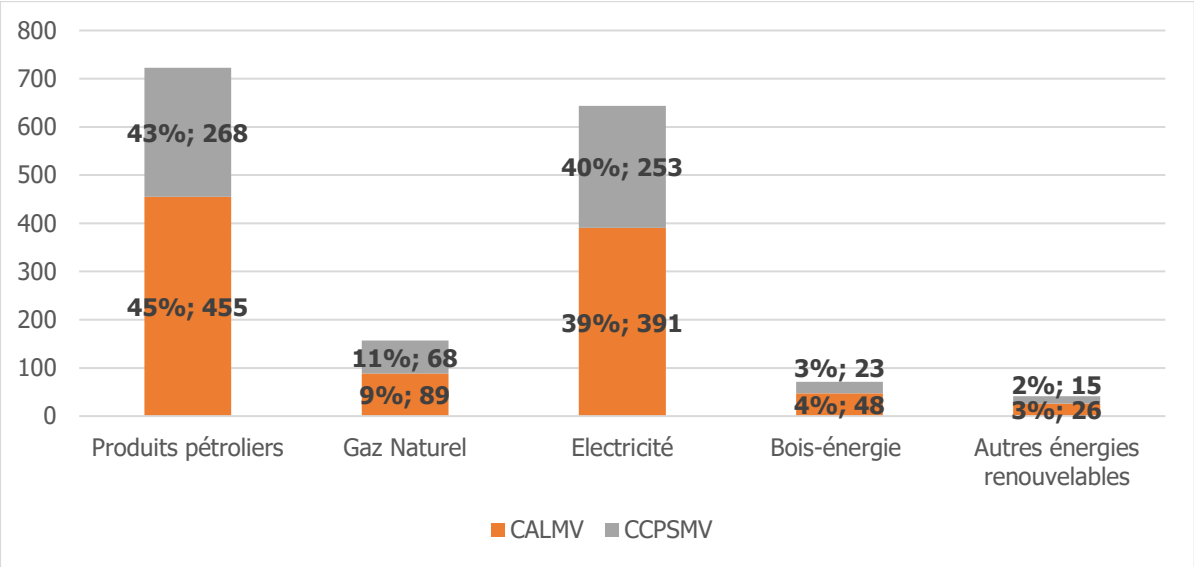


Figure 9 : Mix énergétique du territoire en GWh pour l'année 2016 (source : CIGALE)

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 agricoles 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 résidentiels, tertiaires, industriels et agricoles. Il est présent en faible proportion dans les transports routiers sous forme de Gaz Naturel Véhicule (GNV[18]).

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

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	Autres transports	Résidentiel	Tertiaire	Industrie*	Agriculture
Produits pétroliers	542,0	1,7	98,8	26,5	32,5	21,2
Gaz Naturel	1,4	0,0	58,0	64,9	15,9	16,4
Electricité	0,2	4,0	273,3	184,8	167,9	13,8
Bois-énergie	0,0	0,0	66,5	1,4	3,1	0,0
Autres énergies renouvelables	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1

Figure 10 : Consommations énergétiques par secteur et par type d'énergie en GWh au niveau du bassin de vie en 2016 (Source : CIGALE)

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

[18] 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

3.2.5 ANALYSE COMMUNALE

Les villes centres des deux EPCI sont les plus consommatrices d'énergie :

- **Cavaillon** a consommé en 2016, 520 GWh soit plus de la moitié de la consommation de la CALMV et près d'un tiers de celle du bassin de vie. Les transports routiers, le tertiaire et le résidentiel sont les postes les plus consommateurs suivis de l'industrie.
- **L'Isle sur la Sorgue,** dont la consommation du secteur industriel est sous-estimée, a consommé en 2016 370 GWh soit près de 60% de la consommation de la CCPSMV et un quart de celle du bassin de vie. Les principaux secteurs représentés sont les transports routiers et le résidentiel. L'industrie et le tertiaire ont également une part non négligeable.
- **Le Thor** est la troisième commune la plus consommatrice avec 156 GWh principalement dans les secteurs du résidentiel et des transports routiers.

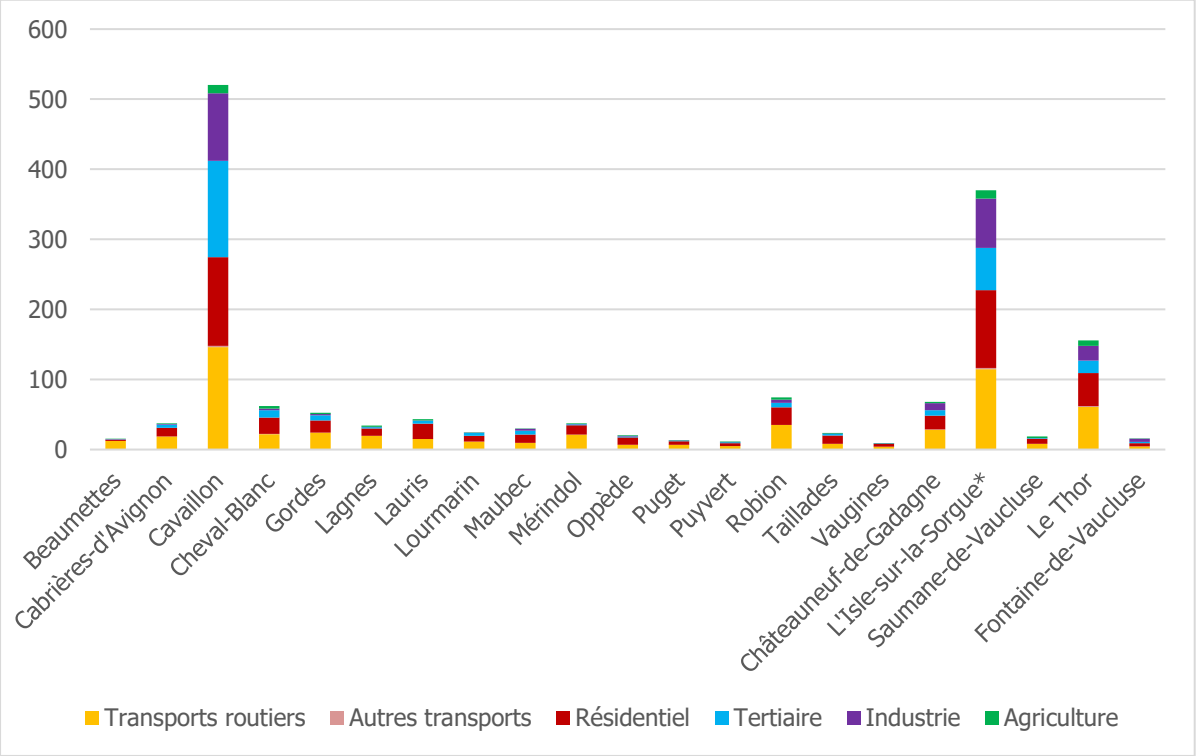


Figure 11 : Consommations énergétiques des communes par secteurs d'activités en GWh en 2016 (Source : CIGALE)

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, Beaumettes ressort en raison de son faible nombre d'habitants (le plus faible des 21 communes) associé à une forte part du secteur transport routier. Les autres communes sont relativement proches de la moyenne intercommunale. Gordes et Fontaine-de-Vaucluse ont un taux légèrement plus élevé au contraire de Lauris et Taillade.

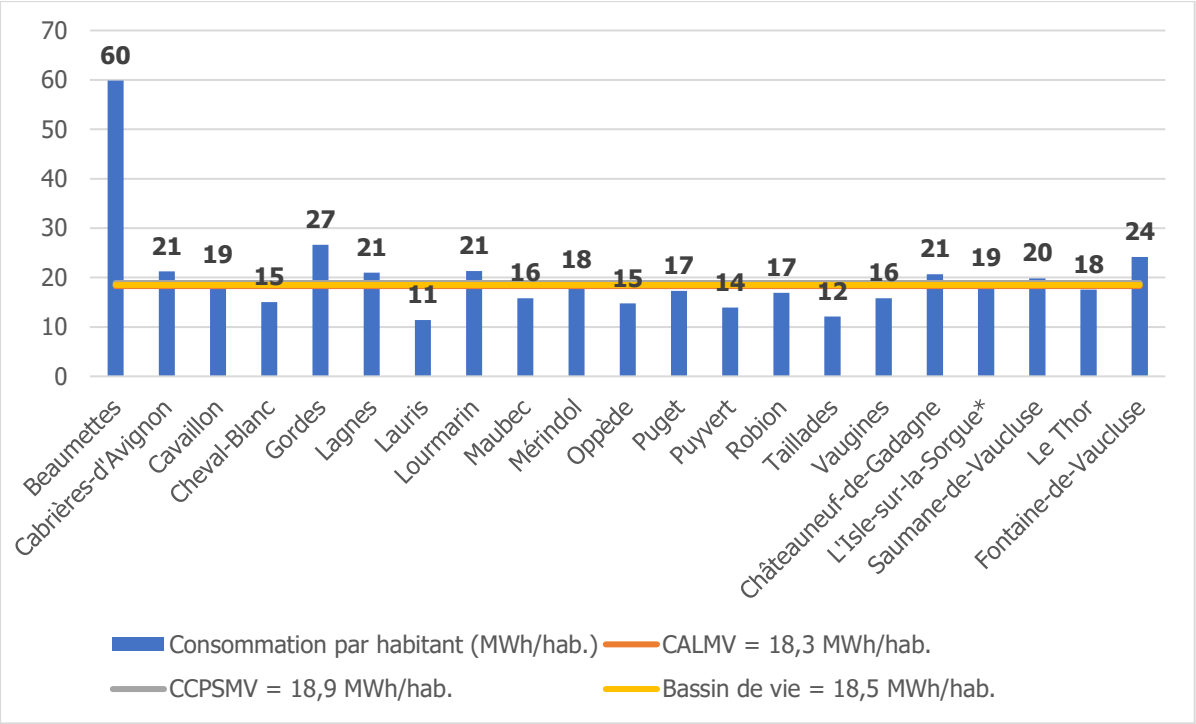


Figure 12 : Consommations énergétiques des communes en MWh par habitant en 2016 (Source : CIGALE)

Les cartes suivantes illustrent ces mêmes données.

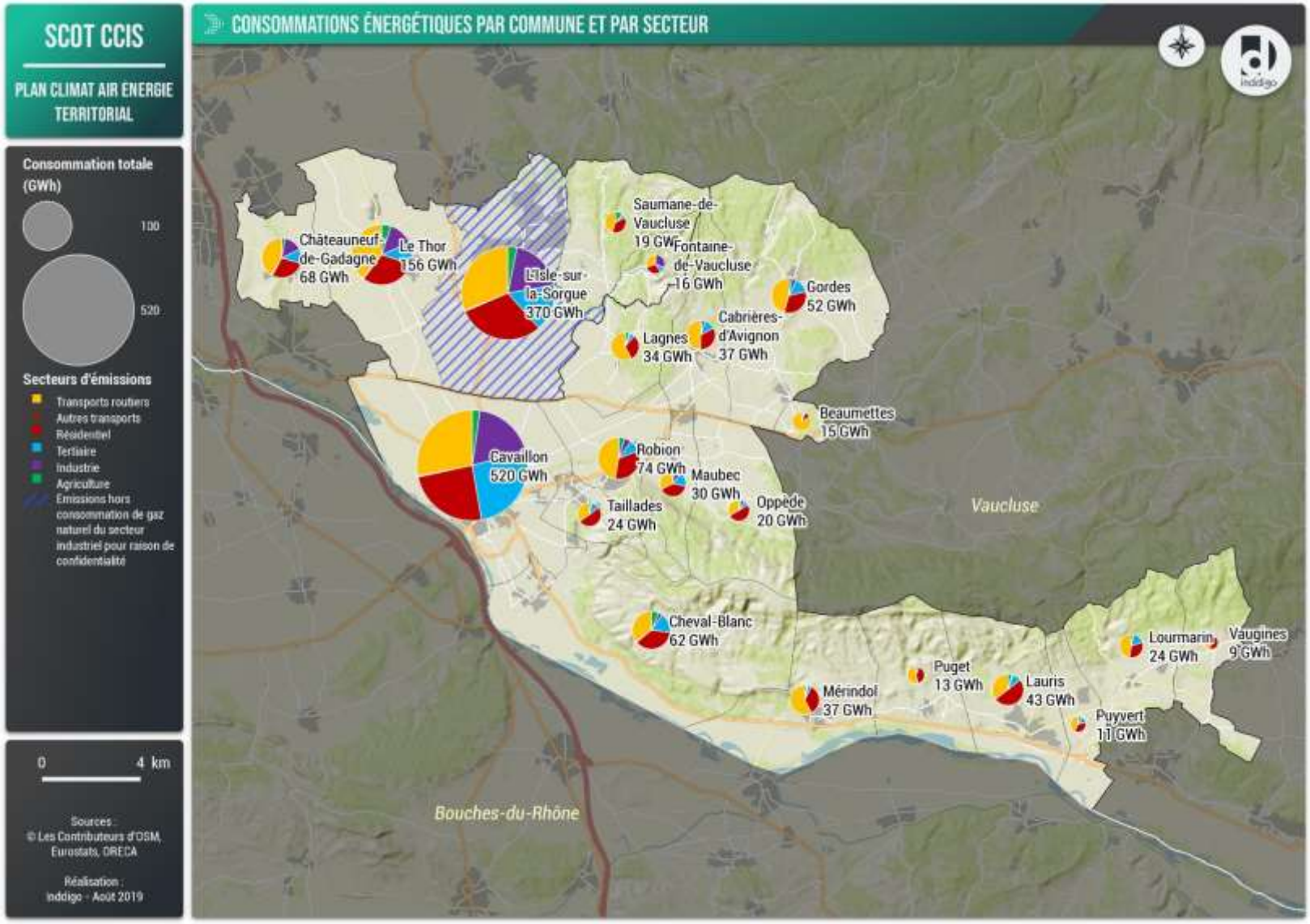


Figure 13 : Consommations énergétiques des communes (en GWh) par secteurs d'activités en 2016 (Sources : Inddigo, CIGALE).

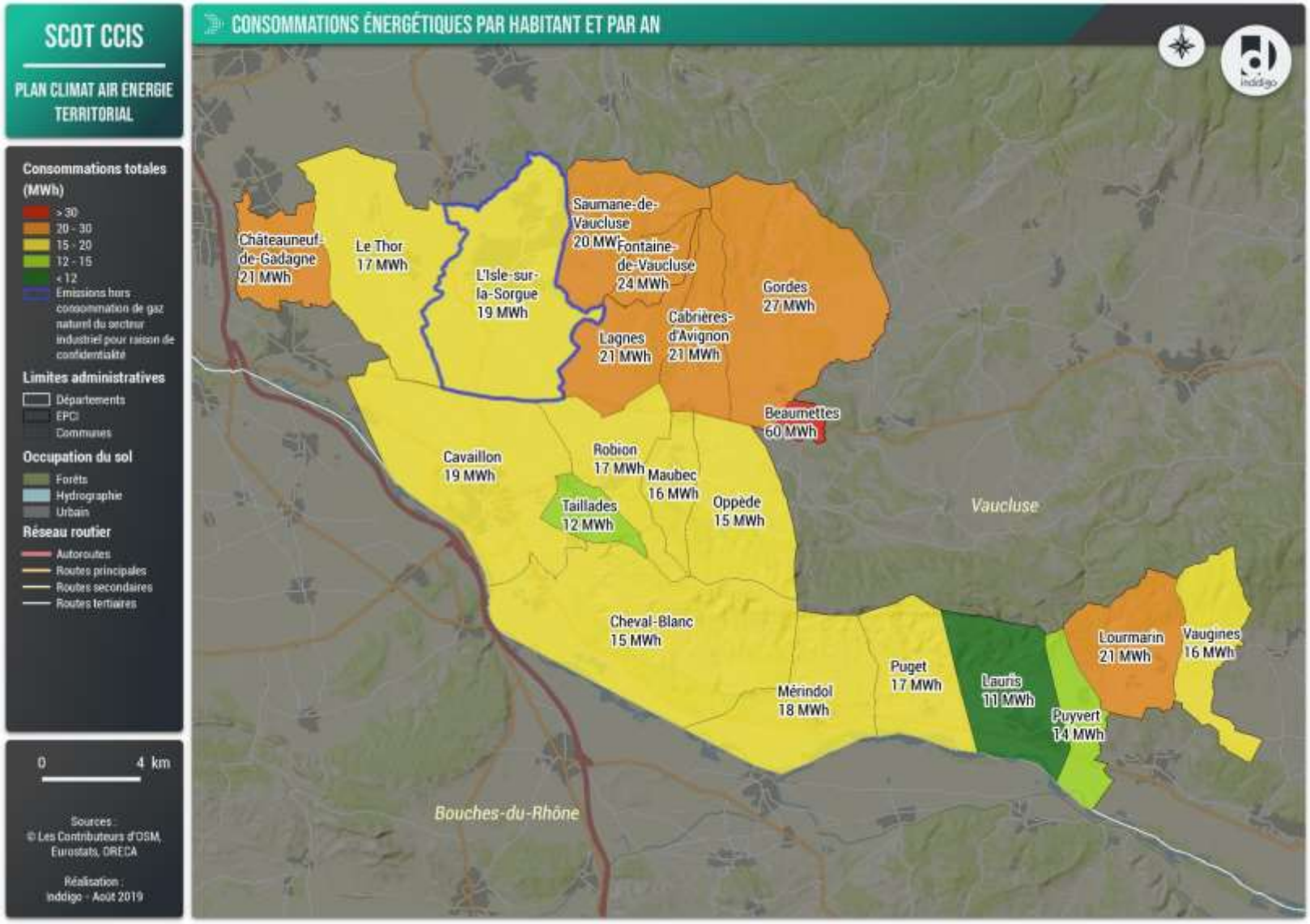


Figure 14 : Consommations énergétiques des communes par habitant en 2016 (Sources : Inddigo, CIGALE).

3.3 EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

3.3.1 METHODE

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) 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 énergétique (élevage, fertilisation des sols, process industriels, …).

La restitution des inventaires de consommations d'énergie et d'émissions de polluants est réalisée selon le premier niveau de la nomenclature SECTEN (SECTeurs économiques et ENergie), afin d'être en cohérence avec l'inventaire national publié chaque année par le CITEPA[19].

Le format SECTEN regroupe 7 secteurs principaux et 1 secteur intégrant les émetteurs non inclus :

- Extraction, transformation et distribution d'énergie,
- Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction,
- Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel,
- Agriculture, sylviculture et aquaculture,
- Transport routier,
- Modes de transports autres que routier,
- UTCF (utilisation des terres, leurs changements et la forêt),
- Emetteurs non inclus dans le total France.

L'inventaire des polluants atmosphériques (hors GES) comptabilise les émissions sur le lieu de rejet. L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre comptabilise les émissions directes liées à tous les secteurs d'activité hormis celui de la production d'énergie (électricité, chaleur et froid), dont seule la part d'émissions indirectes liée à la consommation à l'intérieur du territoire est comptabilisée.

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). Ces émetteurs non inclus sont traités à part dans la suite de l'étude.

L'Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (UTCF) est à la fois un puit et une source d'émission de CO_2, CH_4 et N_2O. L'UTCF couvre la récolte et l'accroissement forestier, la conversion des forêts (défrichement) 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.

Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) sont comptabilisées en équivalent dioxyde de carbone ($eqCO_2$). L'équivalent dioxyde de carbone est, pour un gaz à effet de serre, la quantité de CO_2 qui a le même forçage radiatif que ce gaz (capacité à retenir le rayonnement solaire) c'est-à-dire le même pouvoir de réchauffement global (PRG).

Le PRG diffère selon les gaz émis et la longueur de la période considérée. 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 CO_2. Les PRG pour une période de 100 ans des trois GES inventoriés sont les suivants :

- CO_2 : 1 kg = 1 $kg_{eq}CO_2$

[19] Juillet 2019, CITEPA, ***« Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques, Bilan des émissions en France de 1990 à 2017, Rapport national d'inventaire / Format SECTEN »***, 450 p.
https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/Citepa_Secten-2019_Rapport_Completv3.pdf

- CH_4 : 1 kg = 21 $kg_{eq}CO_2$
- N_2O : 1 kg = 310 $kg_{eq}CO_2$

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

3.3.2 VUE D'ENSEMBLE

Les émissions de GES du territoire s'élèvent à 346 kteqCO_2[20] en 2016 avec 230 kt eqCO_2 pour la CALMV et 116 kt eqCO_2 pour la CCPSMV.

Cela représente 3,9 t eqCO_2/habitant, il est légèrement plus élevé pour la CALMV (4,1 t eqCO_2/hab.) et un peu moins important pour la CCPSMV (3,5 t eqCO_2/hab.). A titre de comparaison, le ratio départemental est de 5,3 t eqCO_2/habitant et le ratio régional est de 7,4 t eqCO_2/habitant. Ce ratio a légèrement baissé ces dernières années, il était de 4,5 t eqCO_2/habitant en 2010, 4,9 teqCO_2/hab. pour la CALMV et 3,9 t eqCO_2/hab. pour la CCPSMV.

Pour les mêmes raisons de secret statistique, les émissions de GES du secteur industriel sont sous-estimées à L'Isle-sur-la-Sorgue, entraînant les mêmes conséquences sur les émissions de GES de la CCPSMV et du bassin de vie.

De manière générale les émissions de GES du territoire sont en légère baisse. Elles ont connu un maximum en 2010 avec 388 k teqCO_2 et ont baissé de 11% entre 2010 et 2016.

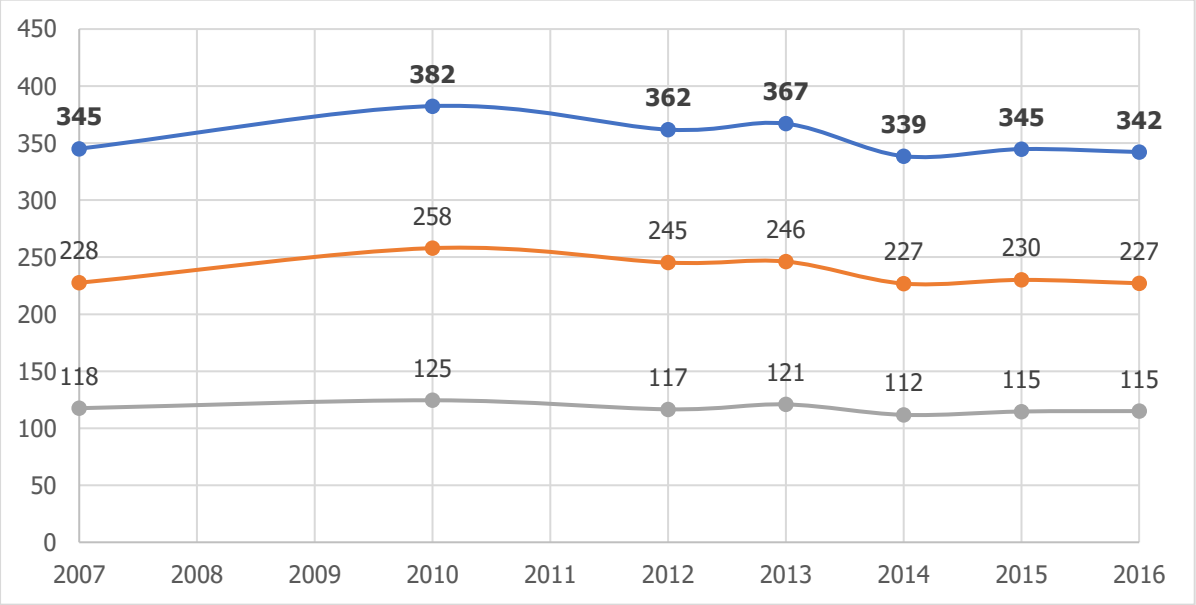


Figure 15 : Evolution des émissions de GES du territoire en kt eqCO_2 entre 2007 et 2016 (source : CIGALE).

3.3.3 ANALYSE SECTORIELLE

La majeure partie des émissions de GES du territoire proviennent des transports routiers avec 155 kt eqCO_2 soit 52% du total.

Le second secteur émetteur est le résidentiel avec 81 kt eqCO_2 soit 27% du total.

L'agriculture émet 18 kt eqCO_2 pour 5% des émissions totales contre 4% de la consommation énergétique.

L'industrie a également une part importante avec 58 k teqCO_2 et 17 % des émissions du territoire. Ceci est particulièrement vrai sur la CALMV ou elle a quasiment la même part que le résidentiel. Il est

[20] Kilo-tonnes équivalent CO_2 = 1 000 000 $kg_{eq}CO_2$

important de rappeler que les émissions du secteur industriel dues au gaz naturel ne sont pas présentées ici pour raison de secret statistique. Les secteurs tertiaires (31 kt eqCO_2 pour 9% des émissions) et agricoles (18 kt eqCO_2 pour 5% des émissions) ont une part moins importante. Enfin, les transports non routiers n'émettent quasiment pas.

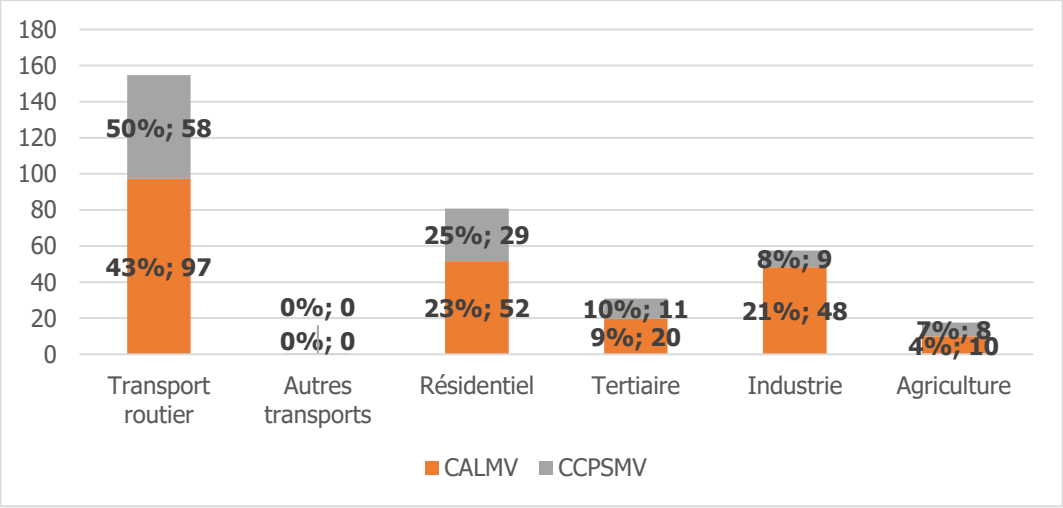


Figure 16 : Répartition sectorielle des émissions de GES en kteqCO_2 sur le territoire en 2016 (source : CIGALE).

Les émissions du territoire sont plutôt stables sur la période 2007/2016 (-6%).

La quasi-totalité des secteurs ont vu leurs émissions baisser sur cette période, ceci est particulièrement vrai pour les transports non routiers (-53%). Cette diminution est également remarquable dans le résidentiel (-19%) et l'agriculture (-14%).
L'évolution des émissions de GES est contrastée entre les deux territoires dans le secteur tertiaire où les émissions ont baissé sur la CALMV et augmenté sur la CCPSMV, il en est de même pour les transports routiers.
Les émissions du secteur industriel ont fortement augmenté sur le territoire (+64%). Elles ont été multipliées par 2 sur la CALMV. Sur la CCPSMV elles ont diminué de 20%, ceci ne prend cependant pas en compte les émissions dues au gaz naturel à L'Isle-sur-la-Sorgue.

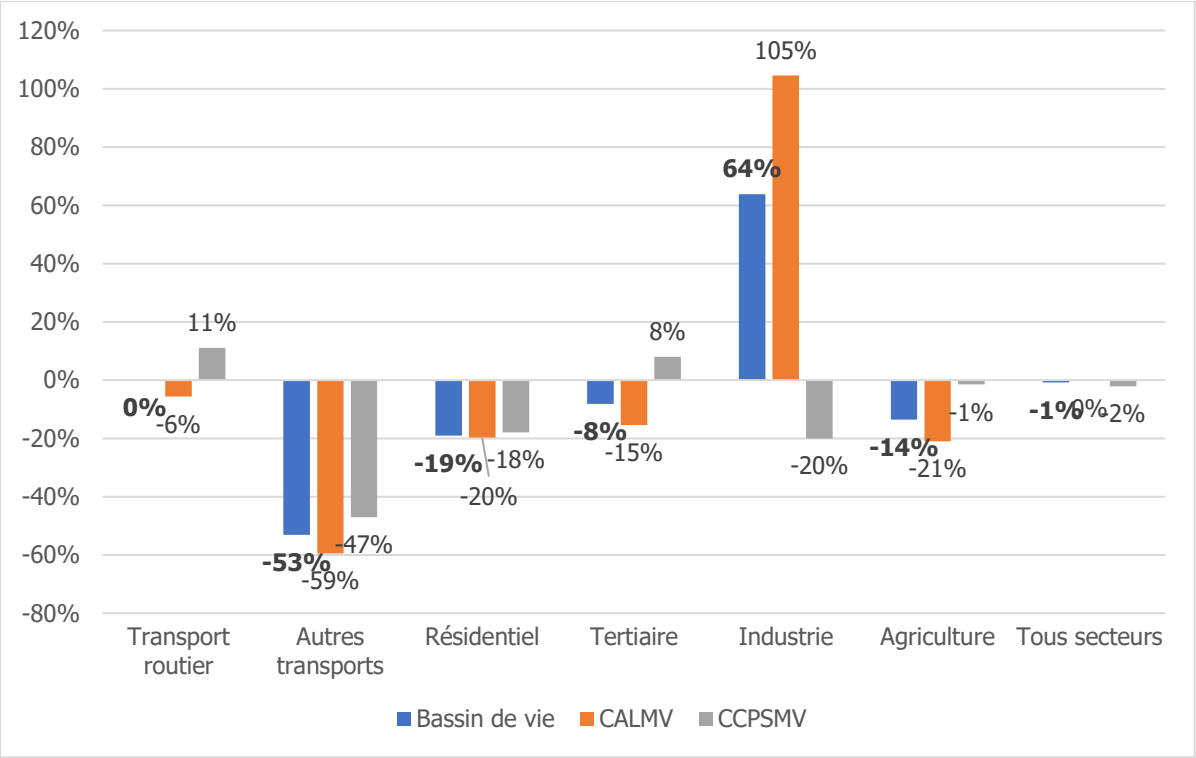


Figure 17 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques du territoire par secteur d'activité (source : CIGALE).

3.3.4 ENERGIES UTILISEES

Les produits pétroliers représentent la principale source d'émissions de GES sur le territoire avec plus de la moitié des émissions totales.

Les émissions non-énergétiques (émissions directes ne provenant pas de la consommation 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 est 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.

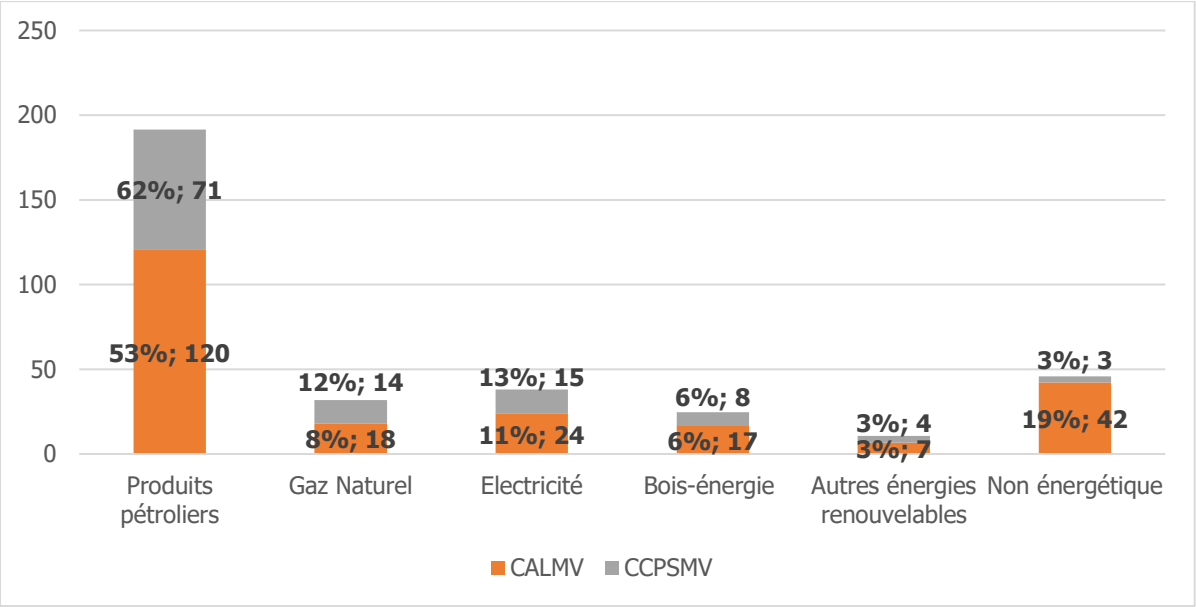


Figure 18 : Emissions de GES par type d'énergie en kteqCO_2 en 2016 (source : CIGALE).

3.3.5 PART DES DIFFERENTS GAZ A EFFET DE SERRE

Le dioxyde carbone (CO_2) représente la majeure partie des émissions de gaz à effet de serre, avec 96% des émissions totales. Il est présent dans tous les secteurs d'activité et provient des six sources citées précédemment.

Le méthane (CH_4) est émis par le secteur agricole (élevage) et résidentiel (combustion de bois domestique). Il représente 1% des émissions totales de GES.

Le protoxyde d'azote (N_2O) 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 3%.

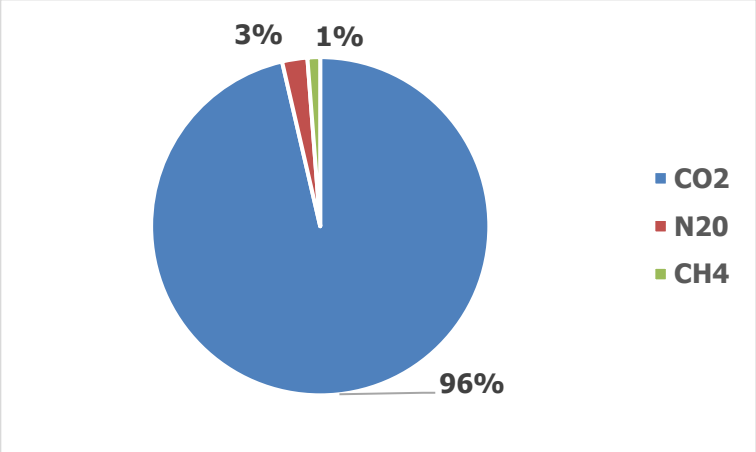


Figure 19 : Part des différents gaz à effet de serre dans les émissions globales de gaz à effet de serre en 2016 (source : CIGALE)

Ces proportions sont les mêmes pour les deux communautés de communes.

3.3.6 ANALYSE COMMUNALE

A l'instar des consommations énergétiques, les communes centres des deux EPCI sont les plus émettrices.

- **Cavaillon** émet 107 kt eqCO_2 soit environ la moitié des émissions totales de la CALMV et un tiers de celles du bassin de vie.
- **L'Isle-sur-la-Sorgue**, dont les émissions du secteur industriel sont sous estimées, émet 63 kt eqCO_2 soit la moitié des émissions totales de la CCPSMV un peu moins de 20% de celles du bassin de vie.
- **Le Thor** est la troisième commune la plus émettrice avec 31 kt eqCO_2 principalement dans le secteur résidentiel et des transports routiers.

Maubec ressort également avec 22 kt eqCO_2 émis en 2016 dont 16 pour le seul secteur industriel.

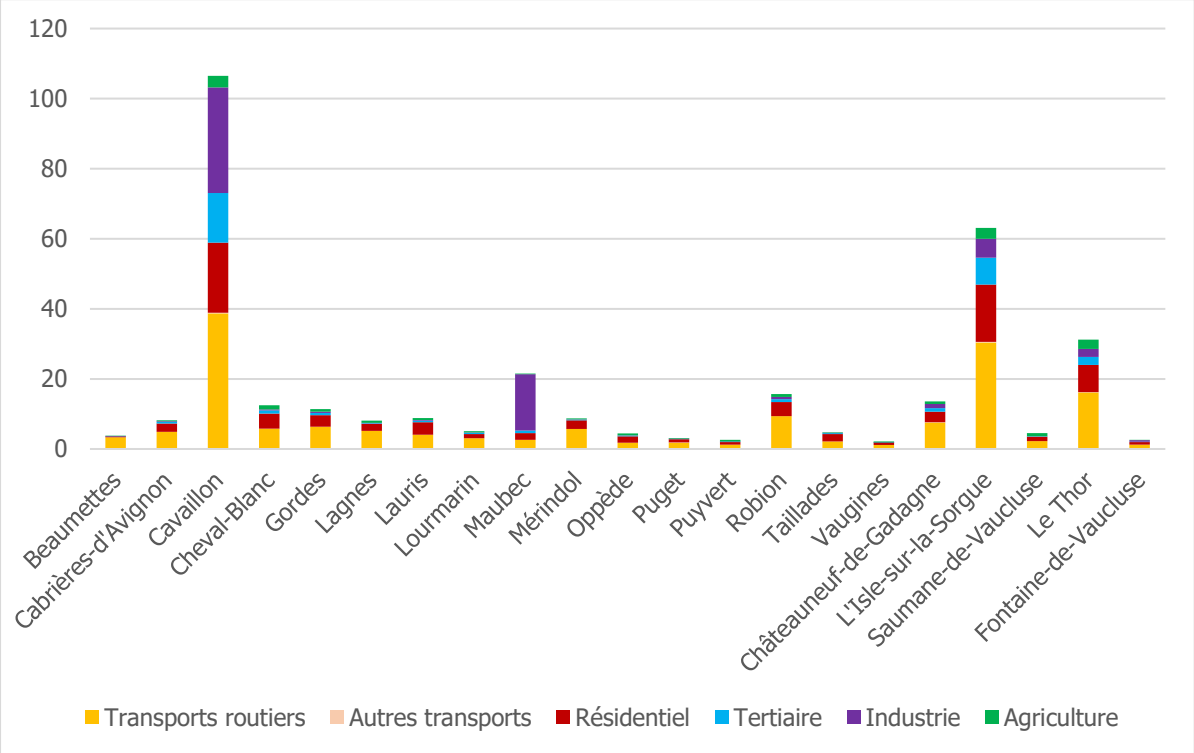


Figure 20 : Emissions GES des communes par secteur d'activité en kteqCO_2 en 2016 (source : CIGALE).

Les émissions de GES communales rapportées au nombre d'habitants de la commune (Voir figure ci-dessous) mettent en évidence Beaumettes en raison de son faible nombre d'habitants associé à une forte part du secteur transport routier. Maubec ressort également, comme expliqué plus haut, en raison des émissions du secteur industriel.

A l'inverse, Lauris et Les Taillades ont des émissions inférieures à la moyenne.

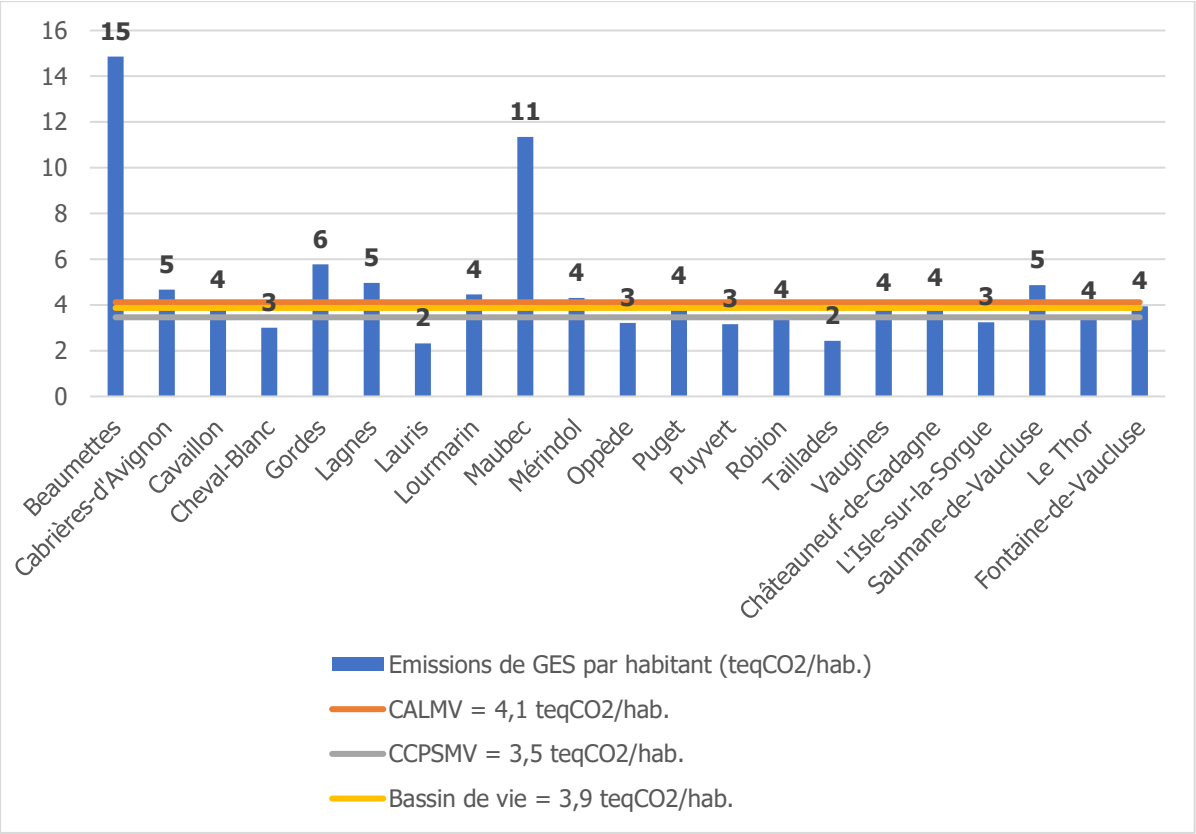


Figure 21 : Emissions de GES par communes en teqCO_2 par habitant en 2016 (source : CIGALE)

Les cartes en pages suivantes illustrent ces mêmes données.

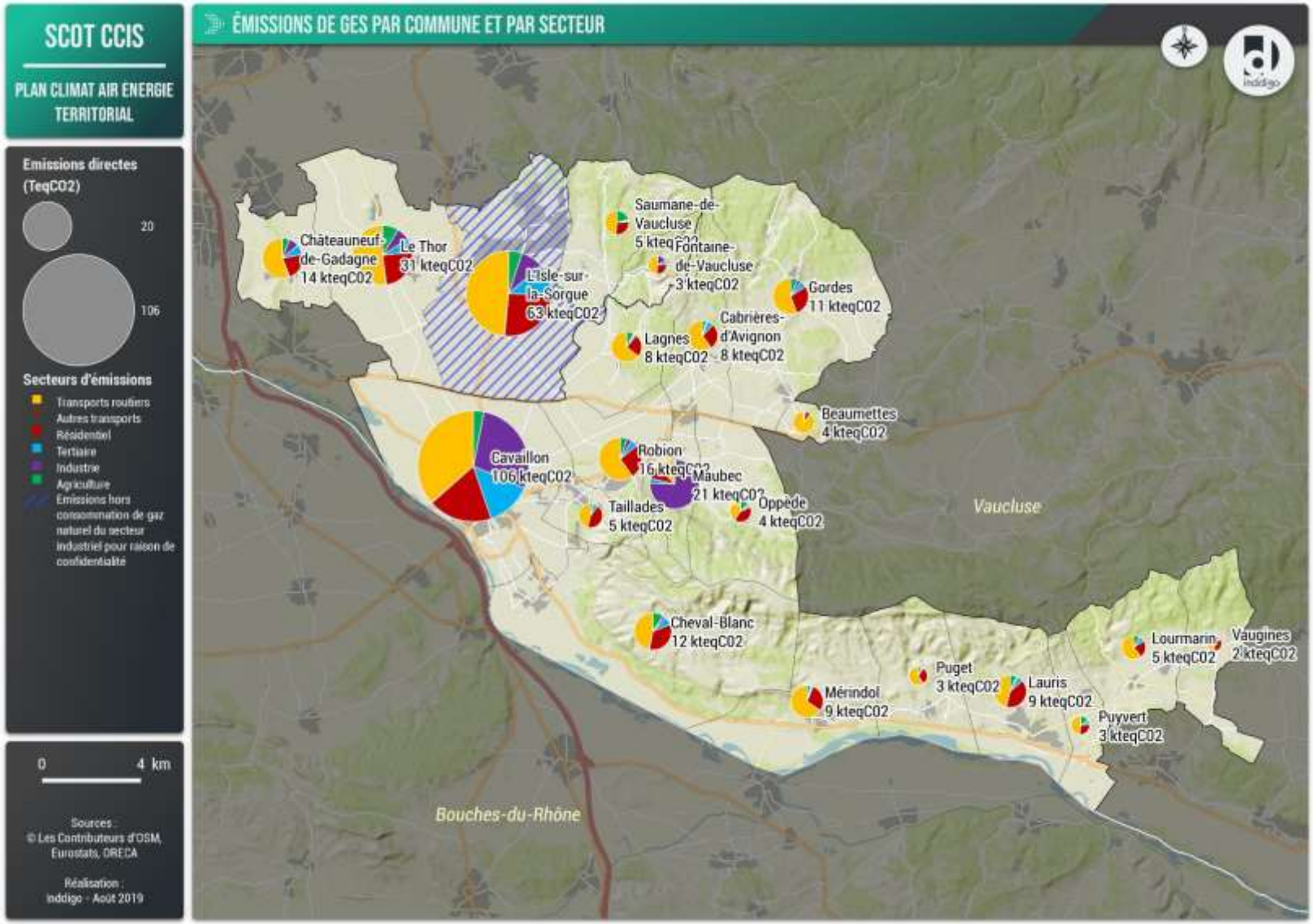


Figure 22 : Carte des émissions de GES (en $kt_{eq}CO_2$) par commune par secteur d'activités en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE)

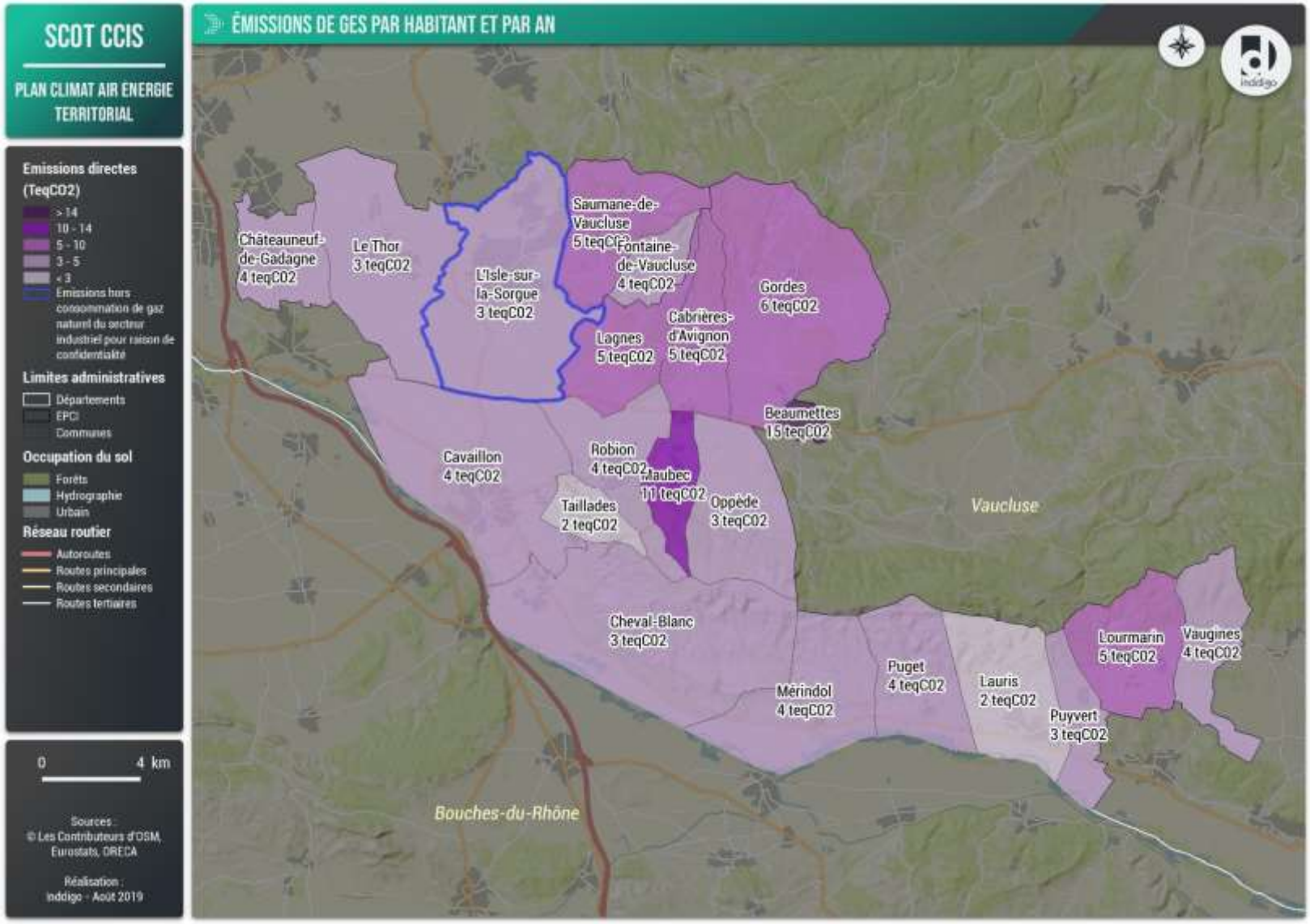


Figure 23 : Carte des émissions de GES (en $kt_{eq}CO_2$) par commune par habitant en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE)

3.4 EMISSIONS DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

3.4.1 METHODE

De la même manière que les émissions de gaz à effet de serre, l'analyse des émissions de polluants se base sur l'inventaire CIGALE d'AtmoSud. L'inventaire des polluants atmosphériques (hors GES) comptabilise les émissions sur le lieu de rejet. Les secteurs sont les mêmes que pour les émissions de gaz à effet de serre.

Les polluants recensés sont les suivants :

- PM10 : Particules fines en suspension de diamètre inférieur à 10 µm[21],
- PM2.5 : Particules fines en suspension de diamètre inférieur à 2,5 µm,
- NOx : Oxydes d'azote,
- COVNM : Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques,
- NH_3 : Ammoniac,
- SO_2 : Dioxyde de Soufre.

3.4.2 VUE D'ENSEMBLE

Sur le territoire du bassin de vie, les émissions de polluants les plus importantes sont celles des COVNM[22] avec 3 162 tonnes en 2016 soit 15% des émissions départementales. Les autres polluants sont l'ammoniac (NH_3), les particules fines (PM10 et PM2.5) et les oxydes d'azote (NOx). Le territoire émet peu de dioxyde de soufre (SO_2).

Polluants		PM10	PM2.5	NOx	COVNM	NH_3	SO_2
Emissions 2016 en tonnes	CALMV	191	139	501	2 628	98	89
	CCPSMV	80	61	278	534	68	8
	Bassin de vie	271	200	780	3 162	166	96
	Vaucluse	1 931	1 433	7 413	20 614	2 101	643
	Région PACA	18 841	14 330	85 651	157 517	8 644	21 640
Poids de la CALMV	**Bassin de vie**	**70%**	**70%**	**64%**	**83%**	**59%**	**92%**
	Département	**10%**	**10%**	**7%**	**13%**	**5%**	**14%**
	Région	**1%**	**1%**	**1%**	**2%**	**1%**	**0%**
Poids de la CCPSMV	**Bassin de vie**	**30%**	**30%**	**36%**	**17%**	**41%**	**8%**
	Département	**4%**	**4%**	**4%**	**3%**	**3%**	**1%**
	Région	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**1%**	**0%**
Poids du bassin de vie	**Département**	**14%**	**14%**	**11%**	**15%**	**8%**	**15%**
	Région	**1%**	**1%**	**1%**	**2%**	**2%**	**0%**

Figure 24 : Emissions (en tonnes) des principaux polluants atmosphériques émis en 2016 et comparaison aux émissions départementales et régionales (source : CIGALE)

[21] 1 µm = 1 micromètre = 10^{-6} mètres

[22] Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques, ils interviennent dans le processus de production d'ozone dans la basse atmosphère.

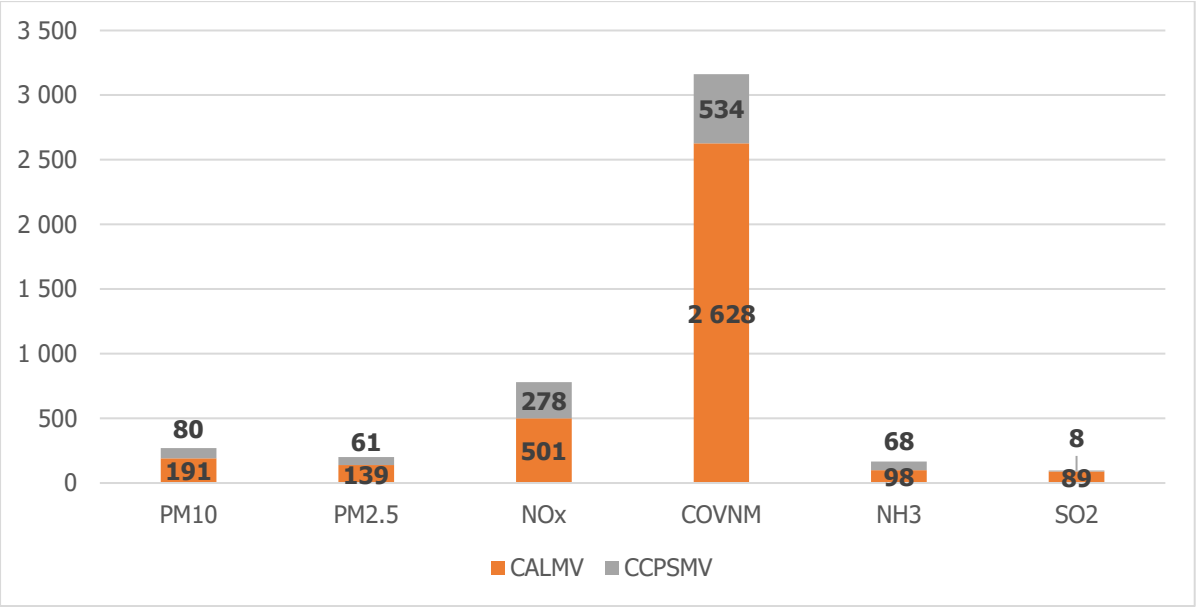


Figure 25 : Emissions (en tonnes) en 2016 des principaux polluants atmosphériques réglementés (Source : CIGALE).

3.4.3 EVOLUTION

Le total des émissions de polluants est en baisse depuis 2007 excepté pour le dioxyde de soufre qui a augmenté de 30% sur le territoire, cette évolution est contrastée entre les deux territoires, elles ont augmenté sur la CALMV (+77%) et diminué sur la CCPSMV (-68%).

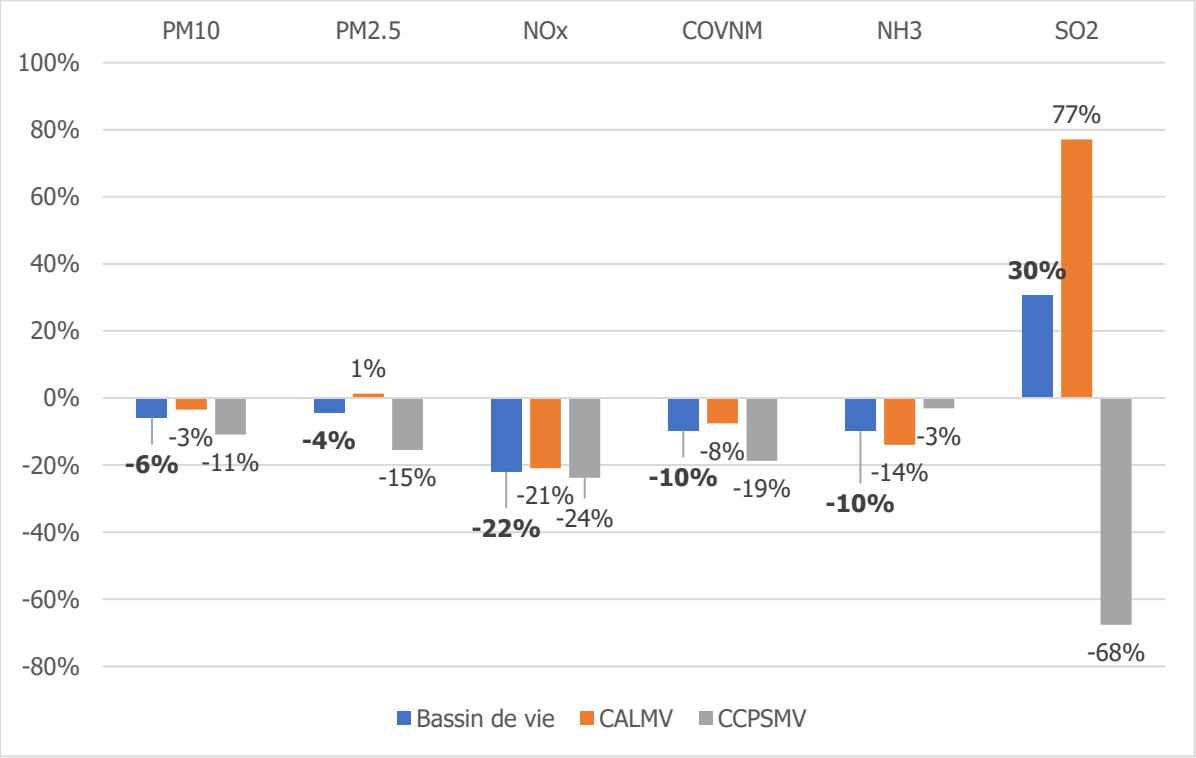


Figure 26 : Evolution des émissions de polluants entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE).

3.4.4 ANALYSE SECTORIELLE

- **Les particules fines (PM10 et PM2.5)** proviennent en majeure partie du secteur résidentiel notamment via la combustion de bois domestique. Elles sont émises également par le secteur agricole via le brûlage des déchets et les engins agricoles ainsi que dans le secteur des transports routiers via les gaz d'échappements.
- **Les oxydes d'azote (Nox)** sont émis aux deux tiers 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 composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)** proviennent quasiment exclusivement des émetteurs non inclus[23] dans l'inventaire CIGALE.
- **L'ammoniac (NH_3)** provient de l'agriculture, il est émis par es 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 (SO_2)** est émis par l'utilisation de produits pétroliers (fioul domestique) pour le chauffage dans le résidentiel.

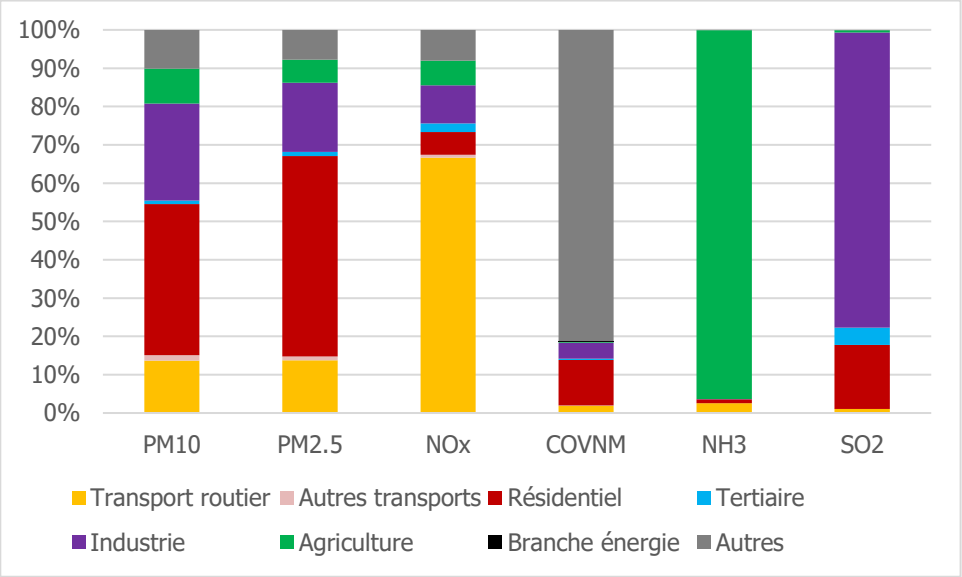


Figure 27 : Part des différents secteurs dans les émissions de polluants en 2016 (source : CIGALE).

[23] 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).

3.5 QUALITE DE L'AIR

3.5.1 POLLUANTS REGLEMENTES

3.5.1.1 *Exposition chronique globale*

« 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 ».[24]

La qualité de l'air du territoire est en moyenne bonne avec un indice combiné de qualité de l'air[25] autour de 50/100 selon l'indice combiné de la qualité de l'air définit par AtmoSud qui regroupe les concentrations des trois principaux polluants (dioxyde d'azote (NO_2), particules fines (PM10) et Ozone (O_3).

Trois types de zones se démarquent cependant avec un indice de qualité de l'air supérieur à la moyenne :

- **Les zones fortement urbanisées** que sont Cavaillon et L'Isle-sur-la-Sorgue. Les concentrations de NOx y sont plus élevées, en raison d'un trafic plus important, ainsi que celles de particules fines en raison de la plus forte concentration de logements.
- **Les abords des axes routiers à fort trafics** notamment l'autoroute A7 mais aussi la D900.
- **Les carrières de chaux** sur les communes de Lagnes et Cabrières-d'Avignon. La concentration de PM10 y est particulièrement élevée allant de 40 à plus de 80 µg/m^3 d'air en moyenne annuelle, la valeur limite règlementaire étant de 40 µg/m^3 et la valeur recommandée par l'OMS est de 20 µg/m^3.

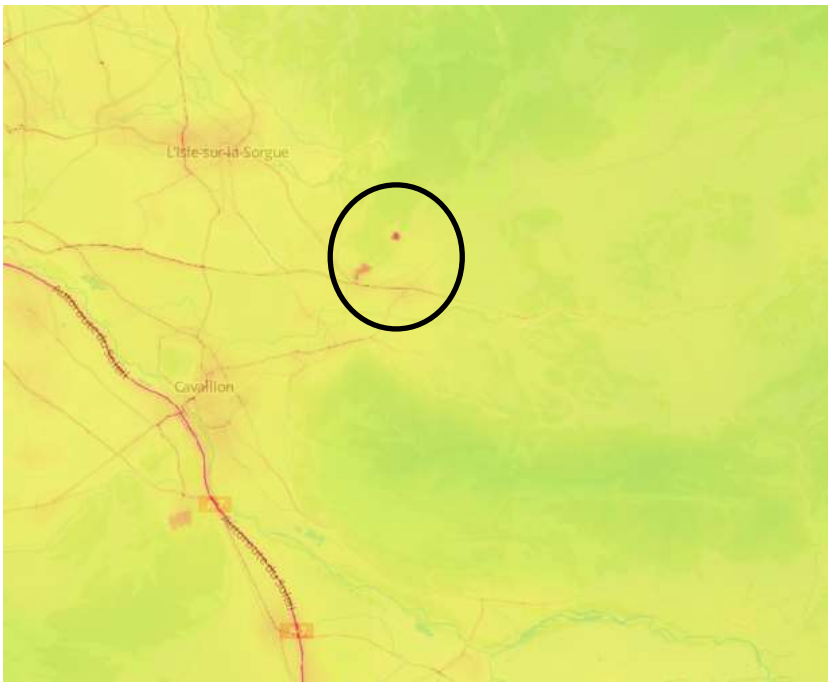


Figure 28 : Indice synthétique annuel de la qualité de l'air en 2017 combinant les concentrations annuelles de trois polluants (NO_2, PM10, O_3) (source : AtmoSud[26]).

[24] ***« Qualité de l'air et tendance dans le Vaucluse »*** – AtmoSud - https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-et-tendance-dans-le-vaucluse?bilan=2379
[25] https://www.atmosud.org/article/comprendre-les-indices-pour-quantifier-lair
[26] https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-et-tendance-dans-le-vaucluse?bilan=2379

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

La qualité de l'air est bonne à très bonne sur les reliefs que sont le massif du Luberon et les monts de Vaucluse.

Il n'y a pas de station de surveillance de la qualité de l'air sur le territoire. Cinq se trouvent à proximité du territoire dont trois stations de fond périurbaines (Le Pontet, Carpentras et Apt), une de fond urbaine (Avignon Mairie) et une de trafic (Avignon Semard).

3.5.1.2 *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 PM2.5 et l'ozone.

La population n'est que très peu exposée car les concentrations de polluants les plus élevées sont limitées aux abords des axes à forts trafics. Les principales zones touchées sont l'autoroute A7 et les départementales 900, 901, 31 et 2.

3.5.1.3 *Particules fines*

Les particules fines sont des particules solides en suspension dans l'air. Elles sont classées en deux catégories selon leur taille, PM10 de diamètre inférieur à 10 µm et les PM2.5 de diamètre inférieur à 2,5 µm. A titre de comparaison un cheveu humain mesure environ 50µm.

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 (Cavaillon et l'Isle-sur-la-Sorgue) sont les plus exposées.

3.5.1.4 *Ozone*

L'ozone (0_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 (NOx, émis par les véhicules et l'industrie) et les composés organiques volatiles (COV, émis par les véhicules, les solvants, l'industrie et la végétation).

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.

3.5.2 PESTICIDES

La contamination de l'air par les pesticides est une composante de la pollution atmosphérique qui demeure moins documentée que d'autres milieux. Ainsi, il n'existe pas à ce jour de plan de surveillance national, ni de valeur réglementaire sur la contamination en pesticides dans les milieux aériens (air ambiant et air intérieur). C'est en 2000, que les premières mesures de pesticides dans l'air ont été réalisées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) afin d'établir un premier état des lieux de la présence de ces substances dans l'atmosphère sur le territoire national. En 2010, la publication d'un rapport de l'ANSES[27,] a permis d'établir des recommandations pour la surveillance de ces polluants.

Lors de l'utilisation des pesticides, l'exposition se produit par de multiples vecteurs : par inhalation, par contact cutané ou après ingestion d'aliments contaminés. L'exposition de la population aux pesticides peut être de type aiguë ou chronique. Pour l'inhalation, il s'agit d'une exposition de courte durée et de forte concentration en pesticides. Ce cas se présente, la plupart du temps, lors de la manipulation de produits non dilués. Les effets qui font suite à cette contamination sont bien connus et présentent en générale des brûlures chimiques oculaires, des lésions cutanées, des effets neurologiques voire des troubles hépatiques. Ainsi, en mai 2012, une maladie professionnelle consacrant le lien entre la maladie de Parkinson et l'exposition aux pesticides a été identifiée[3], après la reconnaissance de cette maladie contractée par un agriculteur de Moncontour (Côtes d'Armor). Certaines catégories professionnelles (agriculteur) sont plus sujettes à développer certaines pathologies (cancer du sang, de la prostate).

Dans le cas d'une exposition chronique, il s'agit d'expositions répétées et prolongées à de faibles quantités de pesticides. Les effets en lien avec cette situation sont eux, moins bien connus. D'après l'INSERM[28],(Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) et l'InVS[29] (Institut de Veille Sanitaire), il existerait un rapport entre exposition professionnelle aux pesticides et certaines maladies chez l'adulte.

Le lien de cause à effet reste toutefois difficile à démontrer (le bilan tout au long de la vie est difficile à réaliser) et ce, encore plus pour la population générale pour laquelle l'exposition aux pesticides sur

[27] 2010, ANSES, ***« Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides »,*** 55 p.
https://www.anses.fr/fr/system/files/ORP-Ra-2010AirPesticide.pdf
[28] 2013, INSERM, Expertise collective, ***« Pesticides : Effets sur la santé »,*** 161 p.
https://www.inserm.fr/information-en-sante/expertises-collectives/pesticides-effets-sur-sante
[29] 2016, INVS, ***« Estimation de l'exposition environnementale aux produits phytosanitaires d'usage agricole -Utilisation des données géographiques nationales disponibles ».***

le long terme est encore plus difficile à établir. Le rôle des pesticides est notamment fortement suspecté dans le développement d'un certain nombre de pathologies, tels que les troubles neuro-dégénératifs (Parkinson), les troubles de la reproduction, des problèmes de fertilité, des effets hématologiques (leucémies, lymphomes,).

Dans ce contexte, l'association ATMO SUD a mis en place un observatoire des résidus des pesticides et a réalisé depuis 2012 différentes campagnes de mesures dans la région dont deux sont situés dans le Vaucluse à Avignon (site urbain) et à Cavaillon (Les Vignères, site rural)[30].

L'objectif de l'observatoire régional est d'établir un état des lieux des concentrations de résidus de pesticides dans l'air susceptibles d'être retrouvées dans la région et d'évaluer l'exposition des populations aux niveaux des pesticides présents dans l'atmosphère. Différents contextes de sources sont investigués (non agricoles, agricoles avec représentations des différentes filières : viticulture, arboriculture, maraîchage, grandes cultures…).

Les principaux résultats obtenus lors des campagnes 2016 et 2017 sont exposés ci-après.

Herbicides :

- Le maximum du cumul d'herbicides est enregistré systématiquement à Cavaillon, site rural, avec 4 ng/m^3 en 2015, 12 ng/m^3 en 2016 et 15 ng/m^3 en 2017. Le principal herbicide responsable de ces niveaux est la pendiméthaline. Elle est présente sur tous les sites. Elle est persistante et utilisée en arboriculture, mais aussi dans les espaces verts, voiries, gares, aérodromes, stades ...
- Les cumuls de concentrations en herbicides ont fortement baissé depuis 2012 (-48 % à Cavaillon, -69 % à Avignon et -98 % à Toulon).

Insecticides :

- Les échantillons de 2016 et 2017 indiquent une perte de la prédominance du chlorpyriphos-éthyl au profit de la perméthrine. Cette substance représente 28 % des concentrations en 2017, tous insecticides et sites confondus. Sa concentration atteint un maximum de 7 ng/m^3 à Nice en 2017.
- Le site rural de Cavaillon (Les Vignères) a longtemps enregistré les plus forts cumuls de chlorpyriphos-éthyl (de 2012 à 2015). Les concentrations cumulées du chlorpyriphos-éthyl ont considérablement chuté en 2016 et 2017. Enregistré à hauteur de 711 ng/m^3 en 2012 sur le site de Cavaillon, le chlorpyriphos-éthyle a été mesuré à 5 ng/m^3 en 2016 et 6 ng/m^3 en 2017. Ceci correspond à une diminution de -99 % entre 2012 et 2017
- Le lindane, la cypermethrine, le fenoxycarbeet le piperonyl butoxide (PBO) sont également mesurés en 2016 et 2017.
- Les concentrations de lindane les plus élevées sont observées à Avignon. Celles-ci évoluent de 0,97 ng/m^3 en 2015à 1,2 ng/m^3 en 2016 et 2,2 ng.m^3 en2017. Soit une augmentation de 24 % en 2016 et 83 % en 2017. Au total depuis 2012, le cumul des concentrations en lindane en 2017 a cependant diminué de 83% à Avignon.
- Le lindane est, comme les années précédentes, retrouvé dans plus de 95% des échantillons et sur tous les sites. Cette substance est pourtant interdite depuis 1998. Les concentrations moyennes sont en baisse de 85% par rapport à 2012.

Fongicides :

- Le principal résultat remarquable est l'absence du folpel dans tous échantillons en 2016. Malgré une double analyse des échantillons, sa présence n'a pas été détectée. Néanmoins, ce fongicide est la substance la plus enregistrée en 2017. Cette même année, les concentrations cumulées en folpel atteignent un maximum de 27 ng/m^3 à Avignon. Son usage est dominant

[30] 2017, ATMO SUD, ***« Observatoire des résidus de pesticides dans l'air en Provence-Alpes-Côte d'Azur »***, Bilan 2016/2017, 62 p. https://www.atmosud.org/sites/paca/files/atoms/files/181029_2016_2017_rapport_pesticides_atmosud.pdf

dans le secteur de la vigne et en arboriculture. Cette molécule est présente sur tous les sites. Les pourcentages moyens de détection pour cette molécule ont de 6% en 2015, 0 % en 2016et 21 % en 2017.

- Le site rural de Cavaillon et celui urbain d'Avignon enregistrent les plus forts cumuls. En 2017, les concentrations cumulées en folpel atteignent un maximum de 27 ng/m^3 à Avignon. Les concentrations cumulées de cette substance à Cavaillon varient de 107 ng/m^3 en 2012 à 19 ng/m^3 en 2017. Soit une diminution, par rapport à 2012, de -82 %.

3.6 PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES

3.6.1 METHODE

L'inventaire de la production d'énergie renouvelables et de récupération du territoire (ENR et R) est issu de la base de données CIGALE. Les filières recensées sont les suivantes :

- Biogaz,
- Biomasse (bois énergie),
- Eolien,
- Hydroélectricité (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).

3.6.2 VUE D'ENSEMBLE

En 2016, la production d'énergies renouvelables (ENR) du territoire s'élève à 118 GWh dont 68 GWh pour la CALMV et 50 GWh pour la CCPSMV. Cela représente à l'échelle du bassin de vie 7% de la consommation énergétique, ce taux est plus élevé pour la CCPSMV avec environ 8% contre 7% sur la CALMV.

La majeure partie de cette production (65%) est thermique servant à la production de chaleur. Les 35% restant sont électriques.
LA CALMV a une production EnR majoritairement thermique, environ les trois quarts, au contraire de la CCPSMV ou la production électrique représente un peu plus de la moitié de la production EnR.

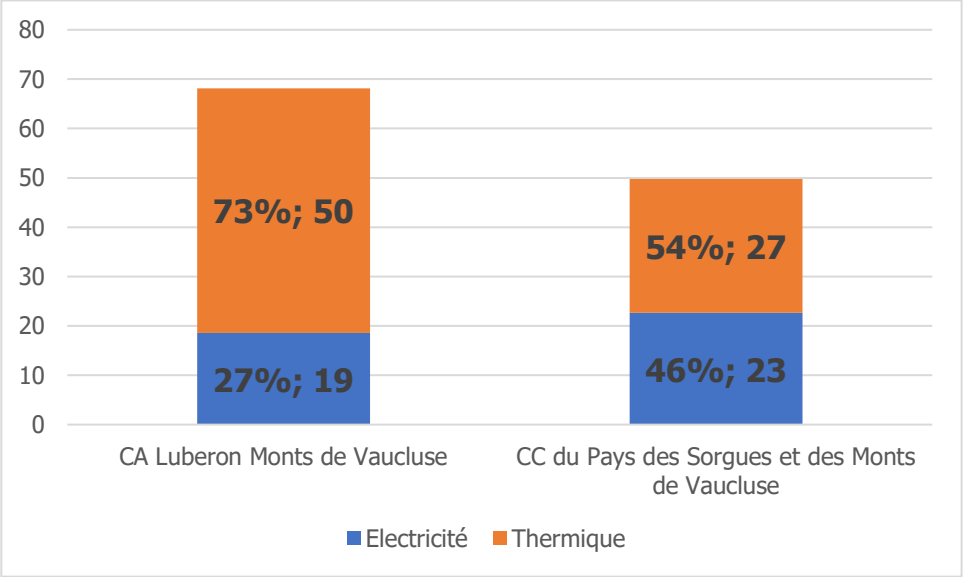


Figure 29 : Production totale d'énergies renouvelables sur le territoire en GWh en 2016 (source : CIGALE).

Six filières sont présentes sur le territoire. La biomasse (bois-énergie), le biogaz, les pompes à chaleur, le solaire thermique, le solaire photovoltaïque et l'hydraulique. Les quatre premières citées sont des EnR thermiques et les deux autres électriques.

- **La biomasse (bois-énergie)** est la principale EnR utilisée sur le territoire avec 71 GWh soit 60% de la production totale. Son taux s'élève à 70% pour la CALMV. Sur la CCPSMV, la biomasse représente un peu près de la moitié de la production EnR.
- **Le solaire photovoltaïque** (PV) est la seconde EnR la plus représentée avec 25 GWh et 21% du total du territoire, elle représente un quart de la production EnR de la CALMV et un peu plus de 10% de celle de la CCPSMV.
- **L'hydro-électricité,** avec 14 GWh dont 13 sur la CCPSMV contribue à 12% de la production EnR du territoire. Elle est anecdotique sur la CCPSMV avec moins d'1 GWh.
- **Le biogaz** avec 5 GWh représente 4% de la production totale. Seule la CCPSMV en produit, le biogaz y représente 10% de la production EnR.
- **Le solaire thermique** est marginale avec 3 GWh et 3% de la production totale.

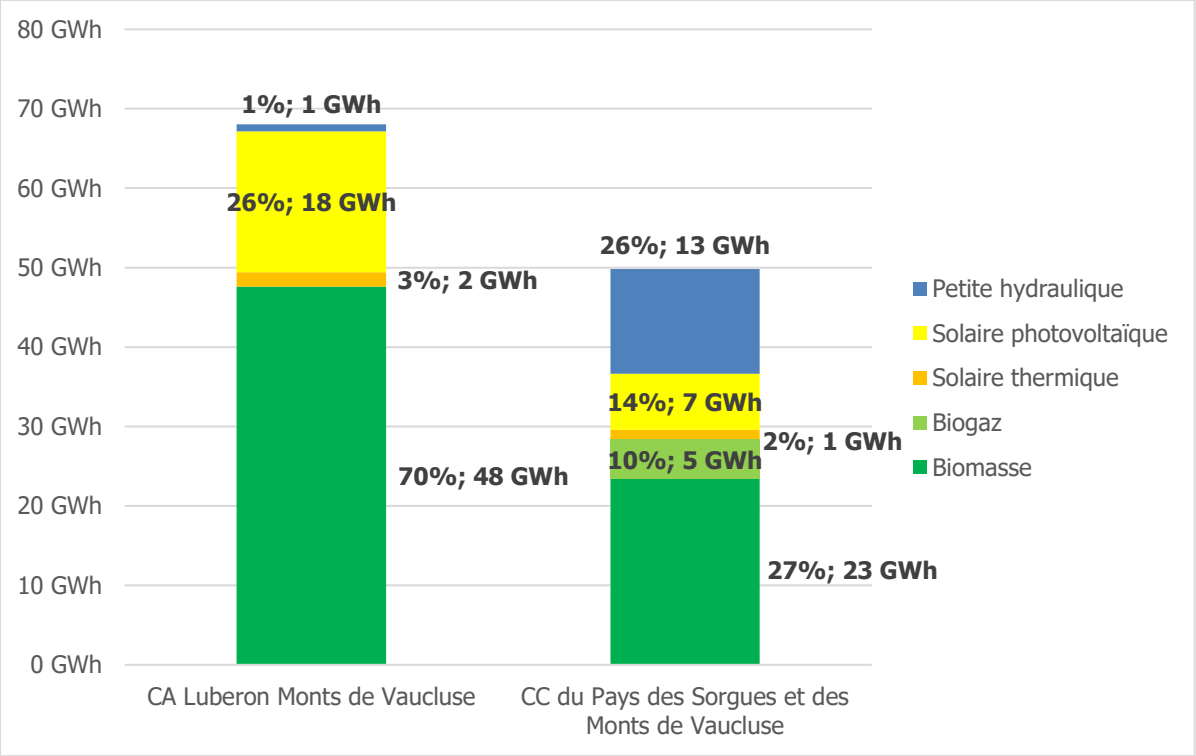


Figure 30 : Production d'énergies renouvelables par filière en GWh en 2016 sur le territoire (Source : CIGALE)

La production d'énergies renouvelables est en constante augmentation sur la période 2007/2016. Seules les fluctuations de la production hydro-électrique entraînent des irrégularités sur la courbe.
La production EnR a augmenté de 120% entre 2007 et 2016. Elle a été multipliée par 2 sur la CALMV et par 2,7 sur la CCPSMV.

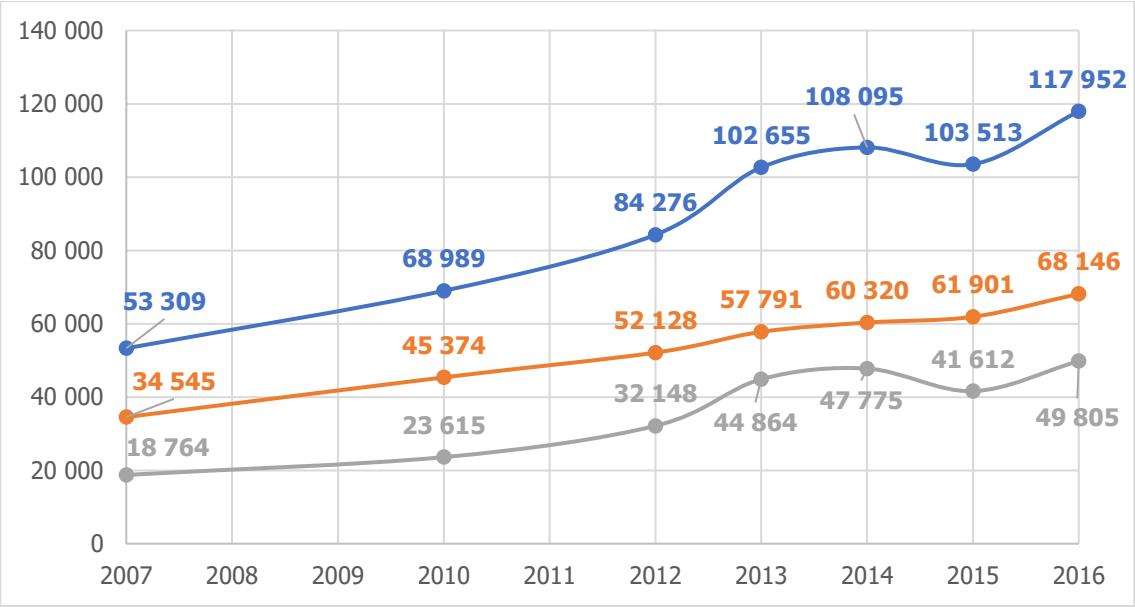


Figure 31 : Evolution de la production d'énergies renouvelables en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

3.6.3 BIOMASSE

3.6.3.1 *Données CIGALE*

La base de données CIGALE recense en 2016 une production de biomasse[31] de 71 GWh (48 GWh pour la CALMV soit 67% et 23 GWh pour la CCPSMV soit 33%). Cette consommation est en augmentation depuis 2007 (+36%). Elle est plus importante sur la CALMV (+40%) que sur la CCPSMV (+27%)

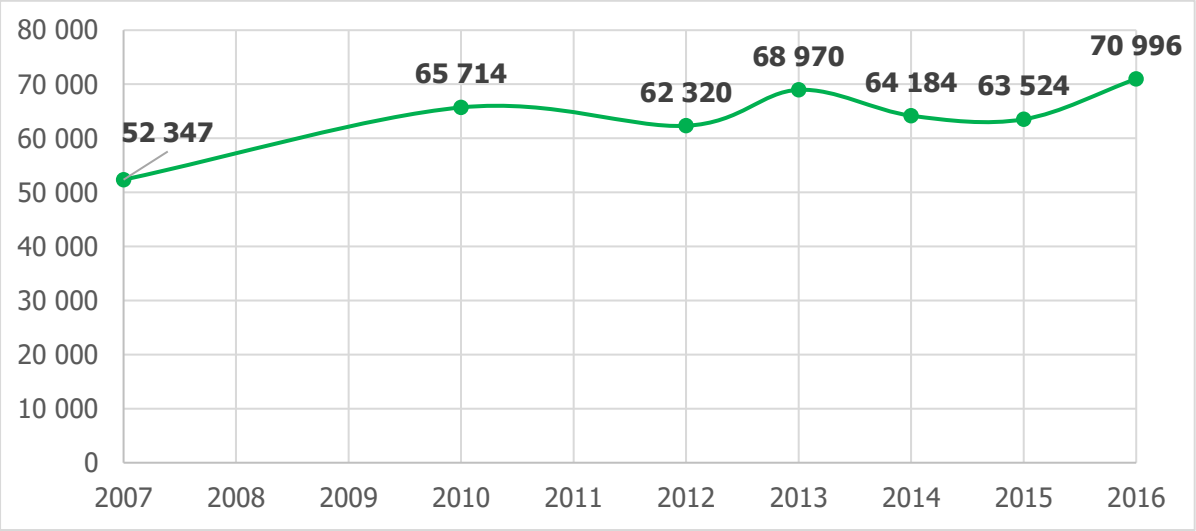


Figure 32 : Evolution de la production de biomasse en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

Les communes de Cavaillon et l'Isle sur la Sorgue sont les plus consommatrices de bois énergie en raison de leur population plus importante. En rapportant cette consommation au nombre d'habitants, les communes, ayant un recours plus important au bois énergie, ressortent en particulier Gordes.

[31] 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

La consommation moyenne du territoire est de 0,8 MWh/habitant.

Commune	Population	Consommation de biomasse (MWh)	Consommation de biomasse par habitant (MWh)
Beaumettes	249	218	0,9
Cabrières-d'Avignon	1 760	2 705	1,5
Cavaillon	26 707	14 154	0,5
Cheval-Blanc	4 154	4 789	1,2
Gordes	1 974	4 127	2,1
Lagnes	1 622	2 129	1,3
Lauris	3 789	2 788	0,7
Lourmarin	1 142	1 157	1,0
Maubec	1 898	2 396	1,3
Mérindol	2 023	2 534	1,3
Oppède	1 389	2 078	1,5
Puget	735	1 036	1,4
Puyvert	819	900	1,1
Robion	4 393	3 563	0,8
Taillades	1 944	2 263	1,2
Vaugines	566	753	1,3
Châteauneuf-de-Gadagne	3 304	2 291	0,7
L'Isle-sur-la-Sorgue	19 483	13 037	0,7
Saumane-de-Vaucluse	936	904	1,0
Le Thor	8 879	6 277	0,7
Fontaine-de-Vaucluse	643	897	1,4
CALMV	***55 164***	***47 589***	***0,9***
CCPSMV	***33 245***	***23 407***	***0,7***
Bassin de vie	**88 409**	**70 996**	**0,8**

Figure 33 : Consommation de biomasse pour les communes en 2016 (source : CIGALE, INSEE)

3.6.3.2 *Approche SOLAGRO*

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

Consommation de bois énergie pour le chauffage collectif et les entreprises

Le bois énergie « Collectif » représente les consommations des chaufferies de petite à grande puissance utilisant des plaquettes forestières ou des granulés, 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 régionale Bois Energie mentionne sept chaufferies de petite puissance destinées au chauffage de bâtiments tertiaires ou résidentiels pour une consommation de l'ordre de 2,5 GWh. A cela, s'ajoute une chaufferie agricole bien plus puissante destinée au chauffage de serres maraîchères sur la commune de Cavaillon, produisant chaque année 12 GWh de chaleur.

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 conduites localement, il arrive que des chaufferies industrielles notamment soient mal référencées. De plus la chaufferie bois destinée au serres maraichères à Cavaillon, ne semble pas être intégrée dans l'inventaire CIGALE.

Les données de la Mission Régionale bois-énergie font état de six chaufferies bois pour une production d'énergie de 2,5 GWh, soit environ 700 tonnes de bois, destinée au chauffage des bâtiments. A cette production s'ajoute 12 GWh de bois énergie destiné au chauffage de serres maraîchères sur la communes de Cavaillon.
A noter, une chaufferie bois n'apparaît pas dans l'inventaire, il s'agit de la chaufferie de l'école St Antoine, à l'Isle sur la Sorgue, qui n'est pas en fonctionnement.

Commune	Puissance (MW)	Consom-mation (T)	Prod (GWh)	Année	Bâtiment	Surface
CCPSMV - Tertiaire						
L'Isle-sur-la-Sorgue	200	62	0,2	2011	Collège J Bouin	5094 m^2
L'Isle-sur-la-Sorgue	540	450	1,6	2011	Lycée Agricole La Ricarde	11562 m^2
CALMV - Tertiaire et logements						
Cabrières-d'Avignon	70	27	0,1	2005	Groupe scolaire	
Lagnes	150	78	0,3	2013	Réseau de chaleur communal	2100 m^2
Mérindol	220	54	0,2	2009	Réseau de chaleur communal	3766 m^2
Mérindol	Non communiqué	Non communiqué	0,1	2017	Résidence La Garidelle (10 villas BBC)	1000 m^2
Oppède	80	30	0,1	2005	1 bat, 937 m2	937 m^2
Chaufferie serres agricoles						
Cavaillon		3500	12,2	1985	Serres SCEA Roux Frères	

Figure 34 : Chaufferies bois sur le territoire (source : Mission Régionale bois-forêt[32])

Consommation de bois énergie à usage 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'ADEME (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 du bassin de vie permet de rendre compte des usages locaux de cette énergie :

- 24 % des ménages, soient 9300 ménages environ utiliseraient du bois pour le chauffage de leur logement, en très grande majorité du bois bûche (97 %),
- La consommation annuelle moyenne de la 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-approvisionnement représentent 67 % du marché, le reste étant capté par des distributeurs professionnels de bois-bûche.

Cela permet d'estimer la consommation locale à 51,5 GWh pour le bois-bûche, auquel s'ajoute 3 GWh pour les granulés, (15,5 GWh pour la CCPSMV, 39 pour la CALMV)

L'ensemble des consommations représente donc 54 GWh.

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.

[32] http://bois-energie.ofme.org/

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.

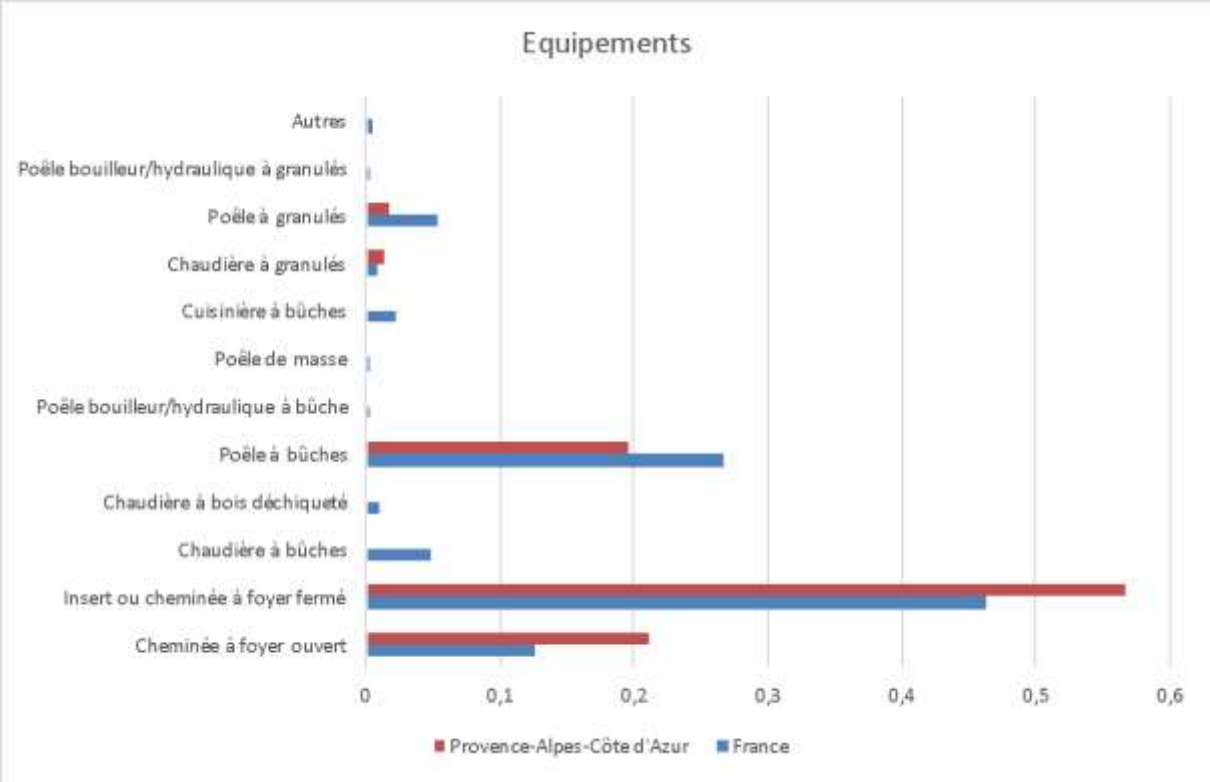


Figure 35 : Equipements bois-énergie au niveau national (source : Etude ADEME/SOLAGRO/Biomasse Normandie/BVA - 2018[33])

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 PACA où les foyers ouverts et inserts, souvent peu performants, représentent encore près de 80 % du parc d'appareils de chauffage au bois.

Bilan des consommations annuelles de bois énergie

Type de consommation (en GWh)	SCoT CCIS	CCPSMV	CALMV
Domestique bois bûche	51	14	37
Domestique granulés	3	1	2
Collective	15	2	13
Consommation totale de bois énergie	**69**	**17**	**52**

[33] 2018, ADEME, Solagro, Biomasse Normandie, BVA, ***« Étude sur le chauffage domestique au bois : Marchés et approvisionnement »***, 97pages. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/1_chauffage_domestique_bois_appro_rapport.pdf

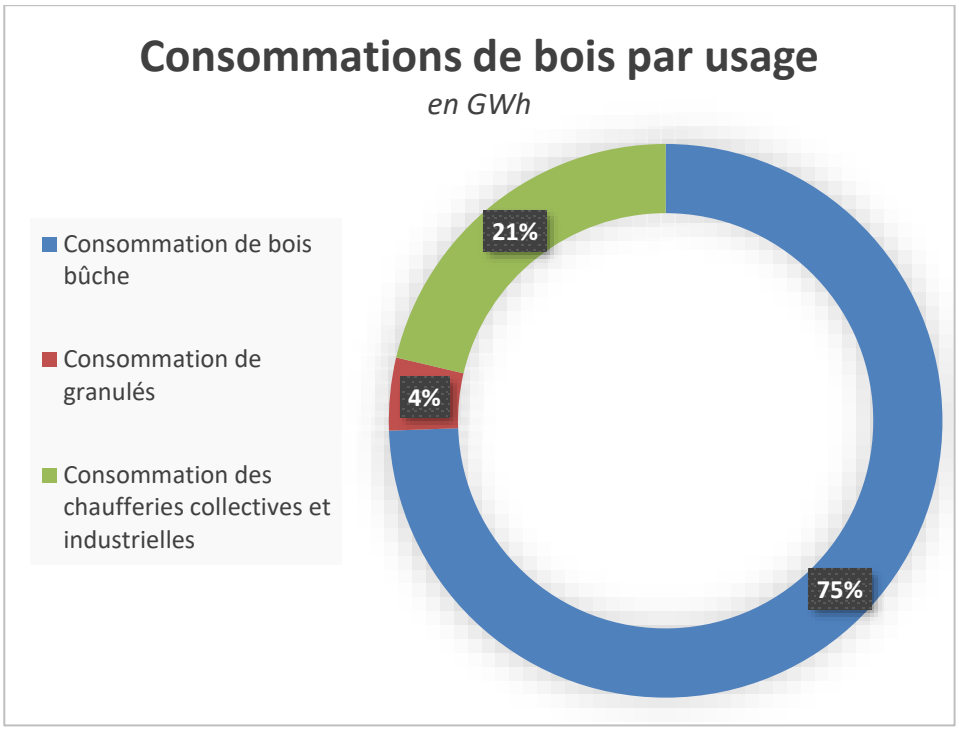


Figure 36 : Consommation de bois énergie par usage

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 (40 % de la surface) qu'elles soient le long de la Montagne du Luberon ou du Plateau de Vaucluse, presque toutes les communes sont boisées sur la CALMV, c'est aussi le cas de Saumane-de-Vaucluse et Fontaine-de-Vaucluse sur la CCPSMV.
Les essences principales sont le chêne (sur les versants) et le pin (dominant en pied de versant), soit en peuplements purs, soit mélangés, dans des formations plus ou moins ouvertes en fonction de l'ancienneté de l'enfrichement.

La forêt publique est très présente sur les contreforts du Luberon, mais aussi dans des massifs forestiers secondaires, la plupart des communes forestières disposant de bois communaux. Une forêt domaniale conséquente est présente sur la commune de Cheval Blanc (Forêt Domaniale du Luberon, plus de 3000 ha).

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	3200
Bois-énergie	4600
Total récolté	**8500**

A ces productions s'ajoutent les productions de bois bûche par les particuliers, 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 évaluerons cette production à 20 900 m^3 (tiges et branches). Une grande partie de cette production est produite hors-forêt (vergers, entretien de parcs et haies…).

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

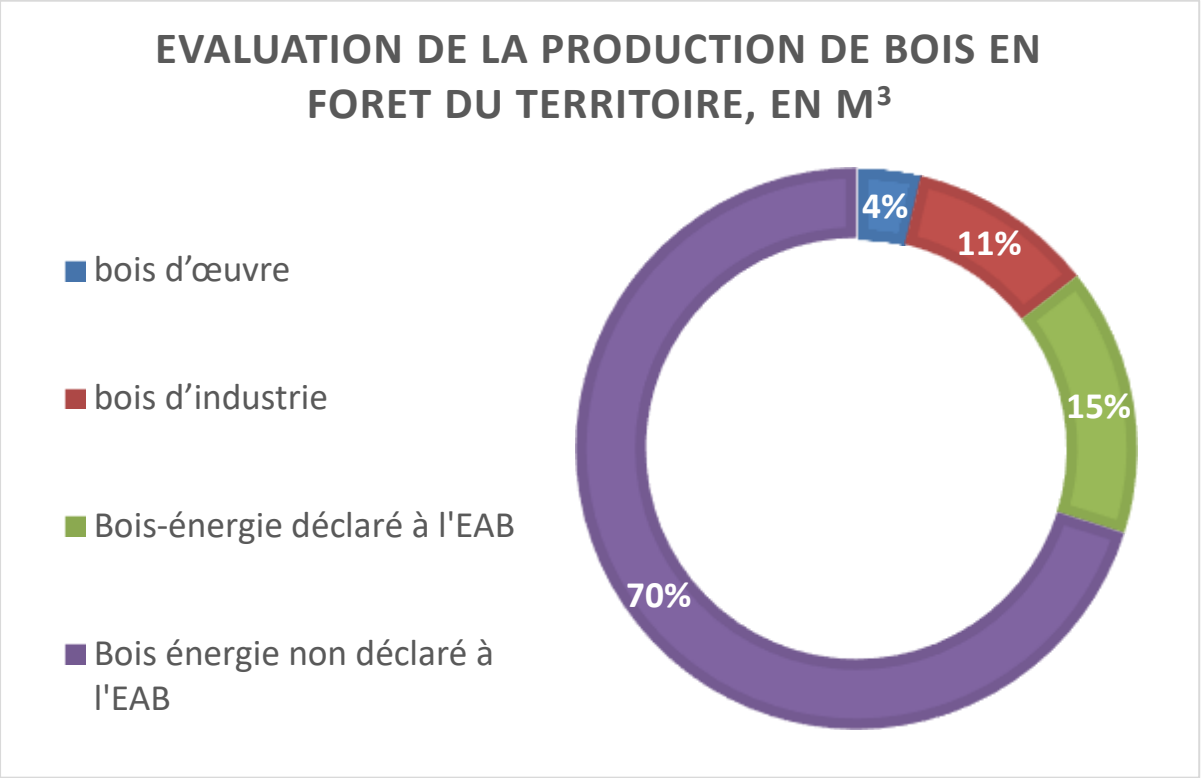


Figure 37 : Production de bois par filières sur le territoire du SCoT CCIs

Les sous-produits de l'industrie du bois

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.

Bilan des productions de bois énergie

La filière bois locale peut donc être modélisée ainsi :

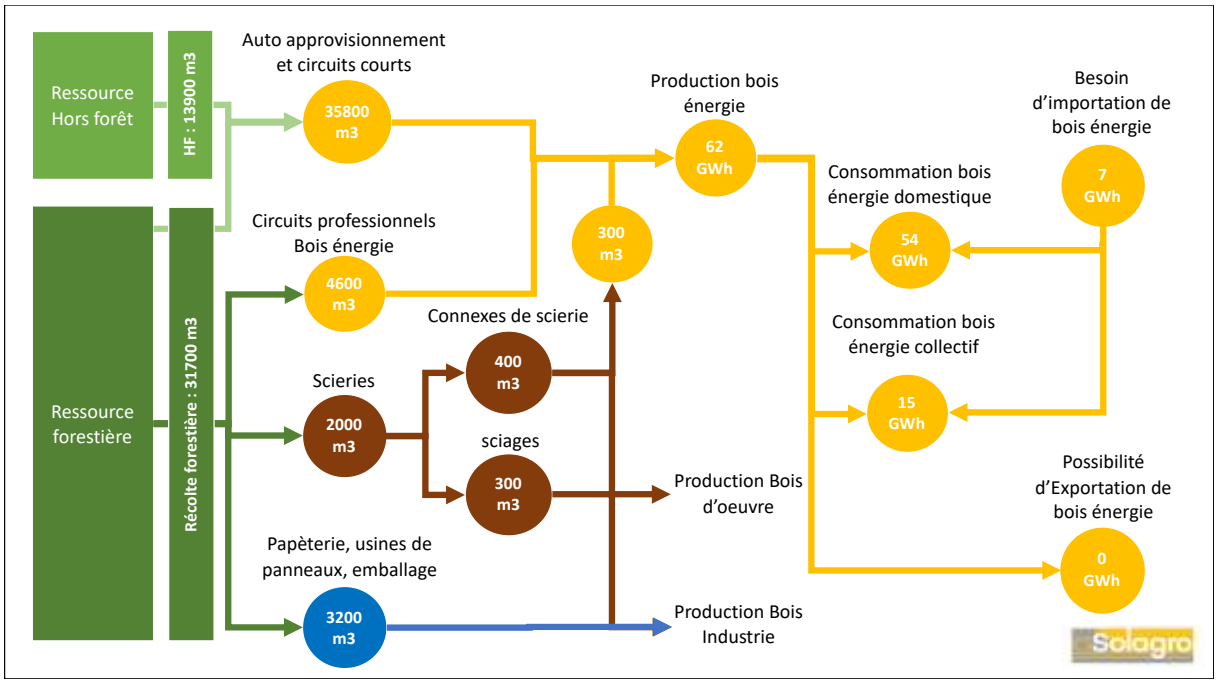


Figure 38 : Modélisation des usages de la ressource bois-énergie (source : SOLAGRO)

Grâce à ses boisements relativement importants, le territoire du bassin de vie est en mesure aujourd'hui de satisfaire pratiquement la totalité de ses besoins locaux de consommation de bois, qui restent assez modestes 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 utilisée comme référence pour l'état des lieux.

Zoom sur une unité industrielle de production et de consommation de biomasse

Une importante distillerie (« Azur distillation ») est présente sur la commune de Maubec. Celle-ci valorise des co-produits de vinification pour ses 450 adhérents, 85 coopératives, et 365 caves particulières[34]. Pour produire de l'alcool à partir des 57000 t de marcs et 11 000 tonnes de lies de vin, l'entreprise à d'importants besoins d'air chaud et de vapeur d'eau.

- Pour l'air chaud destiné au séchage des pulpes, elle auto-consomme des pulpes séchées (6000 t par an) dans un générateur de 9,3 MW
- Pour produire de la vapeur, elle est équipée d'une chaufferie biomasse de 10 MW, pouvant utiliser des pulpes, comme cela a été le cas pour la campagne 2012-2013. Depuis, la chaufferie brûle aussi du bois, soit environ 6300 t par ans pour une consommation de 23 GWh, en fonction du coût relatif des différentes solutions selon les années.

Enfin, cette unité produit une quantité conséquente d'éthanol, destinée à intégrer la part d'éthanol dans les carburants classiques (SP95).

[34] Octobre 2015, ***« Production d'énergie dans l'industrie par autoconsommation des sous-produits lignocellulosiques »***, Les cahiers du Bois énergie n°69. https://cibe.fr/wp-content/uploads/2017/01/Sommaire_CBE_69.pdf

Figure 39 : Chaudière biomasse d'Azur distillation (Source : Bois international, les cahiers du bois énergie, n°69).

Cette production étant le fait de biomasse originaire d'un territoire bien plus vaste que le bassin de Vie de Cavaillon, Coustellet, l'Isle sur la Sorgue, il est délicat d'affecter cette production et consommation d'énergies renouvelables au territoire, d'autant qu'elle n'est pas référencée par les observatoires, ce qui risque de compliquer la lecture des données dans les années à venir.

De la même façon, le bois consommé peut varier du tout au tout en fonction du choix de combustible de l'unité, qui peut être en auto-consommation de ses résidus, ce qui complique la comptabilisation de ses consommations, pourtant potentiellement très significatives.

Nous n'intègrerons donc pas ces chiffres au bilan global, cette distillerie étant toutefois un acteur intéressant qui peut être intégré dans la stratégie opérationnelle du territoire.

3.6.4 BIOGAZ

3.6.4.1 *Données CIGALE*

La base de données CIGALE recense en 2016 une production de biogaz de 18,5 GWh exclusivement en électricité. Elle est localisée à l'Isle sur la Sorgue.

Cette donnée semble cependant fausse, elle correspond à l'unité de méthanisation implantée à l'Isle sur la Sorgue par Les Frères Tamisier® pour valoriser des déchets de fruits et légumes.

L'unité traite environ 10 000 tonnes de déchets annuels afin de produire 900 000 Nm^3 [35] de biogaz. Ce biogaz est ensuite valorisé en électricité (environ 1,9 GWh) et en énergie thermique (environ 2 GWh) permettant de chauffer les serres attenantes et les logements des saisonniers[36]. Cela représente une production énergétique primaire de 5 GWh.

Enedis indique une production d'électricité à partir de biogaz de 0,3 GWh en 2016 et 0,7 GWh en 2017.

3.6.4.2 *Approche SOLAGRO*

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.

[35] Le normo mètre cube est une unité de mesure de quantité de gaz qui correspond au contenu d'un volume d'un mètre cube, pour un gaz se trouvant dans les conditions normales de température et de pression

[36] http://www.valbio.com/common/img/CP%20TAMISIER.pdf

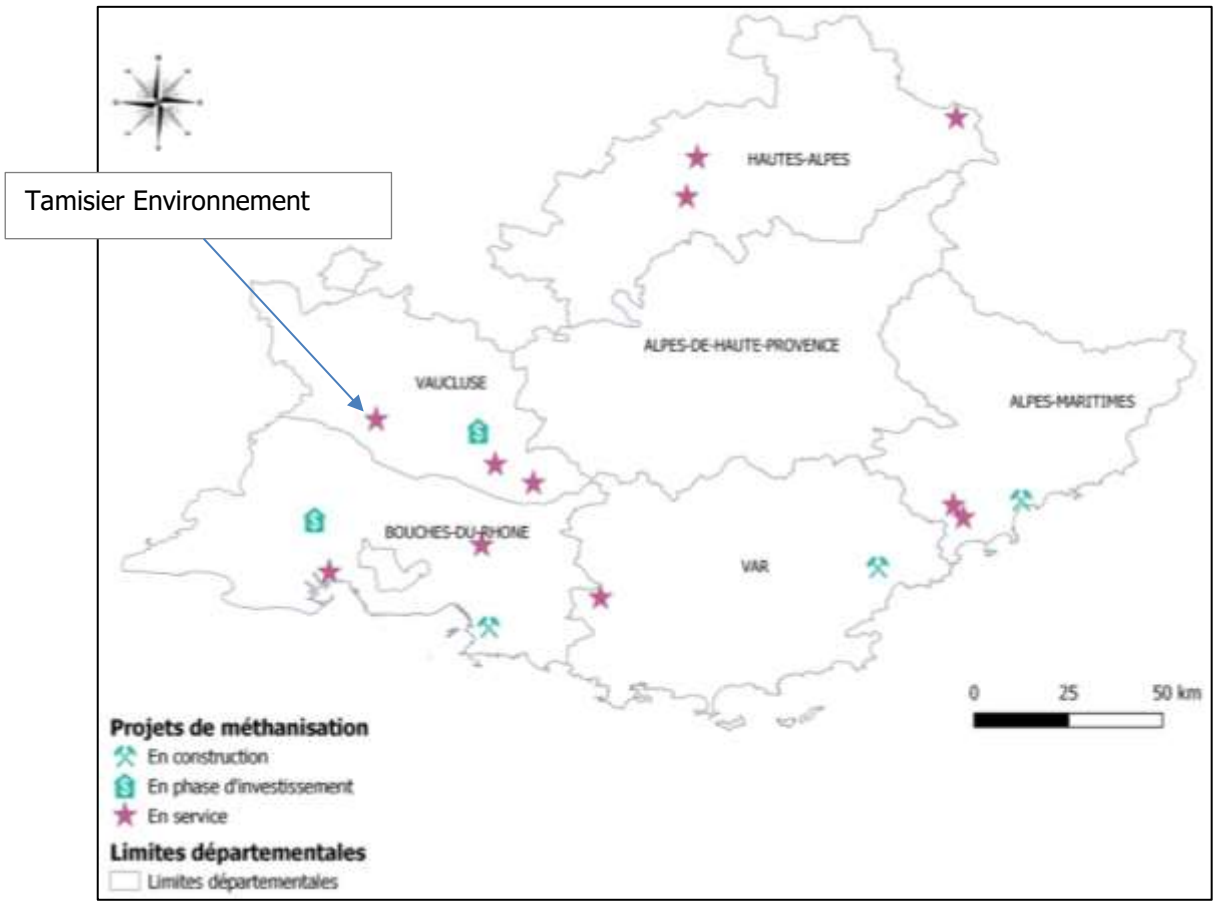


Figure 40 : Carte des installations et projets de méthanisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

A l'échelle régionale, fin 2018, il y avait 13 installations de méthanisation en service en Provence-Alpes-Côte d'Azur dont deux dans une ferme, cinq sont liées à des industries agro-alimentaires ou des caves coopératives, quatre liés à des stations d'épuration et, une à des biodéchets alimentaires[37].

A l'échelle du Vaucluse, on dénombre trois installations de méthanisation : Tamisier Environnement, liée à une exploitation agricole, située à l'Isle sur la Sorgue et deux installations valorisant les déchets de vinification en dehors du territoire.

[37] 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/

3.6.5 SOLAIRE THERMIQUE

La base de données CIGALE recense en 2016 une production solaire thermique de 3,3 GWh (2,1 GWh pour la CALMV soit 64% et 1,2 GWh pour la CCPSMV soit 36%). Cette production est en constante augmentation depuis 2007, elle a été multipliée par plus de trois entre 2007 et 2016.

Le solaire thermique n'a pas un poids très important dans la production d'énergie renouvelable du territoire (2%).

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

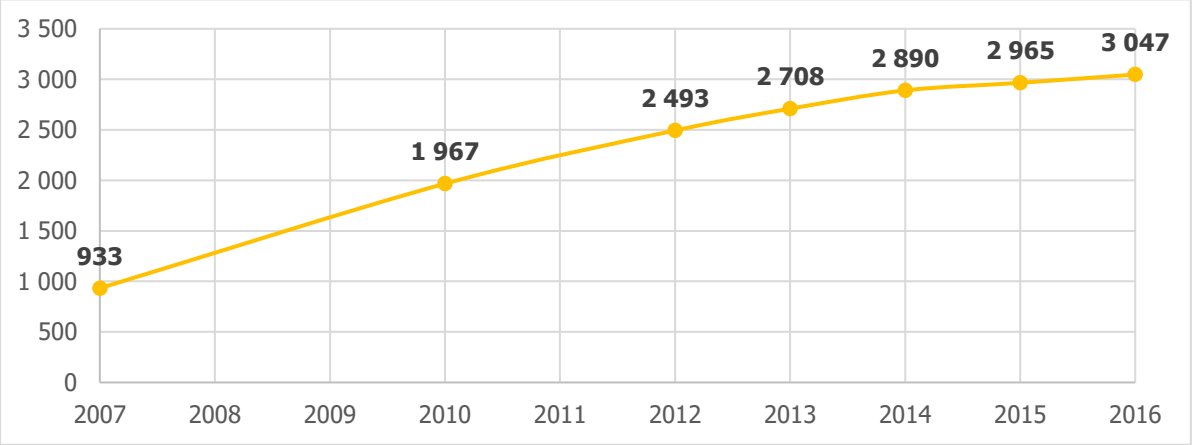


Figure 41 : Evolution de la production solaire thermique en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (Source : CIGALE)

Le taux moyen d'équipement solaire thermique moyen sur le territoire est de 87 kWh par résidence principale.

3.6.6 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La base de données CIGALE recense en 2016 une production solaire photovoltaïque de 25 GWh (18 GWh pour la CALMV soit 72% et 7 GWh pour la CCPSMV soit 28%). Cette production est en constante augmentation. Quasiment inexistante en 2007, elle s'est fortement développée sur le territoire à partir de 2010.

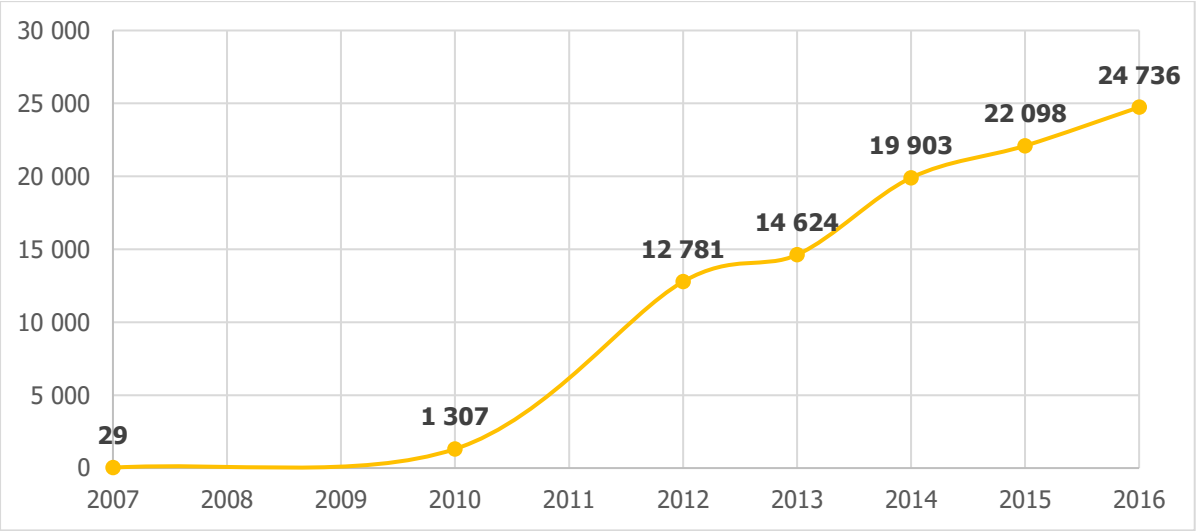


Figure 42 : Evolution de la production solaire photovoltaïque en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

L'énergie solaire photovoltaïque peut être produite principalement 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 photovoltaïque au-dessus de la moyenne. Ainsi, Cavaillon et Saumane-de-Vaucluse semblent particulièrement bien équipés.

Cavaillon centralise plus de la moitié de la production photovoltaïque du territoire, en ajoutant L'Isle-sur-la-Sorgue et Le Thor, ce taux s'élève à plus de 80%.

Commune	Production solaire PV (MWh)	Production solaire PV par résidences principales
Beaumettes	16	0,1
Cabrières-d'Avignon	80	0,1
Cavaillon	14 003	1,2
Cheval-Blanc	1 276	0,7
Gordes	92	0,1
Lagnes	106	0,1
Lauris	261	0,2
Lourmarin	0	0,0
Maubec	374	0,5
Mérindol	170	0,2
Oppède	266	0,4
Puget	58	0,2
Puyvert	14	0,0
Robion	706	0,4
Taillades	288	0,3
Vaugines	13	0,0
Châteauneuf-de-Gadagne	252	0,2
L'Isle-sur-la-Sorgue	4 021	0,4
Saumane-de-Vaucluse	454	1,2
Le Thor	2 288	0,6
Fontaine-de-Vaucluse	0	0,0
CALMV	***17 721***	***0,7***
CCPSMV	***7 015***	***0,5***
Bassin de vie	**24 736**	**0,6**

Figure 43 : Production solaire PV par communes en 2016 (source : CIGALE, INSEE)

L'étude du fichier de production électrique par filière d'Enedis[38] ne fait pas ressortir d'installations solaires importantes. Elle permet cependant de discuter les données CIGALE qui semblent être surestimées par rapport à celles d'ENEDIS. Le tableau suivant compare les deux sources de données pour les années 2012 à 2016.

[38] https://data.enedis.fr/explore/dataset/production-electrique-par-filiere-a-la-maille-commune/information/

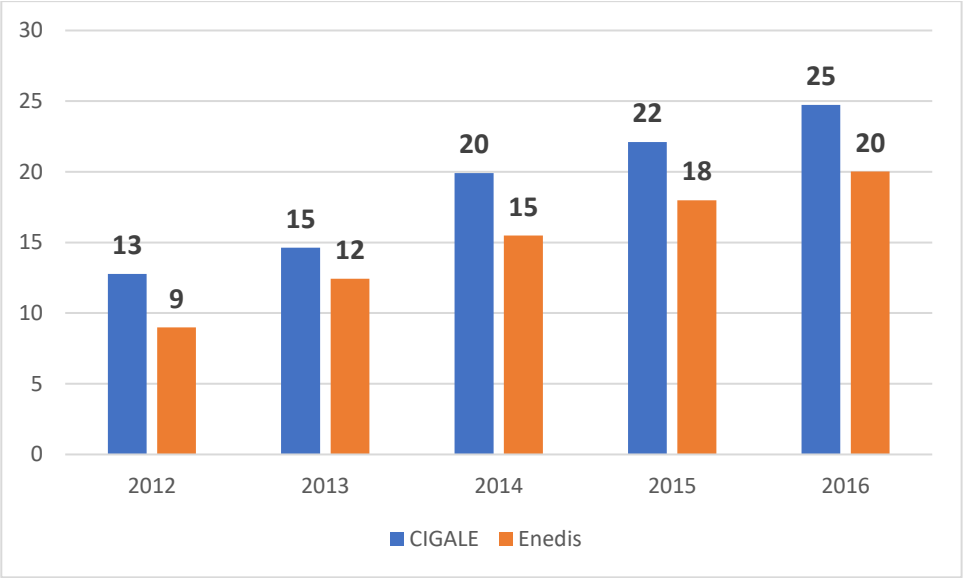


Figure 44 : Comparaison des données de production solaire PV provenant de l'observatoire CIGALE et Enedis en GWh (sources : CIGALE, Enedis)

Des installations solaires d'une puissance de 1,97 MWc pour une production annuelle de 2,9 GWh sont en cours de déploiement à L'Isle-sur-la-Sorgue.

3.6.7 HYDROELECTRICITE

La base de données CIGALE recense une production hydro électrique de 14 GWh (1 GWh pour la CALMV soit 10% et 13 GWh pour la CCPSMV soit 90%) sur le territoire en 2016. La production est localisée dans les communes de Cheval-Blanc, de L'Isle-sur-la-Sorgue et de Fontaine-de-Vaucluse.

Ces données sont cependant contestables. L'analyse du fichier de production électrique par filière à la maille communale d'Enedis[39] fait bien apparaître une production électrique sur les trois communes avec un site à Cheval-Blanc et à Fontaine-de-Vaucluse et deux sites à L'Isle-sur-la-Sorgue. Les productions sont cependant très différentes de celles inventoriées par CIGALE.

Le graphique suivant présente les productions hydro-électriques totales du territoire selon les deux sources de données (CIGALE et Enedis).

[39] https://data.enedis.fr/explore/dataset/production-electrique-par-filiere-a-la-maille-commune/information/

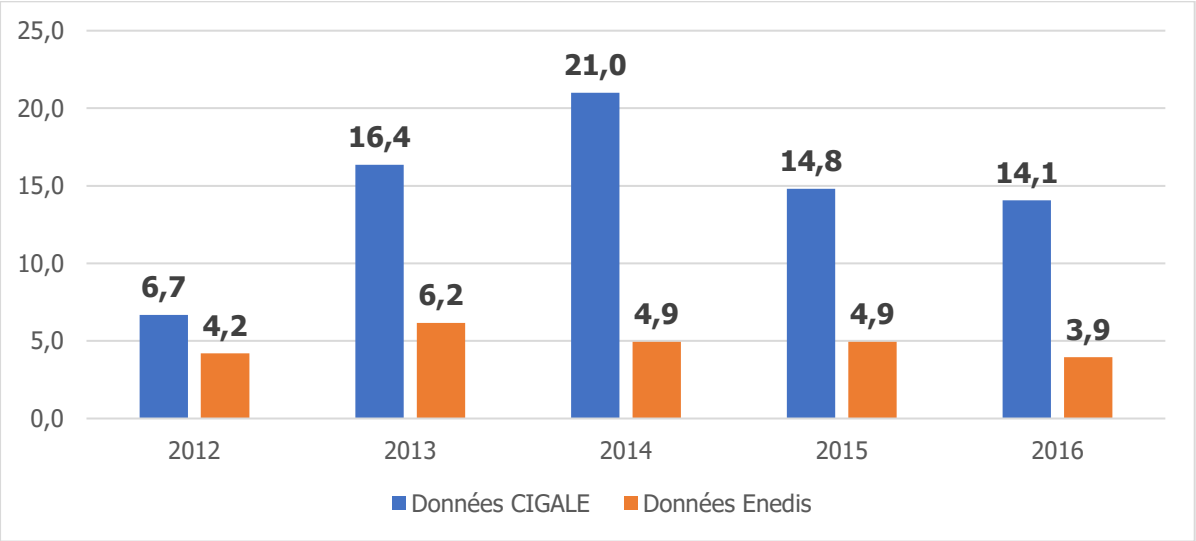


Figure 45 : Comparaison des données de production solaire PV en GWh provenant de l'observatoire CIGALE et Enedis en GWh (sources : CIGALE, Enedis)

3.7 FOCUS SUR LES SECTEURS D'ACTIVITE

Cette partie vise à donner des précisions pour chacun des secteurs d'activités. En plus des données 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.

3.7.1 RESIDENTIEL

3.7.1.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Le secteur résidentiel est le second secteur consommateur d'énergie avec 497 GWh (307 GWh pour la CALMV et 190 GWh pour la CCPSMV) soit 30% des consommations totales du territoire. Avec des émissions de GES de 81 kteqCO_2 annuelles (52 kteqCO_2 pour la CALMV et 29 kteqCO_2 pour la CCPSMV) il représente 24% 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 (+10%) entre 2007 et 2010, elles sont tendanciellement en baisse depuis (-19% entre 2010 et 2016).

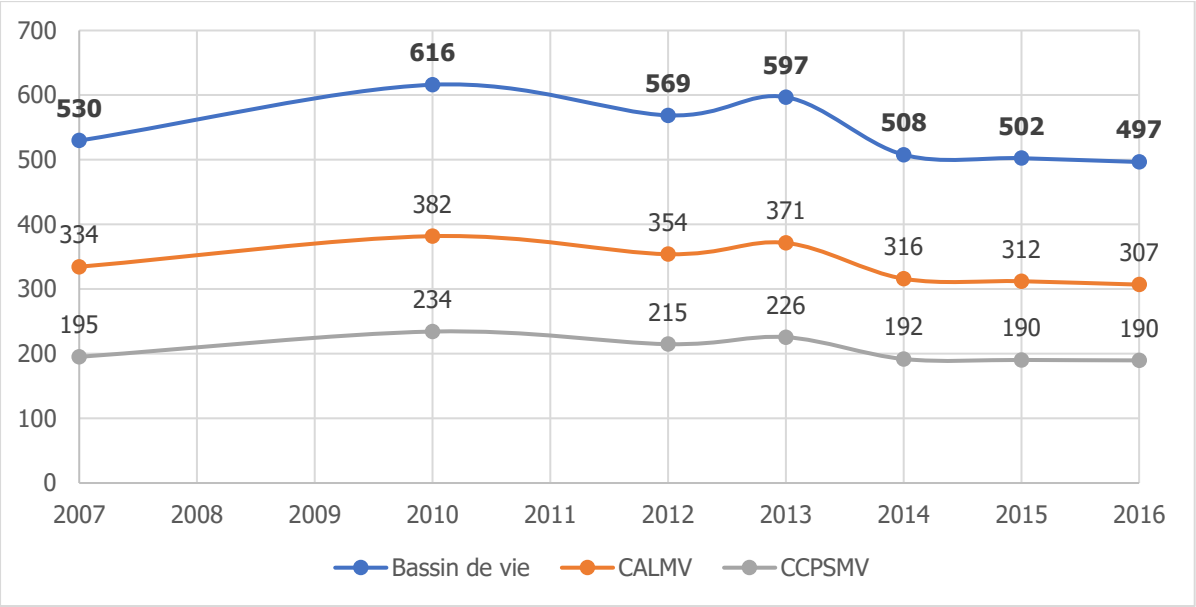


Figure 46 : Evolution des consommations énergétiques en GWh dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

- **L'électricité** est l'énergie la plus utilisée dans le secteur résidentiel avec plus de la moitié des consommations (55%). 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 moins importante en raison d'une faible couverture du réseau gaz sur les communes du territoire (voir chapitre réseaux gaz).

Le mix énergétique du secteur résidentiel diffère légèrement sur les deux EPCI. La CCPSMV a une part plus importante d'électricité au détriment du bois énergie et des produits pétroliers.
Un tiers des émissions de GES du secteur sont dues aux produits pétroliers pour 20% de la consommation énergétique. C'est la principale source d'émission de GES du secteur sur le territoire.

Le bois énergie est le second émetteur de GES avec environ 30% du total pour seulement 13% de la consommation. 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 CO_2 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.

Les émissions de GES liées à l'électricité sont moins importantes à la vue de la forte consommation. Cela s'explique par son faible facteur d'émission.

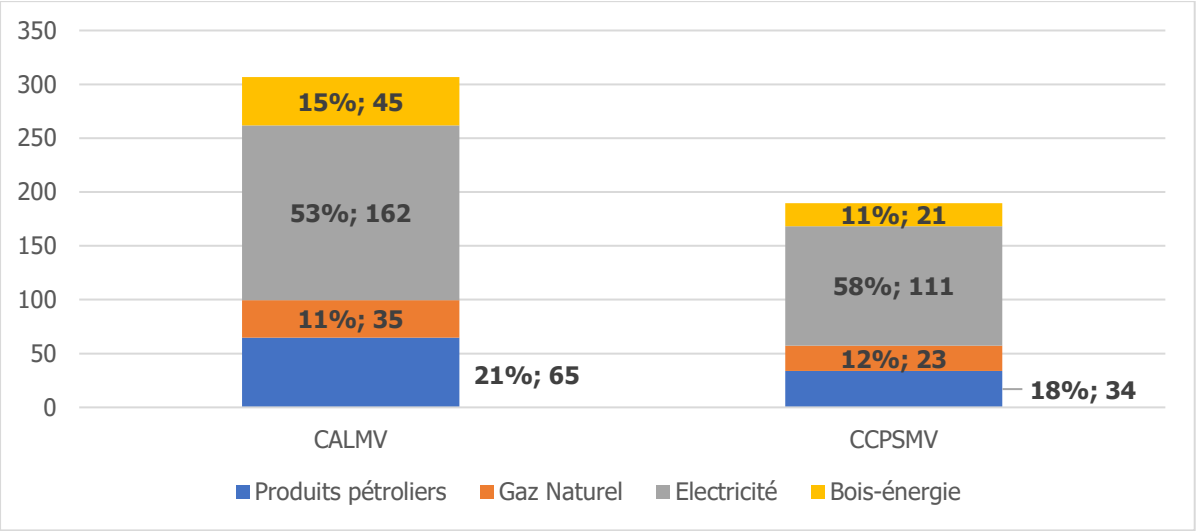


Figure 47 : Consommations énergétiques dans le secteur résidentiel en GWh par source d'énergie en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

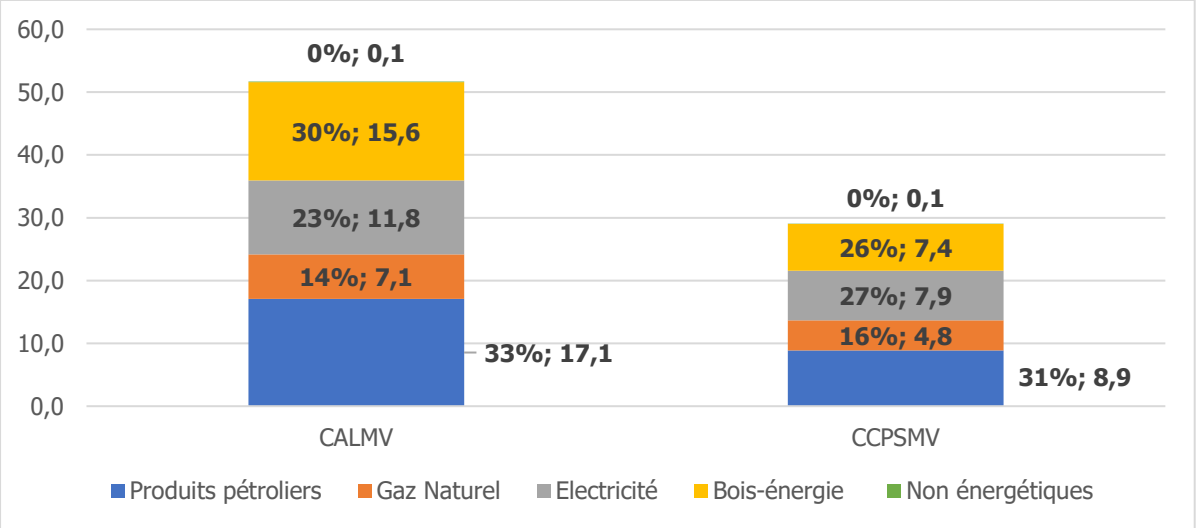


Figure 48 : Emissions de GES dans le secteur résidentiel en GWh par source d'énergie en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

3.7.1.2 *Parc résidentiel*

L'INSEE recense, en 2016, un peu plus de 48 000 logements (30 500 sur la CALMV et 17 500 sur la CCPSMV) dont 70% de maisons (environ 34 000) et 30% d'appartements (environ 14 000). Les résidences principales représentent 81% du parc, ce taux est légèrement plus élevé sur la CCPSMV avec 84% de résidences principales contre 80% sur la CALMV.

Le taux moyen d'occupation des résidences principales, correspondant à la population des ménages, est de 2,22 personnes par logement.

Le taux de résidences secondaires (10%) et de logements vacants (9%) est un marqueur important du territoire.

Un peu plus de la moitié des résidences principales du territoires est occupée par leur propriétaire. Les locataires représentent 44% des occupants en grande majorité à titre privé (35%). Seuls Cavaillon et L'Isle-sur-la-Sorgue ont un parc de logements sociaux remarquables avec respectivement 15% et 13% du parc.

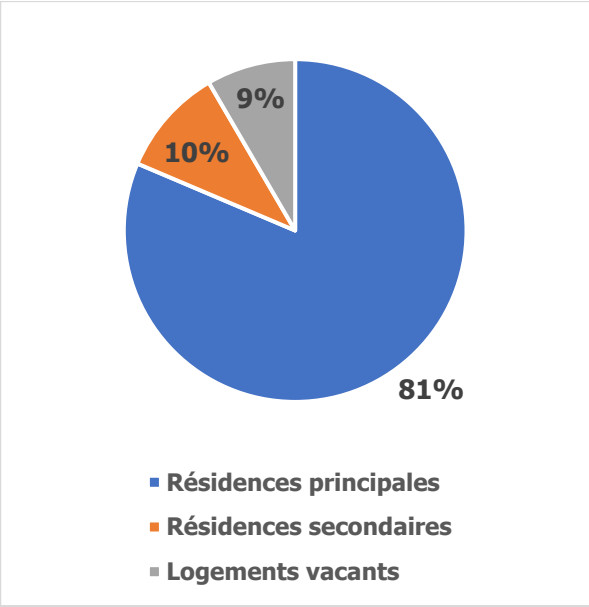


Figure 50 : Type d'occupation des logements en 2016 sur le territoire (source : INSEE)

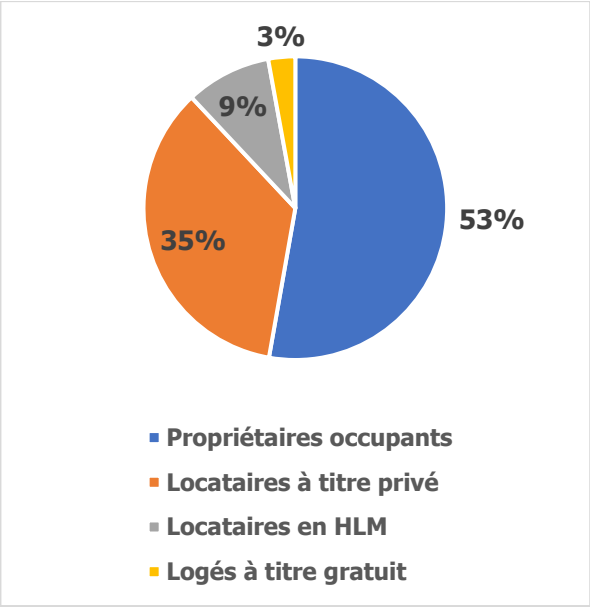


Figure 49 : Occupants des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE)

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 38% du parc. Ces logements ont été construits avant l'apparition des règlementations thermiques[40] et sont moins performants énergétiquement, ils sont donc des cibles prioritaires pour la rénovation énergétique.

Les logements « neufs », c'est-à-dire construit après 2005[41] représentent 11% des résidences principales du territoire, ces logements sont généralement les plus performants énergétiquement.

LA CALMV possède un taux de logements anciens (construits avant 1970) plus importants, environ 40% contre 35 % pour la CCPSMV. Au contraire, la part des logements « neufs » (post 2005) est légèrement plus importante sur la CCPSMV avec 12% des résidences principales contre 10% pour la CALMV.

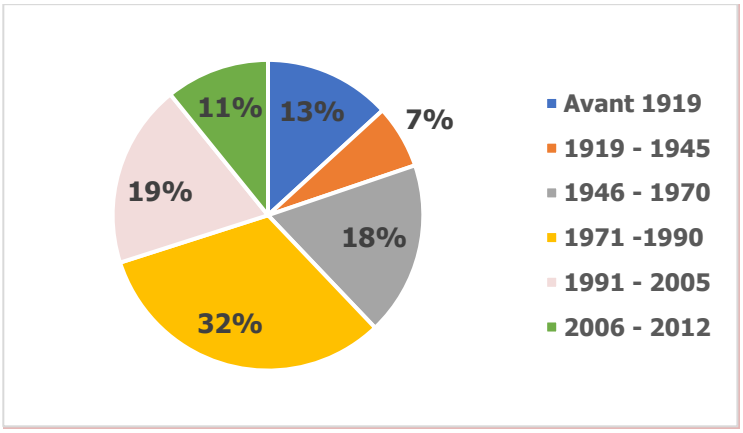


Figure 51 : Date de construction des logements en 2016 (source : INSEE)

[40] La première Règlementation Thermique (RT) date de 1974, elle vise à encadrer la construction en définissant des niveaux de performances en termes d'efficacité énergétique des bâtiments.
[41] La RT 2005 marque un tournant dans la construction neuve en réhaussant fortement les objectifs d'efficacité énergétique.

L'INSEE fournit des statistiques sur le type de chauffage. Le type de chauffage est identifié sur 84 % des résidences principales. Le taux de chauffage collectif est faible (5%), particulièrement sur le territoire de la CCPSMV. Le chauffage individuel électrique est le plus répandu avec 43% des résidences principales du territoire. La forte consommation électrique du secteur résidentiel de la CCPSMV s'explique par son taux plus élevé de logements chauffés électriquement, près de la moitié.

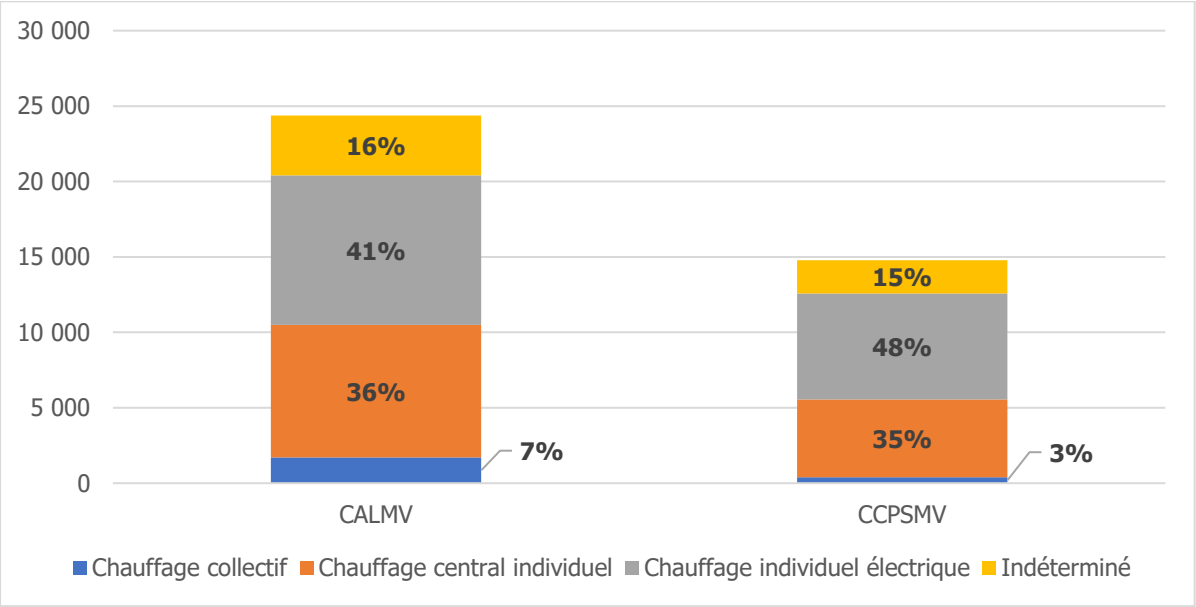


Figure 52 : Type de chauffage des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE)

Les maisons du territoire possèdent en moyenne 4,6 pièces et les appartements 2,9. Ce taux est le même sur les deux EPCI. Il est conforme à la moyenne départementale et régionale. Le nombre de pièces par appartement est légèrement plus élevé que la moyenne nationale.

Au niveau des communes, les résidences principales semblent être plus grandes à Beaumettes dont le nombre moyen de pièces par maison et par appartement est plus élevé que la moyenne.

Communes	Pièces par maison	Pièces par appart
Beaumettes	5,3	3,3
Cabrières-d'Avignon	4,8	2,9
Cavaillon	4,4	3,0
Cheval-Blanc	4,7	3,0
Gordes	5,0	2,9
Lagnes	4,7	2,7
Lauris	4,5	2,8
Lourmarin	4,6	2,6
Maubec	4,6	3,0
Mérindol	4,5	3,0
Oppède	4,7	2,9
Puget	4,9	3,1
Puyvert	4,8	3,0
Robion	4,6	2,8
Taillades	4,9	3,2
Vaugines	4,6	2,9
Châteauneuf-de-Gadagne	5,0	2,7
L'Isle-sur-la-Sorgue	4,5	2,9
Saumane-de-Vaucluse	4,9	3,2
Le Thor	4,7	2,9
Fontaine-de-Vaucluse	4,6	3,1
CALMV	**4,6**	**2,9**
CCPSMV	**4,6**	**2,9**
Bassin de vie	**4,6**	**2,9**
Niveau départemental	*4,6*	*3,0*
Niveau régional	*4,4*	*2,9*
Niveau national	*4,5*	*2,5*

Figure 53 : Nombre moyen de pièce par maison et par appartement sur le territoire en 2016 (source : INSEE)

3.7.1.3 *Rénovation énergétique*

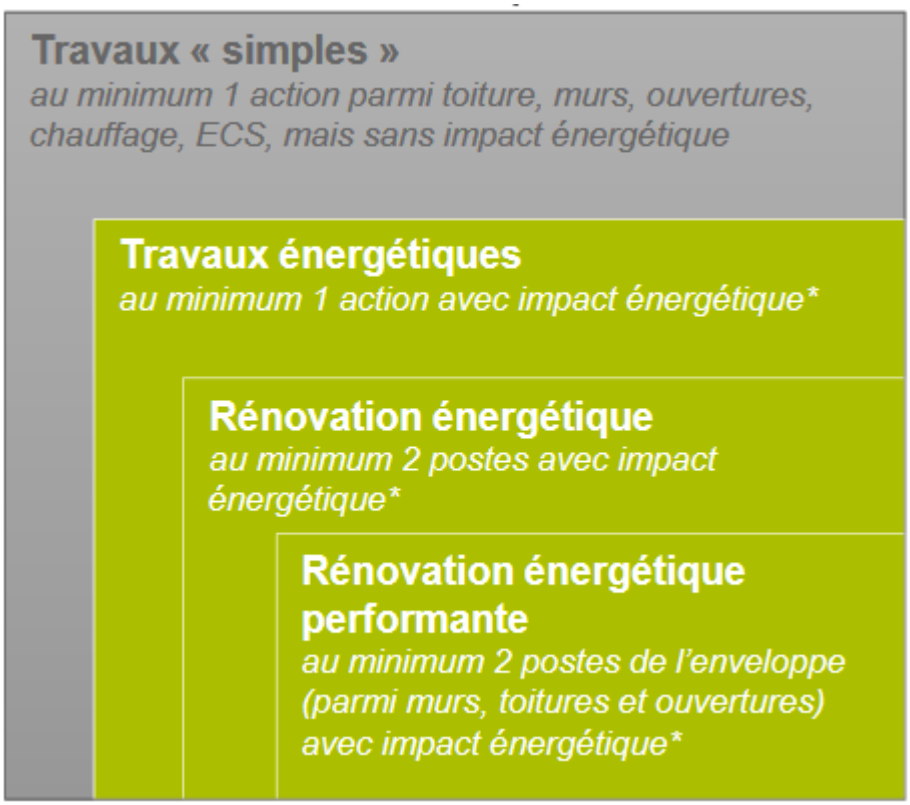
Une enquête « ménages » sur la rénovation énergétique dans les territoires de la région SUD[42] a été réalisée par la Cellule Economique Régionale de la Construction (CERC) en 2017. Cette étude vise à établir un « point zéro » de la rénovation énergétique en vue de la mise en place des Plateformes Territoriales de la Rénovation Energétique (PTRE) afin d'établir un suivi de l'efficacité de ces outils.

L'enquête identifie les travaux réalisés par les propriétaires occupants leur logement principal entre 2014 et 2016 sur cinq postes (Toiture, murs, ouvertures, chauffage, ECS[43]).

Ainsi, quatre niveaux de travaux sont distingués. Ils sont détaillés dans le schéma ci-dessous.

[42] http://www.cerc-paca.fr/images/stories/construction%20durable/Enquete_menages/Fiche_territoire_Dep84.pdf

[43] Eau Chaude Sanitaire



***Les travaux avec impact énergétique par poste sont :**

Toiture : isolation de la toiture et/ou des combles

Murs : isolation des murs donnant sur l'extérieur, par l'extérieur et/ou l'intérieur

Ouvertures : changement de plus de la moitié des fenêtres

Chauffage : remplacement par un système performant (chaudière à condensation, chaudière à bois, pompe à chaleur hors climatisation, système solaire)

Eau Chaude Sanitaire : remplacement par un système performant (chauffe-eau thermodynamique ou solaire)

Figure 54 : Niveaux de travaux distingués dans l'enquête ménages réalisées par la CERC (source : CERC)

Les résultats de l'enquête au niveau départemental (Vaucluse) font ressortir qu'en 2016 :

- 21 370 ménages ont réalisé des travaux sur l'un des cinq postes étudiés, soit 17% des propriétaires occupants du territoire[44]
- 13 160 ménages ont réalisé des travaux énergétiques :
  - ✓ Cela représente 60% des travaux réalisés,
  - ✓ 10% des propriétaires occupants du territoire contre 8% au niveau régional,
  - ✓ Les postes privilégiés sont l'isolation de la toiture (35%) et le changement des ouvertures (34%),
  - ✓ Les systèmes énergétiques représentent 27% des travaux (17% pour le chauffage et 10% pour l'ECS),
  - ✓ L'isolation des murs extérieurs (poste de rénovation le plus lourd et le plus onéreux) ne représente que 4% des travaux énergétique.
- 3 020 ménages ont réalisé une rénovation énergétique performante :
  - ✓ 14% des travaux réalisés,
  - ✓ 2,4% des propriétaires occupants du département contre 1,9% au niveau régional,

[44] INSEE Recensement de la Population 2013 : 127 280 propriétaires occupants dans le Vaucluse.

- ✓ 49% des rénovations énergétiques performantes sont étalées (commencées avant 2016). 56% au niveau régional,
- ✓ Le coût moyen s'élève à 18 100 €/logement contre 20 950 €/logement au niveau régional.

La CCPSMV dispose d'un Espace d'Information Energie (EIE) délivrant des conseils et assurant un accompagnement à la rénovation énergétique auprès des particuliers (permanences, salons, visites de site, balades thermiques).

Le PNR du Luberon assure également un service de conseil en rénovation énergétique avec des permanences d'un architecte-conseiller dans les communes du parc.

3.7.1.4 *Diagnostic de Performance énergétique*

A la date du 20/05/2019, 70 344 diagnostics de performance énergétique (DPE) ont été réalisés dans le département du Vaucluse. 62% des bâtiments diagnostiqués sont peu performants énergétiques (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.

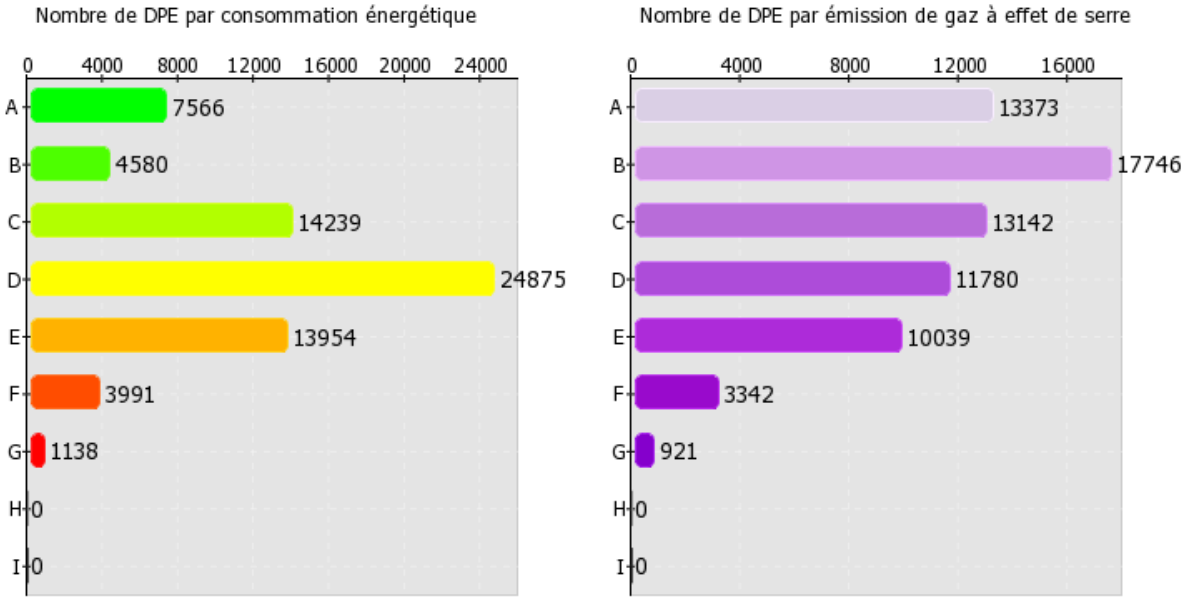


Figure 55 : Etiquettes énergétique et climat des DPE effectués dans le Vaucluse (source : Base DPE ADEME[45])

3.7.1.5 *Précarité énergétique*

- **Méthode**

La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement donne une définition de la précarité énergétique *« est en situation de précarité énergétique une personne qui 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[46].

[45] La base DPE de l'ADEME est disponible sur le site de l'observatoire DPE (https://www.observatoire-dpe.fr/)

[46] Novembre 2016, ADEME-CSTB, ***« La précarité énergétique à la lumière de l'enquête nationale logement 2013, synthèse »***, 12p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/precarite-energetique-lumiere-enl-2013-synthese.pdf

Une étude d'évaluation de la précarité énergétique en Vaucluse a été réalisée par l'Agence d'Urbanisme Rhône Avignon Vaucluse[47].

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 chauffages inadaptés, détériorant de plus la qualité de l'air du logement.

Quatre indicateurs sont définis par l'ONPE[48] (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 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, 2016).

Les prix unitaires de l'énergie reprennent les informations de la base de données PEGASE[49] (Pétrole, Électricité, Gaz et Autres Statistiques de l'Énergie). Cette base de données fournit, pour chaque énergie (gaz, produits pétroliers et bois), les prix domestiques mensuels de 100 kWh d'énergie. Le tableau suivant résume les hypothèses utilisées.

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.

[47] Juin 2018, AURAV, ***« Evaluer la précarité énergétique en Vaucluse »***, 12 p.
[48] https://onpe.org/
[49] https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/energie-0

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 56 : 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 1 568 € par ménage (1 535 € sur la CALMV et 1 622 € sur la CCPSMV). Elle est fortement variable selon les communes, allant de 1 300 € à Cavaillon jusqu'à 2 373 € à Gordes.

Avec un prix unitaire deux à trois fois supérieur aux autres énergies, l'électricité représente près de trois quarts de la facture énergétique pour 55% de la consommation énergétique. Viennent ensuite les produits pétroliers avec 13% de la facture pour 20% de la consommation. Le gaz et le bois-énergie représentent respectivement 7% et 6% de la facture énergétique pour 12% et 13% de la consommation.

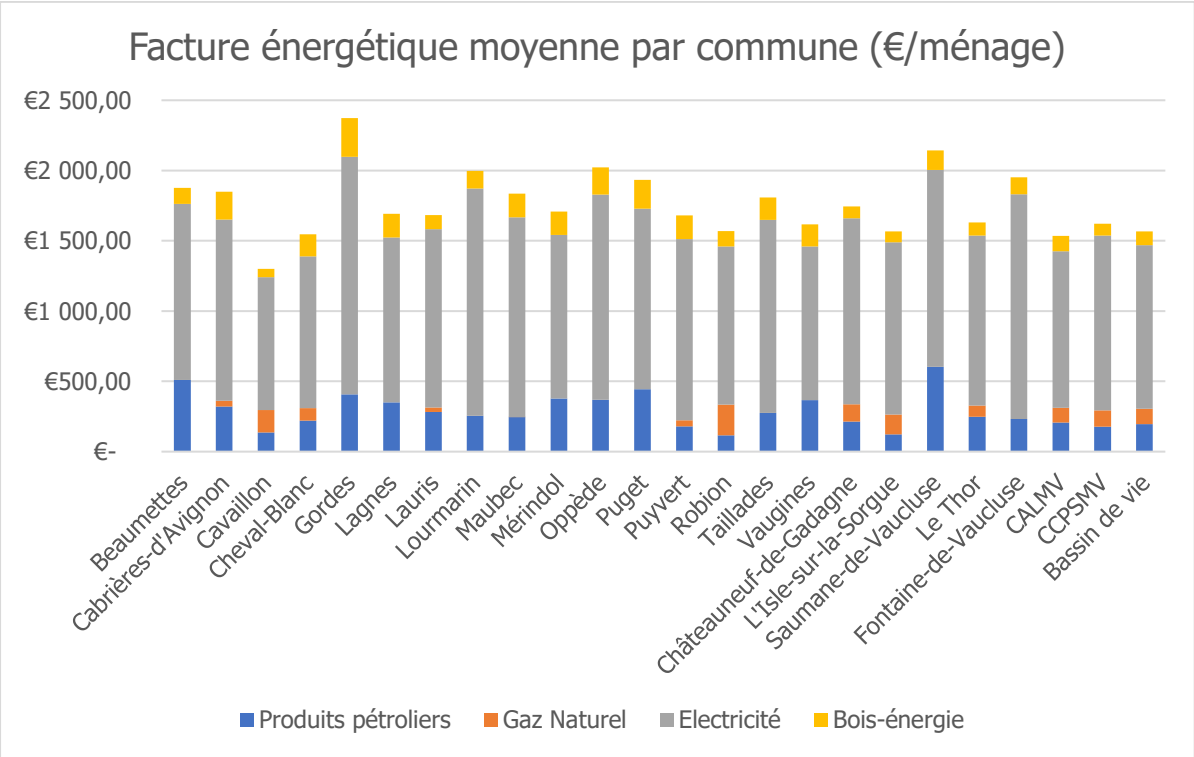


Figure 57 : Facture énergétique domestique au niveau communal, intercommunal et du bassin de vie en 2016 (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE)

- **Analyse du taux d'effort énergétique**

L'analyse du taux d'effort énergétique sur le territoire indique qu'environ 18% des ménages sont en situation de précarité énergétique dans leurs logements.

Pour des raisons de secret statistique, la distribution des revenus des ménages par décile n'est disponible que pour les communes composées de plus de 1000 ménages. Ainsi, une analyse communale n'est possible que pour 8 des 21 communes : Cavaillon, Cheval-Blanc, Lauris, Mérindol, Robion, Châteauneuf-de-Gadagne, l'Isle sur la Sorgue et Le Thor.

Le taux d'effort énergétique est plus élevé sur la CALMV (19%) que sur la CCPSMV (16%).

Les ménages du premier décile sont les plus exposés à la précarité énergétique. Cela se ressent particulièrement dans certaines communes comme Cavaillon dont les ménages du premier décile consacrent en moyenne 18% des leurs revenus déclarés pour les factures énergétiques.

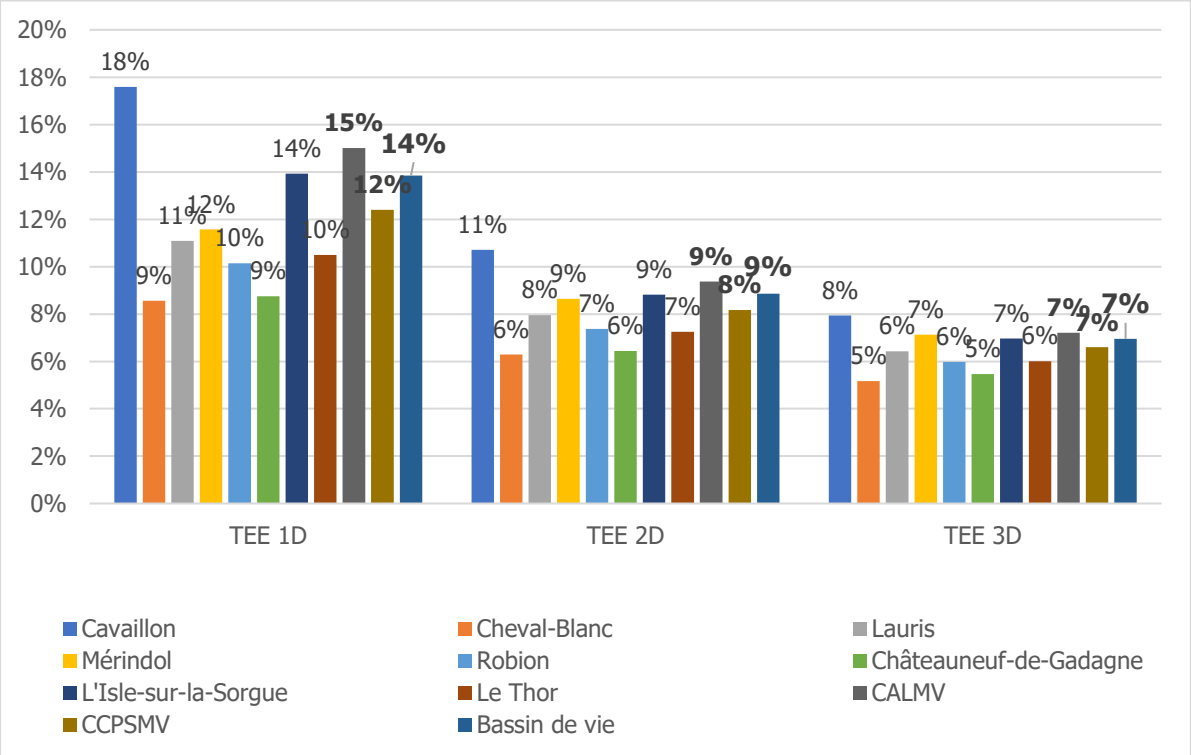


Figure 58 : Taux d'effort énergétique pour les trois premiers déciles de revenu déclaré pour les 8 communes, les 2 EPCI et le bassin de vie (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE)

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

Il apparait ainsi que la moitié des ménages du territoire consacre en moyenne 5% de leurs revenus déclarés à la consommation énergétique dans leur logement. Ce taux monte à 6,6% à Gordes dont la facture énergétique est particulièrement élevée et, à 7,4% à Fontaine-de-Vaucluse dont la médiane de revenu est l'une des plus faible du territoire. A contrario, les communes de Cheval-Blanc, la facture énergétique est plutôt basse à la vue de la médiane de revenu, et de Châteauneuf-de-Gadagne, la médiane de revenu est élevée dont la facture énergétique pas excessive, semblent plus épargnées.

Commmune	Facture énergétique totale (€/ménage)	Médiane de revenu déclaré	TEE par rapport à la médiane
Beaumettes	1 878 €	34 080 €	5,5%
Cabrières-d'Avignon	1 850 €	36 121 €	5,1%
Cavaillon	1 300 €	24 852 €	5,2%
Cheval-Blanc	1 547 €	37 835 €	4,1%
Gordes	2 373 €	35 731 €	6,6%
Lagnes	1 693 €	36 411 €	4,6%
Lauris	1 682 €	34 847 €	4,8%
Lourmarin	1 998 €	35 918 €	5,6%
Maubec	1 835 €	36 727 €	5,0%
Mérindol	1 707 €	33 263 €	5,1%
Oppède	2 023 €	32 389 €	6,2%
Puget	1 934 €	41 477 €	4,7%
Puyvert	1 680 €	35 511 €	4,7%
Robion	1 570 €	34 363 €	4,6%
Taillades	1 807 €	38 634 €	4,7%
Vaugines	1 616 €	30 934 €	5,2%
Châteauneuf-de-Gadagne	1 745 €	40 673 €	4,3%
L'Isle-sur-la-Sorgue	1 567 €	30 862 €	5,1%
Saumane-de-Vaucluse	2 143 €	41 727 €	5,1%
Le Thor	1 630 €	34 848 €	4,7%
Fontaine-de-Vaucluse	1 953 €	26 466 €	7,4%
CALMV	***1 535 €***	***30 265 €***	***5,1%***
CCPSMV	***1 622 €***	***33 088 €***	***4,9%***
Bassin de vie	**1 568 €**	**31 343 €**	**5,0%**

Figure 59 : Taux d'effort énergétique par rapport au revenu médian déclaré pour les communes du territoire (sources : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE)

- **Action de la CCPSMV**

Dans le cadre de son PAED[50], la CCPSMV a défini une action visant à « Accompagner les ménages en situation de précarité énergétique sur le territoire » celle-ci se divise en cinq sous-actions[51] :

- Action 1 : Recenser les pratiques actuelles en termes de lutte contre la précarité énergétique,
- Action 2 : Vers un protocole de redirection des ménages en précarité » énergétique,
- Action 2 bis : Comment identifier et/ou mobiliser plus de bénéficiaires vers les actions préventives,
- Action 3 : Comment animer la thématique de la précarité énergétique sur le territoire de façon pérenne,
- Action 4 : Organiser une formation « Précarité énergétique » pour les acteurs sociaux du territoire.

[50] Plan d'Action Energie Durable

[51] Comité de pilotage n°5 : PAED – Action n°12 Précarité énergétique, CCPSMV, Juillet 2017

3.7.2 TRANSPORT

3.7.2.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

En 2016, le secteur des transports est le premier secteur consommateur d'énergie avec 584 GWh (367 GWh pour la CALMV et 217 GWh pour la CCPSMV) soit 36% des consommations totales du territoire et de GES avec 155 kteqCO_2 (97 kteqCO_2 pour la CALMV et 58 kteqCO_2 pour la CCPSMV) soit 45% des émissions totales.

Les consommations et les émissions du secteur sont stables sur la période 2007/2016. Elles sont en légère diminution sur la CALMV (-6%) et en légère augmentation sur la CCPSMV (+10%).

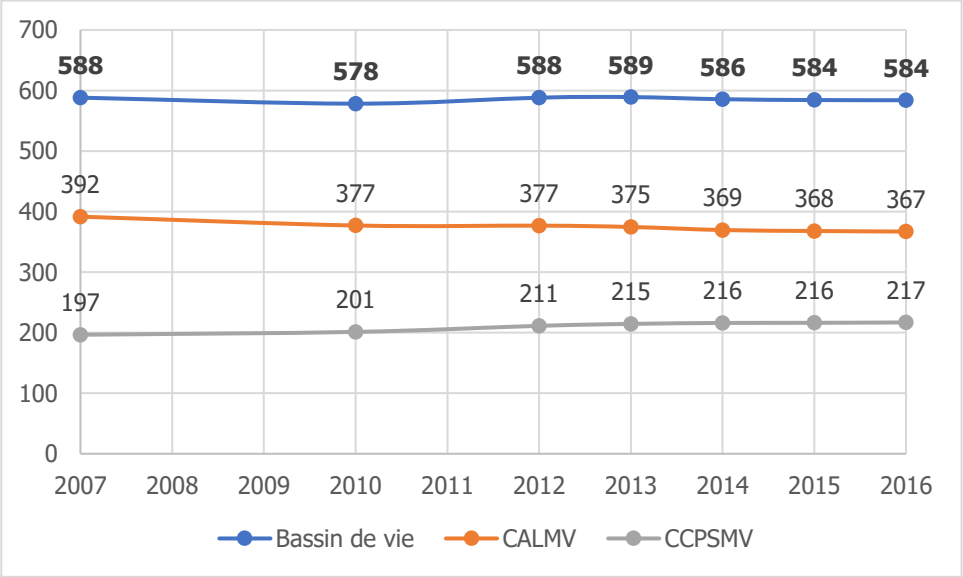


Figure 60 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur des transports routiers en GWh 2007/2016 (source : CIGALE)

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 (bioGNV[52]) à 40 GWh soit 7%.

Concernant les modes de transport autres que routiers, principalement ferroviaires, leurs consommations ont fortement chuté ces dernières années, elles ont été divisées par 3 entre 2007 et 2016.

3.7.2.2 *Taux de motorisation*

Le taux de motorisation des ménages du territoire est particulièrement élevé avec plus de 9 ménages sur 10 possédants au moins une voiture et 4 en possédant au moins 2.

Le taux de motorisation du territoire est légèrement plus élevé que le niveau départemental (87%) est bien au-dessus que le régional (81%) et national (73%).

[52] 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.

Communes	Taux de motorisation
Beaumettes	98%
Cabrières-d'Avignon	95%
Cavaillon	83%
Cheval-Blanc	95%
Gordes	94%
Lagnes	96%
Lauris	91%
Lourmarin	90%
Maubec	97%
Mérindol	93%
Oppède	96%
Puget	97%
Puyvert	97%
Robion	94%
Taillades	95%
Vaugines	94%
Châteauneuf-de-Gadagne	95%
L'Isle-sur-la-Sorgue	87%
Saumane-de-Vaucluse	95%
Le Thor	93%
Fontaine-de-Vaucluse	90%
CALMV	**89%**
CCPSMV	**90%**
Bassin de vie	**89%**
Niveau départemental	*87%*
Niveau régional	*81%*
Niveau national	*73%*

Figure 61 : Taux de motorisation des ménages en 2016 (source : INSEE)

3.7.2.3 *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 le territoire pour réduire les consommations d'énergie et les émissions de GES qui y sont associées.

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 nombre est ainsi à multiplier par deux pour obtenir le nombre total de mouvements journaliers moyens.

On distingue quatre types de déplacements :

- Intracommunaux, correspondant aux déplacements à l'intérieur des communes,
- Internes, correspondant aux déplacements entres 2 communes du territoire,
- Sortants, correspondant aux déplacements dont la commune de départ se trouve sur le territoire et la commune d'arrivée est extérieure,
- Entrants, correspondants aux déplacements provenant de l'extérieur du territoire.

Les données INSEE de 2016 permettent d'identifier pour les trajets domicile – travail, les origines et lieux de destination des usagers. Ces déplacements internes et d'échanges totalisent environ 52 100 déplacements (et donc plus de 100 000 mouvements journaliers) :

- 14 200 déplacements intra-communaux (27%),
- 14 600 déplacements internes à l'intercommunalité (28%),
- 12 800 déplacements d'échanges sortants (25%),
- 10 500 déplacements d'échanges entrants (20%).

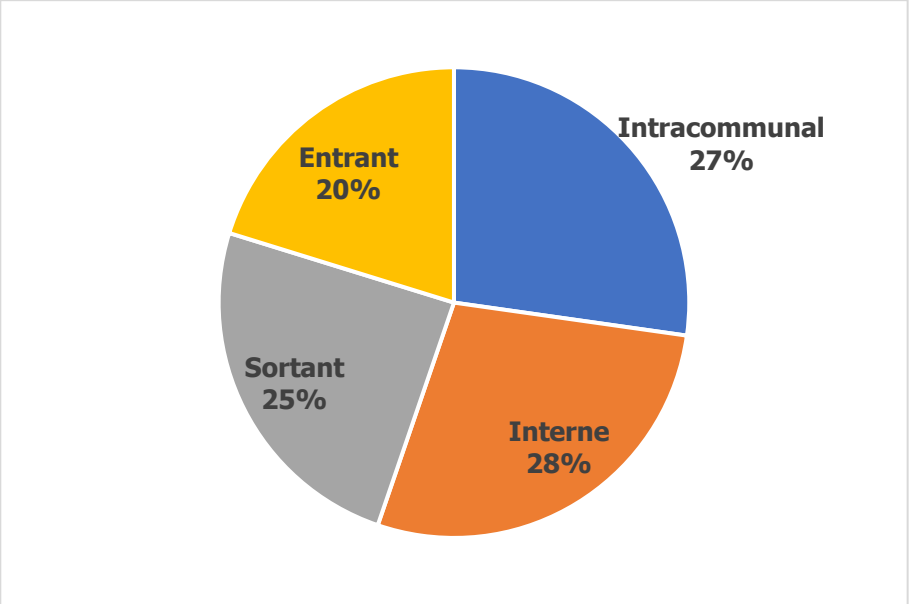


Figure 62 : Flux de déplacements domiciles travail (source : INSEE)

La majeure partie des déplacements domicile – travail se font sur le territoire du bassin de vie. Ils représentent plus de la moitié des déplacements domicile travail (55%).

Les déplacements intra-communaux représentent 27% des déplacements domicile-travail du territoire. Ils sont les plus nombreux à Cavaillon avec plus de 5 600 déplacements intra-communaux journaliers puis à L'Isle-sur-la-Sorgue (environ 3 700) et Le Thor (1 100).

En ce qui concerne les déplacements entre communes du territoire, les principales communes de départ sont l'Isle sur la Sorgue (18%), Cavaillon (14%), Le Thor (12%), Cheval-Blanc (11%) et Robion (11%). Cavaillon est la principale destination (43%) suivi de L'Isle-sur-la-Sorgue (17%).

Les déplacements d'échanges, entrants ou sortants du territoire, sont donc minoritaires. Cela signifie que la plupart des personnes habitant sur le territoire y travaillent également.

Les déplacements sortants représentent 25% des déplacements domicile-travail du territoire. La principale destination des résidents du territoire qui vont travailler à l'extérieur est Avignon qui représente la destination de plus de 3 000 déplacements journaliers.

20% des déplacements journaliers sont entrants et proviennent principalement d'Avignon et de Carpentras mais aussi des communes limitrophes du nord et de l'ouest du territoire. Les communes de destination sont là encore Cavaillon, l'Isle sur la Sorgue et Le Thor.

Les cartes ci-dessous illustrent ces données. Elles confirment Cavaillon comme le principal pôle de déplacements internes et externes, suivi de l'Isle sur la Sorgue et, dans une moindre mesure, Le Thor. La liaison vers Avignon représente la majeure partie de déplacements d'échanges.

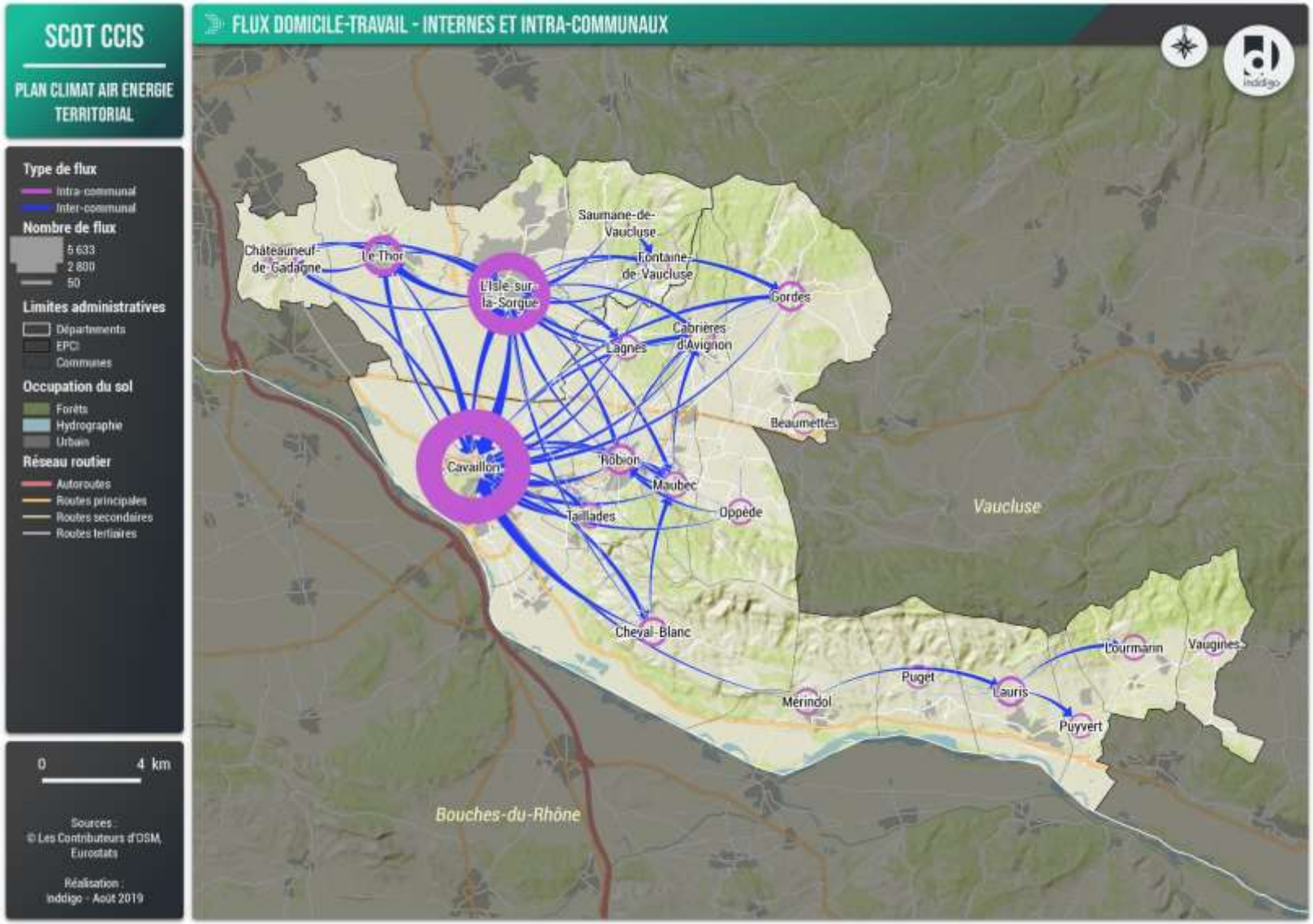


Figure 63 : Flux domicile - travail internes et intra communaux au sein du territoire (sources : INDDIGO, INSEE)

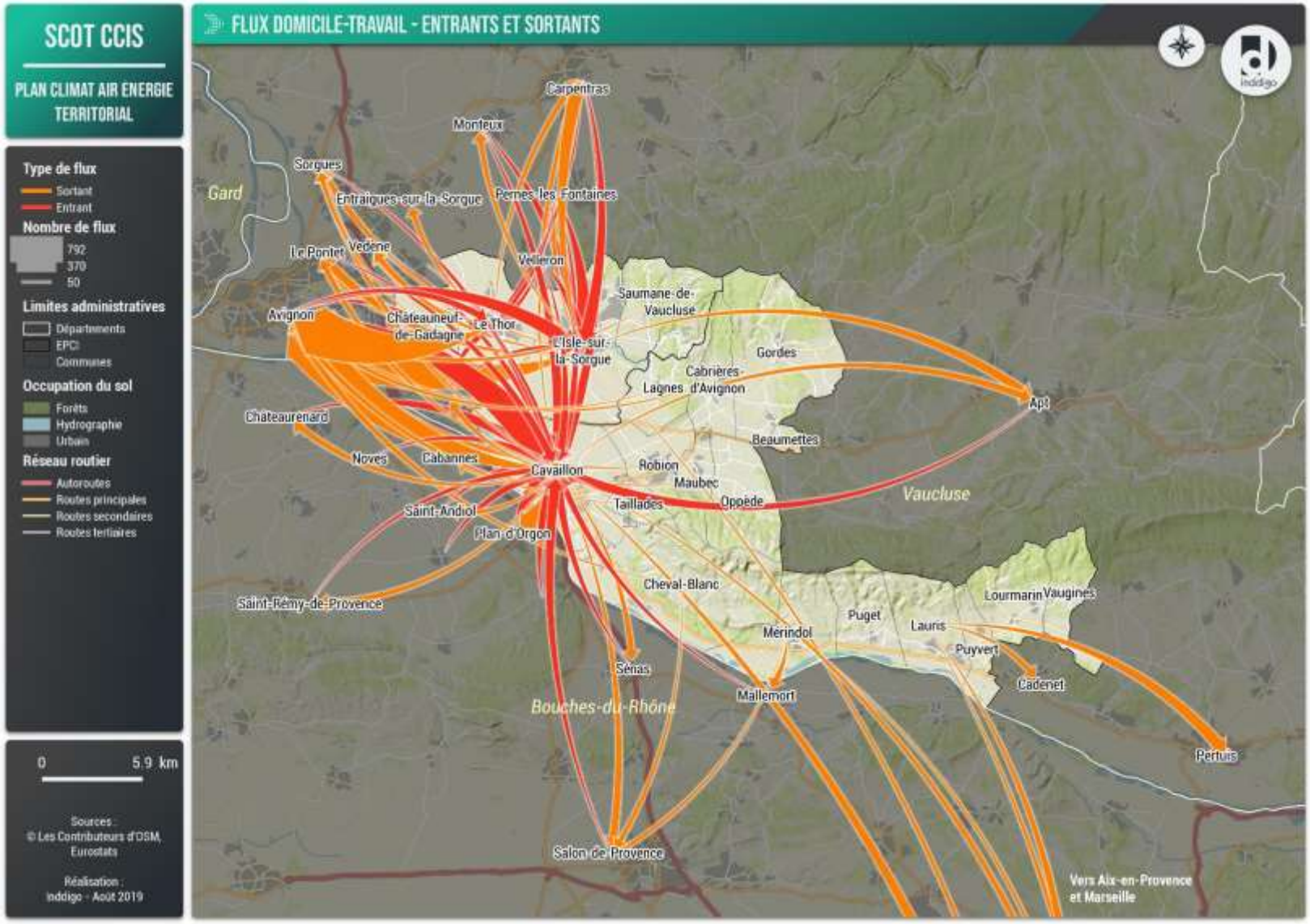


Figure 64 : Flux domicile - travail entrants et sortants à partir du territoire (sources : INDDIGO, INSEE)

Les parts modales des flux domicile-travail des résidents, comprenant donc, les déplacements sortants et internes, sont réparties selon le graphique ci-après. Le recours à la voiture est prégnant avec 85% des déplacements réalisés alors que 15% correspondent à des modes de transports alternatifs ou à l'absence de transport.

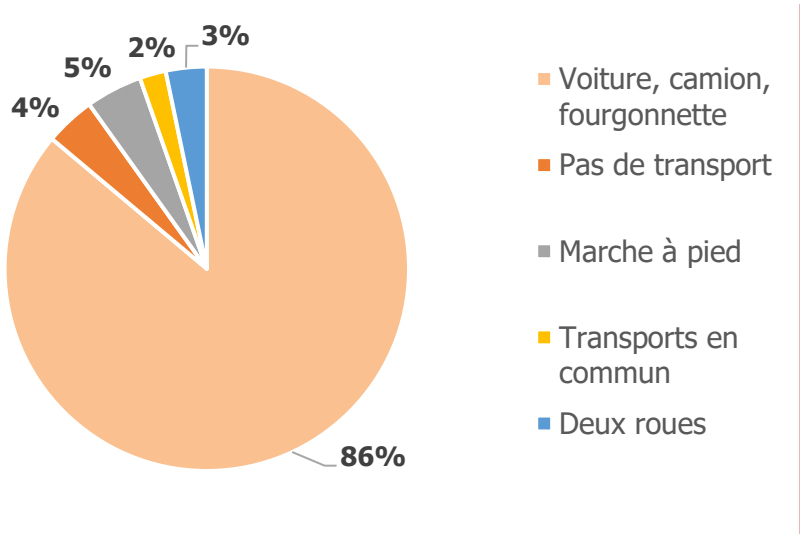


Figure 65 : Parts modales des flux domicile-travail sortants et internes sur le territoire (Source : INSEE)

Le graphique ci-dessous présente les parts modales des déplacements intra communaux. On observe, là aussi, une part majoritaire de la voiture individuelle (70%), pour des déplacements pourtant inférieurs à quelques kilomètres. La marche est toutefois pratiquée (13%), mais pourrait sans doute être développée. Il en est de même pour le vélo qui est compris dans les deux roues, donc, ayant une part modale inférieur à 5%. L'utilisation des transports en commun est marginale avec seulement 1%. Enfin 11% des déplacements intra-communaux sont recensés comme « pas de transport » cela signifie qu'il n'y a pas de déplacements, le travail à domicile représente donc 11%.

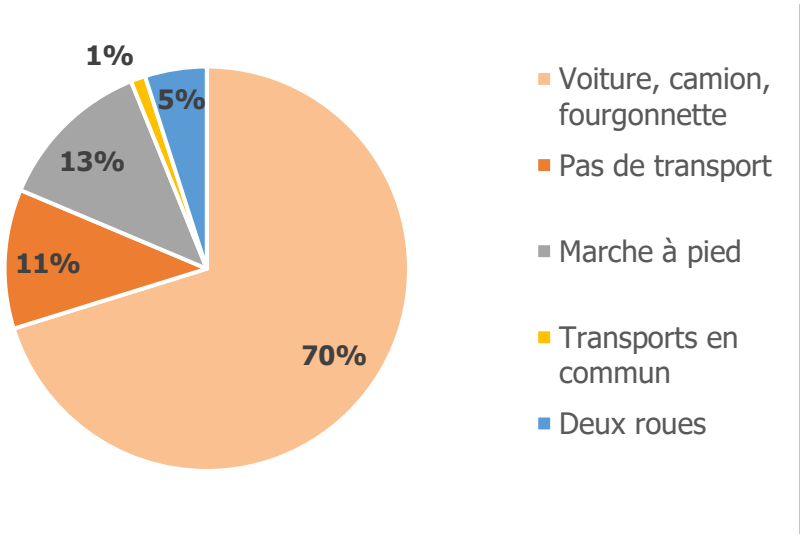


Figure 66 : Parts modales des déplacements domicile – travail intra communaux

3.7.2.4 *Panorama de l'offre*

Cette partie se base sur les données collectées dans le SCoT mis à jour en Novembre 2018 ainsi que sur celles du guide pratique du voyageur TransVaucluse[53]

- **Transport en commun**

Le territoire du SCoT bénéficie d'un réseau de transport collectif interurbain (nombreuses lignes de cars à l'échelle du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône), ainsi que d'une ligne de TER, reliant Marseille à Avignon en passant par Salon et Cavaillon/L'Isle-sur-la-Sorgue.

Un pôle d'échange multimodal a été inauguré en 2015 sur la commune de Cavaillon au niveau de la gare. Il apporte d'ores et déjà une offre intermodale développée. Le nouveau réseau de transport urbain de Cavaillon vient ainsi s'y greffer depuis avril 2016 (voir ci-après) et un abri vélo est par ailleurs proposé.

D'autres projets de ce type sont en cours de réflexion ; il s'agirait de l'aménagement d'une plateforme d'échange multimodal à l'Isle sur la Sorgue et d'un centre de correspondances plus important qu'aujourd'hui à Coustellet.

Zoom sur les lignes traversant le territoire du Syndicat Mixte :

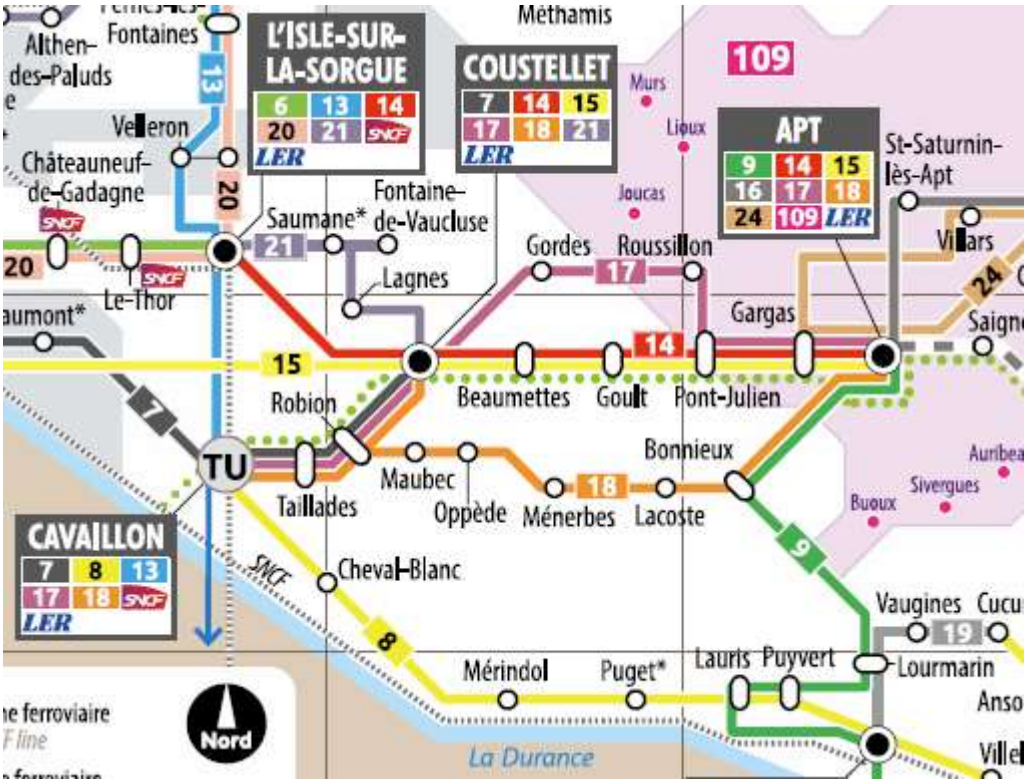


Figure 67 : Extrait de la carte des transports en communs sur le territoire (source : Guide pratique du voyageur TransVaucluse)

- **Réseau TER**

Le SCoT dispose, en première analyse, d'un atout indéniable : celui de la présence d'une ligne régionale de chemin de fer et de 4 gares sur son territoire, permettant de relier Cavaillon/L'Isle-sur-la-Sorgue/Le Thor/Châteauneuf-de-Gadagne à Avignon et à Marseille.

[53] Juillet 2018, Région SUD, ***« Guide pratique du voyageur Trans Vaucluse »*** https://assets.voyages-arnaud.com/uploads/guides_voyageurs/lJq-M_GuidevoyageurTransVaucluse2018.pdf

Cette ligne offre un bon cadencement des trains aux heures favorables aux déplacements domicile travail (28 trains qui s'arrêtent dans les 4 gares, avec un cadencement à la demi-heure en heure de pointe).

Des projets d'amélioration des quartiers gare sont en cours sur ces quatre communes. Ces projets prennent en compte la question de l'accessibilité, du stationnement, de la multimodalité et de la mixité des fonctions (programme de logement). Concernant la gare de l'Isle-sur-la-Sorgue par exemple, il est question d'organiser et d'aménager les capacités de stationnement disponibles, d'ores et déjà correctement dimensionnées.

Le reste du territoire n'est pas desservi par des lignes de train.

- **Autocars interurbains et urbains**

Le territoire du SCoT bénéficie de réseaux départemental et régional d'autocars qui desservent les différentes communes du territoire. Ces réseaux desservent les principales communes.
Le territoire bénéficie notamment des deux LER 17 (Marseille/Aix/Cavaillon/Carpentras) et 22 (Avignon/Oraison/Digne).

Le Conseil départemental de Vaucluse via les services de TransVaucluse propose un certain nombre de lignes de bus (9 sur le territoire) dont 5 sont relativement bien cadencées.

Les communes de Cavaillon, L'Isle-sur-la-Sorgue et Coustellet sont desservies chacune par 5 à 6 lignes de bus régulières. Les autres communes du territoire sont desservies par 1 à 2 lignes de bus.

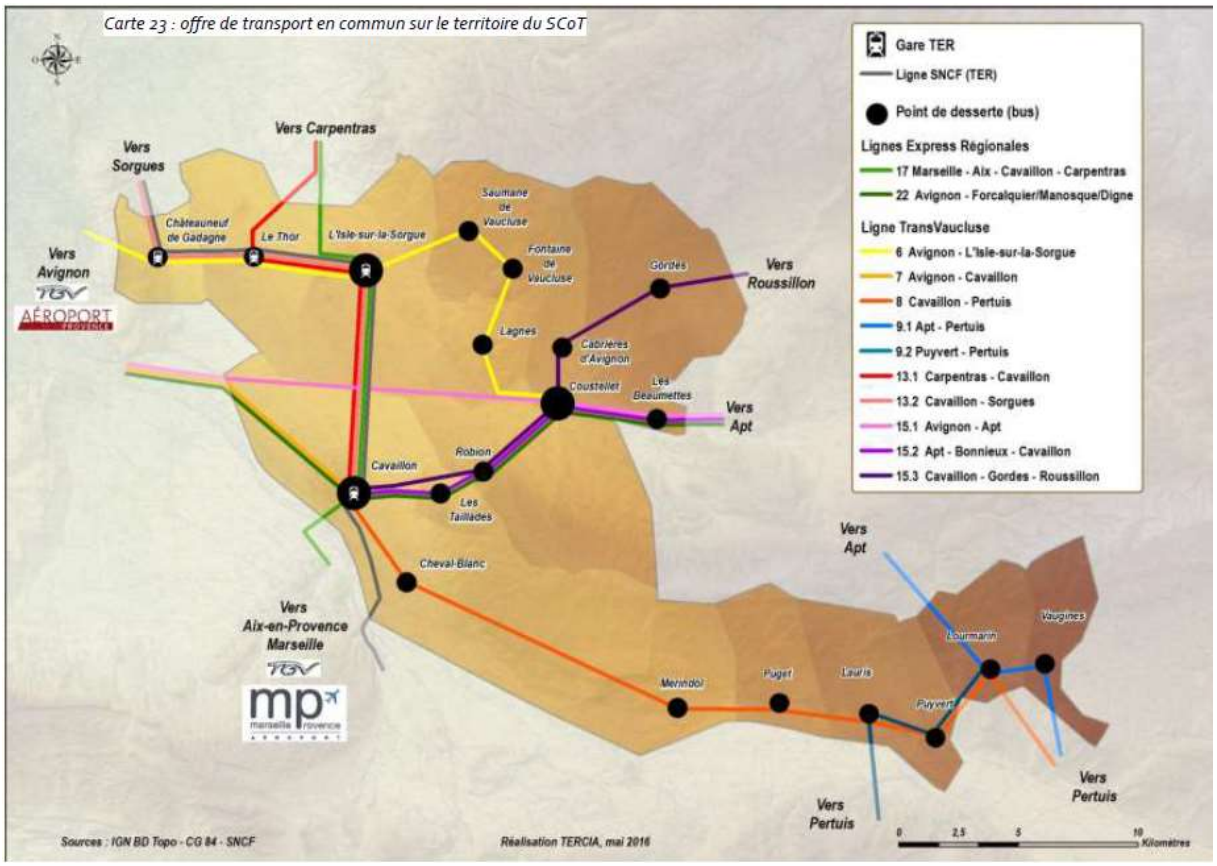


Figure 68 : Offre de transport en commun sur le territoire du SCoT (source : SCoT CCI)

Un réseau de transports en commun urbain appelé C'mon bus a été mis en place en avril 2016 dans la commune de Cavaillon : il comprend 4 lignes qui desservent l'ensemble de la commune.
Le secteur de Cavaillon est également connecté aux territoires voisins par CarTreize (Département des Bouches-du-Rhône).

- **Transports scolaires**

Les élèves du territoire peuvent soit emprunter les lignes régulières décrites ci-dessus, soit les lignes spécifiquement dédiées aux transports scolaires. Le département de Vaucluse finance et organise ce transport.

11 lignes spécifiques desservent les différents établissements scolaires des communes du SCoT :

- les lignes 07S1, 08S1, 08S2 et 15S3 pour ceux de Cavaillon ;
- les lignes 13S3 et 15S1 pour ceux de l'Isle-sur-la-Sorgue ;
- les lignes 13S4 et 15S2 pour ceux de Cabrières d'Avignon ;
- la ligne 07S2 pour le collège du Thor.

Tous les élèves dont le responsable légal réside en Vaucluse peuvent du primaire au lycée bénéficier d'un abonnement TranSco 84. Cette carte d'abonnement scolaire annuelle est subventionnée par le Département et permet d'emprunter l'ensemble du réseau ainsi que celui de la Drôme.
Le site de recherche d'itinéraire PACA Mobilité regroupe tous les réseaux de transport public desservant la région SUD-Provence-Alpes-Côte d'Azur. Il propose des toutes les correspondances possibles entre tous les réseaux du territoire (pacamobilite.fr)
Le territoire n'est pas desservi par le réseau ferroviaire, il possède cependant des lignes de bus urbaines et interurbaines

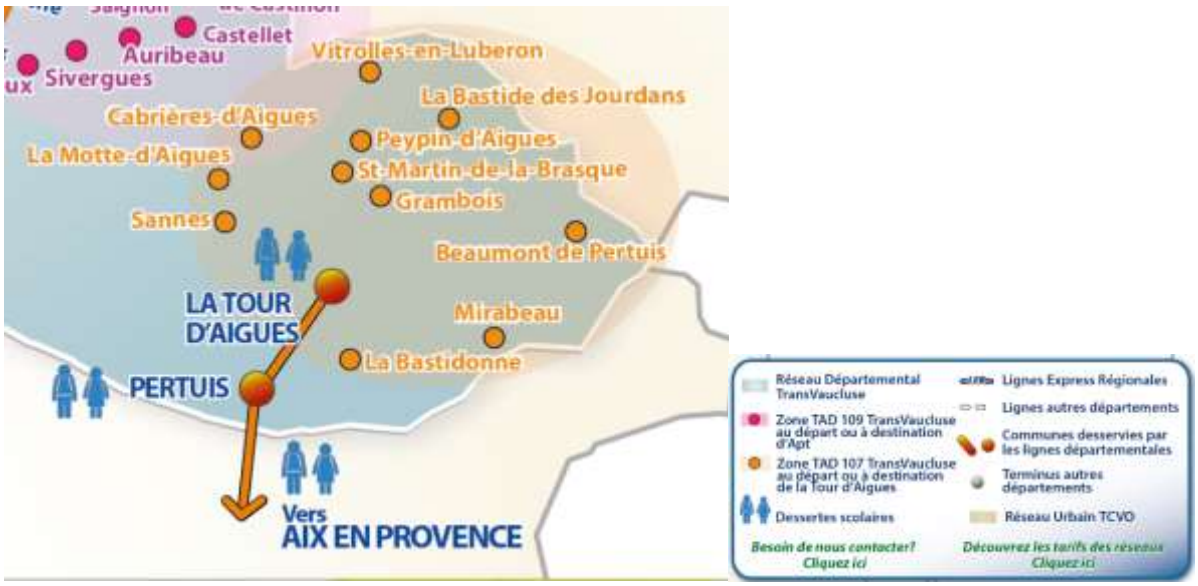


Figure 69 : Extrait de la carte des transports en communs sur le territoire (source : Transdev Sud Est Mobilités)

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.

Au retour, depuis Aix-en-Provence, un bus revient à midi, puis 1èh et 18h ; il transite lui aussi par les gares SNCF de Pertuis et de Meyrargues.

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.

- **Réseau de covoiturage**

Un site de covoiturage existe : http://www.covoiturageavignonvaucluse.fr/

Figure 70 : Cartes des parkings de covoiturages sur le territoire

Par ailleurs le département du Vaucluse a mis en place un schéma départemental de développement du covoiturage adopté le 28 avril 2017. Il définit des actions de développement de ce mode de transport dont un maillage d'aires de covoiturage sous compétence départementale.

La carte ci-dessous localise les aires de covoiturages (à signaler et à mettre en œuvre) envisagées :

Figure 71 : Aires de covoiturages sous compétence départementale à signaler et à mettre en œuvre sur le territoire (source : Schéma départemental de développement du covoiturage – CD84)

3 aires sont ainsi recensées sur le territoire dont 2 à signaler sur la CALMV à Cavillon et Puget et une à mettre en œuvre sur la CCPSMV à L'Isle-sur-la-Sorgue.
Une offre d'auto-partage de véhicule a été mis en place à Avignon (citiz) : L'autopartage est un système de location de voitures en libre-service. Les voitures sont réservables sur le site : https://provence.citiz.coop/

- **Modes doux**

Les réseaux cyclables présentent d'importantes discontinuités, voire inexistants à certains endroits, et les actions de promotion restent géographiquement trop limitées. Ce mode de déplacement est très insuffisamment sécurisé. Certaines communes ont identifié des manques concernant les liaisons et prévoient la création de pistes cyclables (communes de l'opération « Gares », Oppède, Robion, Maubec,…).

Par ailleurs, le Conseil Départemental met en place progressivement un schéma directeur d'équipements cyclables sur son réseau de routes départementales via des surlargeurs de voies et une signalisation de type bande cyclable. Ces aménagements visent à sécuriser certaines pratiques de loisirs.

Des circuits sont proposés à cette fin par le Conseil Départemental, des associations et le Parc Naturel Régional du Luberon.

Une voie verte est en cours de réalisation sur l'emprise de l'ancienne voie ferrée entre Cavaillon / Coustellet – Apt. Il s'agit de l'«EuroVelo® N°8 Méditerranée ». Un projet de liaison entre la Via Venaissia et la véloroute du Calavon est prévue. Cette voie qui relie actuellement St Martin de Castillon à Robion sur plus de 32 km majoritairement en site propre, a vocation à être prolongée jusqu'à Cavaillon et vers les Bouches du Rhône. Le tracé définitif sur Cavaillon, au-delà des ex-emprises RFF propriétés du PRNL, doit être défini en concertation avec les différentes collectivités concernées.
Le projet est porté par le Schéma régional des véloroutes et voies vertes, élaboré par la DREAL PACA et le Conseil régional.

Cette liaison permettra de connecter les principales véloroutes du département du Vaucluse (voir schéma ci-dessous :

- La Méditerranée à vélo (EV8),

- Via Rhôna (EV17),
- Via Venaissia.

Figure 72: Principaux itinéraires vélos du département

Inddigo a réalisé, en Mars 2018, un Schéma Départemental Vélo pour le compte du Conseil Départemental du Vaucluse, les éléments clés du diagnostic sont les suivants :

- Une politique cyclable de longue date à réinterroger,
- Une gouvernance à faire évoluer (avec notamment la montée en charge des EPCI),
- Un potentiel de développement sur de nombreux segments de demande,
- Un réseau cyclable encore partiel à compléter,
- Des services à conforter.

Offre de location de vélo *(source : https://www.provence-a-velo.fr/)* :

- Des commerces de location de vélos électriques à Lourmarin, à Cabrières d'Avignon, Oppède, le Thor, Velleron,
- Une station de vélos et équipement de vélos à Cavaillon et à Maubec,
- Trois loueurs / réparateurs de vélos à l'Isle-sur-la-Sorgue.

Figure 73 : Carte des principaux itinéraires à vélo

(Source : http://velo-luberon.pnrpaca.org/index.php?cont=main)

- **Infrastructures de Recharge des Véhicule Electriques (IRVE)**

10 IRVE sont recensées sur le territoire parr le site chargemap.com (https://fr.chargemap.com/map) dont 6 sur la CALMV et 4 sur la CCPSMV. Le détail des caractéristiques techniques (puissance, nombre de points de recharge, …) et d'accessibilité (coût, horaires, …) est disponible sur ce site.

La cartographie ci-dessous recense les IRVE du territoire.

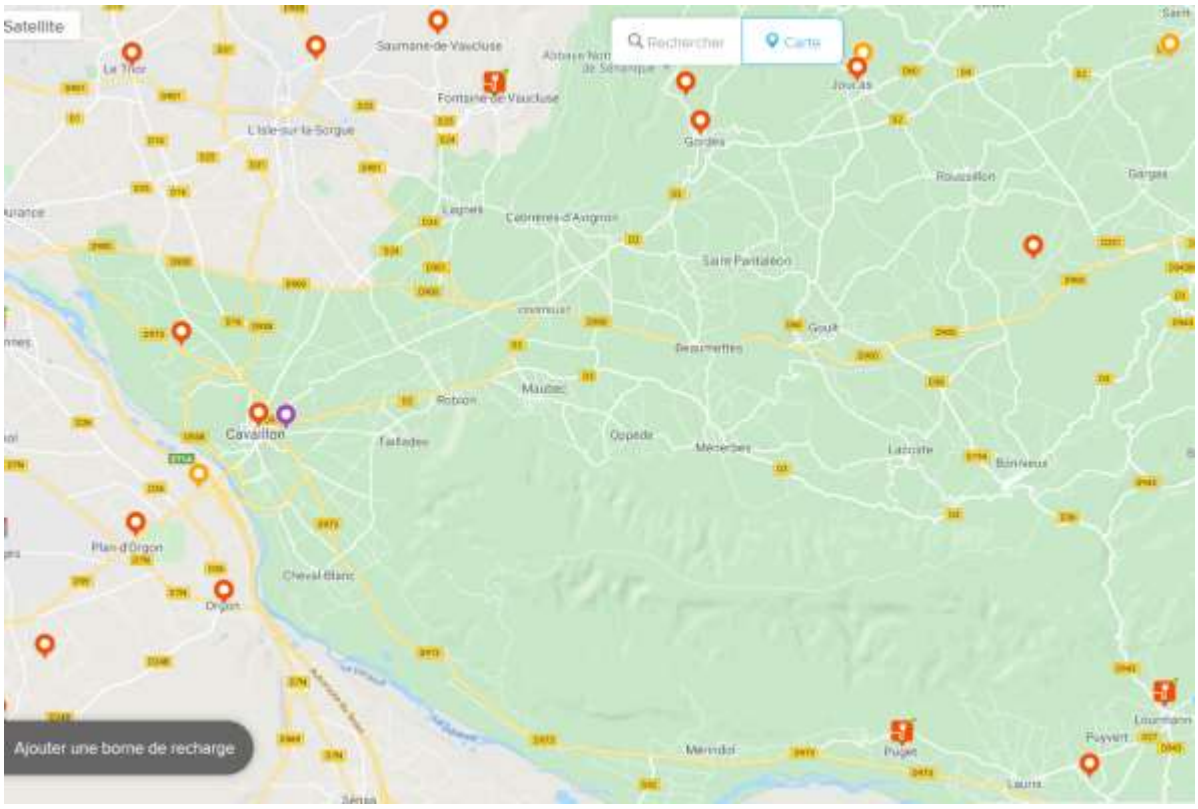


Figure 74 : Infrastructures de Recharges des Véhicules Electriques sur le territoire (source : https://fr.chargemap.com/map)

3.7.3 TERTIAIRE

3.7.3.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Le secteur tertiaire est le troisième secteur consommateur d'énergie avec 278 GWh (190 GWh pour la CALMV et 98 GWh pour la CCPSMV) soit 17% des consommations totales du territoire et le quatrième secteur émetteur de GES avec 31 kt eqCO_2 (20 kteqCO_2 pour la CALMV et 11 kt eqCO_2 pour la CCPSMV) soit 9% des émissions totales.

Cavaillon concentre l'activité tertiaire, avec 138 GWh, elle pèse pour trois quarts de la consommation du secteur de la CALMV et la moitié de celle du bassin de vie.

Après une baisse sur la période 2010/2014, les consommations du secteur tertiaire sont tendanciellement en hausse avec une augmentation de 26% entre 2014 et 2016. Les deux EPCI suivent les mêmes évolutions. Les mêmes tendances sont observées pour les émissions de GES.

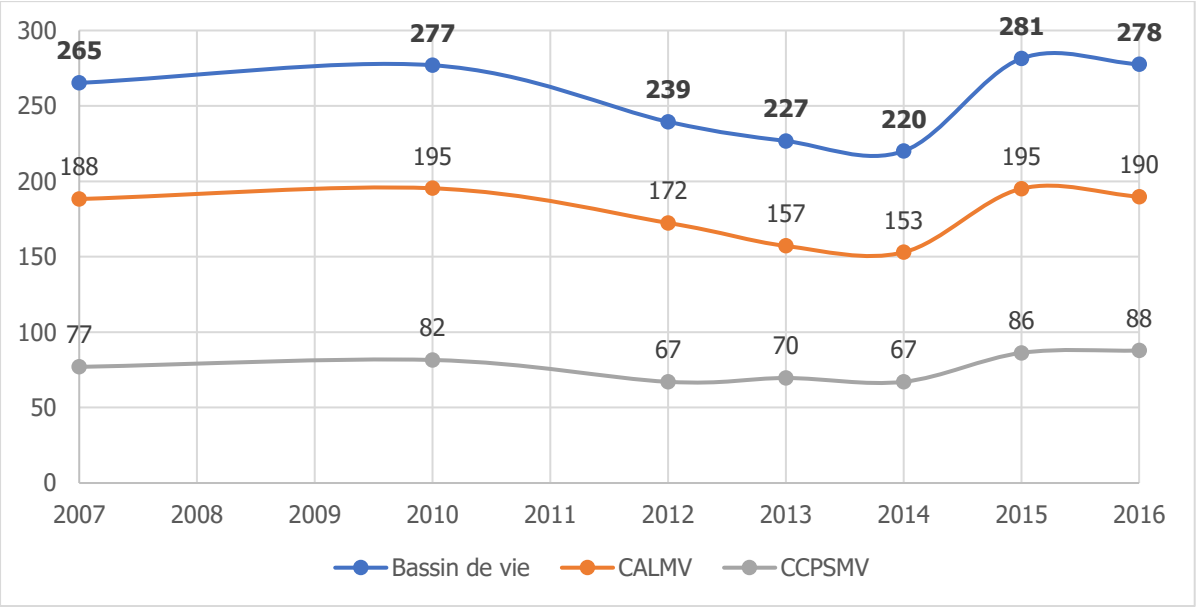


Figure 75 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur tertiaire en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

Les deux tiers des consommations énergétiques du secteur tertiaire sont couverts par l'électricité. Cette part monte à plus de 70% sur la CALMV et, est moins élevée sur la CCPSMV avec un peu plus de la moitié de la consommation.
Les deux autres sources d'énergie utilisées sont le gaz (23%) et les produits pétroliers (10%). La part du gaz est plus importante sur la CCPSMV avec environ 35% des besoins couverts contre 18% sur la CALMV. La part du bois énergie est anecdotique.
La principale énergie émettrice et le gaz naturel avec 43% des émissions du secteur sur le territoire, suivi par l'électricité avec 33% puis les produits pétroliers à 22%. Là encore, le bois énergie est minoritaire.
Sur la CCPSMV, plus de la moitié des émissions du secteur tertiaire proviennent du gaz naturel, un quart de l'électricité et 18% des produits pétroliers.
Sur la CALMV, l'électricité et le gaz ont une part quasiment équivalente avec un peu plus d'un tiers chacun et les produits pétroliers couvrent un quart des besoins du secteur.

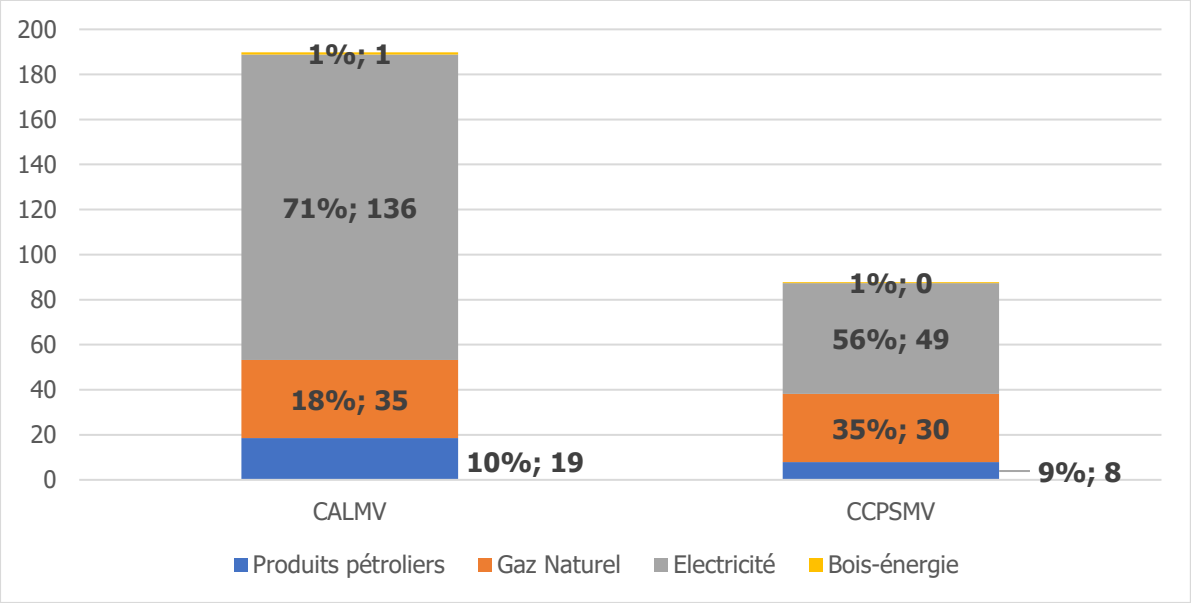


Figure 76 : Consommations énergétiques dans le secteur tertiaire par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

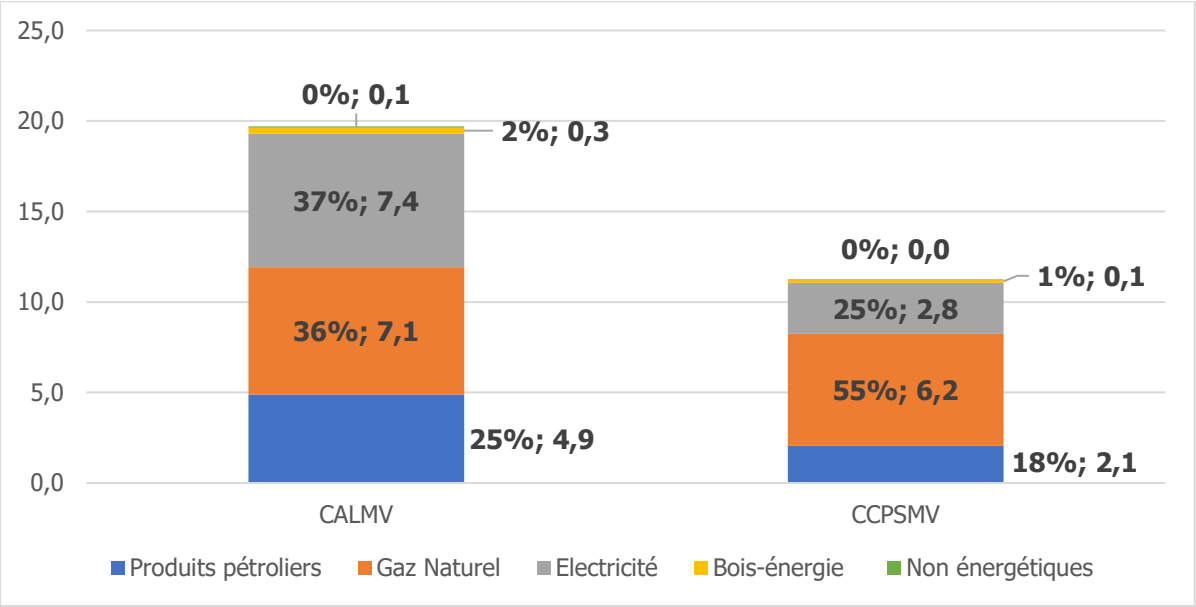


Figure 77 : Emissions de GES dans le secteur tertiaire par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

3.7.3.2 *Activités tertiaires*

Les données étudiées dans cette partie sont issues du fichier INSEE CLAP[54] 2015.

Les activités tertiaires peuvent être classées en deux catégories :

- **Le tertiaire « privé »** comprenant les commerces, les transports et les services. Il représente 85% des établissements tertiaires soit environ 7 500. Il emploie près de 12 500 salariés.
- **Le tertiaire « public »** comprenant les administrations publiques, l'enseignement, la santé et l'action sociale. Avec seulement 15% des établissements tertiaires soit un peu moins de 1 400, il emploie environ 6 800 personnes. Ce sont ces établissements sur lesquels les pouvoirs publics ont le plus la main.

Le tableau suivant détaille le nombre et la part d'établissements et de salariés pour les secteurs publics et privés pour chaque EPCI ainsi que pour le bassin de vie.

	CALMV		CCPSMV		Bassin de vie	
	Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public
Etablissements	4 694	823	2 805	542	7 499	1 365
	85%	*15%*	*84%*	*16%*	*85%*	*15%*
Salariés	9 353	4 150	3 343	2 641	12 481	6 791
	69%	*31%*	*56%*	*44%*	*65%*	*35%*

Figure 78 : Nombre et part d'établissements et de salariés pour les secteurs publics et privés pour chaque EPCI et pour le bassin de vie (source : INSEE CLAP)

L'enseignement, l'action sociale et les administrations publiques constituent les principales activités tertiaires du territoire avec 2 000 salariés pour le premier cité, 1700 pour les deux suivants. Dans le secteur privé, on retrouve le commerce et le transport comme principales activités avec respectivement 4 900 et 2 500 emplois.

[54] Connaissance Locale de l'Appareil Productif
https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1162

Le principal pôle tertiaire est Cavaillon avec 2 500 établissements et plus de 10 000 salariés, la commune centralise plus de la moitié des emplois du secteur.

Le second pôle est l'Isle sur la Sorgue avec plus de 2 000 établissements et près de 4 000 salariés soit 20% du total du territoire.

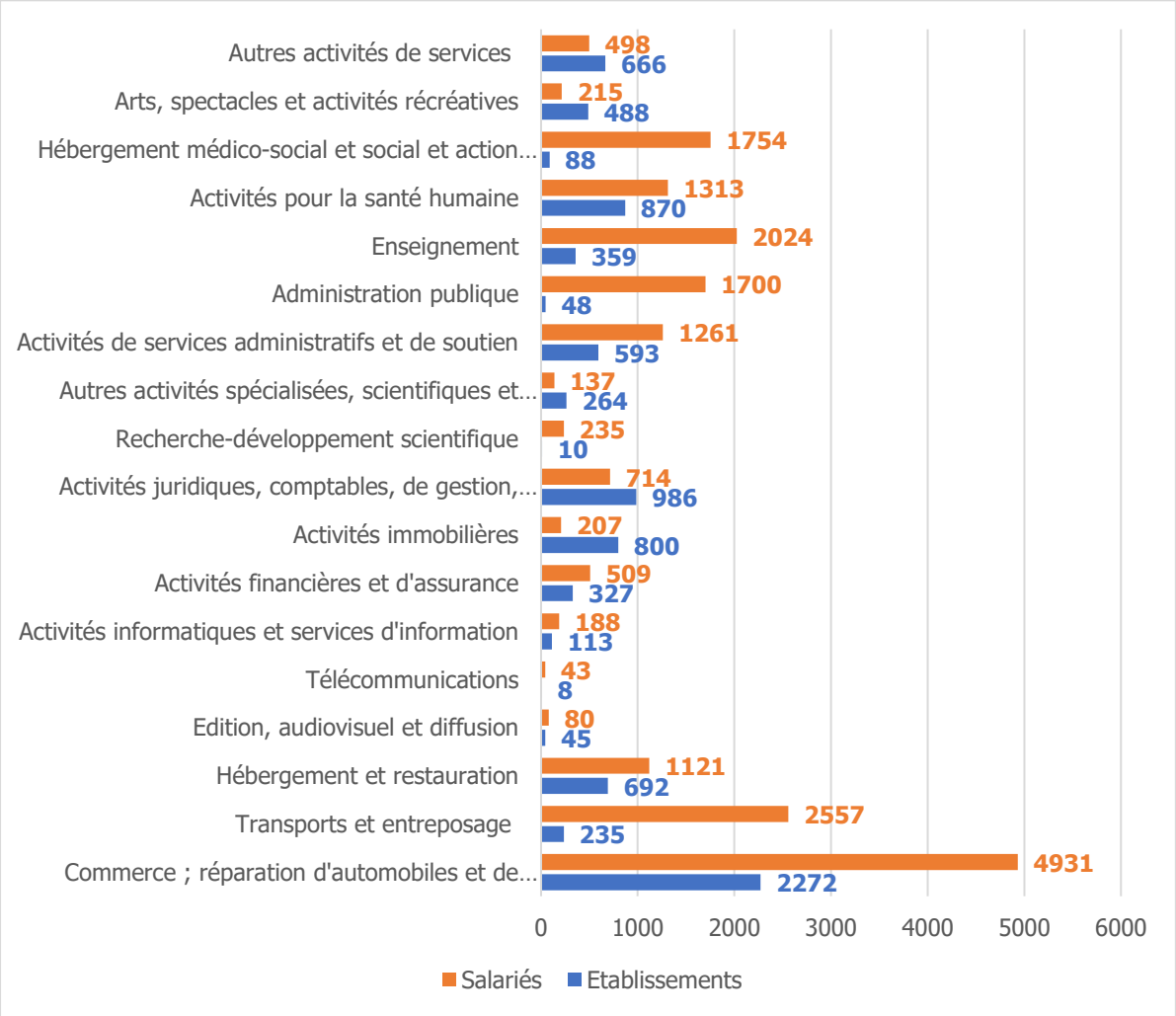


Figure 79 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités tertiaires du territoire (source : INSEE)

Les principaux établissements du territoire (possédant plus de 200 salariés) sont aux nombres de 9 dont 7 à Cavaillon et 2 à l'Isle sur la Sorgue.

Etablissements publics :

- Le Centre Hospitalier Intercommunal de Cavaillon-Lauris : Plus de 500 salariés,
- Le Centre Hospitalier de L'Isle-sur-la-Sorgue : 200 à 500 employés,
- La CA Luberon Monts de Vaucluse à Cavaillon : 200 à 500 salariés,
- La Commune de Cavaillon : 200 à 500 salariés,
- La Commune de L'Isle-sur-la-Sorgue : 200 à 500 salariés.

Etablissements privés :

- ID Logistics à Cavaillon dont le site de 40 000 m² va employer 700 personnes d'ici 2020[55],
- L'Hypermarché Auchan de Cavaillon : 200 à 500 salariés,

[55] https://www.laprovence.com/article/edition-vaucluse/4485331/id-logistics-investit-30%C2%A0millions-pour-creer-200-emplois.html

- La Poste de Cavaillon : 200 à 500 salariés,
- Le Centre de Recherches et d'Etudes Européen Saint-Gobain à Cavaillon : 200 à 500 salariés.

3.7.3.3 *Grands projets*

La Cellule Economique Régionale de la Construction en PACA a mis en place un comité de suivi de la commande publique analysant les marchés de travaux, les tendances et perspectives des dépenses publique dans le BTP[56].

224 marchés de travaux bâtiment ont été recensés sur le département du Vaucluse pour la période 2018/2019 pour un montant global de travaux de 303 M€.

Un seul projet de plus de 5M d'€ a été identifié sur le territoire, il s'agit de la construction d'un accueil de loisirs sans hébergement (ALSH) et d'une salle d'évolution à Cavaillon.

Concernant les grands projets à venir, un seul est recensé, la phase 2 de la réhabilitation énergétique du lycée Alphonse Benoît à l'Isle sur la Sorgue. Le projet est porté par la région SUD pour un montant de 16 M d'€ et un lancement en 2025.

La cartographie suivante présente les projets (neufs et/ou de rénovation) de moins de 5M d'euros à venir sur 2018/2019 portés par les collectivités locales.

[56]http://www.cerc-paca.fr/

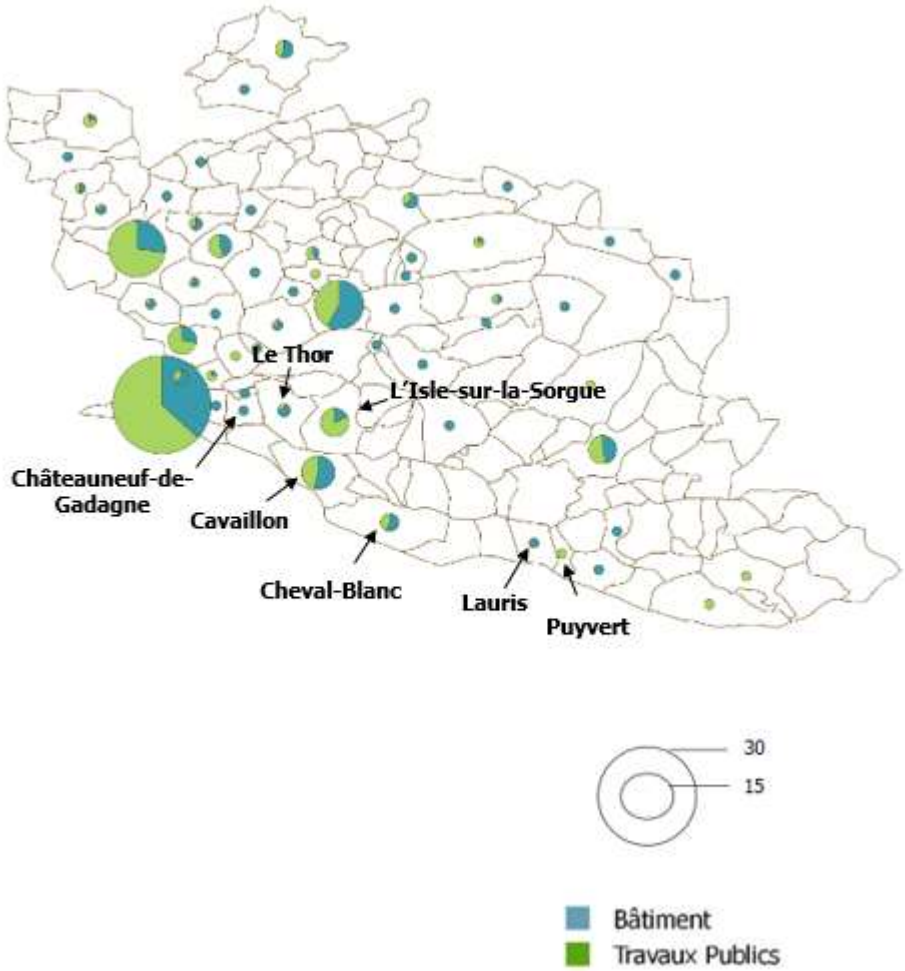


Figure 80 : Projets BTP en cours sur 2018/2019 et portés par des collectivités territoriales sur le département du Vaucluse (source : CERC)

3.7.4 INDUSTRIE

3.7.4.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Le secteur industriel est le quatrième secteur consommateur d'énergie avec 219 GWh (113 GWh pour la CALMV et 107 GWh pour la CCPSMV) soit 13% des consommations totales du territoire et le quatrième secteur émetteur de GES avec 58 kteqCO_2 (48 kteqCO_2 pour la CALMV et 9 kteqCO_2) soit 17% des émissions totales.

Il est important de noter que les consommations et émissions de GES du secteur industriel sont **sous-estimées**. En effet, en raison du secret statistique, les consommations de gaz du secteur industriel à l'Isle sur la Sorgue ne peuvent être communiquées.

CIGALE fournit la définition suivante du secret statistique : « *Une donnée est considérée comme confidentielle lorsque moins de 3 établissements sont à l'origine de cette donnée ou qu'un seul établissement contribue à 85 % ou plus de cette donnée* »

La commune de l'Isle sur la Sorgue possédant plus de trois établissements, nous sommes dans le second cas de figure. Un établissement contribue donc à lui seul à plus de 85% de la consommation de gaz du secteur industriel. Il s'agit vraisemblablement de l'industrie agroalimentaire Florette France®.

Les émissions du secteur industriel sont en légère baisse sur le territoire (-13% entre 2007 et 2016). Cette tendance est observable pour les deux EPCI.

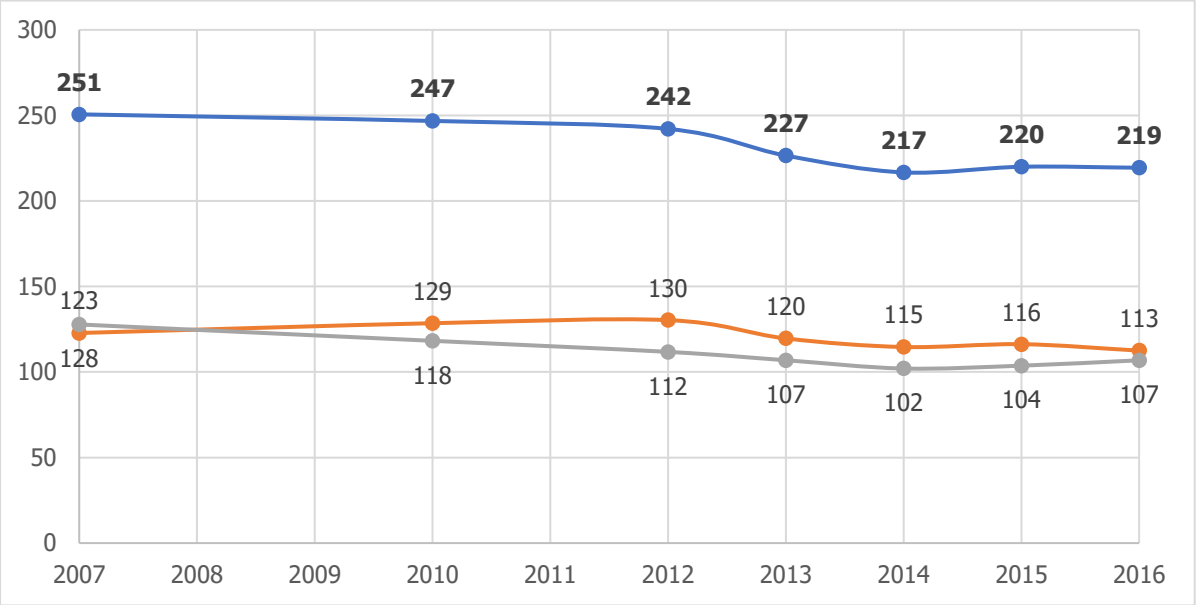


Figure 81 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur industriel en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

Les émissions de GES du secteur industriel ont fortement augmenté sur le territoire entre 2007 et 2010. Elles ont doublé sur la CALMV et ont légèrement diminué sur la CCPSMV. Elles se sont ensuite stabilisées.

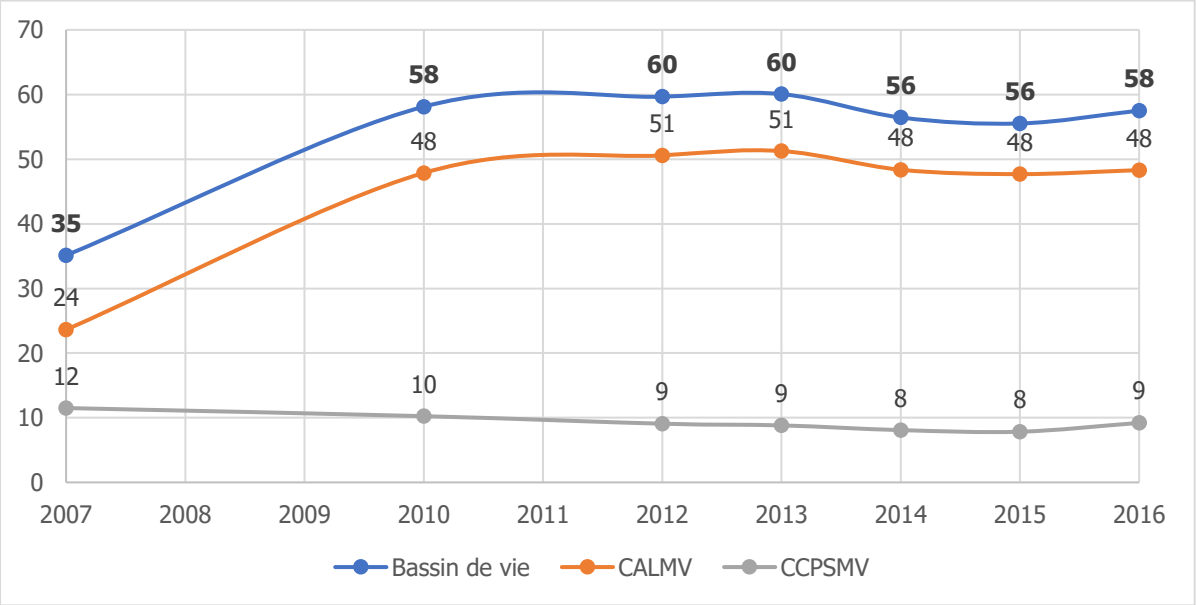


Figure 82 : Evolution des émissions de GES dans le secteur industriel en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

Les trois quarts des consommations énergétiques sont de l'électricité et le quart restant des produits pétroliers. La consommation de gaz naturel est légèrement plus faible avec moins de 10.

La part du bois énergie est anecdotique.

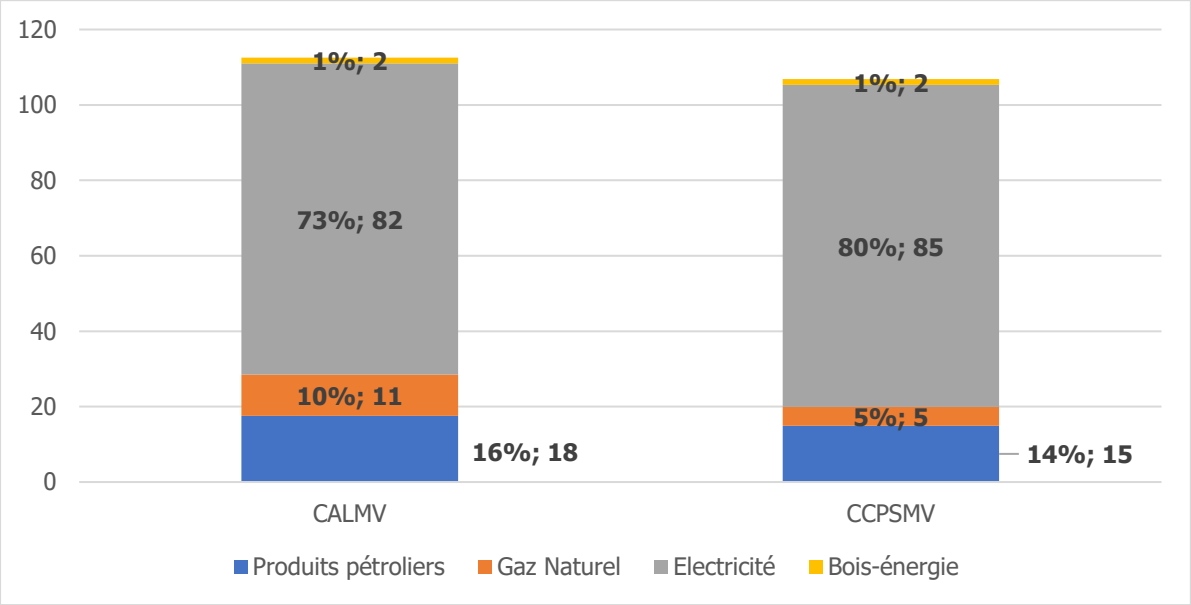


Figure 83 : Consommations énergétiques dans le secteur industriel par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

Le secteur industriel a une consommation équivalente sur les deux EPCI. En termes d'émissions de GES, le constat est différent. L'industrie émet cinq fois plus sur la CALMV que sur la CCPSMV. Cela s'explique par des émissions non énergétiques très importantes qui représentent plus des trois quarts des émissions totales du secteur industriel de la CALMV et deux tiers de celles du bassin de vie.

Le restes des émissions proviennent des produits pétroliers (14%), de l'électricité (13%), du gaz naturel (5%) et du bois énergie (2%).

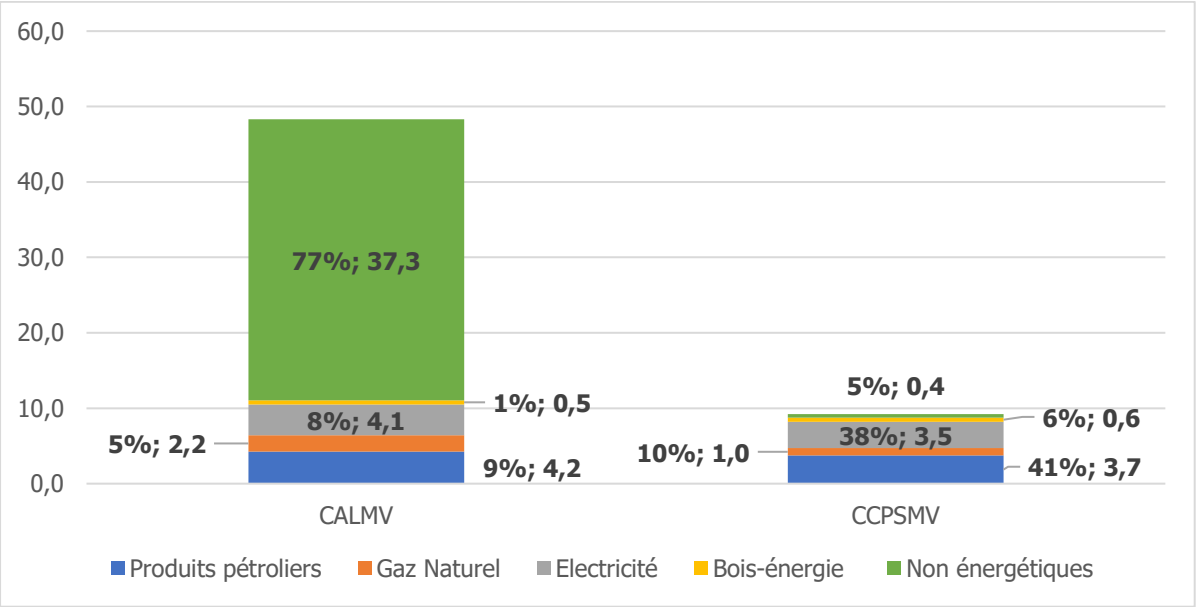


Figure 84 : Emissions de GES dans le secteur industriel en kteqCO_2 par type d'énergie en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

3.7.4.2 *Activités industrielles*

Les données étudiées dans cette partie sont issues du fichier INSEE CLAP[57] 2015.

Le secteur industriel comptabilise 730 établissements (460 pour la CALMV et 270 pour la CCPSMV) pour 2 750 salariés (1 250 sr la CALMV et 1 500 sur la CCPSMV).

La principale activité est l'industrie agro-alimentaire qui représente près de 40% des salariés du secteur industriel.

Cavaillon et l'Isle sur la Sorgue ressortent là encore comme les principaux pôles avec respectivement 32% et 37% des salariés du secteur industriel du territoire. Les pôles secondaires sont Châteauneuf-de-Gadagne (9% des salariés), Le Thor (8% des salariés) et dans une moindre mesure Maubec (4% des salariés).

Le secteur de la construction compte 1400 établissements près de 2000 salariés.

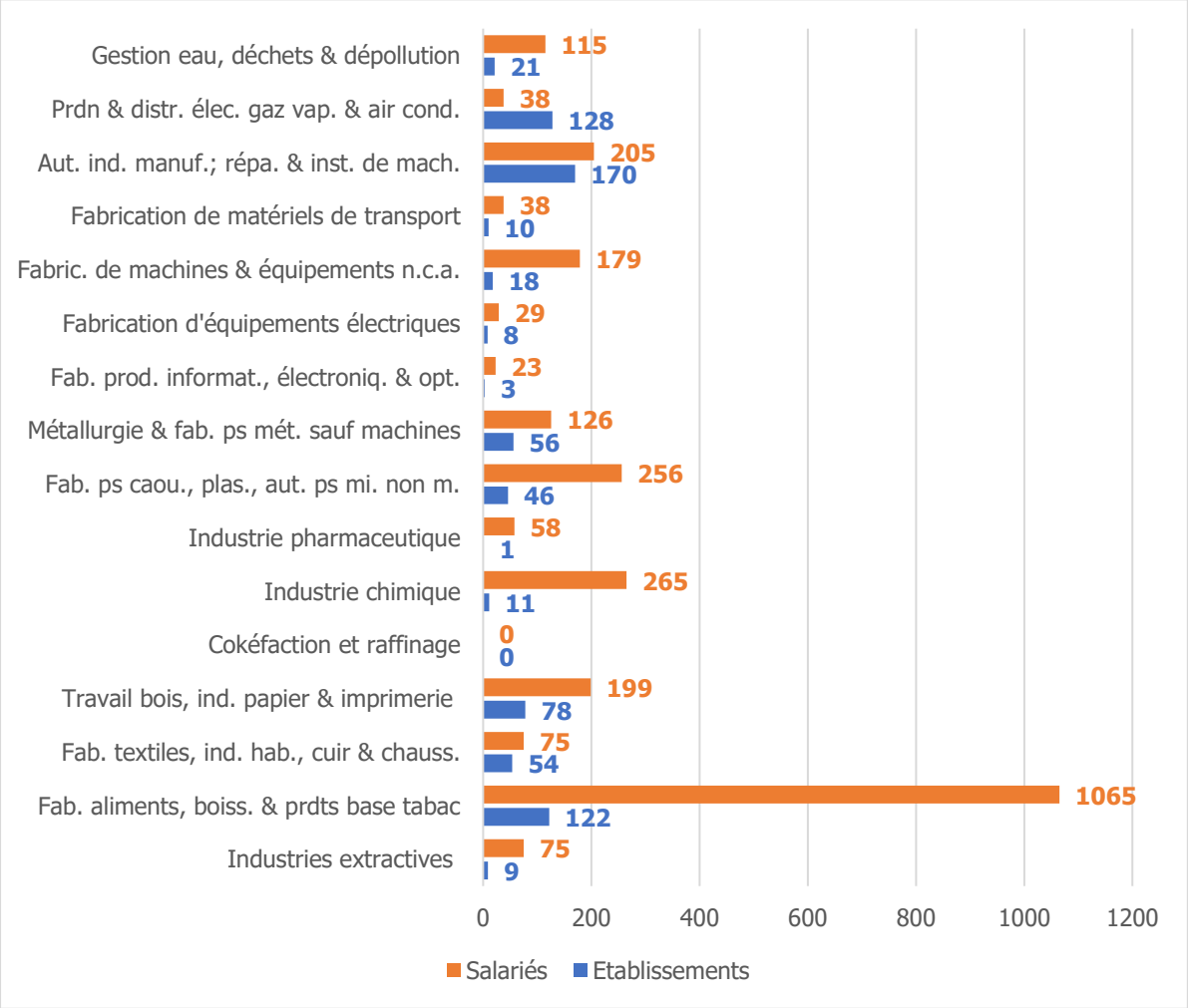


Figure 85 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités industrielles du territoire (source : INSEE CLAP 2016)

Sur le territoire, on compte deux entreprises de plus de 200 salariés :

- Une industrie agro-alimentaire à L'Isle-sur-la-Sorgue, Florette France,
- Une entreprise de construction de routes et autoroutes à Le Thor, Agilis.

[57] Connaissance Locale de l'Appareil Productif

3.7.5 AGRICULTURE

3.7.5.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Le secteur agricole est le cinquième secteur consommateur d'énergie avec 52 GWh (29 GWh pour la CALMV et 23 GWh pour la CCPSMV) soit 3% des consommations totales du territoire et le troisième secteur émetteur de GES avec 18 kteqCO_2 (10 kteqCO_2 pour la CALMV et 8 kteqCO_2 pour la CCPSMV) soit 5% des émissions totales.
Les consommations énergétiques du secteur agricole ont connu une diminution de plus de 20% entre 2007 et 2012 pour ensuite repartir à la hausse et se stabiliser au niveau actuel. Les mêmes évolutions sont observables sur les deux EPCI et pour les émissions de GES.

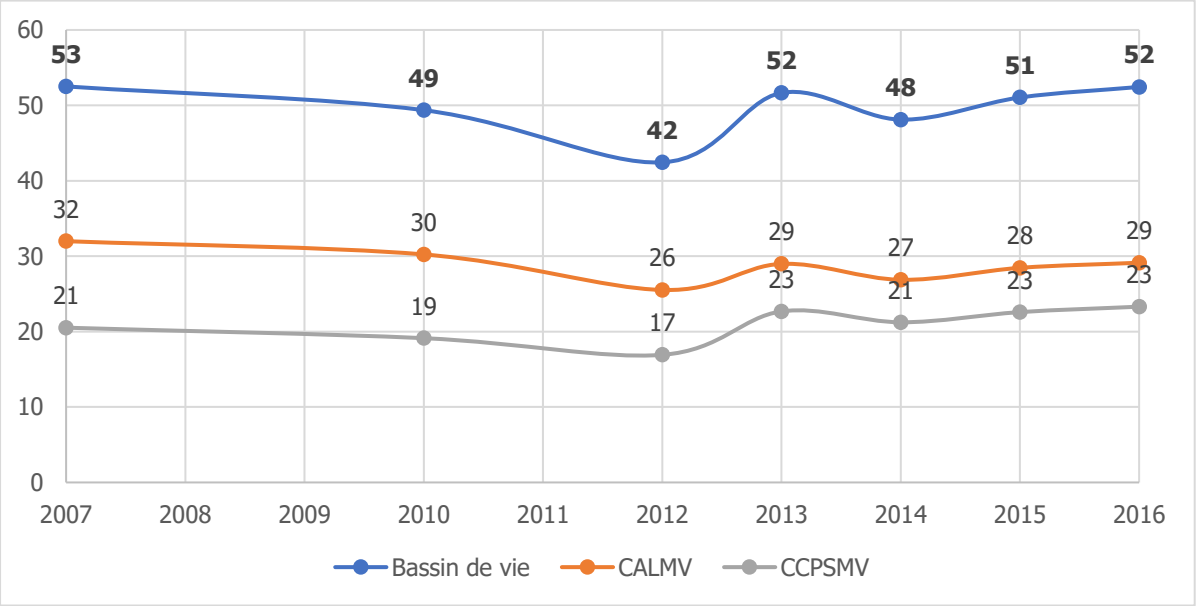


Figure 86 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur agricole en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

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.

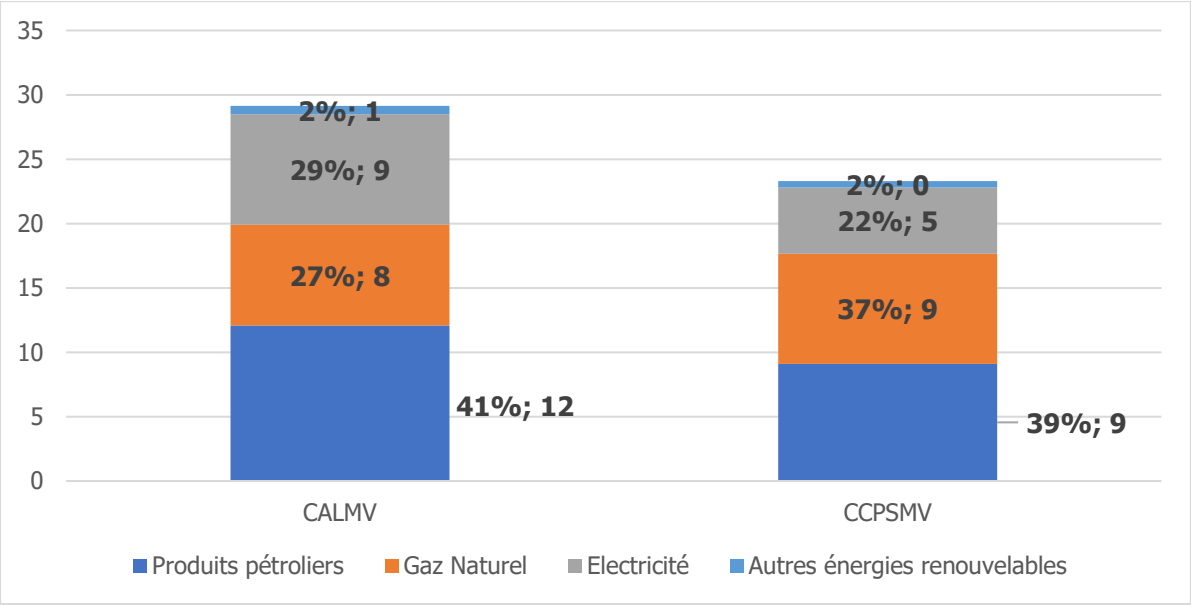


Figure 87 : Consommations énergétiques dans le secteur agricole par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

45% des émissions de GES sont d'origine non-énergétiques. Elles proviennent principalement des déjections animales et de la fertilisation des cultures. Un peu plus d'un tiers 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, N_2O).

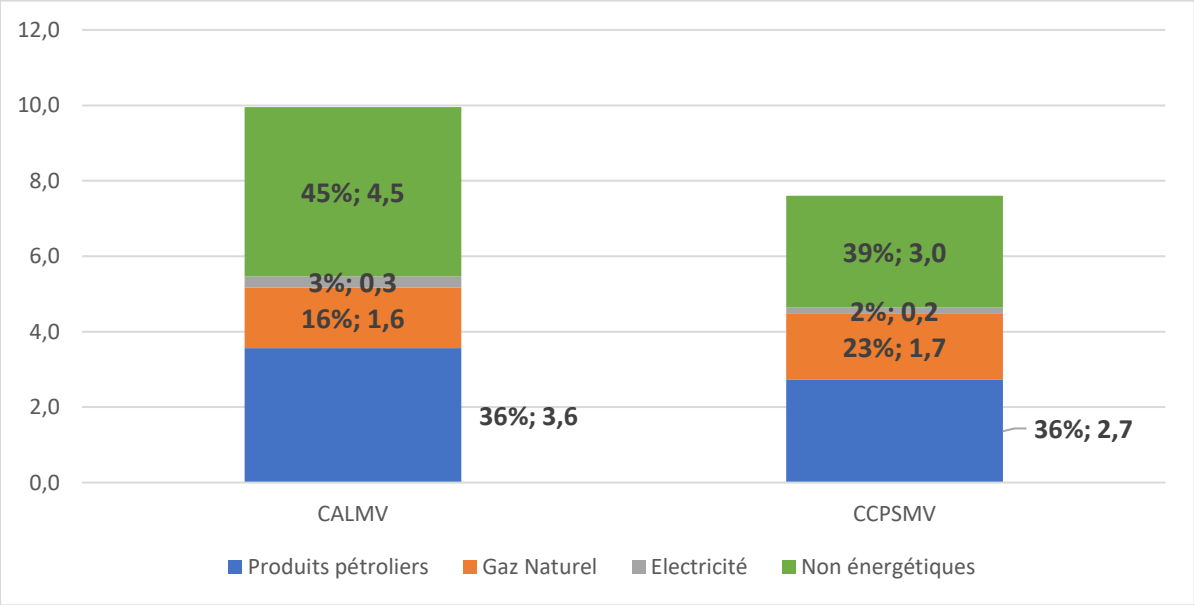


Figure 88 : Emissions de GES dans le secteur agricole par type d'énergie en kteqCO_2 en 2016 sur le territoire (source : CIGALE)

La dépendance aux produits pétroliers de l'agriculture, notamment pour les exploitations en maraîchage 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			
			Carburant	Electricité	Gaz naturel	Combustibles
	2015	Evolution 2015 / 2012	%			
Grandes cultures	12 710	-15,2	80	17	0	3
Maraichage	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
Polyculure - 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 89 : Part des différentes sources d'énergies dans les besoins des différentes exploitations agricoles (source : RICA - Microdonnées 2015)

3.7.5.2 *Profil agricole*

Les données présentées dans cette partie proviennent du Recensement Agricole 2010 réalisé par AGRESTE[58] (RA2010).

Un peu plus de 700 exploitations agricoles sont recensées sur le territoire (500 sur la CALMV et 200 sur la CCPSMV) pour 1 850 unités de travail annuel[59] (1 200 sur la CALMV et 850 sur la CCPSMV). Cela représente 12% des exploitations du Vaucluse et 3% de celles de la région.

La superficie agricole utilisée (SAU) est de 11 443 hectares (10% de la SAU du Vaucluse et 2% de celle de la région). Un peu plus de 1 000 unités de gros bétail[60] sont recensées soit 7% 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 24%. Cette diminution est plus flagrante sur la CALMV, particulièrement au niveau des unités de travail annuel et de la SAU.

[58] Agreste est le service statistique du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

[59] 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.

[60] 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).

		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*
Bassin de vie	1988	1 630	3 398	15 118	2 151
	2000	1 093	2 289	12 340	1 251
	2010	722	1 851	11 443	1 057
	2000/2010	*-34%*	*-19%*	*-7%*	*-16%*
	1988/2010	*-56%*	*-46%*	*-24%*	*-51%*
	% Vaucluse	**12%**	**15%**	**10%**	**7%**
	% PACA	**3%**	**5%**	**2%**	**0%**
CALMV	1988	1 097	2 367	10 171	1 050
	2000	778	1 562	8 630	632
	2010	510	1 205	7 001	540
	2000/2010	*-34%*	*-23%*	*-19%*	*-15%*
	1988/2010	*-54%*	*-49%*	*-31%*	*-49%*
	% bassin de vie	**71%**	**65%**	**61%**	**51%**
	% Vaucluse	**9%**	**10%**	**6%**	**3%**
	% PACA	**2%**	**3%**	**1%**	**0%**
CCPSMV	1988	533	1 031	4 947	1 101
	2000	315	727	3 710	619
	2010	212	646	4 442	517
	2000/2010	*-33%*	*-11%*	*20%*	*-16%*
	1988/2010	*-60%*	*-37%*	*-10%*	*-53%*
	% bassin de vie	**29%**	**35%**	**39%**	**49%**
	% Vaucluse	**4%**	**5%**	**4%**	**3%**
	% PACA	**1%**	**2%**	**1%**	**0%**

Figure 90 : Evolution de l'activité agricole et part départementale et régionale selon les différents indicateurs (source : RA2010 – Agreste)

Cavaillon est la commune possédant le plus d'exploitations agricoles (107), soit près de 21% du total de la CALMV. Sur la CCPSMV, l'Isle sur la Sorgue et Le Thor en possède respectivement 88 et 73 soit 42% et 34% du total de la CCPSMV. Ces trois communes possèdent plus d'un tiers des exploitations agricoles du territoire.

Les superficies agricoles les plus importantes se trouvent également sur les trois communes précédemment citées et particulièrement à Cavaillon (20% du total du territoire). Saumane-de-Vaucluse possède également une SAU non négligeable.

Enfin, les cheptels les plus importants se trouvent à Cheval-Blanc, l'Isle sur la Sorgue et Saumane-de-Vaucluse avec plus de 200 unités de gros bétail.

La principale activité agricole du territoire et la polyculture et le polyélevage c'est l'orientation technico-économiques[61] d'une commune sur deux. La seconde activité est la culture fruitière pour 8 des 21 communes. Enfin, trois communes ont une activité viticole.

[61] 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.

Communes	Exploitations agricoles	Travail dans les exploitations agricoles	Superficie agricole utilisée	Cheptel	Orientation technico-économique de la commune
Beaumettes	4	6	21	0	Polyculture et polyélevage
Cabrières-d'Avignon	20	19	173	0	Viticulture (appellation et autre)
Cavaillon	107	614	2 300	0	Fruits et autres cultures permanentes
Cheval-Blanc	52	132	862	210	Fruits et autres cultures permanentes
Gordes	43	46	514	2	Fruits et autres cultures permanentes
Lagnes	30	75	408	94	Polyculture et polyélevage
Lauris	31	37	362	18	Polyculture et polyélevage
Lourmarin	38	32	361	0	Fruits et autres cultures permanentes
Maubec	16	16	117	0	Fruits et autres cultures permanentes
Mérindol	39	32	238	72	Polyculture et polyélevage
Oppède	47	56	378	18	Viticulture (appellation et autre)
Puget	6	5	70	7	Fruits et autres cultures permanentes
Puyvert	18	34	409	1	Polyculture et polyélevage
Robion	38	74	360	2	Polyculture et polyélevage
Taillades	3	8	204	106	Polyculture et polyélevage
Vaugines	18	19	224	10	Fruits et autres cultures permanentes
Châteauneuf-de-Gadagne	32	54	356	15	Viticulture (appellation et autre)
L'Isle-sur-la-Sorgue	88	350	1 497	210	Polyculture et polyélevage
Saumane-de-Vaucluse	18	24	1 146	201	Polyculture et polyélevage
Le Thor	73	215	1 417	91	Polyculture et polyélevage
Fontaine-de-Vaucluse	1	3	26	0	Fruits et autres cultures permanentes
Total CALMV	**510**	**1 205**	**7 001**	**540**	
Total CCPSMV	**212**	**646**	**4 442**	**517**	
Total bassin de vie	**722**	**1 851**	**11 443**	**1 057**	

Figure 91 : Activités agricoles dans les communes du territoire en 2010 (source : RA2010 AGRESTE)

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, à laquelle s'ajoute la superficie en arbres de Noël en 2010. C'est la principale utilisation des terres agricoles sur le territoire avec environ 5 800 hectares soit 63% des terres agricoles. Cette part est moins importante sur la CCPSMV avec 54% de la superficie contre 68% sur la CALMV.
- **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 3 200 hectares soit 35% de la surface agricole. A l'inverse des cultures permanentes, la part des terres labourables est plus élevée sur la CCPSMV avec 44% que sur la CALMV (31%).
- **Superficie toujours en herbe :** prairies naturelles ou semées depuis six ans ou plus. Minoritaires sur le territoire elle représente un peu plus de 100 hectares.

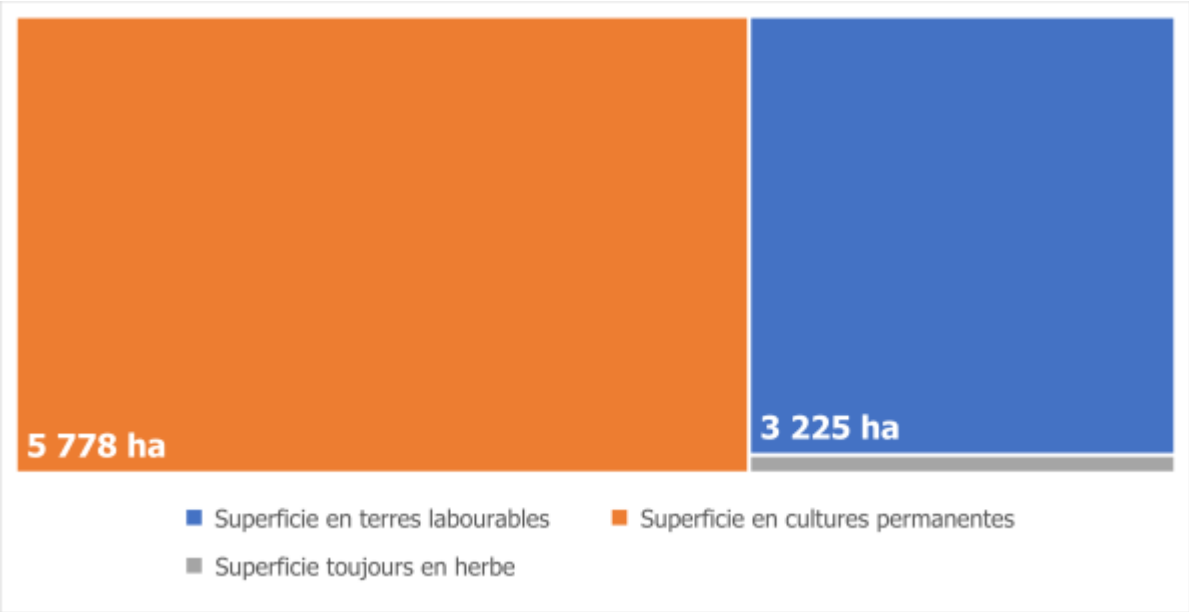


Figure 92 : Part des différents types de surfaces agricoles sur le territoire (RA2010 - AGRESTE)

Extrait du SCoT

L'espace à vocation agricole recouvre 18 000 ha soit 37% des surfaces[62].

La carte de l'occupation agricole détaillée met en évidence en premier lieu un parcellaire très fragmenté, présentant une grande diversité de production (une dizaine au total).

L'arboriculture est de loin la première production du SCoT avec 31% des surfaces à vocation agricole soit près de 5 500 ha cultivés en 2014.

Cependant, la place occupée par l'ensemble des milieux agricoles ouverts, souvent en mutation, que sont les prairies, les grandes cultures, les terres labourables et les friches est tout à fait importante (près de 60% des espaces agricoles du SCoT, soit 10 500 ha), notamment dans les CC Pays de Sorgues et des Monts de Vaucluse et des Portes du Luberon (60% environ).

Cette situation révèle la fragilité du tissu agricole du bassin de vie qui a subi de fortes régressions et mutations en lien notamment avec la crise de la filière arboricole (campagne d'arrachage massif). Les cultures céréalières, bien que fortement dépendantes des aides de la Politique Agricole Commune, occupent une place importante dans l'équilibre économique des exploitations (voir diagnostic économique) et ont largement participé à la reconversion des exploitations arboricoles en difficulté.
Cette place des espaces agricoles en mutation joue également un rôle important dans le paysage en conférant par endroit un manque de lisibilité à la trame agricole.

[62] L'occupation agricole du territoire en 2014 apparait très nettement supérieure à la surface agricole utile (SAU) des exploitations issues du recensement génal agricole de 2010. Cette différence a plusieurs origines :

- La première est d'ordre méthodologique puisque l'occupation des sols reflète une interprétation de la réalité du territoire au temps « t »alors que la Superficie Agricole Utile (SAU) est une donnée statistique qui correspond aux **surfaces déclarées par les exploitations ayant leur siège dans les communes du territoire**.
- La seconde est liée à la temporalité différente des deux sources de données : une partie des surfaces à vocation agricoles au titre de l'occupation des sols en 2014 n'étaient vraisemblablement plus déclarées dans la SAU des exploitants en 2010. Le RGA reflète une réalité économique alors que l'occupation des sols met en évidence la vocation agricole des espaces et par forcément leur usage.

La viticulture occupe également une place significative (2000 ha) en lien avec les différentes appellations d'origines contrôlées (voir détail ci-après).

Le territoire présente également de nombreuses productions très faiblement représentées mais participant à la diversification et au système de polyculture : les serres et cultures maraîchères (4,5% soit 820 ha), les oliveraies (4,2% soit 765 ha), les truffières, et les lavandins.

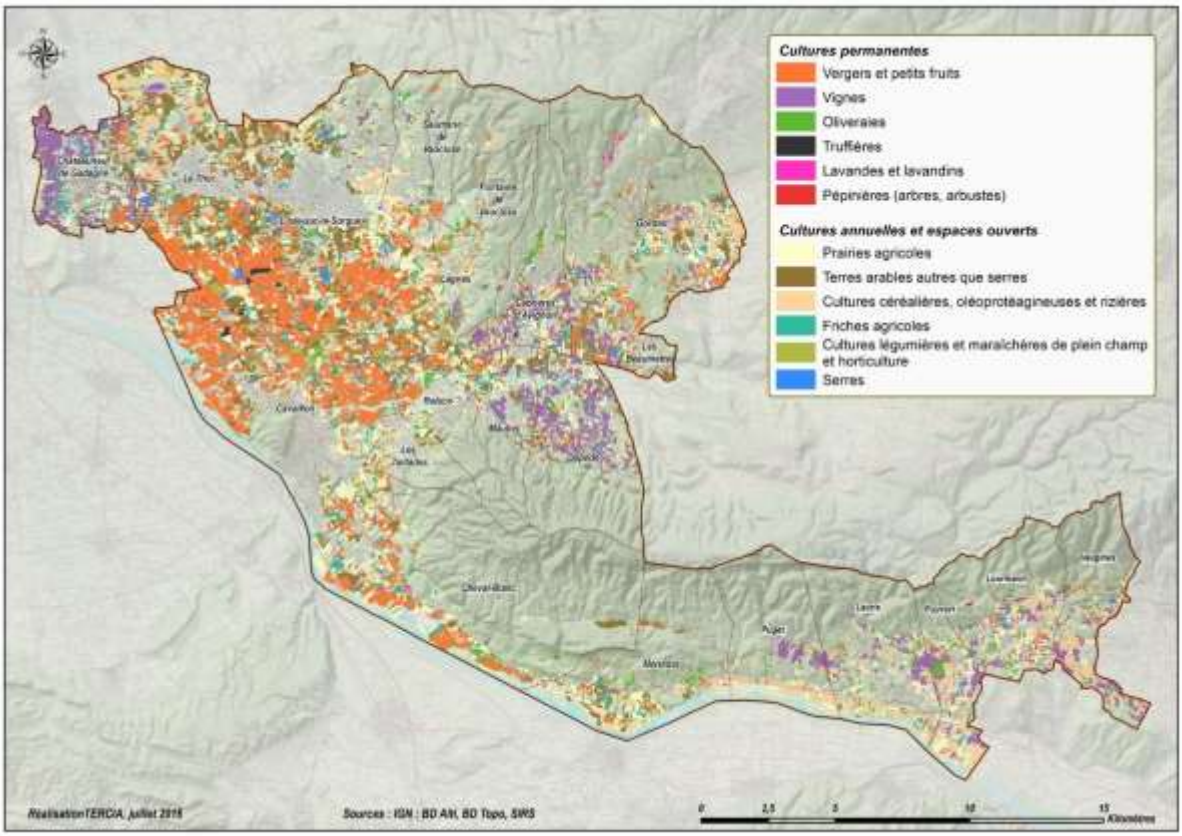


Figure 93 : Occupation et utilisation des terres agricoles sur le territoire (source : EIE du SCoT)

4. VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

4.1 SYNTHESE

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 94 : Synthèse des domaines et milieux de vulnérabilité sur le territoire selon le cadre de dépôt des PCAET de l'ADEME.

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. Des matrices d'impacts sont ensuite réalisées afin de caractériser la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique.

L'ADEME a rédigé un document sur les « Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique[63] ». Il explique notamment la terminologie utilisée dans ce domaine. Les définitions ci-dessous proviennent de ce document ainsi que le schéma explicatif.

[63] ADEME, Février 2013, ***« Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique »***.
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/indicateurs-vulnerabilite-territoire-changement-climatique-7406.pdf

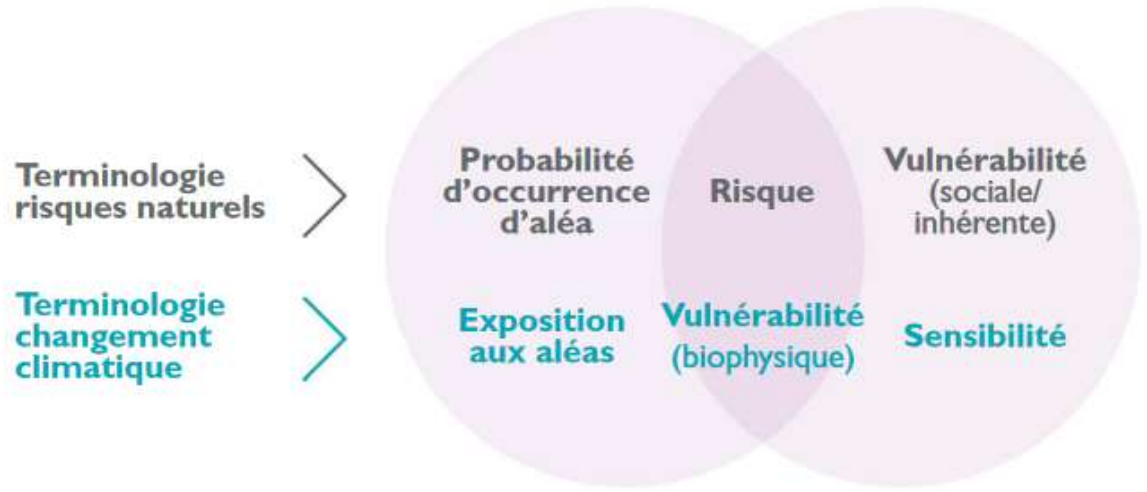


Figure 95 : Comparaison de la terminologie changement climatique et risques naturels (Source : ADEME)

4.2.1 VULNERABILITE

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.

4.2.2 ALEAS

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 vies humaines ou une dégradation de l'environnement[64].

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, décade, ou siècle) ou traduite en

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

termes de fréquence moyenne (évènement annuel, décennal, centennal). Ainsi, une crue dont la probabilité d'occurrence est de 1/100 par an sera appelée crue centennale[65].

- **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 encore des dommages dans le milieu concerné (par exemple la pollution ou la hausse du niveau de la mer)66.

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

4.2.3 EXPOSITION

L'exposition au changement climatique correspond à la nature et au degré auxquels un système est exposé à des variations climatiques significatives[67] 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 climatiques[68]. 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.

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),
- Mesures non structurelles (actions de prévention : réglementation de l'utilisation des sols, information et éducation des populations).

[65] 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 évènement. Il est tout à fait possible que l'évènement se répète deux années de suite, ou ne se produise.

[66] Concepts de base en sécurité civile, Ministère de la Sécurité Publique du Québec, 2008

[67] Troisième rapport d'évaluation du GIEC

[68] PNUD - Gestion des risques climatiques, Oct 2010

4.2.4 SENSIBILITE

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)[69].

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.).

4.2.5 CAPACITE 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 :

- **L'observation 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 trois horizons, proche (2050), moyen (2070) et lointain (2100). 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, entrainant 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, entrainant un réchauffement pouvant dépasser 4°C à l'horizon 2100.

[69] OCDE, Adaptation au changement climatique et coopération pour le développement, 201.

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

Météo France a établi cinq zones climatiques pour 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 96 : Cinq zones climatiques définies par Météo France en région PACA (source : Météo France[70])

Le territoire se trouve en majeure partie dans la zone « Provence intérieure ».

Les stations de références sont Apt et Saint-Auban-sur-Durance. D'après le découpage de Météo-France, une partie de Cavaillon, Le Thor ainsi que Châteauneuf-de-Gadagne se trouvent dans la zone « Vallée du Rhône ». On considèrera pour ce rapport que le territoire se trouve dans la zone « Provence intérieure ».

[70] 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

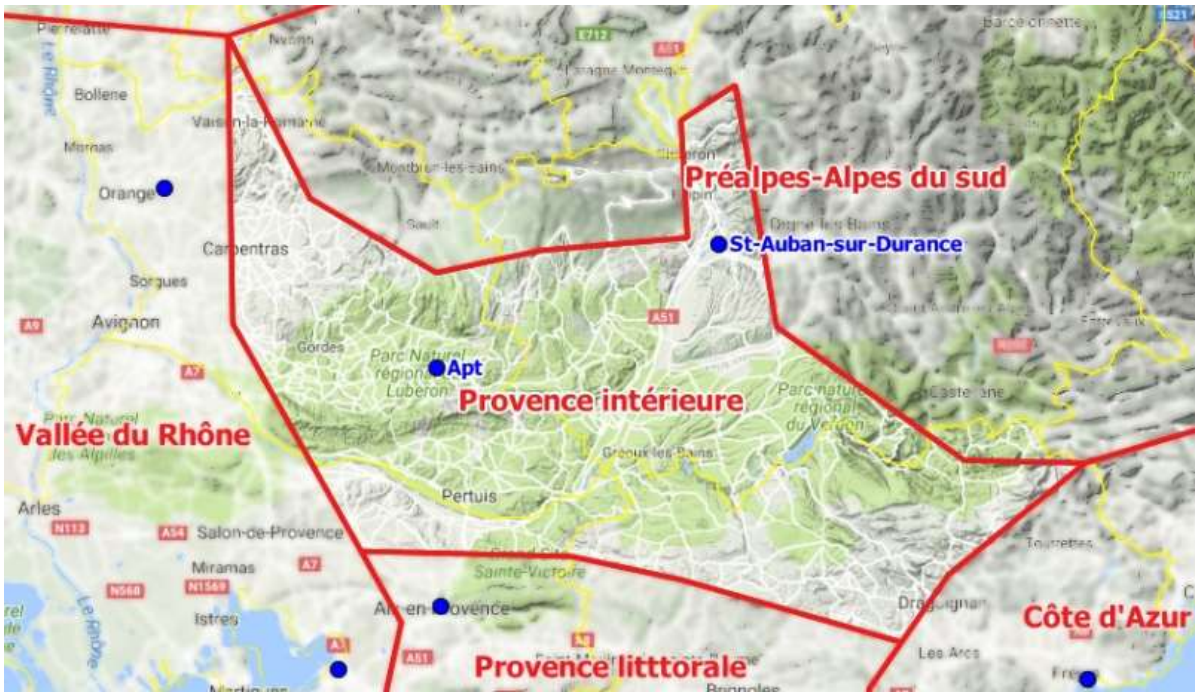


Figure 97 : Stations de référence de la zone climatique "Provence intérieure" (source : Météo France[71])

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

- L'évolution du climat sur la zone « Provence intérieure »,
- L'évolution du climat au XXIe siècle sur la zone « Provence intérieure ».

Ces fiches résument les évolutions passées et futures 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.

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

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 à 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 XXIè siècle. Tandis que les années les plus froides se sont produites entre les années 60 et 80.

[71] 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 98 : Anomalies de températures pour les stations d'Apt et Saint-Auban (Sources : ORECA, Météo France[72])

L'évolution des températures maximales estivales et minimales hivernales sont représentées dans les graphes ci-dessous :

[72] 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

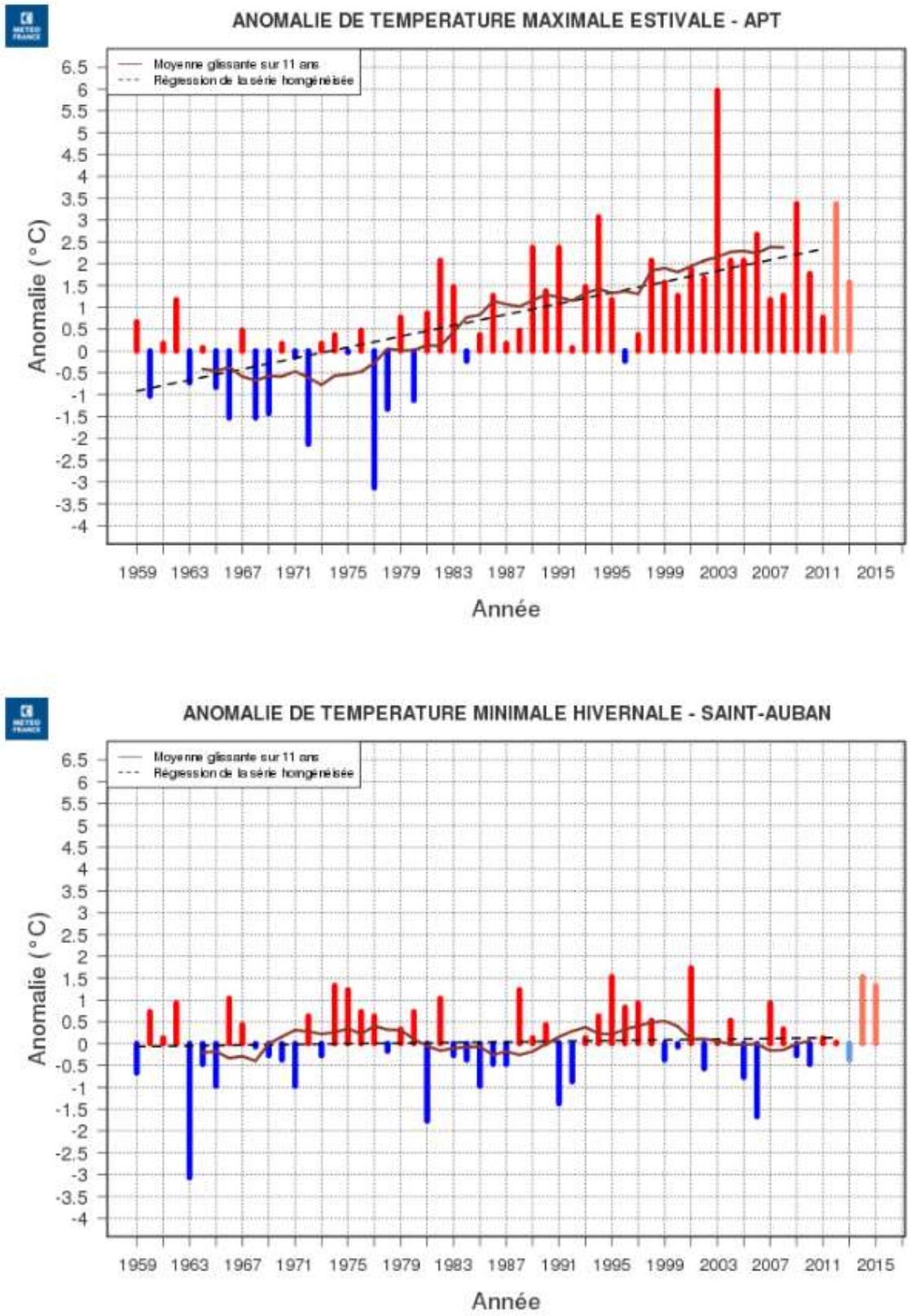


Figure 99 : Anomalies de température maximale estivale et hivernale sur les stations d'Apt et Saint-Auban (Source : ORECA, Météo France[73])

[73] 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*

Pour 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 deux 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 21è 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 saisonnières 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 100 : Anomalies de températures par rapport à la période de références 1976-2005 sur la zone climatique "Provence intérieure" (sources : ORECA, Météo France[74])

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.

[74] 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

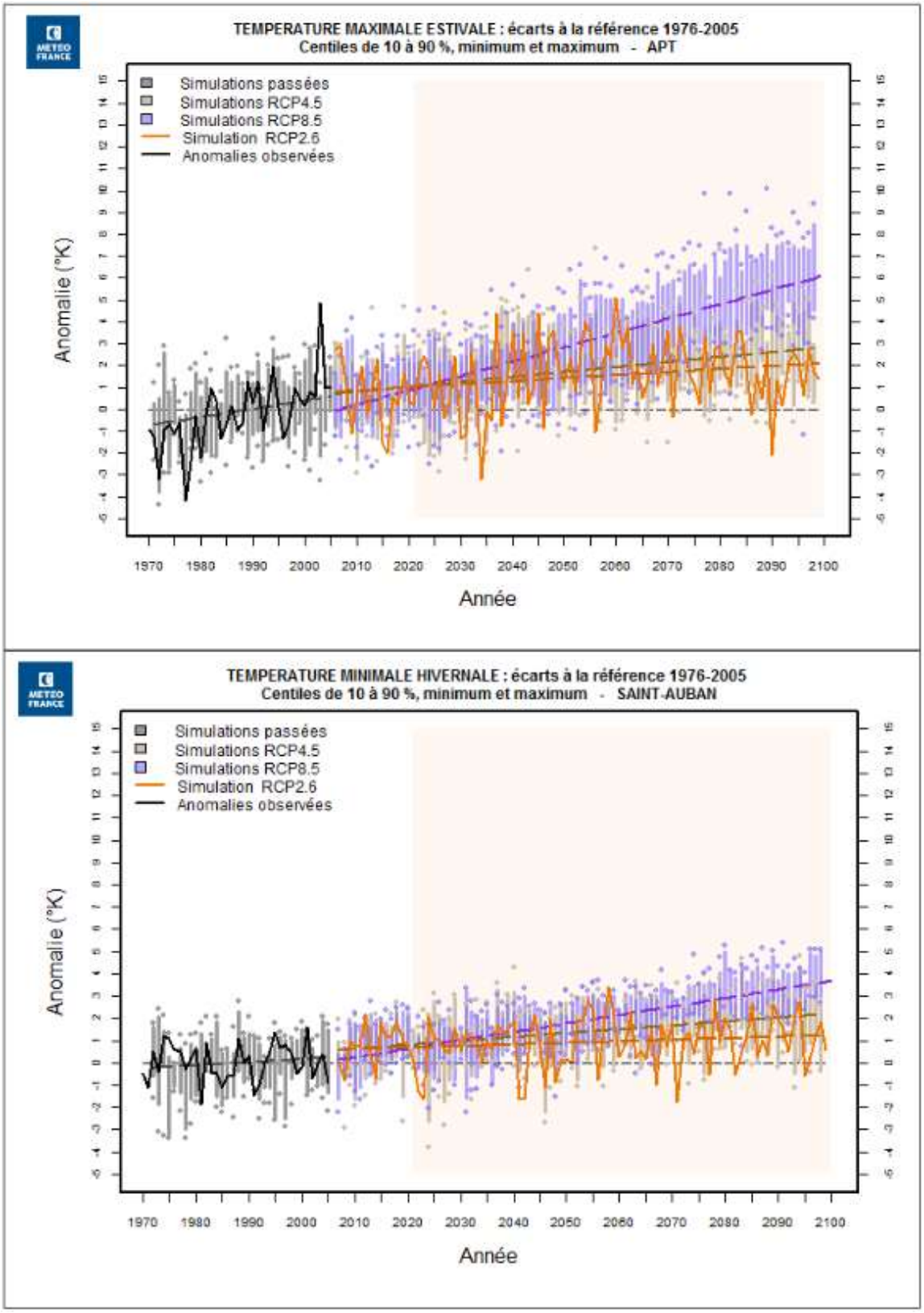


Figure 101 : Evolution des projections climatiques pour les températures maximales estivales à Apt et les températures maximale hivernales à Saint-Auban (source : ORECA, Météo France[75])

[75] 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 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 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.

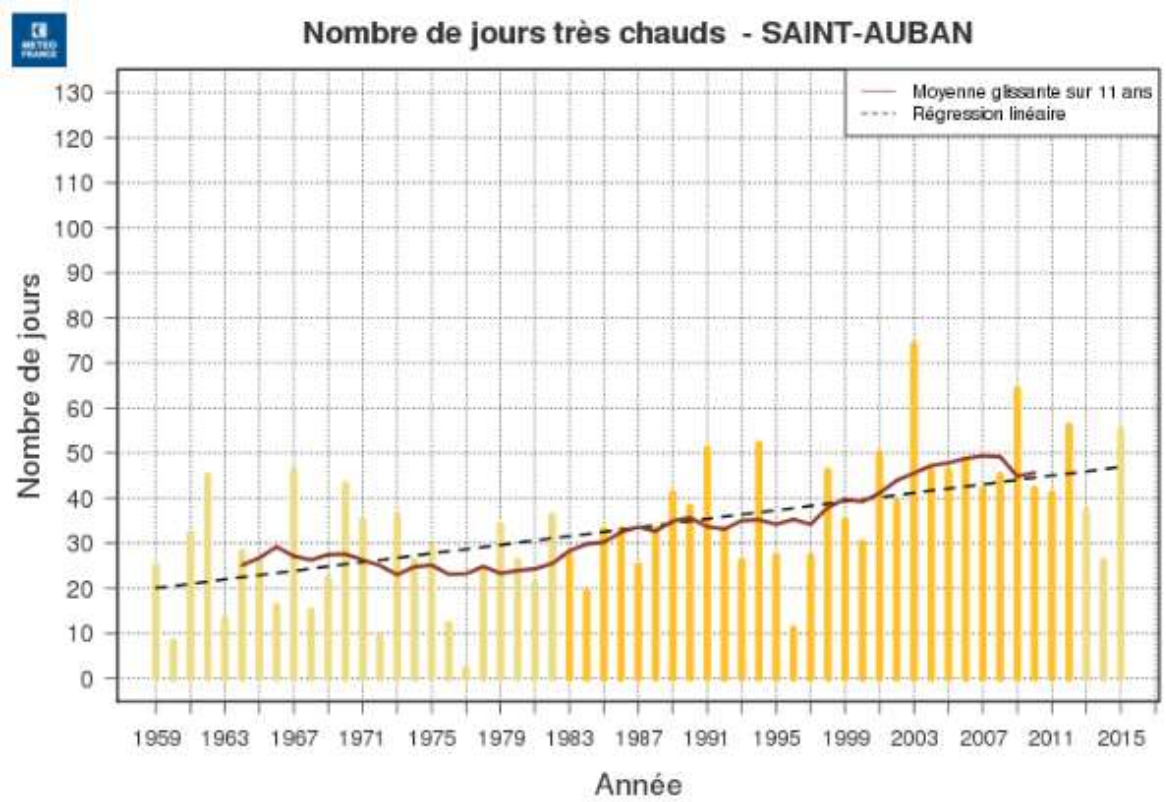


Figure 102 : Nombre de journées chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France[76])

[76] 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

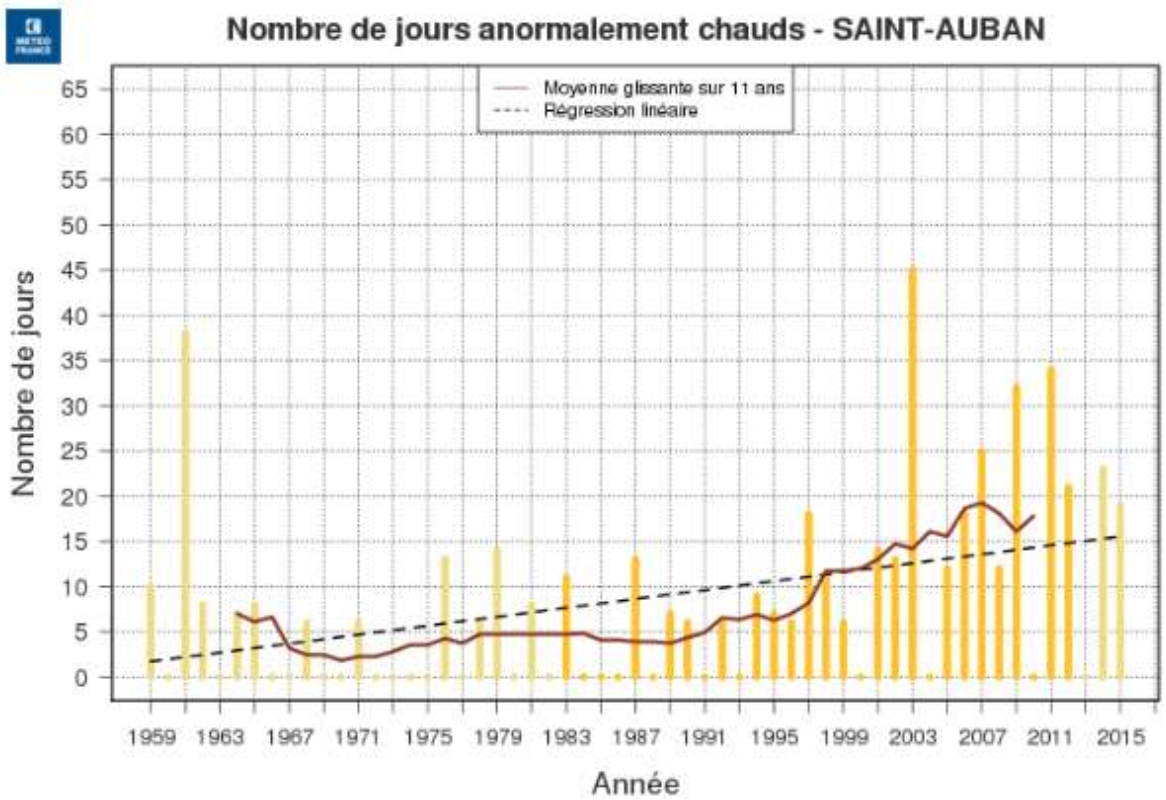


Figure 103 : Nombre de journées anormalement chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France[77])

4.3.2.2 ***Projections***

Cette tendance devrait se poursuivre au cours du XXIè siècle selon les deux scénrii 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 scénairio 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)

[77] 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

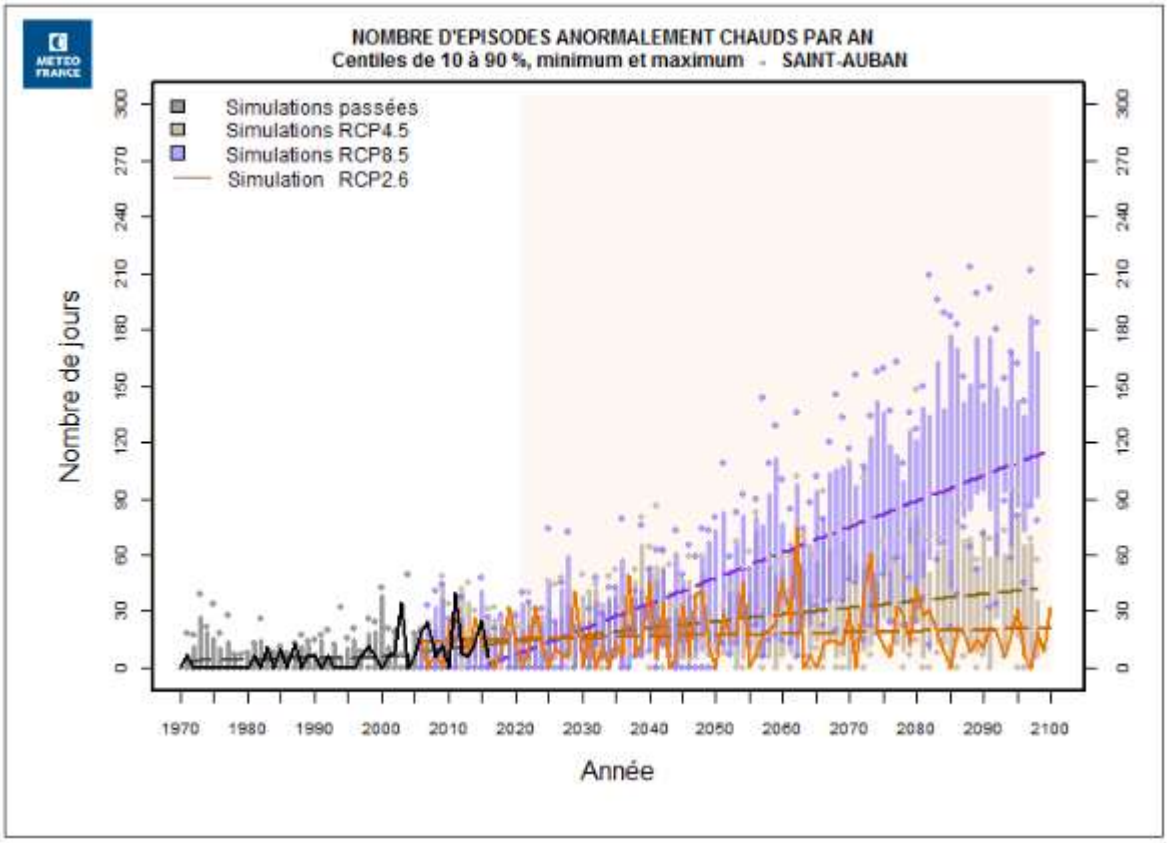


Figure 104 : Evolution du nombre jours anormalement chauds au cours du XXIe siècle à Saint-Auban selon les scénarii de projections (source : ORECA, Météo France[78])

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 à Saint-Auban selon les deux scénarii de projections. A Apt, le nombre de nuits tropicales serait multiplié 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 jours 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 105 : 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[79])

[78] 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

[79] 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

4.3.3 PRECIPITATIONS

4.3.3.1 *Observations*

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.

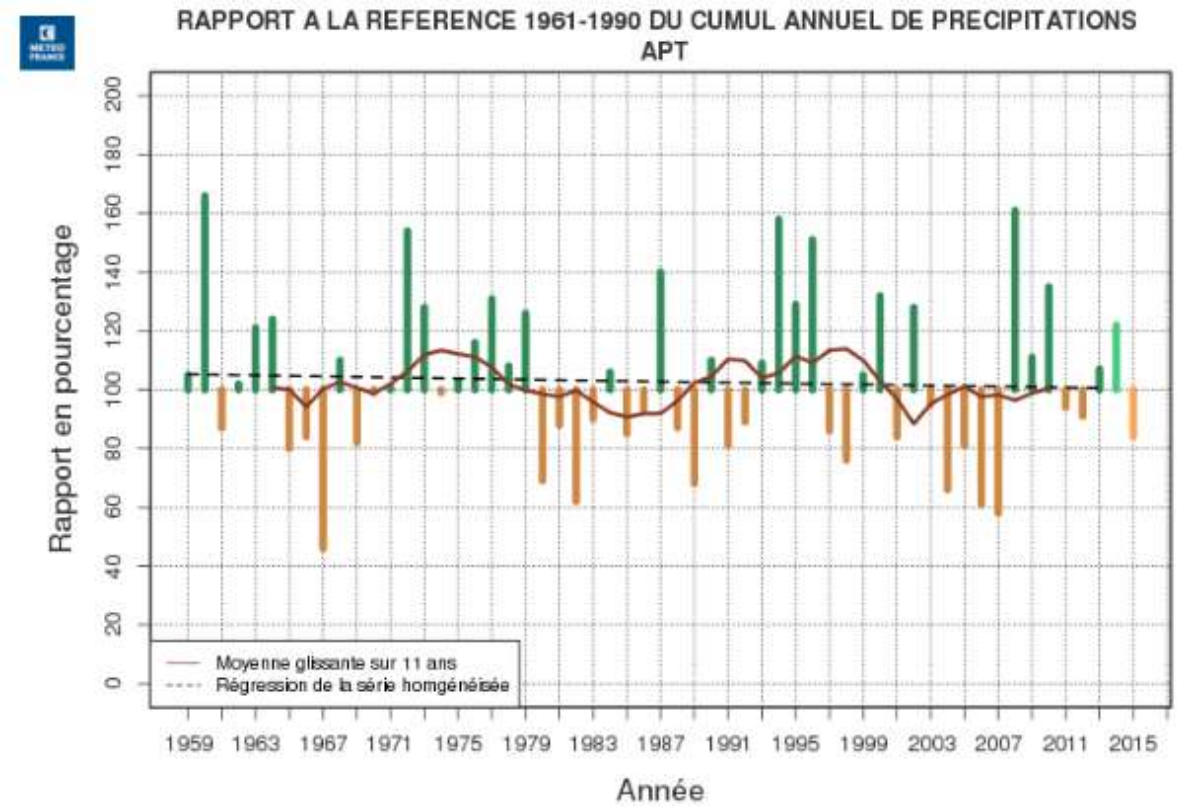


Figure 106 : Evolution du cumul annuel de précipitations à Apt entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France[80])

4.3.3.2 *Projections*

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

[80] 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

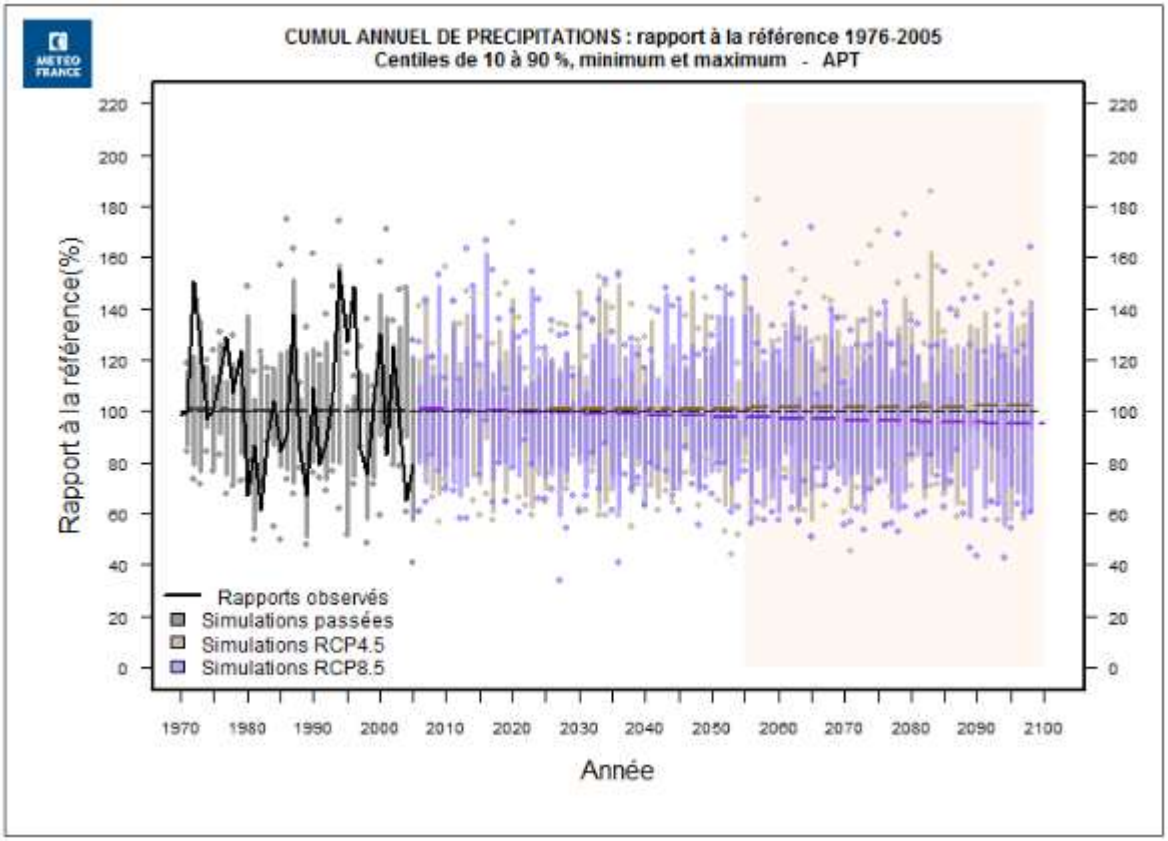
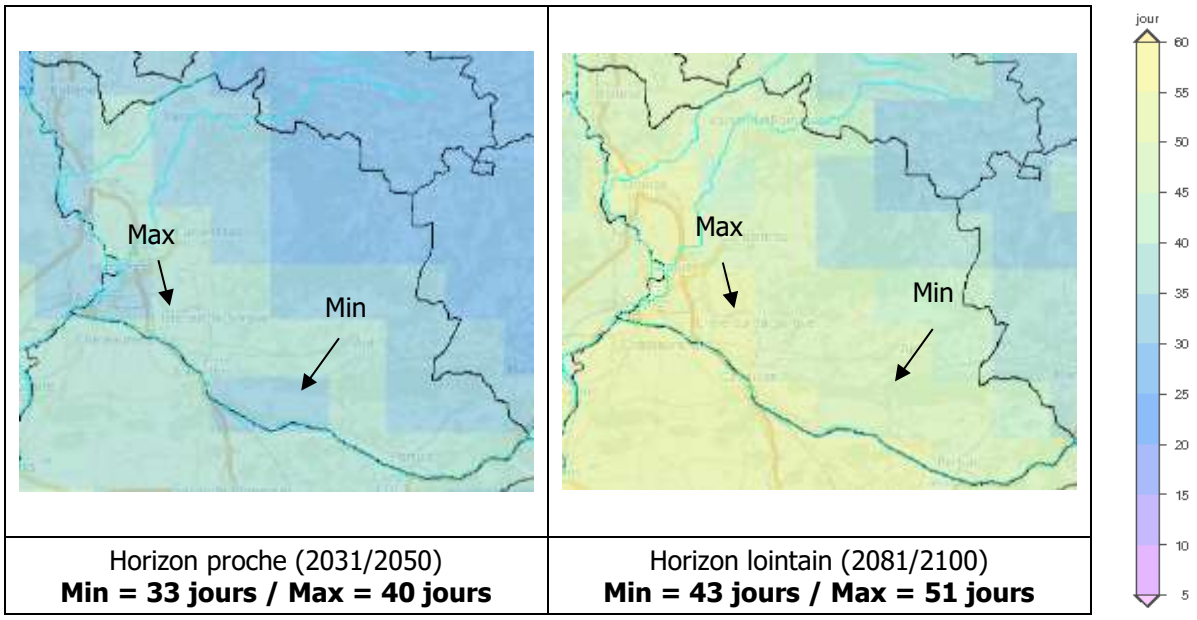


Figure 107 : Evolution du cumul annuel de précipitations selon les différents scénarii de projection à Apt (source : ORECA, Météo France[81])

4.3.4 SECHERESSE

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

[81] 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



Horizon proche (2031/2050)	Horizon lointain (2081/2100)
Min = 33 jours / Max = 40 jours	**Min = 43 jours / Max = 51 jours**

Figure 108 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS[82])

La valeur moyenne pour la période de référence 1976-2005 est de 37 à 39 jours de sécheresse consécutive. Cette valeur devrait diminuer sur les reliefs (massif du Lubéron) à court terme et très légèrement augmenter (40 jours) à l'Ouest du territoire. A long terme (horizon 2100), l'augmentation du nombre de jours de sécheresse est flagrant attenant 43 jours au minimum sur les monts du Luberon et 51 jours à l'Ouest du territoire, aux alentours de l'Isle sur la Sorgue.

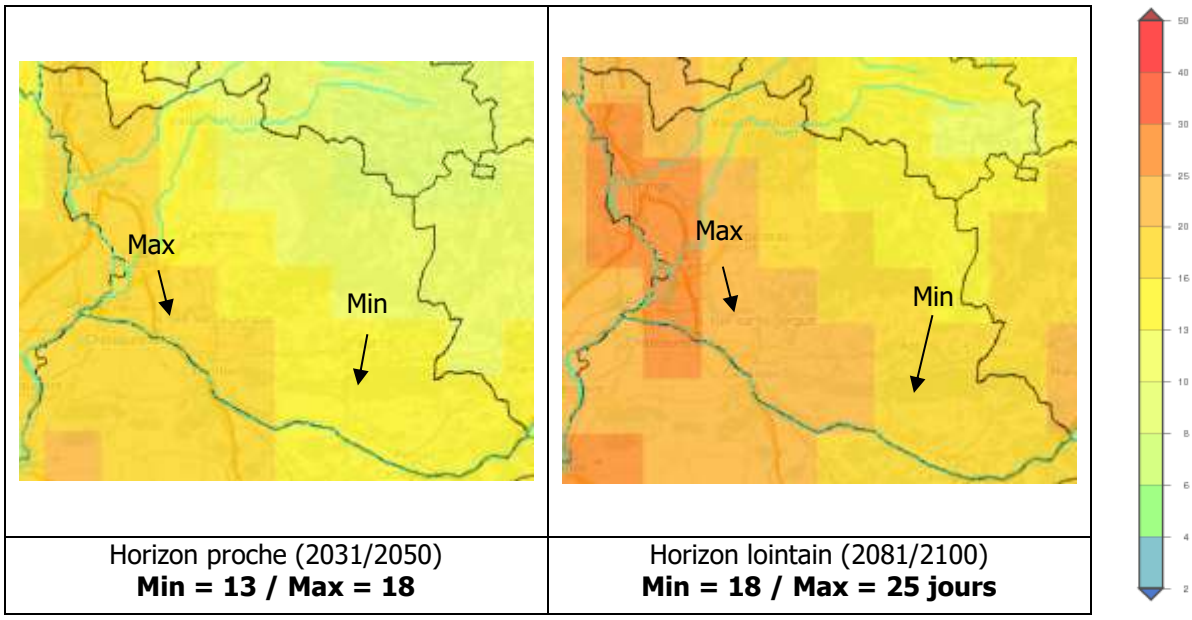
4.3.5 FEUX DE FORET

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).

A l'instar des jours de sécheresse, une forte différence est marquée entre l'Est du territoire et en particulier les monts du Luberon où L'IFM est minimal et l'Ouest aux alentours de l'Isle sur la Sorgue où il atteint son maximum.

Allant de 12 à 15 sur la période de référence 1989/2008, il devrait augmenter selon le scénario pessimiste. Il serait entre 13 et 18 à l'horizon 2050 et entre 18 et 25 à l'horizon 2100.

[82] http://www.drias-climat.fr/



Horizon proche (2031/2050) **Min = 13 / Max = 18**	Horizon lointain (2081/2100) **Min = 18 / Max = 25 jours**

Figure 109 : Projections de l'indice feu météo à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS)

4.3.6 HUMIDITE DES SOLS

4.3.6.1 *Observations*

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.

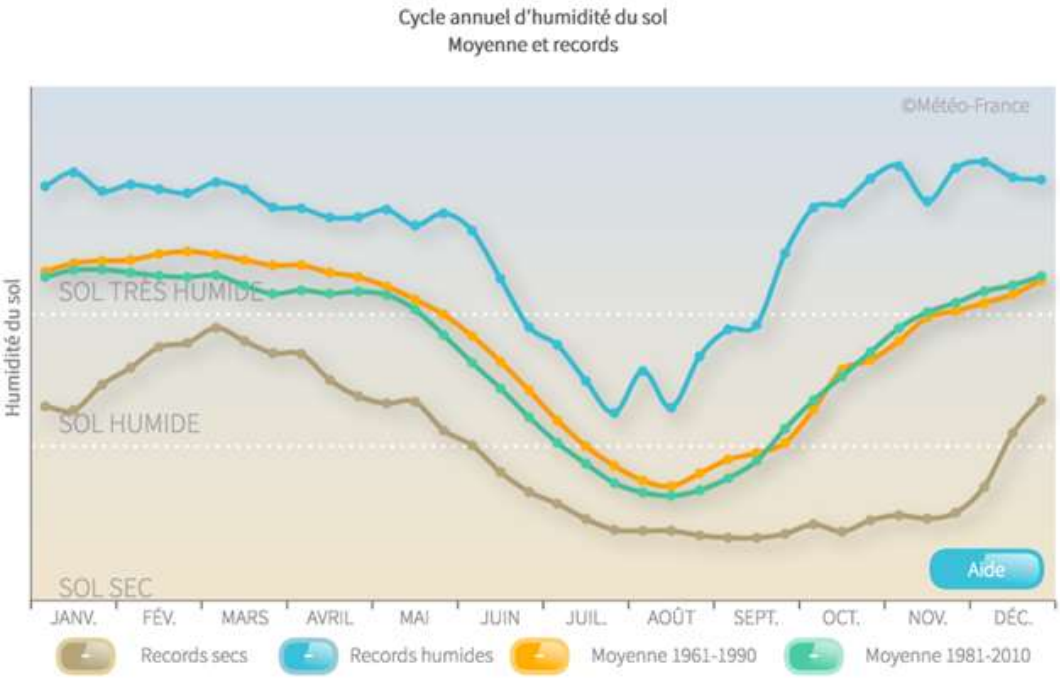


Figure 110 : Cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Meteofrance)

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

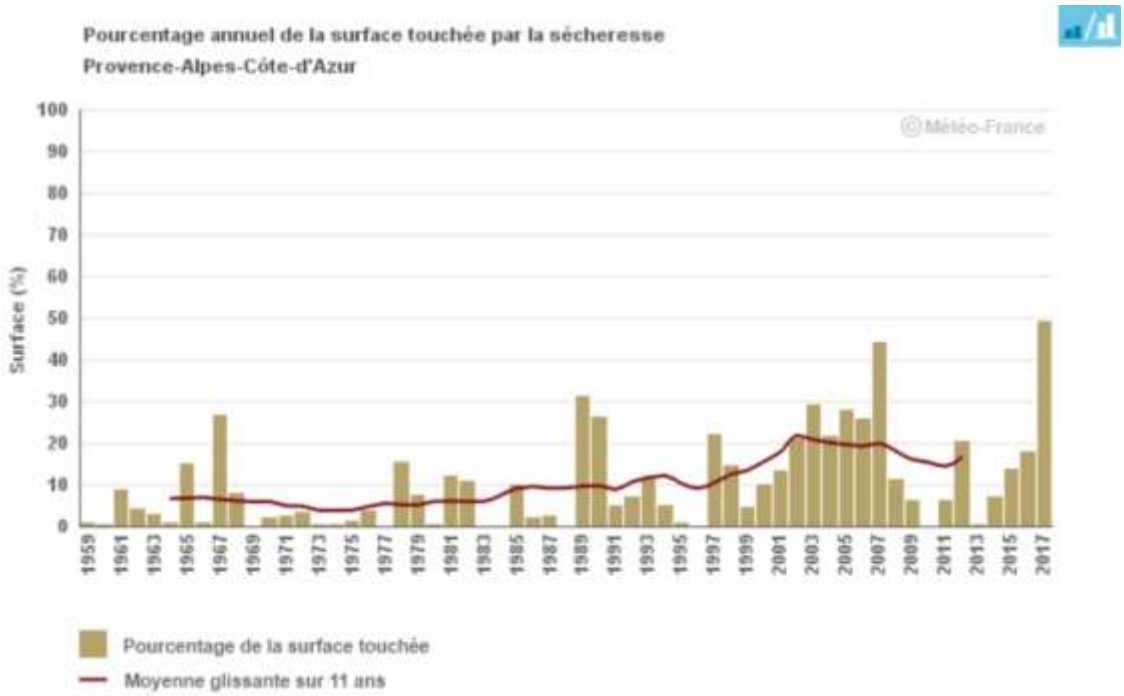


Figure 111 : Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse au niveau régional (source : MeteoFrance)

4.3.6.2 ***Projections***

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 XXIe 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.

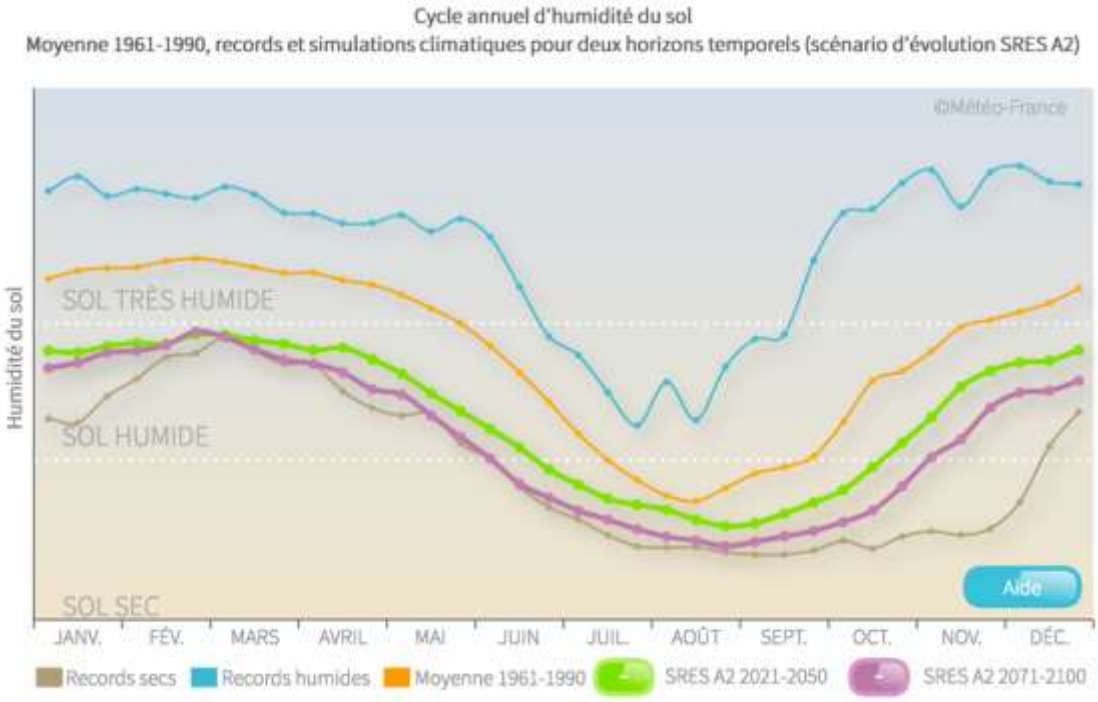


Figure 112 : Projections du cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Meteofrance)

4.3.7 SYNTHESE

Sur le territoire, les aléas climatiques retenus 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) : elle 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 jours 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 43 jours à la fin du siècle sur la zone des monts du Luberon et allant de 39 à 51 jours aux alentours de L'Isle-sur-la-Sorgue,
- **Augmentation de l'Indice de Feux Météo,**
- **Fort asséchement des sols.**

4.4 EAU

4.4.1 COURS D'EAU

Le territoire possède un réseau hydrographique dense intégré dans le grand bassin versant du Rhône, et qui relève du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée. Sur le territoire du SCoT, ce grand bassin est divisé en quatre bassins versants : Durance, Coulon-Calavon, Sorgues et Aigue Brun. Ce réseau est complété par des canaux d'irrigation aménagés.

4.4.1.1 *La Durance*

Longeant le territoire sur toute sa façade Sud-Ouest, elle marque la frontière avec le département des Bouches-du-Rhône.
D'une longueur de 300 km, elle prend sa source dans les Hautes-Alpes et se jette dans le Rhône au niveau d'Avignon. C'est l'un des cours d'eau les plus aménagés de France, il alimente 25 centrales hydro-électrique. Le débit moyen y est de 180 m3/s. C'est également la principale ressource en eau du territoire.

La gestion de la rivière est assurée par le syndicat mixte d'aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD), qui regroupe 78 communes riveraines. Ce dernier a élaboré, avec la Région PACA, le contrat de rivière du Val de Durance pour la période 2008-2014.

4.4.1.2 *Le Calavon-Coulon*

Le Calavon dont le nom change en Coulon après les Beaumettes est long de 86,9km entre sa source sur la commune de Banon à 800m et sa confluence avec la Durance sur la commune de Caumont-sur-Durance à 57,5m soit 742,5m plus bas. Il traverse le centre du territoire d'Est en Ouest. Cours d'eau typiquement méditerranéen, il alterne entre périodes sèches et crues. Son module mesuré à Oppède, est de 1,17 m3/s. Encore une fois, cours d'eau méditerranéen donc irrégulier, ces valeurs ne sont que des moyennes. Cependant son débit varie entre 2,23 m3/s en décembre et 80L/s en août. Le Calavon peut avoir un débit d'étiage inférieur à 1L/s.

Syndicat Intercommunal de Rivière du Calavon – Coulon gère ce cours d'eau. Il fait l'objet d'un SAGE[83] porté par le PNR du Luberon.

4.4.1.3 *La Sorgue*

La Sorgue prend sa source sur le territoire à l'exsurgence de Fontaine-de-Vaucluse (la plus importante de France métropolitaine). Elle est alimentée tout au long de l'année par de l'eau fraîche de très bonne qualité. Elle forme un réseau de plusieurs cours d'eau en amont de l'Isle sur la Sorgue formant ainsi un bassin de 1 200 km² appelé bassin des sorgues qui se jette dans l'Ouvèze à Bédarrides. D'une longueur de 35 km, son débit moyen est de 18,1 m3/s.

La gestion du réseau est assurée par le Syndicat mixte du bassin des Sorgues, qui couvre un total de 18 communes. Il a travaillé à l'élaboration du second contrat de rivière 2010-2015.

4.4.1.4 *L'Aigue Brun*

L'Aigue Brun prend sa source à une hauteur de 700 mètres sur la commune d'Auribeau dans le massif du Grand Luberon. Il traverse les communes de Lourmarin et de Puyvert pour se jeter dans la Durance à Lauris. Son débit est plutôt faible et son intérêt est principalement paysager et écologique.

L'organisme gestionnaire est le SMAVD.

[83] Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

4.4.2 QUALITE DES EAUX

4.4.2.1 *Qualité des eaux superficielles*

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.

Libellé de la masse d eau	Libellé sous bassin	Etat ou Potentiel écologique	Etat chimique
L'Aigue Brun	Aigue brun	Moyen	Bon
La Durance du vallon de la Campane à l'amont de Mallemort	Basse Durance	Moyen	Bon
La Durance de l'aval de Mallemort au Coulon	Basse Durance	Moyen	Bon
Le Coulon de Apt à la confluence avec la Durance et l'Imergue	Calavon	Médiocre	Mauvais
ruisseau le réal	Calavon	Bon	Bon
ruisseau la sénancole	Calavon	Moyen	Bon
La Sorgue amont	La Sorgue	Bon	Bon
Sorgue de Velleron, du Partage des Eaux à la confluence avec l'Ouvèze	La Sorgue	Moyen	Bon
Grande Sorgue et Sorgue d'Entraigues, du Partage des eaux à la confluence avec la Sorgue de Velleron	La Sorgue	Moyen	Bon
Canal de Vaucluse	La Sorgue	Bon	Bon

Figure 113: Etat des eaux de surface du territoire (source : SDAGE 2016-2021)

Le Réal (affluent du Calavon), la Sorgue à sa source et, le canal de Vaucluse sont en bon état écologique et chimique.

L'Aigue Brun, la Sénancole (affluent du Calavon) et les cours d'eau du bassin des Sorgues (Sorgue du Velleron, Grande Sorgue et Sorgue d'Entraigues) sont dans un état écologique moyen et dans un bon état chimique.

Le Calavon est dans un état particulièrement préoccupant notamment en raison des pollutions agro-alimentaires issues d'Apt[84], son état écologique et médiocre et son état chimique est mauvais.

Un suivi plus détaillé est disponible sur le Coulon (à Cavaillon et Oppède) ainsi que sur la Sorgue (à l'Isle sur la Sorgue et Fontaine de Vaucluse) :

[84] https://www.gesteau.fr/sage/calavon-coulon

Année	COULON A CAVAILLON 2		COULON A OPPEDE		SORGUE A ISLE-SUR-LA-SORGUE		SORGUE DES CAPUCINS A FONTAINE-DE-VAUCLUSE	
	Etat écologique	*Etat chimique*	*Etat écologique*	*Etat chimique*	*Etat écologique*	*Etat chimique*	*Etat écologique*	*Etat chimique*
2018	Bon		Médiocre	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
2017	Bon	Mauvais	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
2016	Bon	Mauvais	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
2015	Bon	Mauvais	Moyen	Bon	Moyen	Bon	Bon	Bon
2014	Bon	Mauvais	Médiocre	Bon	Moyen	Bon	Bon	Bon
2013	Moyen	Mauvais	Médiocre	Mauvais	Bon	Bon	Bon	Bon
2012	Moyen	Bon	Médiocre	Mauvais	Bon	Bon	Bon	Bon
2011	Moyen	Bon	Mauvais	Mauvais	Bon	Bon	Bon	Bon
2010	Moyen	Bon	Mauvais	Mauvais	Bon	Mauvais	Bon	Mauvais
2009	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Bon	Mauvais	Bon	Mauvais
2008	Moyen	Mauvais	Moyen	Mauvais	Bon	Mauvais	Bon	Mauvais

Figure 114 : Suivi de l'état chimique et écologique des stations RCS du territoire (source : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse)

4.4.2.2 ***Qualité des eaux souterraines***

Les masses d'eaux souterraines montrent en revanche un bon état qualitatif et quantitatif excepté sur la nappe des Molasses miocènes du Comtat située à l'Ouest de Châteauneuf-de-Gadagne. Etat important car les captages en eau potable de la communauté de commune se font sur ces nappes souterraines.

Libellé de la masse d'eau	**Etat chimique**	**Etat quantitatif**
Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans BV Basse Durance	Bon	Bon
Alluvions basse Durance	Bon	Bon
Calcaires crétacés de la montagne du Lubéron	Bon	Bon
Calcaires urgoniens du plateau de Vaucluse et de la Montagne de Lure	Bon	Bon
Alluvions des plaines du Comtat (Sorgues)	Bon	Bon
Marno-calcaires et grès Collines Côte du Rhône rive gauche et de la bordure du bassin du Comtat	Bon	Bon
Molasses miocènes du Comtat	Médiocre	Médiocre

Figure 115: Etat des eaux souterraines sur le territoire (source : SDAGE 2016-2020)

Trois stations RCS pour les eaux souterraines sont présentes sur le territoire :

- Fontaine-de-Vaucluse,
- Puits Le Grenouillet à Cavaillon,
- Puits du Cheval Blanc – Les Iscles à Cheval Blanc.

Les deux premières citées confirment le bon état chimique des nappes souterraines. En revanche, les mesures effectuées à Cheval Blanc montrent un mauvais état chimique dû à une substance déclassante, le benzo(a)pyrène. (Voir tableau ci-dessous)

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

BE	Bon état
MED	État médiocre
IND	Etat indéterminé : données insuffisantes pour déterminer un état chimique
	Absence ou insuffisance de données

Figure 116 : Etat des eaux du puits du Cheval-Blanc – Les Icles à Cheval-Blanc (source : Agence de l'eau RMC)

4.4.2.3 *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 ne comporte aucun plan d'eau de baignade dont la qualité est suivie.

4.4.3 ASSAINISSEMENT

30 stations d'épuration sont installées sur le territoire dont la plus grosse est située sur la commune de L'Isle-sur-la-Sorgue avec une capacité de 40 000 EH.

En 2017, la capacité nominale d'assainissement collectif atteint 109 985 EH[85] pour une charge maximale entrante de 62 331 EH soit un taux de charge de 57%. Ce taux est bien moins élevé qu'en 2016, 95%[86]. Cet écart est particulièrement flagrant à Cavaillon où la charge maximale entrante est quasiment trois fois moins élevée en 2017 qu'en 2016. Cette station en forte surcharge en 2016 (160%) ne l'est plus en 2017. Elle nécessite cependant une mise en conformité en équipement et en performance.

Deux autres stations nécessitent une mise en conformité :

- Puget, qui n'existait pas en 2016,
- Les Beaumettes, conforme en équipement, elle ne l'est pas en performance en 2017.

Deux stations sont en surcharge en 2017 :

- Cheval-Blanc Ville : 128%,
- Robion : 129 %.

Toutes les communes sont reliées à l'assainissement collectif.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des trente stations d'épuration du territoire.

[85] Equivalent Habitant
[86] SCoT – Tome 2 : Etat initial de l'environnement

Station d'épuration	Capacité nominale (EH)	Charge maximale entrante en 2017 (EH)	Capacité résiduelle (EH)	Taux de charge maximale 2017	Conformité qualité rejets
CABRIERES D'AVIGNON – GORDES Les Imberts	1 600	1 237	363	77%	Oui
CAVAILLON	22 500	13 372	9 128	59%	Non
CAVAILLON Vignères	650	132	518	20%	Oui
CHATEAUNEUF DE GADAGNE	3 600	2 702	898	75%	Oui
CHEVAL BLANC Camping les Rives du Luberon	490	0	490	0%	Oui
CHEVAL BLANC Logis Neuf	80	0	80	0%	Oui
CHEVAL BLANC Ville	2 700	3 452	-752	128%	Oui
FONTAINE DE VAUCLUSE	1 800	737	1 063	41%	Oui
GORDES Village	4 000	2 622	1 378	66%	Oui
L'ISLE SUR LA SORGUE Domaine de Mousquety	700	0	700	0%	Oui
L'ISLE SUR LA SORGUE Petit Palais	320	92	228	29%	Oui
L'ISLE SUR LA SORGUE Villevieille	40 000	17 748	22 252	44%	Oui
LAGNES	1 500	680	820	45%	Oui
LAURIS	4 500	3 072	1 428	68%	Oui
LAURIS Roquefraîche	450	0	450	0%	Oui
LE THOR	8 000	5 264	2 736	66%	Oui
LES BEAUMETTES Les Moulins	350	176	174	50%	Oui
LES BEAUMETTES Village	250	176	74	70%	Non
LES TAILLADES	1 400	745	655	53%	Oui
LOURMARIN	3 000	1 428	1 572	48%	Oui
MAUBEC	3 200	1 750	1 450	55%	Oui
MAUBEC Camping municipal	225	0	225	0%	Oui
MERINDOL	1 800	849	951	47%	Non
OPPEDE	1 200	545	655	45%	Oui
PUGET	120	0	120	0%	Non
PUYVERT	600	253	347	42%	Oui
ROBION	3 800	4 886	-1 086	129%	Oui
SAUMANE DE VAUCLUSE	270	58	212	21%	Oui
SAUMANE DE VAUCLUSE Les Jonquiers	80	0	80	0%	Oui
VAUGINES	800	335	465	42%	Oui
Total	**109 800**	**104 580**	**5 220**	**95%**	

Figure 117 : Caractéristiques des stations d'épuration du territoire (source : http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/)

4.4.4 RISQUE INONDATION

Le territoire est fortement exposé aux risques d'inondations. Selon Géorisques, toutes les communes y sont soumises.

D'après l'état initial de l'environnement du SCoT, 32% de la surface du territoire se trouve en zones inondables ce qui représente plus de 150 km². En ce qui concernent les zones urbanisées, 45% se trouvent en zones inondables. Ce taux monte même à plus de 80% sur les communes de Cheval-Blanc (84%) et Cavaillon (87%). La cartographie en page suivante illustre les différentes zones inondables.

Environ 8% de la surface du territoire est non constructible au titre du PPRI de la Durance et du PPRI du Calavon-Coulon. 7% des espaces urbanisés est non constructible.

Par ailleurs, 12 communes se trouve dans le TRI[87] d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse vallée de la Durance : Cavaillon, Cheval-Blanc, Lauris, Maubec, Mérindol, Puget, Puyvert, Robion, Taillades, Châteauneuf-de-Gadagne, l'Isle sur la Sorgue et Le Thor.

Ce TRI a été défini par le PGRI[88] Rhône-Méditerranée, initié en 2013 par la DREAL Rhône-Méditerranée il a été arrêté en 2015 et porte sur la période 2016-2021. Les cinq grands objectifs de ce document et leur déclinaison au TRI sont les suivants (extrait de l'EIE du SCoT) :

- GO1 : Mieux prendre en compte le risque dans l'aménagement et maîtriser le coût des dommages liés à l'inondation :
  - *Déclinaison TRI : Réduire la vulnérabilité aux risques d'inondation*
- GO2 : Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques :
  - *Déclinaison TRI : Gérer les ouvrages hydrauliques et les digues*
- GO3 : Améliorer la résilience des territoires exposés :
  - *Déclinaison TRI : Surveiller, alerter et gérer la crise*
- GO4 : Organiser les acteurs et les compétences :
  - *Déclinaison TRI : pas de déclinaison*
- GO5 : Développer la connaissance sur les phénomènes et les risques d'inondation :
  - *Déclinaison TRI : Amélioration et partage de la connaissance sur le risque d'inondation*

Enfin, 2 PPRI[89] ont été mis en place sur le territoire du SCoT :

- PPRI de la Durance approuvé en 2014 par 4 communes : Lauris, Mérindol, Puget et Puyvert et en 2016 par Cavaillon et Cheval-Blanc,
- PPRI Calavon-Coulon en cours d'élaboration, il concerne 12 Cabrières-d'Avignon, Les Beaumettes, Gordes, Oppède, Robion, Maubec, les Taillades, Cavaillon, l'Isle sur la Sorgue, le Thor, Châteauneuf-de-Gadagne et Lagnes.

L'annexe 4 recense les évènements passés et classés en risques naturels.

[87] Territoire à Risques Importants d'inondation, http://observatoire-regional-risques-paca.fr/sites/default/files/information/TRI_Avignon_Fiche.pdf
[88] Plan de Gestion des Risques d'Inondation
[89] Plan de Prévention des Risques d'Inondations

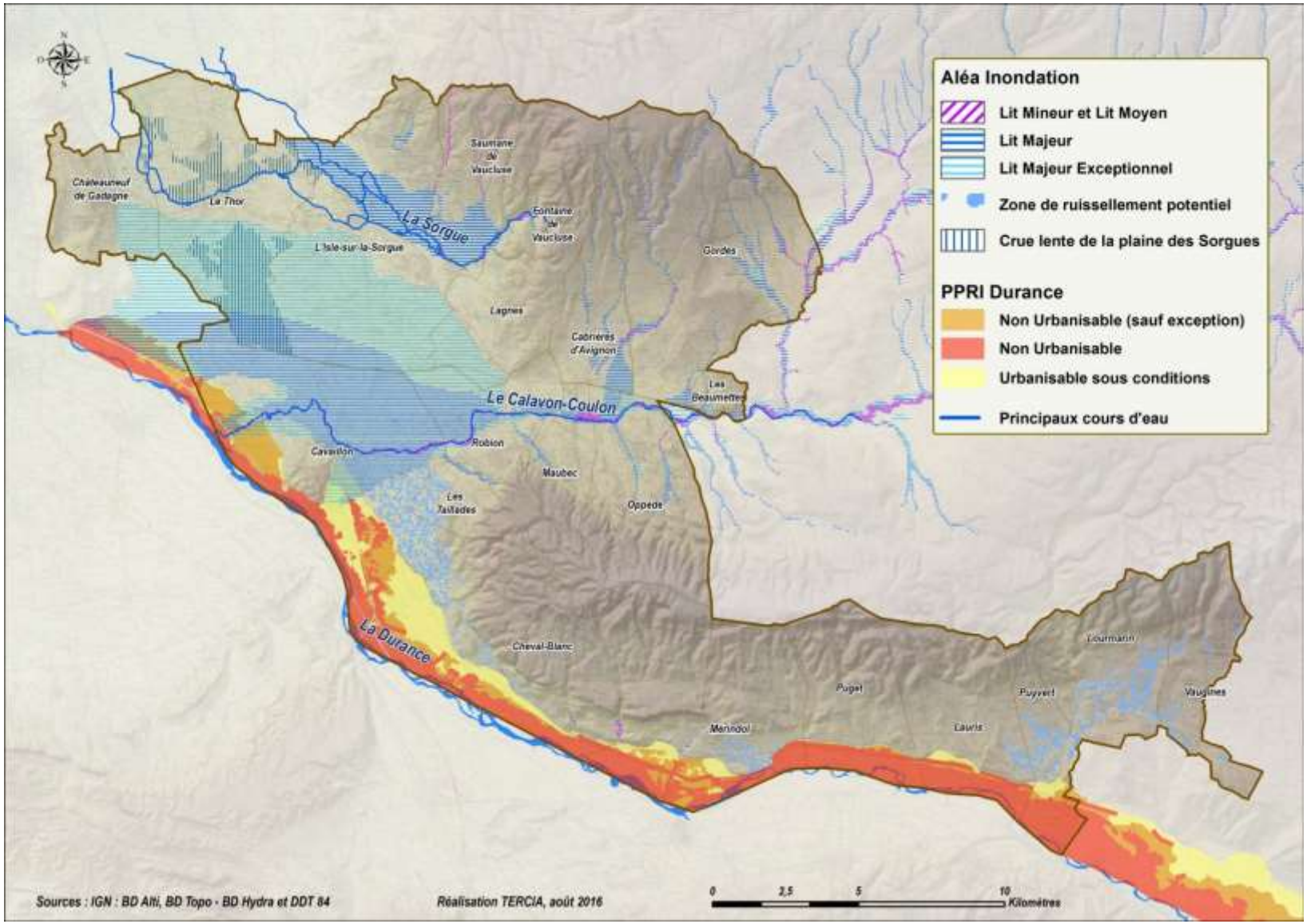


Figure 118 : Cartographie des risques d'inondations (source : EIE SCoT du bassin de vie de Cavaillon, Coustellet, l'Isle-sur-la-Sorgue)

4.4.5 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.				
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.				
Augmentation de la température moyenne annuelle	Diminution des besoins énergétiques des stations d'épuration (augmentation de la cinétique de réaction)				
Augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation de la fermentation dans les réseaux d'assainissement, et des nuisances olfactives associées, et de la corrosion				
Augmentation probable nb et gravité des phénomènes extrêmes	Débordements de cours d'eau, inondations. Augmentation des crues non objectivé, mais dégats des inondations plus élevés avec l'urbanisation				

Légende :

Positif (positive)	Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)

4.4.6 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.

Le Calavon-Coulon dispose d'un SAGE (approuvé en 2015) et d'un contrat de rivière sur son bassin versant. Le SAGE est organisé autour de 7 enjeux :

- Ressource en eau (enjeu prioritaire) : mettre en place une gestion partagée de la ressource pour satisfaire les différents usages et les milieux, en anticipant l'avenir,
- Qualité des eaux : poursuivre l'amélioration de la qualité pour atteindre le bon état des eaux, des milieux aquatiques et satisfaire les usages,
- Crues et gestion physique des cours d'eau : limiter et mieux gérer le risque inondation et ses conséquences sur le bassin versant dans le respect du fonctionnement naturel des cours d'eau,
- Milieux naturels paysages et patrimoine : préserver et restaurer l'état écologique et fonctionnel des milieux aquatiques, tout en tenant compte des enjeux locaux, faire connaître et mettre en valeur les patrimoines naturels et culturels liés à l'eau,
- Gouvernance et communication,
- Assurer l'animation, la mise en œuvre et le suivi pérennes du SAGE,
- Développer une culture commune de la rivière et des milieux.

Sur la base des enjeux validés et après concertation avec les différents acteurs du territoire, la CLE a retenu une stratégie globale à l'échelle du bassin versant avec 17 objectifs généraux, déclinés en sous objectifs plus opérationnels qui traduisent les moyens que le SAGE préconise pour mettre en œuvre une gestion équilibrée de la ressource en eau et des milieux aquatiques, intégrant les usages et le développement socio-économique du territoire. A chaque objectif sont associées une ou plusieurs dispositions. Le SAGE comporte au total 101 dispositions. » (SIRCC)

Le contrat de rivière Calavon – Coulon a pour objectifs de :

- Répondre aux objectifs du SDAGE Rhône-Méditerranée et de son programme de mesures,
- Répondre à certaines problématiques locales mises en évidence lors de la phase d'élaboration du contrat de rivière,

- Le programme d'actions du contrat de rivière Calavon-Coulon vise à satisfaire 6 enjeux pour le territoire, structurés en volets et sous-volets :
    - ✓ Volet A : Poursuivre l'amélioration de la qualité pour atteindre le bon état des eaux et des milieux et satisfaire les usages ;
    - ✓ Volet B :
        - Volet B1 : Préserver et restaurer l'état écologique et fonctionnel des milieux aquatiques, tout en tenant compte des usages locaux,
        - Volet B2 : Limiter et mieux gérer les risques d'inondations et ses conséquences sur le bassin versant, dans le respect du fonctionnement naturel des cours d'eau,
        - Volet B3 : Mettre en place une gestion partagée de la ressource pour satisfaire les différents usages et les milieux, en anticipant l'avenir.
    - ✓ Volet C :
        - Volet C1 : Assurer l'animation, la mise en œuvre et le suivi pérennes du SAGE et du Contrat de rivière Calavon-Coulon,
        - Volet C2 : Développer une culture commune de la rivière et des milieux (SIRCC).

Trois contrats rivières sont recensés sur le territoire :

- **Le contrat de rivière des Sorgues** qui a pour objectif :
    - ✓ L'amélioration de la qualité de l'eau,
    - ✓ L'amélioration de la gestion du risque d'inondation,
    - ✓ La conciliation des usages avec la préservation du milieu,
    - ✓ L'amélioration de la connaissance et de la gestion de la ressource.
- **Le contrat de rivière du Calavon – Coulon** dont les objectifs sont les suivants :
    - ✓ Poursuivre l'amélioration de la qualité pour atteindre le bon état des eaux et des milieux et satisfaire les usages,
    - ✓ Préserver et restaurer l'état écologique et fonctionnel des milieux aquatiques, tout en tenant compte des usages locaux,
    - ✓ Limiter et mieux gérer le risque d'inondation et ses conséquences sur le bassin versant, dans le respect du fonctionnement naturel des cours d'eau,
    - ✓ Mettre en place une gestion partagée de la ressource pour satisfaire les différents usages et les milieux, en anticipant l'avenir,
    - ✓ Développer une culture commune de la rivière et les milieux.
- **Le contrat de rivière du Val de Durance** avec comme objectifs :
    - ✓ Assurer la sécurité du dispositif de protection contre les inondations en cohérence avec l'occupation de la plaine,
    - ✓ Accroître la qualité et la diversité des milieux naturels alluviaux et aquatiques,
    - ✓ Protéger la ressource en eau de la nappe alluviale,
    - ✓ Harmoniser le développement des usages de la rivière dans le respect des contraintes de sécurité vis-à-vis du fonctionnement des aménagements hydroélectriques,
    - ✓ Restaurer et promouvoir le patrimoine lié à l'eau,
    - ✓ Assurer une cohérence entre le fonctionnement prévisible de la Durance, les usages de la plaine, les objectifs de gestion de l'espace alluvial et les enjeux de protection,
    - ✓ Engager la réflexion sur la gestion de l'eau de la Durance.

4.4.7 SYNTHESE

Territoire provençal, méditerranéen, l'enjeu de l'eau est capital. La pression sur la ressource est très forte et, est appelée à se renforcer avec le changement climatique.
De nombreuses actions sont entreprises via les différents documents de gestion de l'eau (SDAGE, SAGE, Contrats de rivières) pour partager et préserver la ressource, restaurer des milieux tampons et

les continuités écologiques, de même que pour limiter les affluences de polluants dans les rivières et milieux naturels.
Les risques d'inondations sont très présents en raison des crues possibles du Calavon et de la Durance

4.5 MILIEUX NATURELS ET BIODIVERSITE

4.5.1 ENTITES PAYSAGERES

Le périmètre du SCoT présente une géographie variée combinant la plaine agricole urbanisée, maillée par un réseau dense d'infrastructures routières ou d'irrigations et de reliefs structurants qui composent les fonds de panorama.

Les reliefs cadrent avec force le territoire du SCoT et lui donnent une cohérence géographique :

- Le plateau de Vaucluse au Nord-Est ;
- Le massif du Luberon au Sud-Est ;
- Le massif des Alpilles au Sud-Ouest ;
- Le plissement de Châteauneuf-de-Gadagne à l'Ouest.

Les vallées des Sorgues, du Coulon et de la Durance occupent le cœur de cet espace dans lequel se combinent, voire se concurrencent, espaces cultivés et urbanisation.

Le massif du petit Luberon isole les communes du sud du territoire (Mérindol, Puget, Lauris, Puyvert, Lourmarin, Vaugines) des espaces situés au nord du massif. Elles entretiennent des liens privilégiés avec trois pôles : ceux noués avec Cavaillon et Salon-de-Provence dominent, pour celles situées à l'ouest mais laissent progressivement la place à des échanges avec Pertuis, et pour celles situées plus à l'est.

Les Communes de Fontaine de Vaucluse, Saumane-de-Vaucluse, Lagnes, Cabrières d'Avignon et Gordes appartiennent à l'entité paysagère des Monts de Vaucluse. La commune des Beaumettes est située au pied du plateau, à l'interface avec la plaine.

Cette morphologie générale conditionne l'occupation du sol et les perceptions sur les différentes entités paysagères du territoire.

L'Atlas des paysages de Vaucluse 2017[90] permet d'identifier six entités paysagères sur le territoire. Elles sont résumées et décrites dans le tableau ci-dessous.

[90] http://paysages.vaucluse.fr/

Entité paysagère	Description Atlas Paysages 2017	Caractéristiques	Sous entité paysagère	Communes concernées
La Plaine Comtadine	*"Au cœur du département s'étend ce paysage bocager de huerta méditéranéenne, modèle des livres de géographie. La trame des haies brise-vent et des canaux d'irrigation structure et compartimente la plaine. Ce territoire est très habité. L'éclatement urbain concurrence aujourd'hui l'agriculture spécialisée"*	- Ancien marécage - Forte présence d'eau - Majorité de la production agricole départementale - Paysage récent - Fortement venté (Mistral)	Pays des Sorgues	Cavaillon Châteauneuf-de-Gadagne L'Isle-sur-la-Sorgue Le Thor
Les Monts de Vaucluse	*"Dans la continuité du Ventoux ce moutonnement boisé a une forte présence dans la région. Il constitue un fond de scène sombre pour de nombreux points de vue. Espace "tampon" entre le bassin d'Apt et le plateau de Sault, il est parcouru par des petites routes inscrites dans les nombreuses fractures de ce massif calcaire"*	- Plateau calcaire - Fortement boisé - Peu d'eau - Faible densité de population - Habitat isolé	Aucune	Cabrières-d'Avignon Gordes Lagnes Saumane-de-Vaucluse Fontaine-de-Vaucluse
Pays du Calavon	*"Le bassin du Calavon (ou Coulon) est une région densément habitée, aux nombreux villages perchés. Les versants du Luberon et des Monts de Vaucluse constituent des limites visuelles très fortes qui donnent son unité à cet espace. Toutefois le relief, la géologie et l'occupation des sols offrent une variété au sein même du bassin, et conduisent à distinguer trois sous-unités"*	- Cœur urbain important (Apt) - Bassin bien irrigué - Villages perché remarquables - Forte activité fruiticole	-La Plaine du Coulon à l'Ouest (correspondant aux communes du territoire du SCoT CCI) - Les Collines du Pays d'Apt au centre - Le Haut Calavon à l'extrême Est	Beaumettes Cabrières-d'Avignon Gordes Maubec Oppède Robion
Luberon intérieur	*"Le Luberon offre à voir de très loin ses versants mais il garde caché des paysages intérieurs que l'on découvre uniquement si l'on pénètre dans le massif. Ces paysages de montagne, isolés, sont marqués par la présence de la pierre et des voisements. Seuls quelques sites sont habité ou mis en valeur par l'homme"*	- Réserve de biosphère - Faiblement puplé - Habitats isolés - Fort boisement - Un seul cours d'eau, l'Aiguebrun	Aucune	Cheval-Blanc Lauris Lourmarin Mérindol Oppède Puget Vaugines
Pays d'Aigues	*"Une ligne de collines et une zone plus montagneuse à l'est, séparant la Durance et le Luberon, délimitentun petit bassin valloné, à l'agriculture diversifiée. Ce pays des ancien Vaudois, historiquement rattaché au diocèse d'Aix, constitue l'avant pays sud du Luberon"*	- Accueuille les sources des principaux cours d'eau du Luberon (Marderic, Eze, Aiguebrun) - Riche patrimoine bâti - Collines et versants boisés - Forte résence de la vigne et des vergers	La moyenne montagne de Mirabeau à l'extrème est	Lauris Lourmarin Mérindol Oppède Puget Vaugines
Vallée de la Durance	*"La Durance présente un large lit, aux nombreux chenaux et iscles couverts de taillis, de galets et de graviers, bordé d'une ripisylve souvent épaisse. Ces traits confèrent une unité à la vallée, malgré des tronçons très différents. Dans le Vaucluse, satraversée est pricipalement marquée par la présence du Luberon et des villages perchés qui bordent les collines du pays d'Aigues."*	- Un cours d'eau majeur et de nombreux affluents - Vallée irriguée - Axe commercial frequenté - Couloir de passage (LGV, A7, réseaux électriques aériens)	- Plaine de la Durance, proche de la confluence avec le Rhône (Cavaillon, Taillades) - Durance du Luberon, le long du massif du Luberon (Cheval-Blanc, Mérindol, Puget, Lauris, Puyvert) - Durance de Haute Provence, à l'extrême est du département	Cavaillon Cheval-Blanc Lauris Mérindol Puget Puyvert Taillades

Figure 119 : Caractéristiques des entités paysagères du territoire (source : Atlas des paysages de Vaucluse 2017)

4.5.2 MILIEUX NATURELS PROTEGES

Le territoire du SCoT est particulièrement concerné par les milieux naturels sensibles et protégés. La cartographie suivante (issue de l'EIE du SCoT) recense les divers espaces protégés sur le territoire.

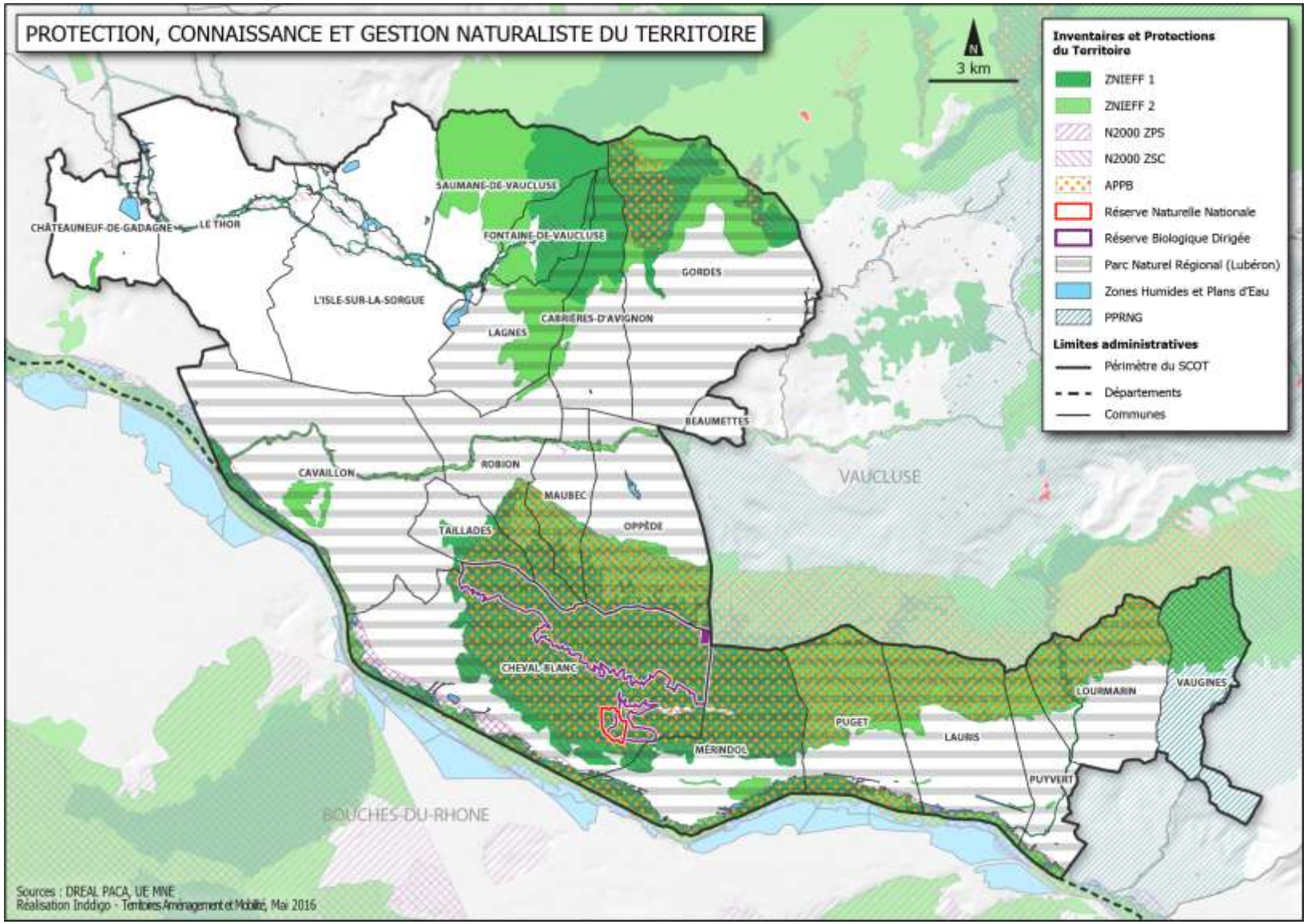


Figure 120 : Espaces naturels protégés sur le territoire (source : EIE du SCoT).

4.5.2.1 *Le Parc Naturel Régional du Luberon*

D'une superficie totale de 184 801,5 ha, le parc naturel régional (PNR) du Luberon comprend toutes les communes de la CALMV. La CCPSMV ne fait pas partie du Parc. Ce PNR s'étend au-delà des frontières du territoire et englobe au total 77 communes entre Alpes de Haute-Provence et du Vaucluse. Il a été 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 : réaliser des actions expérimentales ou exemplaires et participer à des programmes de recherche et d'innovation.

Sur le territoire, il concerne donc 15 communes : Cabrières-d'Avignon, Cavaillon, Cheval-Blanc, Lagnes, Maubec, Mérindol, Oppède, Robion, Les Taillades, Gordes, Beaumettes, Puget, Lauris, Puyvert, et Lourmarin.

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 règlementation 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 comprenant le territoire du Parc naturel régional du Luberon ainsi que les communes des cantons de Banon et Saint-Etienne-les Orgues (versant sud de la Montagne de Lure), représentées par leurs intercommunalités, plus le lit de la Durance en rive gauche, espace géré par le Syndicat mixte d'aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD).

4.5.2.3 *Le Géoparc du Luberon*

Descriptif issu du site du PNR 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. »

4.5.2.4 *Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique*

Les ZNIEFF sont des zones de plus ou moins grande taille, désignant des espaces sensibles. Elles n'ont pas de portée règlementaire 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 importantes, comportant généralement une ou plusieurs ZNIEFF de type 1, désignant des espaces naturels riches, ayant pour fonction de préservation plus générale.

Le territoire comporte 11 ZNIEFF de type 1 et 10 ZNIEFF de type 2. Le tableau suivant les recense :

Type 1	Code MNHN	Nom	Superficie (hectares)	Communes concernées
Type 1	930012363	Crêtes du petit Luberon	1 112	Cheval Blanc, Maubec, Mérindol, Oppède, Puget, Robion, Taillades
	930012365	Versants occidentaux du petit Luberon	5 554	Cavaillon, Cheval-Blanc, Maubec, Mérindol, Oppède, Puget, Robion, Taillades
	930012366	L' Aigue Brun	618	Lauris, Lourmarin, Puyvert
	930012368	Crêtes du grand Luberon	338	Vaugines
	930012395	La basse durance, de la roque hauturière au barrage de mallemort	530	Lauris, Mérindol, Puget
	930012397	La basse durance, des iscles du temple aux iscles du loup	460	Cavaillon
	930020308	Les Sorgues	409	Châteauneuf-de-Gadagne, L'Isle-sur-la-Sorgue, Lagnes, Saumane-de-Vaucluse, Le Thor, Fontaine-de-Vaucluse
	930020336	Combes occidentales des Monts de Vaucluse, de Valescure à la Grande Combe	1 621	Cabrières-d'Avignon, Gordes, Lagnes, Saumane-de-Vaucluse, Fontaine-de-Vaucluse
	930020337	Combes méridionales des Monts de Vaucluse, de la Sénancole au Grand Marignon	2 729	Cabrières-d'Avignon, Gordes
	930020453	La basse durance, des iscles des grands campas aux iscles de la font du pin	194	Cheval-Blanc
	930020480	La basse durance des iscles de cheval-blanc	177	Cheval-Blanc
Type2	930012356	Terrasses de Caumont-sur-Durance	143	Châteauneuf-de-Gadagne
	930012360	Colline Saint-Jacques de Cavaillon	139	Cavaillon
	930012362	Petit Luberon	12 960	Cavaillon, Cheval-Blanc, Lauris, Lourmarin, Maubec, Mérindol, Oppède, Puget, Puyvert, Robion, Taillades
	930012375	Monts de Vaucluse	38 493	Cabrières-d'Avignon, Gordes, L'Isle-sur-la-Sorgue, Lagnes, Robion, Saumane-de-Vaucluse, Fontaine-de-Vaucluse
	930020317	Terrasses duranciennes	72	Lauris, Mérindol, Puget, Puyvert
	930020325	Terrasses de Mérindol	24	Mérindol
	930020332	Le Calavon	533	Beaumettes, Cavaillon, Maubec, Oppède, Robion
	930020340	Plaines de Murs et de Lioux	1 129	Gordes
	930020483	Grand Luberon	10 851	Lourmarin, Vaugines
	930020485	La basse durance	5 594	Cavaillon, Cheval-Blanc, Lauris, Mérindol, Puget, Puyvert

Figure 121 : ZNIEFF de type 1 et 2 sur le territoire (source : DREAL PACA[91])

4.5.2.5 *Le réseau Natura 2000*

Les 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 la faune ou de la flore sensibles ou rares. Il y a une fonction règlementaire, 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 sept zones Natura 2000 dont 5 ZSC et 2 ZPS :

[91] BATRAME BAse Territoriale Régionale AMénagement Environnement, https://www.batrame-paca.fr/

Type 1	Code MNHN	Nom	Superficie (hectares)	Communes concernées
ZSC	FR9301578	LA SORGUE ET L'AUZON	2 555	Châteauneuf-de-Gadagne, Fontaine-de-Vaucluse, L'Isle-sur-la-Sorgue, Lagnes, Saumane-de-Vaucluse, Le Thor
	FR9301582	ROCHERS ET COMBES DES MONTS DE VAUCLUSE	1 734	Gordes
	FR9301585	MASSIF DU LUBERON	21 319	Cavaillon, Cheval-Blanc, Lauris, Lourmarin, Maubec, Mérindol, Oppède, Puget, Puyvert, Robion, Taillades, Vaugines
	FR9301587	LE CALAVON ET L'ENCREME	966	Beaumettes, Cavaillon, Maubec, Oppède, Robion
	FR9301589	LA DURANCE	15 920	Cavaillon, Cheval-Blanc, Lauris, Mérindol, Puget, Puyvert
ZPS	FR9310075	Massif du Petit Luberon	17 013	Châteauneuf-de-Gadagne
	FR9312003	La Durance	19 966	Cavaillon

Figure 122 : Zones Natura 2000 sur le territoire (source : DREAL PACA[92])

4.5.2.6 *Autres zones protégées*

Terrain du Conservatoire d'Espaces Naturels PACA (CEN PACA) :
Le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA) est une association à but non lucratif, reconnue d'intérêt général, qui a pour mission la préservation du patrimoine naturel de la région PACA. 4 terrains sont recensés sur le territoire :

- Calavon, milieux d'écosystèmes aquatiques (20,5 hectares) à Cabrières-d'Avignon,
- Crousière, milieux variés (3,8 hectares) à Fontaine de Vaucluse,
- Haut vallon de la sénancole, milieu de pelouses sèches (48 hectares) à Gordes,
- Vallon de valescure, milieux rupestres ou rocheux (424 hectares) à Fontaine de Vaucluse.

Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope :
Le territoire comporte trois zones soumises à un arrêté de protection de biotope :

- Lit de la Durance, lieu-dit le Font du Pin. D'une superficie de 229 hectares sur les communes de Mérindol et Cheval-Blanc,
- Lit de la Durance, lieu-dit Restegat. D'une superficie de 346 hectares sur les communes de Mérindol et Puget,
- Grands rapaces du Lubéron. D'une superficie de 16 927 hectares sur les communes de Cheval-Blanc, Lauris, Lourmarin, Maubec, Mérindol, Oppède, Puget, Puyvert, Robion et Taillades.

Réserve naturelle géologique nationale :
Le territoire comporte une réserve naturelle géologique nationale, le Luberon, et son aire de protection. Elle ne concerne que la commune de Vaugines.

Le territoire ne comporte pas de site Ramsar, ni de forêts de protection.

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.

[92] BATRAME BAse Territoriale Régionale AMénagement Environnement, https://www.batrame-paca.fr/

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.				
Diminution des précipitations en été, Baisse de l'évapotransporation, augmentation de la température moyenne annuelle	Diminution ou disparition de zones humides, altération de leur rôle dans le cycle de l'eau.				
Diminution des précipitations en été, Baisse de l'évapotransporation, 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.				
Diminution des précipitations en été, Baisse de l'évapotransporation, 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.				
Augmentation des vagues de chaleur	Risque accru de mortalité piscicole, modification de la composition des espèces.				
Augmentation de la température moyenne annuelle	Extension des prairies sèches, ou reboisement par des espèces adaptées aux conditions sèches.				

Légende :

Positif (Positive)	Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)

4.5.4 SYNTHESE

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

- La disparition ou la diminution et l'altération des zones humides, qui jouent un rôle majeur dans le cycle de l'eau,
- Le développement d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE),
- Un facteur d'aggravation de cette menace du changement climatique est la pratique d'une agriculture intensive, faisant peser de lourdes menaces sur des milieux se fragilisant de plus en plus. Dans un contexte de limitation des ressources et de l'augmentation de la température, l'adaptation des pratiques agricoles est essentielle.

4.6 AGRICULTURE ET FORETS

4.6.1 PROFIL AGRICOLE ET FORESTIER

4.6.1.1 *Agriculture*

Les données de surfaces agricoles sont difficilement exploitables en raison d'un grand nombre de champs couverts par le secret statistique à la maille communale. Ainsi, nous présenterons les données issues de la base de données Corine Land Cover, issue d'observations satellites, qui restent relativement grossières et ne préjugent pas de l'utilisation des terres à proprement parler.

Surfaces en ha	CCPSMV	CALMV	Total	Part
cultures	4965	9336	14301	31%
prairies	338	607	946	2%
vergers	2240	3202	5442	12%
vignes	598	3675	4273	9%
TOTAL	8141	16820	24961	54%

Figure 123 : Surfaces agricoles, données Corine Land Cover, 2012

CALMV
La surface agricole représente 16 800 ha, soit près de 50% du territoire de la communauté d'agglomération Luberon Monts de Vaucluse. La vigne est très présente et couvre plus de 20% des surfaces cultivées (secteur AOC Côtes du Luberon), ainsi que les vergers (19% des surfaces agricoles). Les grandes cultures couvrent la majeure partie de la surface agricole (56%), l'élevage (et donc les prairies) reste marginal tandis que le maraîchage est présent sur 173 ha.

CCPSMV
Sur le territoire de la communauté de communes du Pays des Sorgues et des Monts du Vaucluse, la surface agricole représente 8 140 ha soit 67% du territoire.
Les grandes cultures dominent, même si les vergers sont très représentés (28 % des surfaces agricoles). Présentes principalement en plaine mais aussi sur les coteaux, les principales productions sont les pommes, les poires, les cerises, les pêches / abricots et les prunes. La vigne (7%) est également présente, ainsi qu'une forte production maraîchère (435 ha).

4.6.1.2 *Forêt*

Surfaces en ha	CCPSMV	CALMV	Total	Part
feuillus	935	7819	8754	19%
mixtes	305	5509	5815	13%
coniferes	1040	1828	2868	6%
peupleraies	6	3	9	0%
TOTAL	2286	15159	17446	38%

Figure 124 : Surfaces forestières, données Corine Land Cover, 2012

CALMV
Le couvert forestier est important avec plus de 15 000 ha de forêt, soit 44% du territoire. Les feuillus sont particulièrement présents, notamment dans le massif forestier sur les contreforts du plateau de Vaucluse autour de la commune de Gordes. Sur la Montagne du Luberon, on trouve d'importantes chênaies et forêts mixtes à dominantes de feuillus sur les hauteurs, laissant la place à des pinèdes en bas de versant et sur Cavaillon. A noter également, la présence d'une ripisylve de feuillus le long de la Durance.

CCPSMV
Le couvert forestier occupe 2 300 ha soit 19% du territoire. On note la présence d'un massif forestier conséquent sur les communes de Saumane de Vaucluse et Fontaine de Vaucluse, dominé par le chêne

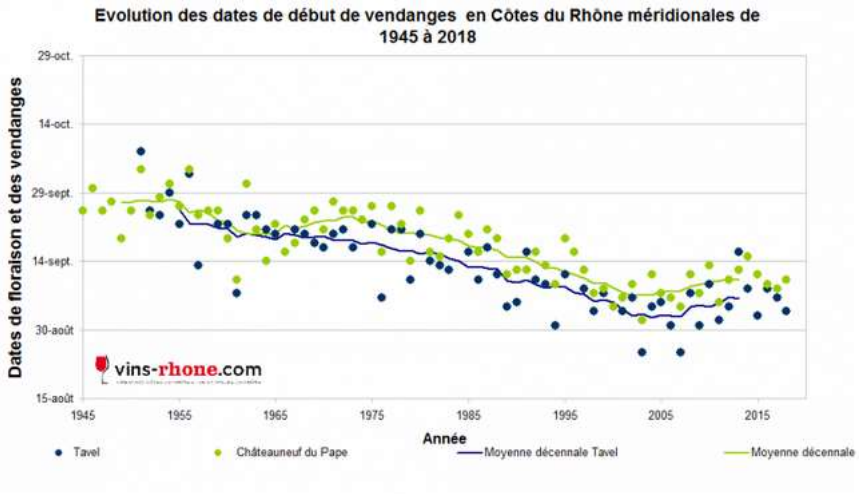
sempervirent et, le pin d'Alep ainsi que de nombreux espaces de landes et friches. La Commune de Saumane de Vaucluse dispose de plus de 400 ha de forêt communale, seule forêt publique du territoire.
Les espaces valléens sont parsemés de rares bosquets de feuillus.

4.6.2 MATRICE DES IMPACTS

Le climat méditerranéen est une chance pour l'agriculture. Ses températures clémentes et son ensoleillement, mais aussi la richesse des sols et les apports en eau (souvent au prix d'aménagement), favorisent le développement de cultures diversifiées, comme les arbres fruitiers, les vignes, le maraîchage ou encore les céréales, mais ses excès (sécheresse, pluies diluviennes, vent violent, gel, grêle...) sont autant de risques et de menaces qui pèsent sur le secteur agricole qui est de fait vulnérable. Les agriculteurs ont appris à maîtriser les techniques culturales les plus adaptées aux conditions climatiques régionales et locales, mais le changement climatique implique une adaptation qui passe par une évolution rapide des pratiques[93].

4.6.2.1 *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 règlementation. 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

Figure 125 : Evolution des dates de début de vendages en Côtes du Rhône méridionales entre 1945 et 2018 (source : ONERC[94])

[93] Novembre 2016, GREC SUD, ***« Les effets du changement climatique sur l'agriculture et la forêt en Provence-Alpes-Côte d'Azur »***, 40 p.
http://www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2018/09/GREC_PACA_Cahier_Agriculture_Foret_ref.pdf
[94] https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-agriculture-et-foret

Différents leviers d'adaptation sont envisagés par les organismes techniques et de recherche[95] :

- Choix du matériel végétal,
- Conduite des cultures (fertilisation, entretien du sol, irrigation, taille, ombrage, date de récolte, …),
- Evolution des techniques de vinification ou des profils de vin,
- Déplacement des aires de production.

Une attention particulière sera portée à la réduction des besoins en irrigation et à la conduite d'expérimentations techniques de terrain, seules à même de prendre en compte la diversité des situations rencontrées pour préconiser des solutions locales adaptées[96].

Tous les secteurs viticoles n'ont pas accès à l'eau et l'irrigation agricole risque dans certaines zones d'entrer en concurrence avec les besoins en eaux domestiques. Dans ces secteurs, à titre d'exemple, l'idée d'une couverture du sol dans un objectif de réduction de l'évaporation et d'entretien du sol minimaliste est étudiée en zone viticole méditerranéenne[97].

4.6.2.2 *Impacts sur les grandes 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 céréales à paille d'hiver,
- Apparition et développement de nouvelles maladies sur les cultures, notamment une remontée de la rhynosporiose pour l'orge, le triticale et les graminées).

4.6.2.3 *Impacts sur l'arboriculture*

Durant la décennie 2000, l'arboriculture fruitière française et plus particulièrement la régularité de sa production a été touchée par des cumuls inédits de conditions climatiques défavorables (gel, températures élevées, pluviométrie excessive) aux cours des phases déterminantes du cycle annuel des arbres (de la floraison à la fructification). Ainsi, en régions méridionales des pertes de production très importantes ont été provoquées par de telles conditions climatiques, notamment en 2007 pour le cerisier et en 2008 pour l'abricotier[98].

- 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.

---

[95] 2013, OLLAT N. et TOUZARD J-M, ***« Adaptation à long terme au changement climatique pour la viticulture et l'œnologie : un programme de recherche sur les vignobles français »***, 4 p.
https://www.vignevin-occitanie.com/wp-content/uploads/2018/11/changement-climatique-projet-laccave-Ollat.pdf

[96] 2012, BOUTIN F. et PAYAN J.C., ***« Viticulture et changement climatique : adaptation de la conduite du vignoble méditerranéen »***, Innovations agronomiques 23, p. 193-203.
https://www6.inra.fr/ciag/content/download/3826/36242/file/Vol25-14-Boutin.pdf

[97] GRAB et chambre d'agriculture de Vaucluse, ***« Economie d'eau et limitation d'utilisation des désherbants, mise en place d'un mulch de bois raméal fragmenté »***, 22p.
http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2010/07/Fiche4Viti_2008_Economie-eau1.pdf

[98] 2009, LEGAVE J.M., ***« Comment faire face aux changements climatiques en arboriculture fruitière ? »***, Innovations agronomiques 7, p. 165-177.
https://www6.inra.fr/ciag/content/download/3600/35492/file/Vol7-13-Legave.pdf

- 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,
- Stress hydrique lié à la baisse des précipitations.

Des adaptations des itinéraires culturaux pour le pommier sont, d'ores et déjà envisagées, notamment face à la raréfaction des ressources en eau.[99]

4.6.2.4 *Impacts sur les cultures maraîchères*

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

Comme pour les autres cultures, la recherche expérimentale s'oriente vers l'élaboration d'itinéraires culturaux innovants permettant de faire face à la disponibilité réduite des ressources en eau. Il s'agit, à titre d'exemple, de l'optimisation de l'irrigation par goutte à goutte pour la culture de la tomate[100].

4.6.2.5 *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 notamment 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 évènements 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 évènements sont la diminution de la fonction protectrice de la forêt et la fragilisation de l'économie forestière.

---

[99] Décembre 2008, GRAB, ***« Adaptation des itinéraires culturaux du pommier à la raréfaction des ressources en eau »***, Fiche action, 2p.
http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2010/07/A08-PACA-17-StresHydrique1.pdf

[100] Janvier 2009, GRAB, ***« Tomate sous abri en agriculture biologique : optimisation de l'irrigation »***, 8 p.
http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2010/07/L08-PACA-07-irrigation-tomate1.pdf

4.7 TOURISME

4.7.1 PROFIL TOURISTIQUE

Le tourisme est un enjeu clé dans l'économie du territoire. Avec comme principaux atouts :

- Le patrimoine bâti des villages typiques de Provence,
- Le patrimoine naturel et le tourisme de plein air (vélo, randonnées, activités d'eau),
- La gastronomie et les vins.

Le territoire dispose également de sites culturels particulièrement attractifs notamment le château de Lourmarin et la fondation Villa Datris (à l'Isle sur la Sorgue) ainsi que des événements de culture vivante (Antiques arts and You à l'Isle sur la Sorgue).[101]

La préservation de ces atouts est donc un enjeu fort quant à la conservation et au développement économique du territoire.

4.7.2 IMPACTS

Avec les augmentations de température, il est notamment attendu :

- Une recherche de lieux rafraîchissants par les estivants,
- Une diminution, dans certains cas, des ressources en eau pour alimenter les plans d'eau support d'activités.
- Les impacts sur l'agriculture peuvent avoir des conséquences sur le tourisme gastronomique et œnologique.

Le 2 avril 2019 à Bonnieux, le Parc naturel régional du Luberon, le Commissariat à l'Aménagement, au Développement et à la Protection du massif des Alpes et la Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur ont proposé aux professionnels et institutionnels du tourisme de se rencontrer pour échanger sur tourisme et réchauffement climatique[102].

Ces rencontres sont une première étape dans la construction de la stratégie du territoire, un premier atelier pour faire émerger des pistes d'actions à l'échelle locale a été conduit[103] (voir tableau suivant).

On retiendra notamment les pistes suivantes :

- Choix des matériaux et des essences lors des aménagements des espaces publics afin de limiter les îlots de chaleur urbain (ICU),
- Diversifier l'offre des activités de pleine nature sur les quatre saisons,
- Mieux gérer les espaces extérieurs (domaine privé ou public) en privilégiant certaines variétés de plantes adaptées à la sécheresse,
- Aborder la question du risque incendie de façon plus locale,
- Avoir une meilleure gestion de l'eau consommée et des piscines.

---

[101] 2018, Vaucluse Provence Attractivité, ***« Chiffres clés 2018, Tourisme vauclusien »,*** 8 p. http://vaucluseprovence-attractivite.com/wp-content/uploads/2019/04/Chiffres-cles-2018.pdf

[102] 2 avril 2019***, « Les rencontres du tourisme durable, Quelles réponses du tourisme aux changements climatiques ».*** https://www.parcduluberon.fr/un-quotidien-a-preserver/developpement-economique/tourisme/rencontres-tourisme-durable/

[103]https://www.parcduluberon.fr/wp-content/uploads/2019/06/Atelier_2_Changements_climatiques_et_tourisme_quelles_actions.pdf

4.8 SOLS ET SOUS-SOLS

4.8.1 CARACTERISTIQUES ET OCCUPATION DES SOLS

4.8.1.1 *Paysages*

Pour une description précise des paysages, se reporter à la fiche « Milieux naturels ».

4.8.1.2 *Sous-sol et géomorphologie*

Selon la feuille géologique de Cavaillon n°967 du BRGM, les formations géologiques sont sédimentaires et s'étagent du Crétacé inférieur au milieu du Miocène. Trois unités structurales se délimitent du Nord au Sud :

- **La large ondulation anticlinale des Monts de Vaucluse et des plateaux d'Albion.** Il s'agit de la descente régulière de calcaires urgoniens et bédouliens, vêtus de molasse miocène ;
- **Le synclinal d'Apt – Forcalquier ou synclinal du Coulon**, correspond à la vallée du Coulon. Le synclinal est dissymétrique, les couches sont d'abord inclinées du Nord vers le Sud et se relèvent ensuite vers le Luberon ;
- **L'anticlinal du Lubéron**. Le petit Luberon est un anticlinal moins élevé que le grand Luberon, dont il est séparé par un ensellement et une faille de décrochement oblique.

4.8.1.3 *Ressources minérales*

D'après le Schéma Département des Carrières de Vaucluse approuvé en 1996 et révisé en 2011, le Vaucluse possède des ressources en matériaux dû à la géologie du territoire. Les activités d'extraction sont historiquement présentes sur le territoire.

Il s'agit essentiellement de calcaires, pierres de taille et alluvions sablo-graveleuse. Les exploitations de calcaires se situent sur le piémont du plateau du Vaucluse, sur le massif des Alpilles et sur le massif du Petit Luberon. La renommée pierre de taille est extraite à Oppède. Enfin, les gisements alluvionnaires sablo-graveleux sont extraits de la vallée de la Durance, sur les communes de Cavaillon et Vaugines plus précisément.

D'après la base de données des installations classées et les données du SCoT du CCIS, le territoire du Bassin de vie du CCIS compte **5 exploitations minérales en activité** et 1 installation en cours de remise en état.

COMMUNE	EXPLOITANT	NATURE MATERIAU	Q AUTO (T/an)	EXPIRATION EXPLOITATION
Cabrières-d'Avignon	Béton Granulats Sylvestres	Calcaire massif	350 000	18/08/2020
Cavaillon	Lafarge Granulats Sud	Alluvions en eau	450 000	08/04/2032
Cheval Blanc	Provence Agrégats	Alluvions en eau	160 000	20/07/2021
	Gravisud	Calcaire	60 000	31/03/2018 (*) Remise en état jusqu'au 31/03/2022
Oppède	SMECTP Carrières de Provence	Pierre de taille	90 000	12/05/2033
Vaugines	Société nouvelle Bergier Frères	Alluvions	200 000	19/07/2026

Figure 126 : Exploitations minérales au sein du territoire CCIS (Source : SCoT CCIS et Installations Classées)

4.8.2 RISQUES LIES AUX SOLS ET SOUS-SOLS

Le site Géorisques recense trois types de risques liés aux sols et sous-sols :

- Mouvements de terrains (sous divisé en 5 types) :
  - ✓ Glissements de terrain,
  - ✓ Chutes de blocs et effondrements,
  - ✓ Coulées de boues,
  - ✓ Effondrements de cavités souterraines,
  - ✓ Erosion de berges.
- Séisme,
- Retrait gonflement des argiles.

Le détail et les définitions précises de ces risques sont disponibles sur le site http://www.georisques.gouv.fr/

4.8.2.1 *Risques naturels mouvements de terrain*

La base de données mouvements de terrain (BDMVT, http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/mouvements-de-terrain#/) a recensé 47 mouvements de terrain sur le territoire répartis sur 16 communes (voir tableau ci-dessous).

Commune	Nombre de mouvements de terrain
CABRIERES-D'AVIGNON	1
CAVAILLON	2
CHEVAL-BLANC	1
FONTAINE-DE-VAUCLUSE	3
GORDES	4
LAURIS	5
L'ISLE-SUR-LA-SORGUE	6
LOURMARIN	2
MAUBEC	1
MERINDOL	8
OPPEDE	4
PUGET	1
PUYVERT	1
ROBION	5
TAILLADES	2
VAUGINES	1

Figure 127 : Mouvements de terrains recensés sur le territoire (source : BDMVT)

Selon Géorisques, toutes les communes sauf, celles de Beaumettes, Châteauneuf-de-Gadagne, Saumane-de Vaucluse et Le Thor, 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 :

Commune	Libellé	Date début	Date fin
Châteauneuf-de-Gadagne	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Oppède	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
LeThor	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992

Figure 128 : Arrêtés de catastrophe naturelle liés à des mouvements de terrain (source : Base GASPAR[104])

Un seul arrêté de catastrophe naturelle lié à un mouvement de terrain a été reconnu sur le territoire. Il date du 12/10/1992 et a été publié le 13/10/1992 au journal officiel. L'évènement relatif à des inondations, coulées de boues et mouvements de terrain a duré 2 jours du 21 au 23 Septembre 1992 et concerne 3 communes : Châteauneuf-de-Gadagne, Oppède et Le Thor.

Effondrements de cavités souterraines :
Sur le territoire, 2 communes sont soumises aux risques d'effondrement de cavités souterraines d'après Géorisques. Il s'agit de Lagnes et Mérindol. A noter que les communes nommées sont aussi concernées par des risques de mouvements de terrains miniers.

Géorisque recense 57 cavités souterraines réparties sur 9 communes, le tableau suivant les recense :

Communes	Nombre de cavités souterraines
Fontaine-de-Vaucluse	20
Gordes	12
Cheval-Blanc	8
Saumane-de-Vaucluse	7
Oppède	4
Lagnes	3
Lauris	1
Taillades	1
Le Thor	1

Figure 129 : Cavités souterraines par commune sur le territoire (source : http://www.georisques.gouv.fr/)

Selon Géorisques, toutes les communes sauf celles de Châteauneuf-de-Gadagne, Saumane-de Vaucluse et Le Thor sont concernées par le risque de mouvement de terrain.

Chutes de blocs :
Géorisques indique que toutes les communes sont concernées par ce risque.

Evènements passés :
Aucun arrêté de catastrophe naturelle n'a été publié concernant ce type d'évènement

Glissements de terrain :
Seule la commune des Beaumettes n'est pas concernées par le risque glissement de terrain.

Evènements passés :

[104] Base nationale de Gestion ASsistée des Procédures Administratives relatives aux Risques

Commune	Libellé	Date début	Date fin
Cavaillon	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Cheval-Blanc	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Gordes	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Lauris	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Lourmarin	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Mérindol	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Oppède	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Puget	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Robion	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Taillades	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984

Figure 130 : Arrêtés de catastrophe naturelle liés à des glissements de terrain (source : Base GASPAR)

L'arrêté de catastrophe naturelle du 16/10/1984, publié au Journal Officiel le 24/10/1984, porte sur des inondations, coulées de boue et glissements de terrain. Il a eu lieu le 23/08/1984 et concerne 10 communes du territoire.

Tassement différentiel :
Seule la commune de Cavaillon n'est pas concernée par le risque tassement différentiel.

Evènements passés :
Aucun arrêté de catastrophe naturelle n'a été publié concernant ce type d'évènement.

4.8.2.2 *Risque sismique*

Le territoire se trouve en zone ou le risque sismique est modéré (3) à moyen (4). 5 communes se trouvent en zone à risque moyen : Lauris, Lourmarin, Puget, Puyvert, Vaugines. Ce sont les communes se trouvant dans le massif du Luberon (voir tableau).

Communes	Risque Sismique
Beaumettes	3
Cabrières-d'Avignon	3
Cavaillon	3
Cheval-Blanc	3
Gordes	3
Lagnes	3
Lauris	4
Lourmarin	4
Maubec	3
Mérindol	3
Oppède	3
Puget	4
Puyvert	4
Robion	3
Taillades	3
Vaugines	4
Châteauneuf-de-Gadagne	3
L'Isle-sur-la-Sorgue	3
Saumane-de-Vaucluse	3
Le Thor	3
Fontaine-de-Vaucluse	3

Figure 131 : Risque sismique par commune (source : http://www.georisques.gouv.fr/)

Evènements passés :
Aucun arrêté de catastrophe naturelle n'a été publié concernant ce type d'évènement.

4.8.2.3 ***Risques naturels retraits-gonflements des argiles dues à la sécheresse***

Le risque de retraits-gonflements des argiles dues à la sécheresse est présent sur toutes les communes du territoire, avec un aléa allant de faible à fort. Cependant 3 communes ne sont pas exposées aux retrait-gonflements des sols argileux malgré une part importante de leur superficie impactée par un aléa moyen à fort. Il s'agit de Cheval-Blanc, Mérindol, et Fontaine-de-Vaucluse.

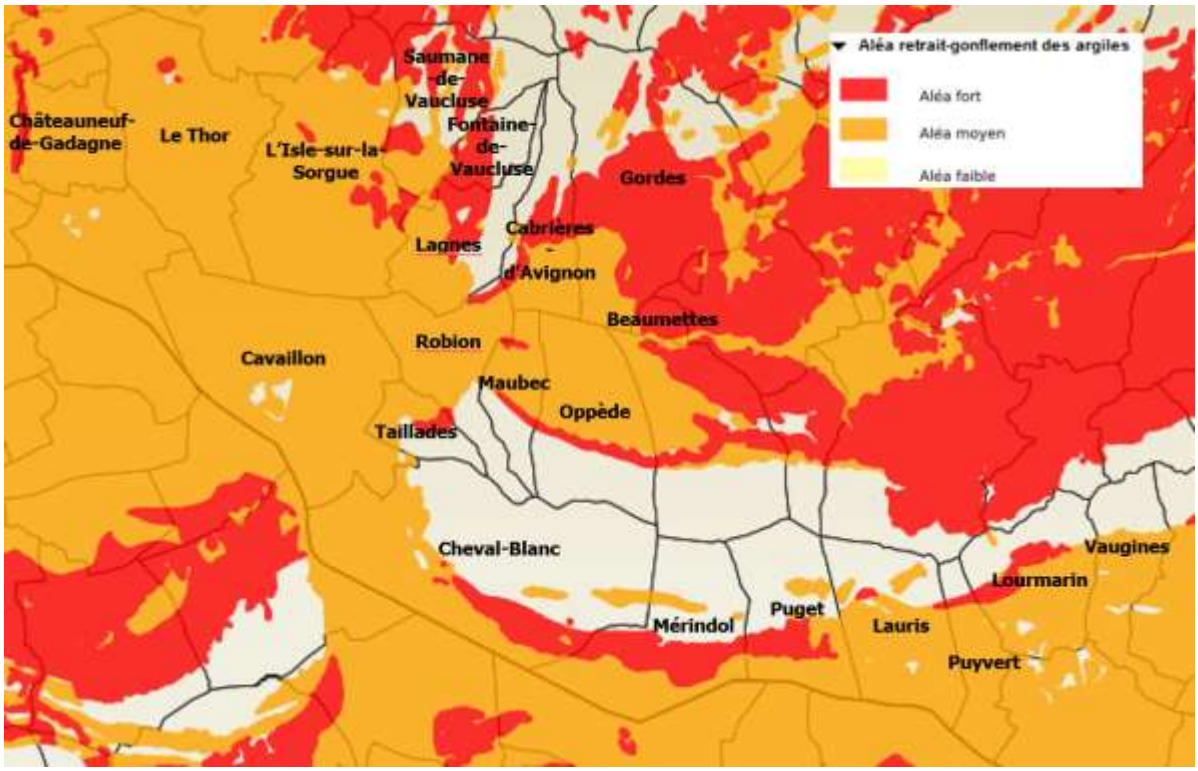


Figure 132 : Carte du risque de retrait gonflement des argiles (source : Géorisques.)

Evènements passés :
8 communes ont été concernées par un total de 16 catastrophes naturelles liées au retrait-gonflement des argiles. Les communes les plus touchées sont Mérindol, avec six arrêtés et Gordes avec quatre arrêtés. 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 fragilisés, de faibles amplitudes hydriques suffisent à provoquer la réouverture ou l'aggravation des premières fissures ».

Commune	Libellé	Date début	Date fin
Châteauneuf-de-Gadagne	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2012	31/12/2012
Gordes	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1990	30/09/1990
Gordes	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1998	31/12/1998
Gordes	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2005	31/03/2005
Gordes	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2016	30/09/2016
L'Isle-sur-la-Sorgue	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2016	31/12/2016
Lagnes	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016
Mérindol	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1991	30/06/1991
Mérindol	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1992	30/06/1993
Mérindol	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1998	30/06/1998
Mérindol	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2005	31/03/2005
Mérindol	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2008	31/03/2008
Mérindol	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016
Puget	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016
Robion	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2016	31/12/2016
LeThor	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2016	30/09/2016

Figure 133 : Arrêtés de catastrophes naturelles liés aux retraits-gonflements des sols (source : http://www.georisques.gouv.fr/)

4.8.3 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 nombres 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 :

Positif (positive)	Modéré (e)	Moyen (Moyenne)	Fort (e)

4.8.4 ACTIONS EN COURS

Au vu de la richesse géologique exceptionnelle, et des menaces dont certains sites font l'objet (notamment liées à la fréquentation touristique), le Parc Naturel Régional du Luberon a proposé la création d'une réserve naturelle géologique sur son territoire. Celle-ci est donc créée en 1987 et se compose de 28 sites géologiques du Cénozoïque (ère tertiaire) répartis sur 31 communes du Vaucluse et des Alpes-de-Haute-Provence. Sur le territoire, elle concerne un site sur la commune de Cheval-Blanc.

4.8.5 SYNTHESE

Le sol du territoire est aujourd'hui soumis au risque de retrait, gonflement des argiles sur la quasi-totalité de sa superficie. Ce risque devrait se renforcer avec le changement climatique, et a déjà impacté plusieurs communes.
L'augmentation possible de phénomènes extrêmes (fortes pluies, inondations), renforce le risque de mouvements de terrain, (glissements de terrains, chutes de blocs) risque déjà présent sur quelques communes.

Le tableau suivant résume les différents risques liés aux sols et sous-sols sur les communes du territoire :

Communes	Mouvements de terrain	Affaissements et effondrements liés aux cavités	Eboulement, chutes de pierres et de blocs	Glissement de terrain	Tassements différentiels	Miniers	Sismique	Retraits-gonflements
Beaumettes	N	N	O	N	O	N	3	O
Cabrières-d'Avignon	O	N	O	O	O	N	3	O
Cavaillon	O	N	O	O	N	N	3	O
Cheval-Blanc	O	N	O	O	O	N	3	N
Gordes	O	N	O	O	O	N	3	O
Lagnes	O	O	O	O	O	O	3	O
Lauris	O	N	O	O	O	N	4	O
Lourmarin	O	N	O	O	O	N	4	O
Maubec	O	N	O	O	O	N	3	O
Mérindol	O	N	O	O	O	N	3	N
Oppède	O	O	O	O	O	O	3	O
Puget	O	N	O	O	O	N	4	O
Puyvert	O	N	O	O	O	N	4	O
Robion	O	N	O	O	O	N	3	O
Taillades	O	N	O	O	O	N	3	O
Vaugines	O	N	O	O	O	N	4	O
Châteauneuf-de-Gadagne	N	N	N	O	O	N	3	O
L'Isle-sur-la-Sorgue	O	N	N	O	O	N	3	O
Saumane-de-Vaucluse	N	N	O	O	O	N	3	O
Le Thor	N	N	N	O	O	N	3	O
Fontaine-de-Vaucluse	O	N	O	O	O	N	3	N

Figure 134 : Synthèse des risques liés aux sols et sous-sols sur les communes du territoire (Source : http://www.georisques.gouv.fr/)

4.9 INFRASTRUCTURES

4.9.1 INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES

Figure 135 : Ligne de chemin de fer sur le territoire (source : SNCF - Atlas 2019 du réseau ferré[105])

Le territoire est traversé :

- En bordure par la Ligne à Grande Vitesse Méditerranée qui ne dessert aucune gare du territoire,
- Par la ligne Avignon-Miramas desservant les gares de Gadagne, Le Thor, l'Isle-Fontaine-de-Vaucluse et Cavaillon,

105 https://flipbook.sncf-reseau.fr/atlas-rfn#p=0&z=0

- Par la ligne de fret Cavaillon-Pertuis. Une réouverture aux voyageurs est en réflexion et a fait l'objet d'une étude d'opportunité en 2013[106].

Le territoire est traversé par une ancienne ligne de train, la ligne de Cavaillon à Saint-Maime-Dauphin. Cette ligne constituait la ligne 922 000 du réseau ferré. Elle est désaffectée entre 1941 et 1991 pour la section entre Cavaillon et Apt. Depuis 2005, son emprise est utilisée par la Véloroute du Calavon (s'est aussi une partie de l'Euro Véloroute n°8). Aucun projet de réouverture de la ligne n'est sur les rails.

4.9.2 INFRASTRUCTURES ROUTIERES

Le territoire n'est traversé par aucune autoroute mais bordé par l'A7 sur sa partie Ouest, aux abords de Châteauneuf-de-Gadagne, Cavaillon et Cheval-Blanc. Il se structure autour de 3 axes importants :

- La D900, traversant le territoire d'Est en Ouest marquant la limite administrative entre Cavaillon et l'Isle sur la Sorgue,
- La D973, partant de la D900 au niveau de Cavaillon et suivant la Durance jusqu'à Pertuis. Elle dessert toute la partie Sud du territoire.
- La D31 qui devient la D938 au niveau de Velorgues. Elle relie le Nord du territoire au niveau de l'Isle sur la Sorgue et rejoint la D973 à Cavaillon.

Un réseau de routes départementales secondaires relie entre elles les différentes communes du territoire.

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 Dehli en Inde lors de la canicule de 2015 (températures supérieures à 45°C).

Ces différents impacts engendrent un surcoût d'entretien.

4.9.3 INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION D'ENERGIE

Le territoire ne compte pas de centrale nucléaire. Néanmoins, les évolutions des conditions de production d'énergie nucléaire sont à prendre en compte (augmentation des besoins en rafraichissement), car impactant le coût de l'énergie. Infrastructures de transport et distribution d'énergie. Les lignes aériennes de transport et distribution d'électricité peuvent être impactées :

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

4.9.4 INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION, DE DISTRIBUTION ET DE 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…

[106] Etude générale d'opportunité Réouverture de la ligne Cavaillon – Pertuis – Comité de Pilotage 28 mai 2013 – Réseau Ferré de France

Pour gérer le risque inondation dû 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/m3[107] d'eau à collecter.

4.9.5 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 témpérature 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)

4.9.6 SYNTHESE

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

Globalement, ils génèreront 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.

[107] https://www.cerema.fr/system/files/documents/2017/11/sequence3_3_171010_rex-bo_jt-elements_de_couts_cle1c3a7d.pdf

4.10 SANTE DE LA POPULATION

Les impacts des changements climatiques sur la santé humaine font l'objet d'études et de prise en compte dans les politiques de santé publique. Le récent rapport du groupe régional d'experts sur le climat en Provence Alpes-Côte d'Azur[108] souligne notamment l'importance de considérer les effets sanitaires suivants :

Impacts directs du changement climatique sur la santé :

- **Episodes caniculaires et îlots de chaleurs urbains :** pathologies variées des plus bénins jusqu'à la surmortalité qui sont variables en fonction notamment de l'âge des individus,
- **Intensification des incendies :** brûlures et mortalité,
- **Pluies intenses et inondations :** mortalité,
- **Baisse des précipitations :** risque de baisse des débits d'eau en surface entrainant une diminution de la recharge des nappes phréatiques pouvant conduire à une limitation de l'accès à l'eau potable
- **Augmentation des températures :** dégradation de la qualité bactériologique et physique de la ressource en eau brute.
- **Conséquences psychosociales des catastrophes naturelles.**

Impacts indirects du changement climatique sur la santé :

- **Augmentation des maladies vectorielles**
- **Pollutions de l'air**
- **Prolifération des polluants biologiques de l'air (moisissures intérieures et extérieures)**
- **Augmentation du risque pollinique**
- **Prolifération des allergènes et acariens**

Après avoir rappelé quelques données démographiques du territoire, on détaillera ci-après certains de ces impacts et les mesures permettant de les limiter.

4.10.1 DEMOGRAPHIE

4.10.1.1 *Evolution démographique globale*

La croissance démographique du territoire est positive, avec un taux de croissance d'environ 0,82% par an entre 2010 et 2015, ce qui représente deux fois la valeur de la croissance en PACA et dans le Vaucluse. Cependant cette croissance est en baisse, elle avait atteint un maximum de 2,27% entre 1982 et 1990. La croissance démographique est légèrement plus élevée sur la CALMV (0,88%) que sur la CCPSMV (0,71%). Seulement 5 communes ont une croissance démographique négative entre 2010 et 2015 : Cabrières d'Avignon, Gordes, Lagnes, Taillades et Fontaine-de-Vaucluse.
Le taux le plus élevé se trouve à Lourmarin avec 2,73%.

Du point de vue de l'adaptation au changement climatique, l'enjeu est multiple :

- Limiter l'urbanisation nouvelle, 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,

[108] Novembre 2019, GREC SUD, ***« La santé face au changement climatique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur »***, 48 p.
http://www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2019/11/cahier_sante_GREC-SUD_112019-VF.pdf

- Faire attention à l'augmentation de la consommation en électricité avec l'augmentation de la population (notamment pour la climatisation des logements).

4.10.1.2 *Populations sensibles*

Les risques sanitaires liés au changement climatique méritent de considérer les deux facteurs de vulnérabilité sanitaires suivants :

- Démographie des populations sensibles,
- Isolement des personnes sensibles.

Le vieillissement constaté de la population[109]

On compte en 2015, 152 000 personnes âgées de 60 ans ou plus en 2015 dans le Vaucluse. La part des seniors sur le département est estimé à 27% en 2015 ce qui est supérieur à la moyenne nationale (25%) mais inférieur à la moyenne régionale (28%). Ce vieillissement s'est accéléré dans les années récentes : la part de seniors dans la population est passée de 21 % en 1999 à 24 % en 2010 puis à 27 % en 2015. Les projections de l'INSEE envisagent la présence de 192 000 séniors en Vaucluse ce qui représenterait environ un tiers de la population. 42% de ces séniors auraient 75 ans ou plus contre 36% en 2015. Le graphique suivant montre les évolutions de la population des séniors par tranche d'âge. Ces évolutions peuvent être transposées au territoire dans des proportions similaires.

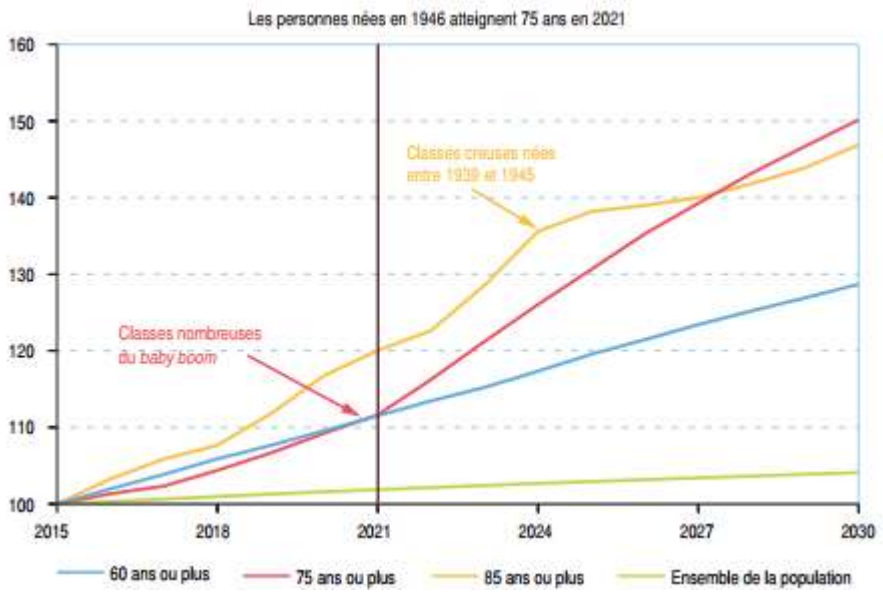


Figure 136 : Évolution de la population de Vaucluse à l'horizon 2030 (scénario central), par classe d'âges (base 100 en 2015) – source : Insee, Omphale 2017

L'isolement des personnes sensibles aux fortes chaleurs :

Le territoire intègre dans son périmètre des territoires ayant un caractère plus rural, ces derniers ont un taux de séniors plus élevé que les territoires urbains. Cela se traduit pour une partie de la population par un accès aux soins et/ou aux aides à domicile plus difficile qu'ailleurs. De plus, au niveau départemental, 3 seniors sur 10 vivent seuls. Le niveau de vie des séniors en Vaucluse est également le plus bas parmi les départements de la région. Le revenu médian des ménages séniors (plus de 60 ans) s'élève à 20 470 € contre 21 460 € au niveau national et 21 580 € au niveau régional.

[109] Octobre 2019, INSEE, ***« Vieillissement de la population, perte d'autonomie et dépendance à l'horizon 2030 en Vaucluse »***, Dossier Provence-Alpes-Côte d'Azur n)10, 28 p. https://www.insee.fr/fr/statistiques/4226522

4.10.2 CONFORT THERMIQUE ESTIVAL

L'aggravation des épisodes caniculaires, plus intenses et plus récurrents, devrait se traduire par une dégradation du confort thermique d'été :

- **Dans les logements,**
- **Dans l'espace public des zones urbanisées.**

4.10.2.1 *Logements*

La croissance globale du parc de logements sur le territoire du SCoT est nettement supérieure à celle de la population (environ 1,81% de croissance démographique sur la période 2007-2012, contre 8,6% pour le parc de logement sur la même période). Ce phénomène se retrouve sur la plupart des communes (toutes sauf Fontaine-de-Vaucluse et Vaugines où le parc de logements connait une stabilité). Cet écart s'explique en partie par la forte augmentation des résidences secondaires.

Pour mémoire, le SCoT fixe comme objectif la construction de 525 résidences principales par an.

Certaines communes enregistrent une progression beaucoup plus marquée du parc de logements par rapport à la croissance de la population (L'Isle-sur-la-Sorgue, Saumane-de-Vaucluse, Cabrières d'Avignon, Oppède, Cavaillon et Gordes). Cette situation s'explique en partie par deux phénomènes :

- Le besoin de « desserrement » de la population à proximité des pôles urbains d'Avignon, de Cavaillon et de l'Isle-sur-la-Sorgue. Il conforte également l'attractivité du territoire pour la vie à l'année,
- La dynamique de création de résidences secondaires notamment à Cavaillon (+60%), l'Isle-sur-la-Sorgue (+49.1%), Châteauneuf-de-Gadagne (+107,9%) et Saumane-de-Vaucluse (+128,7%). Beaumettes, Mérindol, Puyvert et Vaugines se distinguent puisque le nombre de résidences secondaires présentes sur ces communes diminue légèrement.

Dans ce contexte de croissance importante rapide du parc de logements, la performance énergétique et l'adaptation au changement climatique des logements, notamment dans une région soumise à des températures estivales de plus en plus élevées, est importante.

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, les projections climatiques montrent une augmentation des besoins en climatisation jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario (voir figure suivante). Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'évolution des besoins diffère selon le scénario considéré. Seul le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO2) permet une stabilisation des besoins autour de 2050. Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), les besoins augmenteraient très significativement à l'horizon 2071-2100.

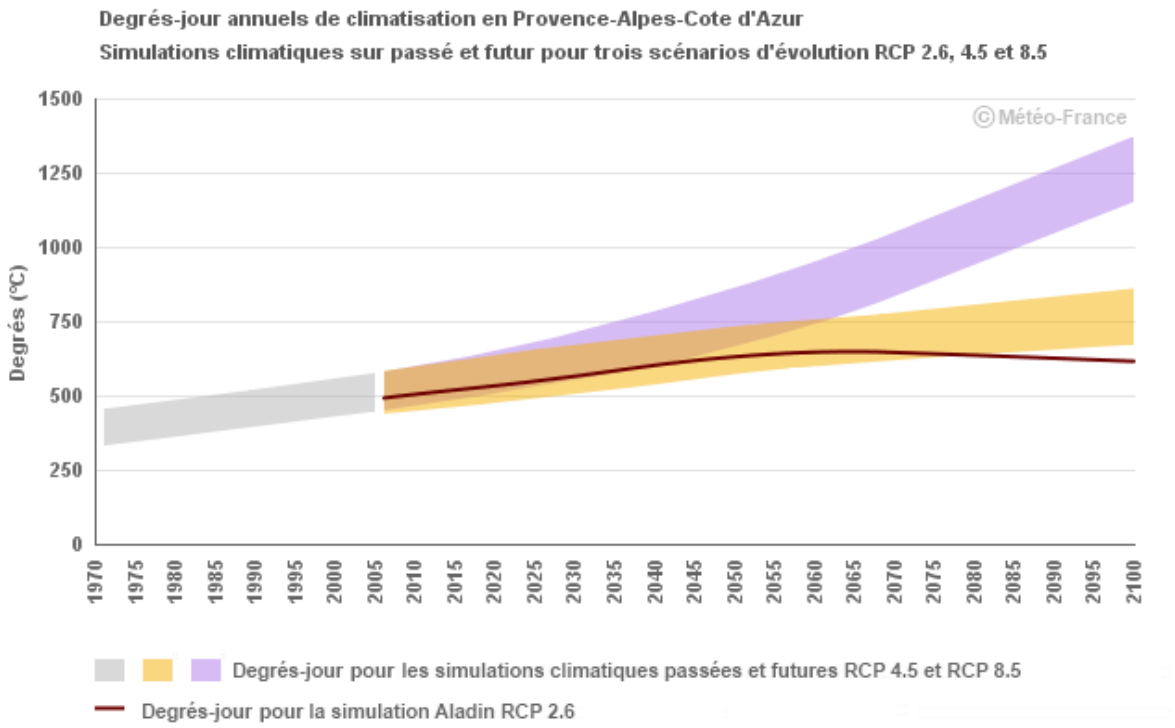


Figure 137 : Evolution attendue du besoin en climatisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur au XXIème siècle, exprimé en degrés-jour annuels de climatisation (Source : Météo-France, Climat HD[110])

4.10.2.2 *Espace public*

La qualité de vie des zones urbanisées méditerranéennes, devrait se dégrader en particulier dans les zones urbaines denses confrontées notamment à une aggravation du phénomène d'îlot de chaleur urbain[111].

L'effet îlot de chaleur urbain[112] est un phénomène très localisé dépendant de nombreux facteurs, les principaux étant : la densité urbaine, la minéralisation de l'espace (qui favorise l'accumulation de la chaleur), l'albédo des surfaces[113] et la forme urbaine. Il se traduit par une faible amplitude thermique journalière, la chaleur accumulée en journée étant restituée la nuit.

Les îlots de chaleur urbain multiplient les enjeux des risques sanitaires. Ainsi, lors de la canicule de 2003, la surmortalité a été de 40 % plus élevée dans les petites et moyennes villes, 80 % plus élevée à Lyon et 141 % à Paris[114].

La figure ci-après indique les zones urbaines considérées comme denses sur le territoire est pouvant dans une première estimation être considérées comme susceptibles de connaître ce type de phénomène. Seule une analyse dédiée permettrait de préciser les quartiers des centres-villes les plus concernés par ce phénomène.

---

[110] http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd

[111] Juin 2017, GREC SUD, ***« Climat et ville : interactions et enjeux en Provence-Alpes-Côte d'Azur »***, 44 p.
http://www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2018/11/Cahier_thematique_Climat_ville_2017_GREC_SUD.pdf

[112] http://collectivitesviables.org/articles/ilots-de-chaleur-urbains.aspx

[113] L'albédo d'une surface désigne la quantité de rayonnement solaire qu'elle réfléchit. Plus elle est forte, plus la chaleur accumulée est faible. Une surface noire présente un faible albédo.

[114] 18 décembre 2018, Actes du deuxième colloque national pour l'adaptation des territoires au changement climatique (Marseille).

Une estimation des zones potentiellement exposées au phénomène d'îlots de chaleur est donnée au travers de la carte suivante qui indique le taux d'imperméabilisation des sols sur le territoire qui met naturellement en évidence les zones les plus urbanisées.

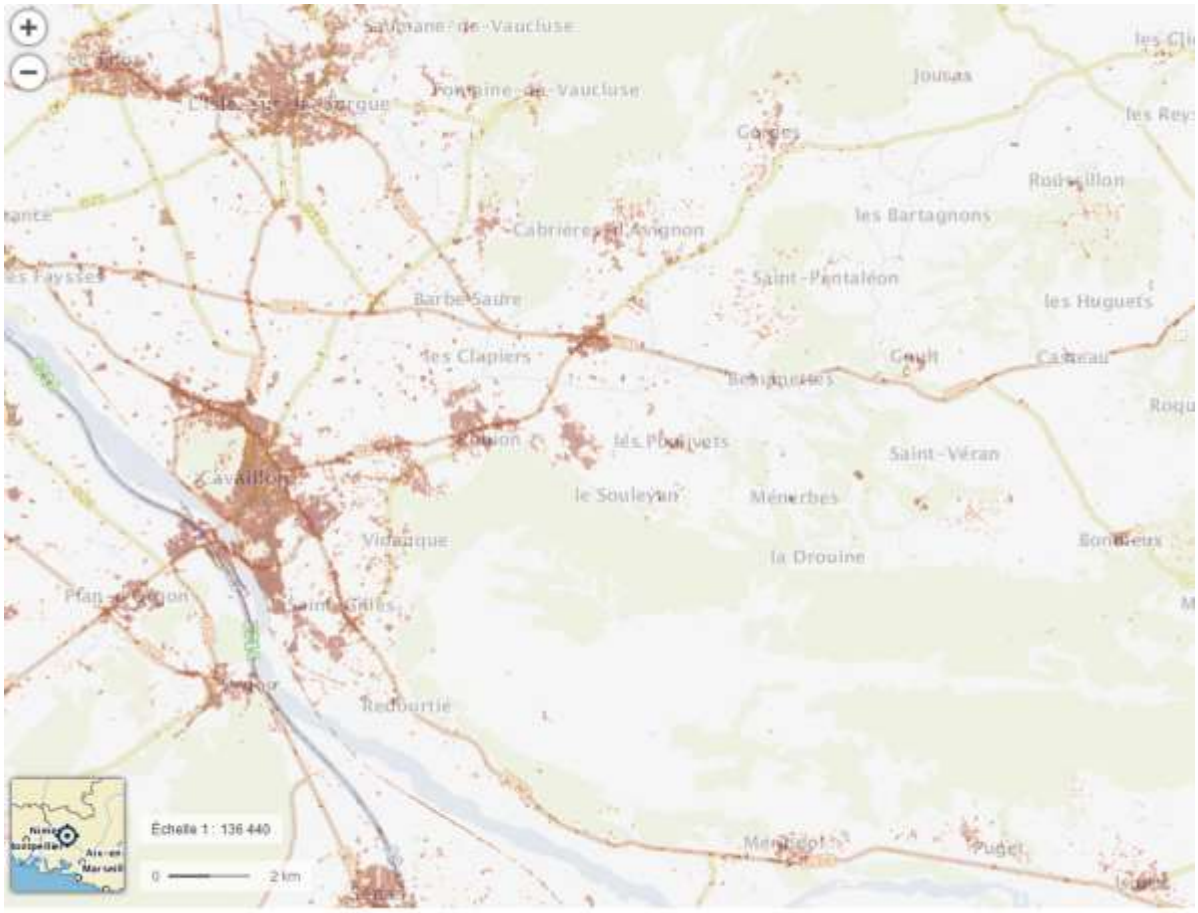


Figure 138 : Taux d'imperméabilisation des sols sur le territoire (source : Corine Land Cover 2015)

Dans ce contexte, il conviendra de :

- Maitriser la chaleur en milieu urbain qui n'a jamais fait l'objet d'une grande attention lors de l'élaboration des documents d'urbanisme : formes urbaines, matériaux, orientations, limitation par l'isolation de systèmes de climatisation qui amplifient le réchauffement, infiltrations des eaux de pluies, etc.
- Prendre en compte lors des évolutions des documents d'urbanisme l'évolution du droit pour favoriser une densification de l'habitat qui peut ramener au second plan la création d'espaces arborés qui sont, on ne peut plus importants pour l'ombrage, la limitation du ruissellement des eaux de pluies et leur infiltration, ainsi que pour améliorer la qualité de l'air en retenant les poussières et les particules fines.
- Valoriser la présence de l'eau superficielle ou souterraine dans de nombreuses communes, ou elle constitue un potentiel important et mériterait une approche spécifique.

4.10.3 RISQUE ALLERGIQUE

Le réchauffement climatique et la hausse des températures, conduisent à une recrudescence des émissions de pollens dans l'atmosphère.

Cela se traduit notamment par une modification des dates de floraisons et de pollinisations surtout pour les espèces qui pollinisent à la fin de l'hiver et au début du printemps comme le cyprès, le frêne, le bouleau… Cette pollinisation précoce est liée à la température. Par exemple de décembre 1987 à février 1988, les températures moyennes ont été supérieures aux normales saisonnières sur une grande région nord de la France, la pollinisation a été avancée de 4 à 6 semaines par rapport à la

normale pour la plupart des espèces d'arbres qui pollinisent au début de l'année. Cette évolution des températures n'a fait qu'entraîner une hausse de la quantité de pollens de Bouleau émis et donc une augmentation des allergies.

Le changement climatique a aussi une influence sur la durée de la saison pollinique en l'augmentant même si ce dernier paramètre est moins visible que le précédent. De plus, un déplacement de l'aire d'extension de certaines espèces est observable en lien avec le changement climatique. D'après les simulations, les effets du changement climatique sur les pollens vont se poursuivre et même s'amplifier dans le futur[115].

Il existe en France un réseau de surveillance des pollens dans l'air ambiant[116].

- **En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, on rencontre principalement les pollens suivants :**

Arbres		***Herbacées spontanées***	
Espèce	**Familles**	**Espèce**	**Familles**
Cyprès commun	Cupressacées	Ambroisies	Composées
Chênes	Fagacées	Graminées	Poacées
Frênes et Olivier	Oléacées	Pariétaires	Urticacées
Platanes	Platanacées		

- **Les principaux symptômes sont les suivants[117] :**

  - ✓ La rhinite allergique saisonnière : nez bouché, éternuements, nez qui coule et démangeaisons,
  - ✓ La conjonctivite allergique saisonnière : yeux rouges qui piquent, avec sensation de sable dans les yeux,
  - ✓ Crises d'asthme : les petits pollens, qui peuvent pénétrer jusque dans les bronches, pouvant provoquer des crises d'asthmes avec diminution du souffle, sifflements bronchiques, toux persistante souvent nocturne,
  - ✓ Œdèmes et urticaire sont plus rares.

Il faut tenir compte de la saison et de la météo. Ces réactions sont améliorées par la pluie et aggravées par le vent. Elles sont plus importantes à l´extérieur qu'à l'intérieur et dépendent de la sensibilité des individus.

- **Cas de l'ambroisie**

L'ambroisie étant donné sa vitesse de propagation fait l'objet d'une attention particulière. Depuis 2003, un arrêté du préfet de Vaucluse[118] prescrit la destruction de l'ambroisie compte-tenu de son caractère envahissant, allergisant et le risque qu'elle constitue pour la santé publique.

---

[115] https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-sante-et-societe

[116] Mars 2019, Réseau national de surveillance aérobiologique, ***« Surveillance des pollens et moisissures dans l'air ambiant 2018 »***, 20 p. https://atmo-france.org/wp-content/uploads/2019/03/Bilan_pollens_moisissures_2018_VF.pdf

[117] https://www.atmosud.org/article/les-pollens

[118] 31 juillet 2003, Préfet de Vaucluse, ***« Arrêté n° SI2003-07-31-DDASS prescrivant la destruction obligatoire de l'ambroisie »***, 3p. http://www.avignon.fr/fileadmin/Documents/arch_documents/Documents/Externe/Interne/Internes/arrete_pref_ambroisie.pdf

En se basant, sur les données réelles recueillies en 2017 pour la région Auvergne -Rhône Alpes, il est estimé que la région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur représenterait potentiellement 420 000 personnes allergiques qui impliquerait un coût sanitaire estimé à 26 Millions d'euros[119].

4.10.4 POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Voir sous-chapitre qualité de l'air de l'état des lieux Climat-Air-Energie.

[119] Agence régionale de santé Auvergne-Rhône-Alpes, ***« Ambroisie et si la France était autant touchée qu'Auvergne-Rhône-Alpes, quels impacts sanitaires ? »***, 3p. https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/carte_impacts-sante_ambroisie_scenario-2.pdf

4.10.5 MALADIES VECTORIELLES

L'implication des changements climatiques dans l'évolution de l'incidence des maladies infectieuses est difficile à mesurer. Cela ne réside pas uniquement dans le manque de données disponibles, mais surtout dans le fait que de nombreux facteurs épidémiologiques, écologiques et socio-économiques régissent également la dynamique de transmission. Ces déterminants sont d'importance variable en fonction du système infectieux étudié.

L'impact du climat sur la transmission a toutefois pu être démontré dans plusieurs études scientifiques. Parmi les différentes maladies infectieuses, les maladies à transmission vectorielle sont sans doute celles dont l'évolution potentielle en fonction des changements climatiques a été le mieux étudiée, notamment en Europe[120].

On estime que l'élévation des températures moyennes augmentera le risque de voir des maladies à transmission vectorielle apparaître dans de nouvelles régions avec l'élargissement de l'aire de répartition de leurs vecteurs et l'accélération de leur développement[121].

Les vecteurs considérés sont notamment :

- **Les tiques et la maladie de Lyme**

En Europe, l'espèce qui pose le plus de problèmes de santé publique est Ixodes ricinus, une tique qui mord aussi bien les êtres humains que les animaux domestiques ou sauvages. Ixodes ricinus peut transmettre en particulier la bactérie responsable de la maladie de Lyme ou borréliose de Lyme pouvant provoquer des symptômes invalidants (douleurs articulaires durables, paralysie partielle des membres…) et le virus de l'encéphalite à tique. Cette tique est cependant assez mal adaptée au climat méditerranéen. Toutefois, elle peut être fréquemment rencontrée en zones montagneuses du sud de la France (Corse, Pyrénées et Alpes du Sud).

Outre Ixodes ricinus, une autre tique en provenance du sud se nourrissant aussi du sang des êtres humains, des animaux domestiques ou sauvages, vient de s'installer récemment en Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et dans le sud d'Auvergne-Rhône-Alpes. Cette tique, Hyalomma marginatum, peut transmettre à l'homme un autre agent pathogène, le virus de la fièvre hémorragique de Crimée Congo, maladie pouvant entraîner rapidement la mort si le malade n'est pas soigné.

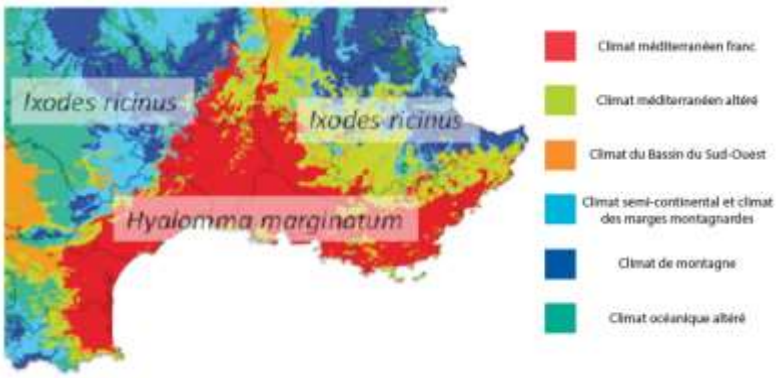


Figure 139 : Zones préférentielles des tiques dans le Sud-Est de la France (Source : Climatik, 2019[122]).

---

[120] 23 février 2016, Centre national d'expertise sur les vecteurs, ***« Influence du réchauffement climatique sur la propagation des maladies vectorielles et de leurs vecteurs »***, 13 p. https://www.anses.fr/fr/system/files/CNEV-Ft-Fev2016-Rapport_Changement_climatique_et_maladies_vectorielles.pdf

[121] 2001, ANDREW K. et al., ***« Changement climatique et maladies à transmission vectorielle : une analyse régionale »***, Bulletin de l'organisation mondiale de la santé, Recueil d'articles n° 4, 11 p. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/74840/RA_2001_4_62-72_fre.pdf

[122] http://www.accaf.inra.fr/Actions-et-Projets/Adaptation-et-sante-animale-et-vegetale/CLIMATICK/

- **Le moustique tigre**

Originaire des forêts tropicales d'Asie du sud-est, Aedes albopictus (moustique tigre) est un moustique vecteur des virus du chikungunya et de la dengue.

Bien que les changements climatiques ne soient pas la cause première de son expansion, le réchauffement global pourrait, à terme, faciliter son expansion latitudinale, accélérer son cycle de développement et augmenter sa période d'activité au cours de l'année.

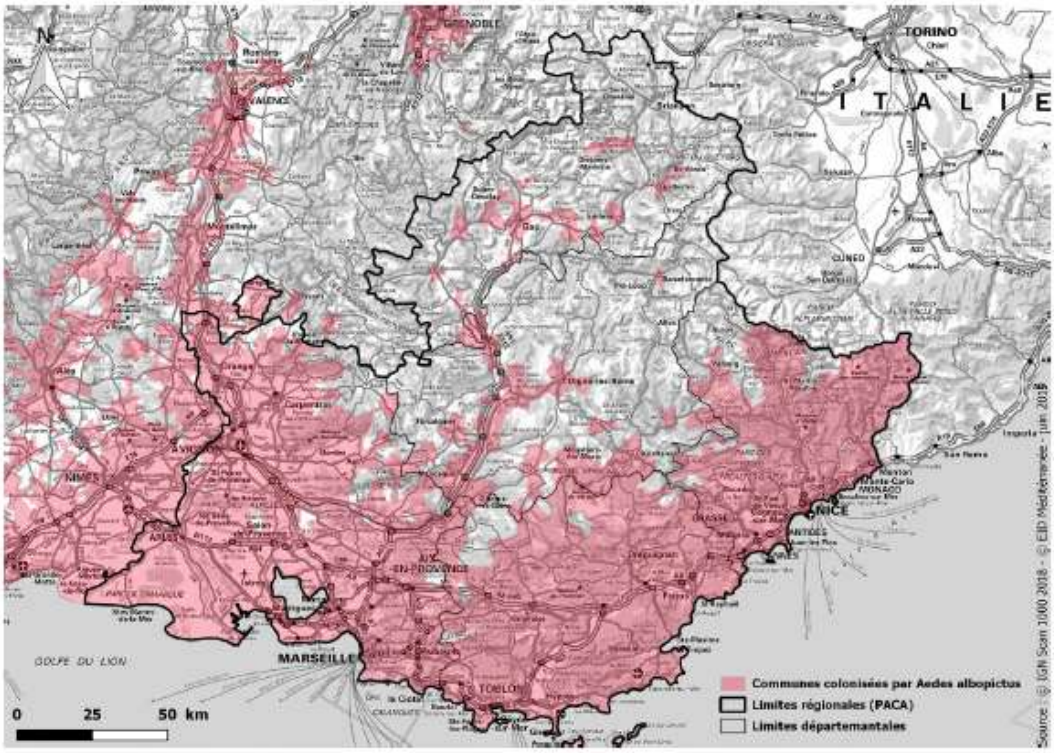


Figure 140 : Carte de la colonisation par Aedes albopictus en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : EID Méditerranée[123], 2019).

D'autres maladies liées aux moustiques sont aujourd'hui également en plein développement. C'est le cas du West-Nile transmis par un autre type de moustique, le Culex pipiens.

Dans ce contexte, dans la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, la lutte contre le moustique tigre dont les foyers de présence augmentent de plus en plus, fait l'objet d'une politique de lutte pour prévenir les maladies qu'il transmet (Chikungunya, dengue, Zika et virus West-Nile et Usutu). Depuis Avril 2019, dans le Vaucluse un arrêté préfectoral prescrit sa lutte[124].

[123] http://www.eid-med.org/

[124] 29 avril 2019, Préfet de Vaucluse, ***« Arrêté relatif à la lutte contre les moustiques potentiellement vecteurs de maladies dans le département de Vaucluse »***, 16 p. https://www.paca.ars.sante.fr/system/files/2019-05/2019_AP_LAV_84.pdf

4.10.6 MATRICE DES IMPACTS

Aléas	Impacts sur la population, sa santté, 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 productiond 'ozone, impact sur la santé des plus fragles (voies respiratoires notamment)				
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation du besoin en rafraichissement de l'habitat (privilégier les systèmes on énergivores)				
Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, augmentation de la température moyenne annuelle	Augmentation du phénomène d'ilot 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 vunérable 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)

4.10.7 SYNTHESE

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.

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 est davantage concernée dans les zones urbaines. Cependant en 2018, lors de la 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'ilot 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 parasitaires, tels que le moustique tigre ou encore les tiques, pouvant être porteurs de maladie vectorielle.

L'élévation des températures favorise 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 CO_2 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.

L'ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatiques) publie un indicateur synthétique de l'exposition des populations aux risques climatiques qui est représenté spatialement dans la figure suivante[125]. L'indice est calculé pour chaque commune du territoire métropolitain. Il croise des données relatives à la densité de la population de chaque commune et au nombre de risques naturels prévisibles recensés dans la même commune (inondations, feux de forêts, tempêtes, avalanches et mouvements de terrain).

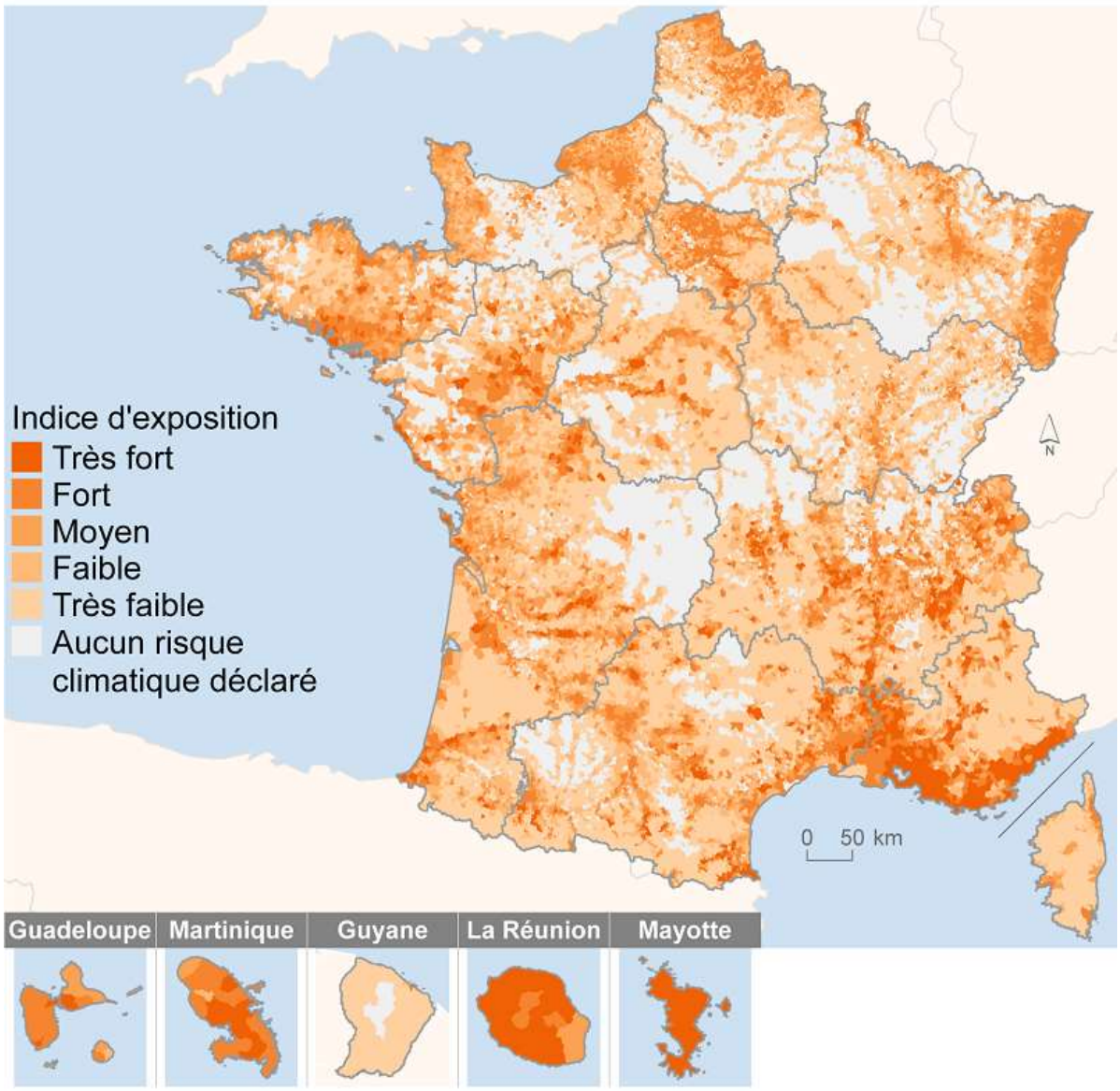
Cette carte illustre le niveau d'exposition de la population française aux risques naturels liés au climat (inondations, avalanches, tempêtes et cyclones, feux de forêt, mouvements de terrain). Plus la densité de population est forte et plus le nombre de risques climatiques identifiés par commune est élevé, plus l'indice est fort.

Ces risques sont susceptibles de s'accroître avec le changement climatique, dans la mesure où certains événements et extrêmes météorologiques pourraient devenir plus fréquents, plus répandus et/ou plus intenses.

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur y est caractérisée par un niveau d'exposition fort à très fort. Les régions les plus exposées sont la Bretagne (46 %), PACA (44 %) et l'Ile-de-France (40 %). Si en Ile-de-France c'est avant tout la densité de population qui prime, en revanche en Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Bretagne, la densité élevée de population est renforcée par un nombre élevé de communes pour lesquelles au moins trois risques climatiques sont identifiés.

[125] https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-sante-et-societe

Exposition des populations aux risques climatiques en 2016



Source : *MTES, Gaspar, 2017 – Insee, RP, 2014 – © IGN, BD Carto®, 2016.*
Traitements : SDES, 2019

5. POTENTIEL DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

5.1 METHODE

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

- **Les consommations d'énergie actuelles** (2016 année la plus récente disponible au moment de la rédaction de cette étude) fournies par la base de données CIGALE d'ATMO SUD[126],

- **Différentes hypothèses de réduction des consommations à l'horizon 2050** identifiées comme des leviers d'actions dans les scenarios 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.

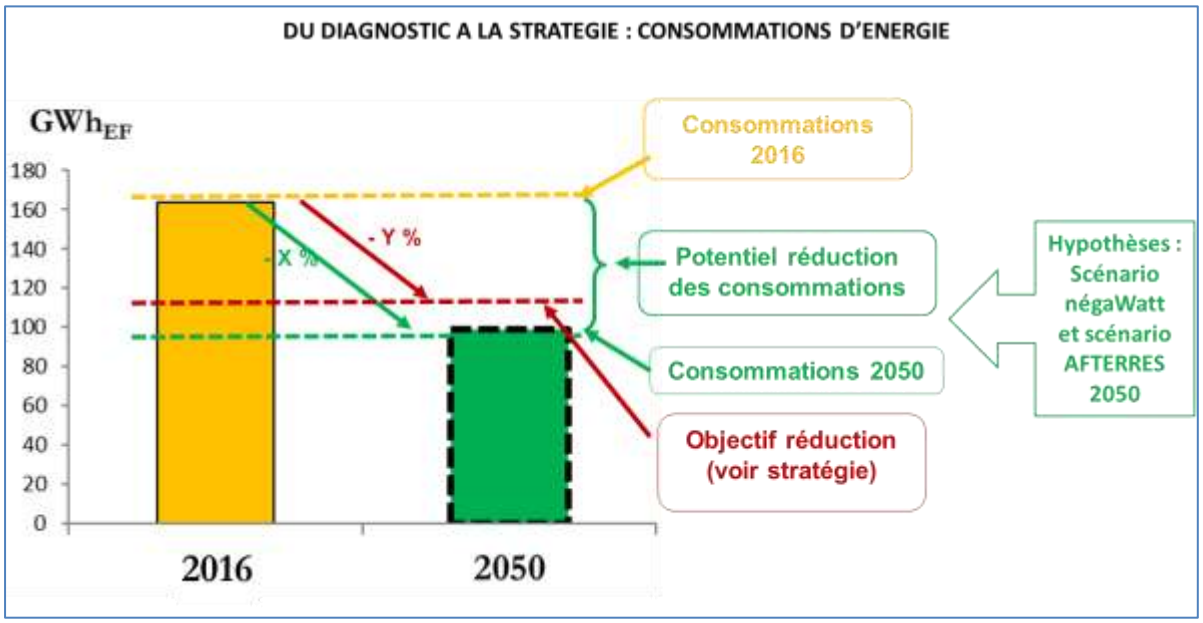


Figure 141 : Articulation des différentes estimations de consommations d'énergie et des potentiels de leur réduction (Source : IN VIVO)

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).

[126] **Voir note méthodologique :** https://cigale.atmosud.org/img/171030_Methodo_TDB_conso_prod_cigale.pdf

5.2 RESIDENTIEL

5.2.1 SYNTHESE

POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE DANS LE SECTEUR RESIDENTIEL

TYPE DE RESIDENCES PRINCIPALES

- 27 350 Maisons individuelles : 70 %
- 11 650 Appartements : 30 %

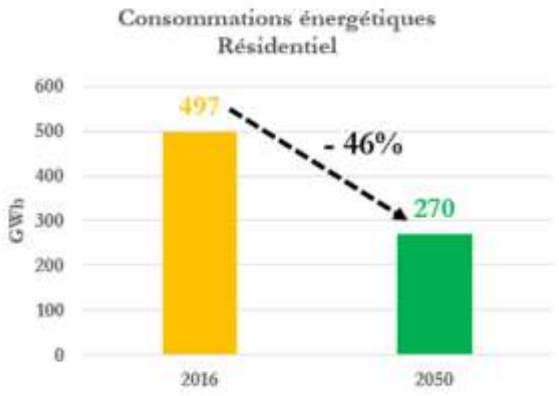
Consommation moyenne en 2016 :
150 kWh/m²/an pour les maisons
113 kWh/m²/an pour les appartements

HYPOTHÈSES / LEVIERS D'ACTION 2050 (Population constante)

Existant :

- **Rénovation énergétique globale et performante de 90 % du parc** (niveau Bâtiment Basse Consommation rénovation) : Maisons individuelles : 40 kWh/m²/an Appartements : 30 kWh/m²/an

Dont Eau chaude sanitaire : - 20 % et **Electricité spécifique :** - 50 %



Potentiel de réduction des consommations en 2050 = 227 GWh/an (- 46%/2016)

5.2.2 METHODE ET ANALYSE

5.2.2.1 *Consommation totale d'énergie des résidences principales*

Les données de l'INSEE (2016) indiquent le nombre de résidences principales :

		Nombre	Pourcentage
CALMV	**Résidences principales**	24 300	100%
	Maisons individuelles	16 650	69%
	Appartements	7 650	31%
CCPSMV	**Résidences principales**	14 700	100%
	Maisons individuelles	10 700	73%
	Appartements	4 000	27%
Bassin de vie	**Résidences principales**	39 000	100%
	Maisons individuelles	27 350	71%
	Appartements	11 650	29%

Figure 142 : Nombre, type et surface moyenne des résidences principales en 2016 (Source : INSEE RP 2016)

La surface moyenne des logements par rapport au nombre de pièces est en moyenne de 22 m² par pièce (les conditions de logements en France, édition 2017 – INSEE Références). Les maisons

individuelles du territoire possèdent en moyenne 4,6 pièces, la surface moyenne est donc de 101 m². Le nombre moyen de pièces dans les appartements est de 2,9, ce qui correspond à une surface moyenne de 64 m².

La consommation du secteur résidentiel s'élève à 497 GWh sur le territoire. En considérant une répartition de 83% pour les maisons individuelles et de 17% pour les appartements. Il est estimé une consommation d'environ 150 kWh/m²/an pour les maisons et 113 kWh/m²/an pour les appartements.

Cette consommation d'énergie est répartie pour les différents usages de l'énergie du secteur résidentiel selon les ratios nationaux moyens suivants (CEREN Données énergie 1990-2016 du secteur résidentiel) :

- 66 % pour le chauffage,
- 11 % pour l'eau chaude sanitaire,
- 17 % pour l'électricité spécifique,
- 6% pour la cuisson.

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 2018[127]).
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 rénovables) avec ces valeurs cibles, la consommation de chauffage des résidences principales en 2050 est estimée à **169 GWh** (104 Wh pour la CALMV et 65 GWh pour la CCPSMV).
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 **159 GWh** (98 GWh pour la CALMV et 61 GWh pour la CCPSMV) soit une division par 2 des consommations en 2016.

5.2.2.3 *Potentiels d'économie d'énergie pour l'eau chaude sanitaire 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'électricité[128].

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 et la cuisson,
- 20% pour l'ECS.

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 les potentiels d'économies d'énergie suivants :

- 57 GWh pour les usages spécifiques de l'électricité (35 GWh pour la CALMV et 22 GWh pour la CCPSMV),
- 11 GWh pour l'ECS (7 GWh pour la CALMV et 4 GWh pour la CCPSMV).

---

127 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 »*

128 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, ...).

Au total, le potentiel de réduction de consommation d'énergie finale du secteur résidentiel à l'horizon 2050 est estimé à 227 GWh/an (140 GWh pour la CALMV et 87 GWh pour la CCPSMV) soit 46 % de la consommation de ce secteur en 2016.

5.3 TERTIAIRE

5.3.1 SYNTHESE

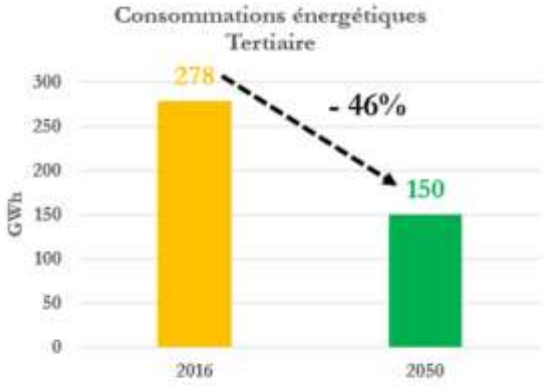
POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE

TYPE D'ACTIVITÉS : Bureaux, cafés, restaurants, hôtels, écoles, etc.

HYPOTHÈSES 2050 / LEVIERS D'ACTION (Population constante)

Existant :

- **Rénovation thermique globale et performante :** - 67% des consommations de chauffage
- **Diminution des consommations d'électricité spécifique :** - 31% avec accompagnement des acteurs (éclairage, veilles, thermostats,...)



Potentiel de réduction des consommations en 2050 = 150 GWh/an (-46%/2016)

5.3.2 METHODE ET ANALYSE

En 2016, le secteur tertiaire a consommé 278 GWh d'énergie (Source : CIGALE, ATMO SUD) dont 190 GWh pour la CALMV et 88 GWh pour la CCPSMV.

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 74 GWh. 51 GWh pour la CALMV et 23 GWh pour la CCSPMV.

- Réduction de 32 % de la consommation actuelle liée aux usages spécifiques de l'électricité soit un potentiel d'économie d'énergie estimé à 54 GWh. 37 GWh pour la CALMV et 17 GWh pour la CCPSMV.

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)[129].

Au total, Le potentiel de réduction des consommations d'énergie du secteur tertiaire, à l'horizon 2050, est estimé à 128 GWh/an dont 88 GWh pour la CALMV et 40 GWh pour la CCPSMV soit 46 % de la consommation de ce secteur en 2016.

[129] http://www.enertech.fr/modules/catalogue/pdf/69/Diagnostic%20instrumente%20CG67.pdf

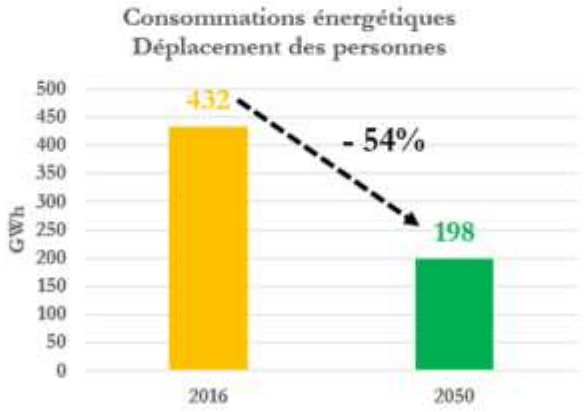
5.4 DEPLACEMENT DES PERSONNES

5.4.1 SYNTHESE

POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE POUR LE DEPLACEMENT DES PERSONNES

HYPOTHÈSES 2050 / LEVIERS D'ACTION (Population constante)

- **Actions au niveau local**
  - ✓ Report modal de la voiture sur transport public, modes doux et covoiturage : - 52 GWh/an (22% du potentiel)
  - ✓ Réduction besoins déplacements (politiques urbanisme, télétravail) : - 15 GWh/an (6 % du potentiel)
- **Actions au niveau national**
  - ✓ Efficacité énergétique des véhicules : - 65 GWh/an (28 % du potentiel)
  - ✓ Réduction des limites de vitesse sur les axes routiers : - 35 GWh/an (15 % du potentiel)
  - ✓ Covoiturage longue distance, report modal : - 67 GWh/an (29 % du potentiel)



Potentiel de réduction des consommations = 234 GWh/an (- 54%/2016)

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 (RP2016) relatives aux déplacements domicile travail,
- Données CIGALE (ATMO SUD,2016) 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.

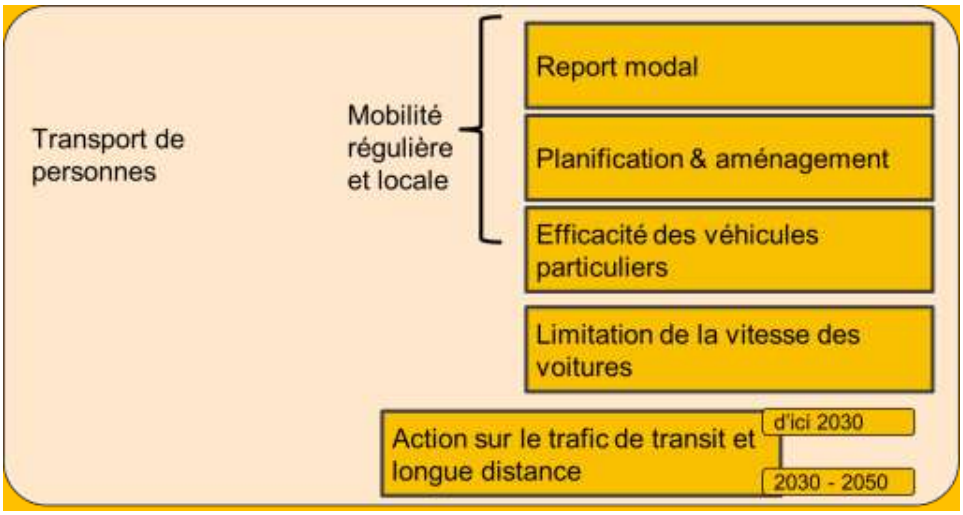


Figure 143 : Types de mesures prises en compte dans l'estimation du potentiel de réduction des consommations d'énergie dans le secteur du transport de personnes

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 mode 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 : Cavaillon/L'Isle-sur-la-Sorgue = 13 km 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 , du développement des cheminements piétons et cyclables, d' 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.voyageur[130]) qui ont été retenues sont les suivantes :

	Part modale (Reconstitution Négawatt)	Hypothèses à l'horizon 2050	
		Part modale	Potentiel réduction GWh/an
Modes actifs (vélo et marche à pied)	1,8%	9,8%	4,9
Transport collectif	7%	18%	8,3
Voiture particulière (covoiturage)	90%	61%	39,8

Le potentiel d'économies d'énergie dans le secteur du transport des personnes, à l'horizon 2050, est estimé à environ 52 GWh/an sur la base des trajets domicile-travail des actifs ayant un emploi dont 31 GWh pour la CALMV et 21 GWh pour la CCPSMV.

- **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 30% en 2050, on estime à cet horizon un potentiel de 12 000 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 65 GWh/an dont 40 GWh pour la CALMV et 25 GWh pour la CCPSMV.

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.

[130] **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.

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 (bio-GNV 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 67 GWh/an dont 54 GWh pour la CALMV et 13 GWh pour la CCPSMV

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[131].

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 35 GWh/an dont 17 GWh pour la CALMV et 18 GWh pour la CCPSMV.

- **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 déplacement par des mesures d'aménagement du territoire est estimé à environ 15 GWh/an dont 8 GWh pour la CALMV et 7 GWh pour la CCPSMV.

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)		
		CALMV	CCPSMV	**CCIS**
Déplacements locaux et réguliers	Report modal	31	21	**52**
	Efficacité énergétique des véhicules	40	25	**65**

[131] Mars 2018, Commissariat général au développement durable, ***« Réduction des vitesses sur les routes, analyse coûts bénéfices »***, 102 p. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20R%C3%A9duction%20des%20vitesses%20sur%20les%20routes.pdf

Déplacements de transit et de longue distance	Report modal et efficacité énergétique des véhicules	54	13	**67**
Actions ciblées de sobriété	Réduction de la vitesse	17	18	**35**
	Aménagement du territoire	8	7	**15**
	Total	***150***	***84***	**234**

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie du secteur du déplacement des personnes, à l'horizon 2050, est estimé à 234 GWh/an dont 150 GWh pour la CALMV et 84 GWh pour la CCPSMV.

5.5 TRANSPORT DE MARCHANDISES

5.5.1 SYNTHESE

POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE 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 = 78 GWh/an (-49%/2016)

5.5.2 METHODE ET ANALYSE

La consommation du transport de marchandise sur le territoire est estimée à 158 GWh (ratios négaWatt) dont 108 GWh pour la CALMV et 50 GWh pour la CCPSMV.

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 électriques… 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.

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le secteur du transport de marchandises est estimé, à l'horizon 2050, à 78 GWh/an dont 58 GWh pour la CALMV et 20 GWh pour la CCPSMV.

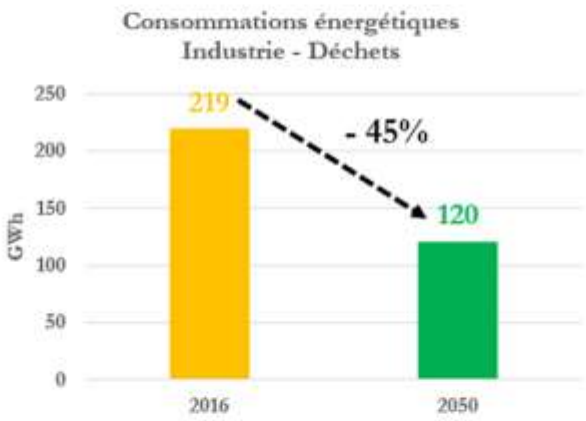
5.6 INDUSTRIE ET DECHETS

5.6.1 SYNTHESE

POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE DANS LE SECTEUR DE L'INDUSTRIE ET DES DECHETS

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 = 99 GWh/an (- 45%/2016)

5.6.2 METHODE ET ANALYSE

L'énergie consommée en 2016 par le secteur industriel est de 219 GWh (Source : CIGALE, ATMO SUD), principalement sous forme d'électricité (77%) et de produits pétroliers (15%). 113 GWh pour la CALMV et 107 GWh pour la CCPSMV (dont les consommation sont sous-estimées en raison de la confidentialité de la consommation de gaz naturel sur la commune de L'Isle-sur-la-Sorgue).

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 soit 99 GWh dont 51 GWh pour la CALMV et 48 GWh pour la CCPSMV.

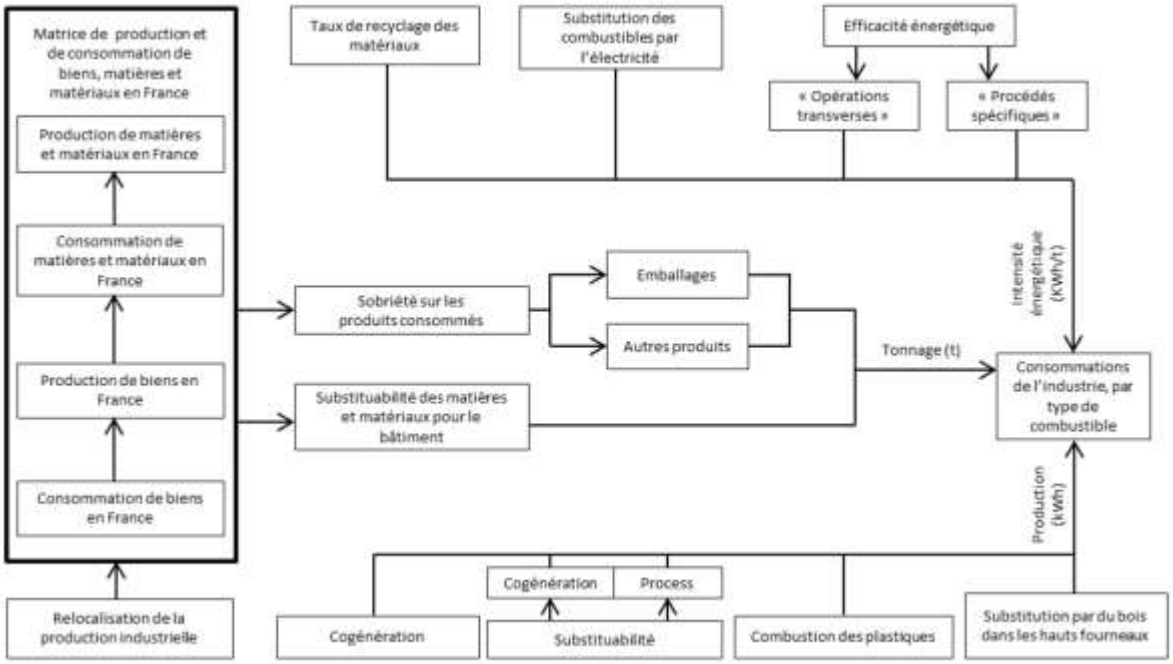


Figure 144 : Méthode de détermination des consommations d'énergie dans l'industrie (Source : Association négaWatt, 2014)

<u>Focus sur les opérations dites « transverses »</u>

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

	Total industrie	Opération transverses de l'industrie			
En 2007	Consommation	Consommation		Gisement	
	TWh	%	TWh	%	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 66 GWh, et les économies d'énergies, à l'horizon 2050, sont estimées à 28 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 16,5 GWh.

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le secteur industriel est estimé, à l'horizon 2050, à 99 GWh dont 51 GWh pour la CALMV et 48 GWh pour la CCPSMV soit 45 % des consommations de ce secteur en 2016.

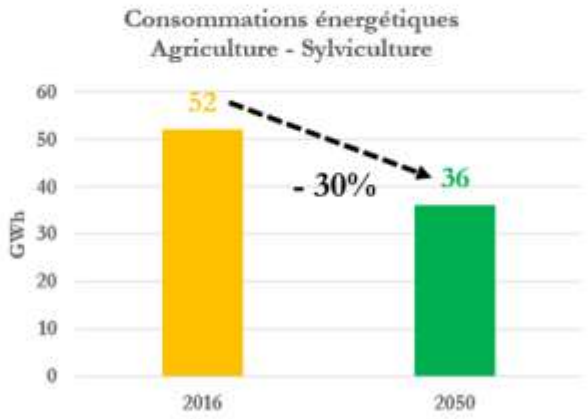
5.7 AGRICULTURE ET SYLVICULTURE

5.7.1 SYNTHESE

POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE DANS LES SECTEURS AGRICULTURE / SYLVICULTURE

HYPOTHÈSES 2050 / LEVIERS D'ACTION (Surface Agricole Utile constante)

- Amélioration du réglage des tracteurs
- Formation à l'écoconduite
- Modification des itinéraires techniques
- Isolation thermique des bâtiments, Efficacité des systèmes de chauffage
- Optimisation/réduction de l'irrigation



Potentiel de réduction des consommations en 2050 = 16 GWh / an (- 30 % / 2016)

5.7.2 METHODE ET ANALYSE

Sur la base des retours d'expérience de Solagro, en première approche, on estime que sur tous les postes de consommation d'énergie, on peut espérer un gain important d'économie d'énergie, toutes choses égales par ailleurs (sans modifier la SAU ni le nombre et la conduite des animaux). Le 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 145 : Potentiel de réduction des consommations énergétiques pour les différentes activités agricoles (Source : ADEME, Rapport agriculture et efficacité énergétique, 2019, Solagro[132])

Compte-tenu de la typologie de l'agriculture locale, à prédominance de viticulture, vergers 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 16 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 Afterre2050[133] 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.

[132] 2019, ADEME, ***« Rapport agriculture et efficacité énergétique »***, Solagro, CTIFL, ASTREDHOR, ARVALIS, FNCUMA, IDELE, IFIP, ITAVI. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-agriculture-efficacite-energetique-2019.pdf

[133] 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.

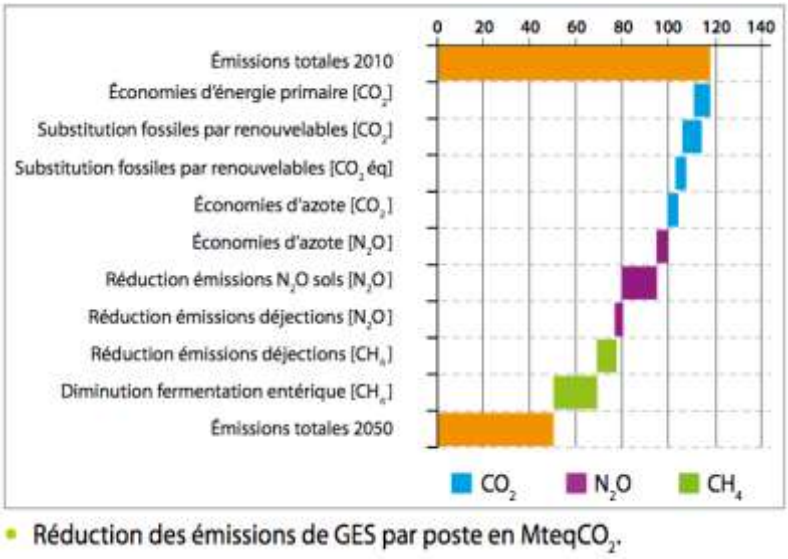


Figure 146 : Potentiel de réduction des émissions de GES de l'agriculture par poste au niveau national (source : Afterres 2050)

En conclusion, 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 énergétique 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 5 % des émissions du territoire.

En conclusion, une réduction de 30 % des consommations et de 35 % des émissions de GES semble plausible et cohérente sur le territoire à l'horizon 2050, en mettant en œuvre une transition agricole ambitieuse, qui permette de conforter la place de l'agriculture locale tout en 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 consommation énergétiques annuelles, mais surtout des émissions de 5 000 teq CO_2.

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le secteur agricole est estimé, à l'horizon 2050, à 16 GWh dont 9 GWh pour la CALMV et 7 GWh pour la CCPSMV soit 30% des consommations de ce secteur en 2016.

5.8 VISION GLOBALE DES SECTEURS D'ACTIVITES

5.8.1 SYNTHESE

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

Secteurs	Consommation en 2016 (GWh) *Source : Cigale*	Potentiel de réduction à l'horizon 2050 (GWh)	Baisse des consommations par rapport à 2016 (%)	Hypothèses
Résidentiel	497	227	-46%	Rénovation thermique BBC des bâtiments, sobriété et efficacité des équipements
Tertiaire	278	128	-46%	Rénovation thermique BBC des bâtiments, sobriété et efficacité des équipements
Déplacement des personnes	432	234	-54%	Efficacité des véhicules, report modal, covoiturage, planification de l'espace, réduction des vitesses
Transport de marchandises	158	78	-49%	Amélioration de l'efficacité des véhicules, taux de remplissage des camions, ferroutage, réduction des distances de transport, etc.
Industrie	219	99	-45%	Efficacité des procédés, éco-conception, recyclage matière, etc.
Agriculture	52	16	-30%	Réglage véhicules, éco-conduite, isolation et efficacité énergétique
Total	**1636**	**782**	**-48%**	

A l'horizon 2050, le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le territoire est estimé à environ 782 GWh, soit 48% de sa consommation en 2016. Sur la CALMV le potentiel s'élève à 496 GWh et à 286 GWh sur la CCPSMV.

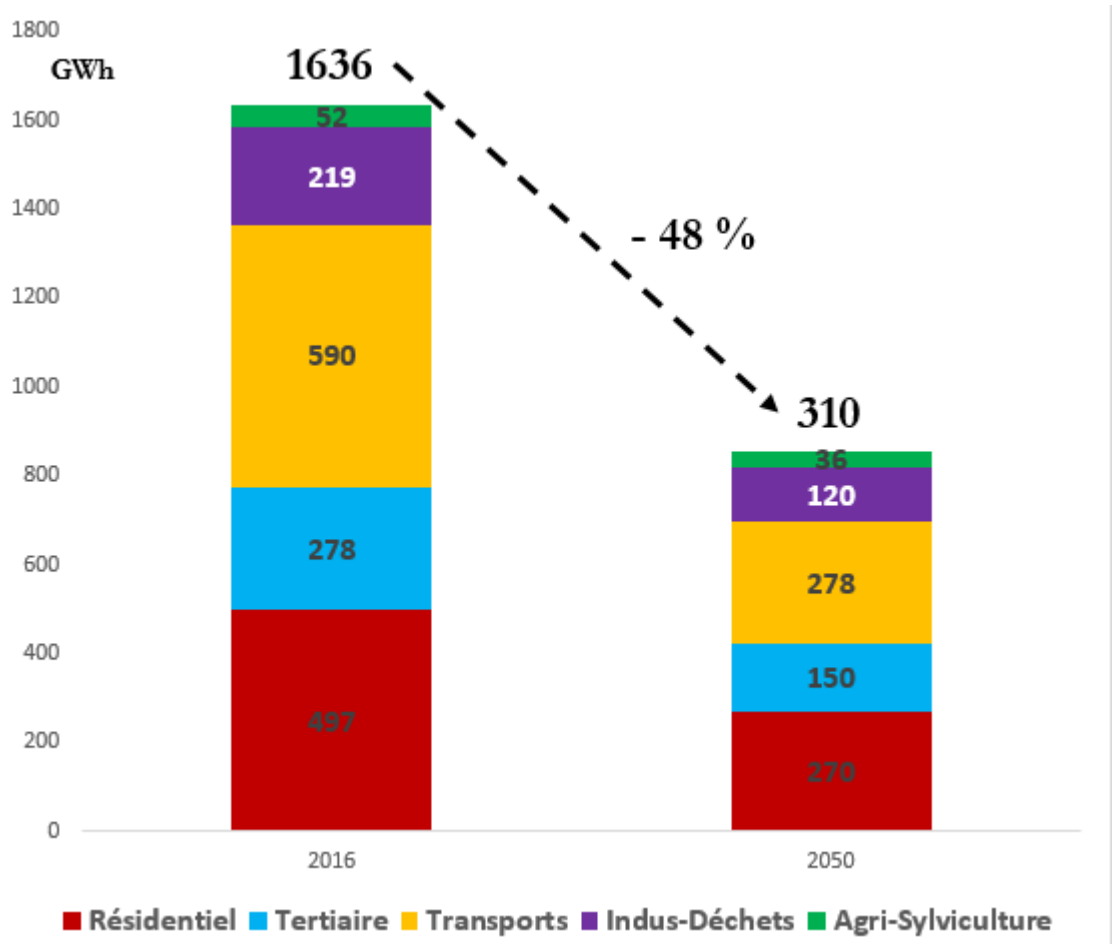


Figure 147 : Consommations d'énergie en 2016 et potentiels de réduction à l'horizon 2050 (source : Inddigo, Scénario Négawatt, CIGALE)

5.8.2 SECTEURS A ENJEUX

Le secteur du transport et le secteur du résidentiel représentent, à l'horizon 2050, respectivement 30% et 29% du potentiel de réduction des consommations d'énergie sur le territoire.

Cette analyse a été relativisée en distinguant la part de potentiel de réduction dépendant de leviers d'actions locales et nationales (impact de l'évolution réglementaire, des mesures fiscales, de l'évolution technologique, ...). Soulignons que cette distinction est relativement théorique car il est rare que les deux niveaux n'interagissent pas et la répartition de ce qui relève de l'un ou de l'autre niveau n'est pas toujours évidente.

Toutefois, cette distinction permet de mettre en exergue les secteurs d'activités pour lesquels l'intervention locale est la plus déterminante. Ainsi, les secteurs du transport des personnes et des marchandises sont les plus dépendants de leviers d'actions nationaux voir européens ou mondiaux si l'on considère l'évolution technologique des véhicules (voir tableau suivant).

Le tableau suivant distingue la part de potentiel de réduction relevant des mesures prises aux niveaux local et national.

Ainsi, en ne prenant en compte que les leviers d'action locaux, le secteur résidentiel représente un potentiel d'économie d'énergie de 42%. Il est suivi par le secteur tertiaire (24%). Viennent ensuite l'industrie (18%) et le transport de personnes (12%).

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	234	30%	67	12%
Résidentiel	227	29%	227	42%
Industrie-déchets	99	13%	99	18%
Tertiaire	128	16%	128	24%
Transport marchandises	78	10%	0	0%
Agriculture-Sylviculture	16	2%	16	3%
Total	782	100	537	100

Figure 148 : Potentiel de réduction des consommations d'énergie du territoire à l'horizon 2050 selon les leviers locaux et nationaux (source : Scénario Négawatt, CIGALE, Inddigo)

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

6.1 SYNTHESE

La répartition du potentiel de production d'énergies renouvelables et de récupération entre les différentes filières étudiées au regard de leur production actuelle est la suivante :

	2016	2050	
	Production Actuelle (GWh)	**Production maximale (GWh)**	**Augmentation (GWh)**
Photovoltaïque	25	1070	1045
Eolien	0	0	0
Hydroélectricité	14	17	3
Solaire thermique	3	45	42
Bois énergie	62	217	155
Géothermie	0	55	55
Aérothermie	0	72	72
Méthanisation	5	25	20
Chaleur fatale	0	25	25
Total	**109 GWh**	**1526 GWh**	**1417 GWh**

Figure 149 : Synthèse du potentiel brut de production d'énergies renouvelables et de récupération, à l'horizon 2050, sur le territoire comparé à la production estimée en 2016

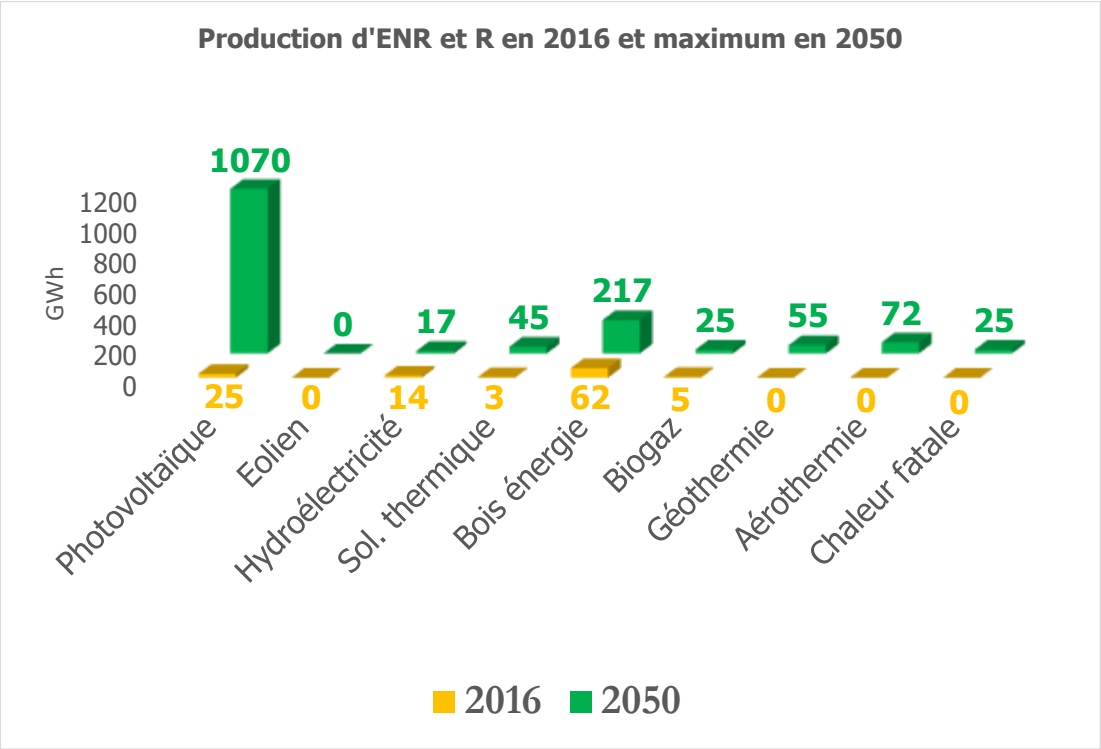


Figure 150 : Production potentielle maximum d'énergies renouvelables et de récupération à l'horizon 2050 comparée à la production réelle en 2016

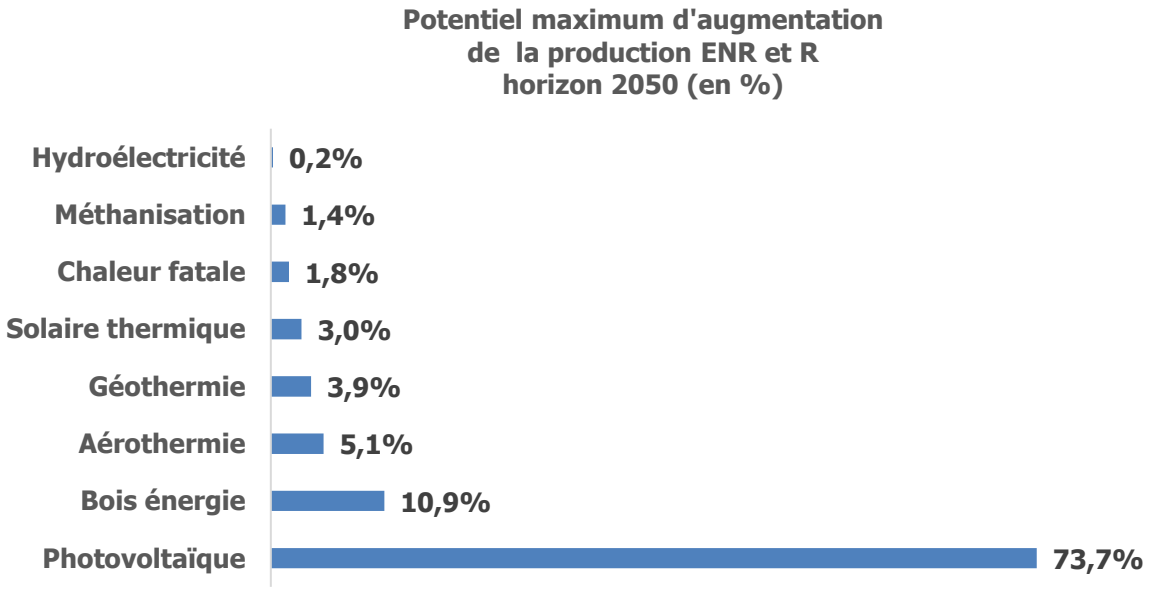
Le tableau suivant compare les potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 :

Energies renouvelables et de récupération	Potentiels Augmentation production Horizon 2050	
	GWh	% du Total
Photovoltaïque	1045	73,7%
Bois énergie	155	10,9%
Aérothermie	72	5,1%
Géothermie	55	3,9%
Solaire thermique	42	3,0%
Chaleur fatale	25	1,8%
Méthanisation	20	1,4%
Hydroélectricité	3	0,2%
Total gisement	**1417**	**100,0%**

Figure 151 : Potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 (source : Inddigo)

Les potentiels maximums de production les plus importants sont dans le territoire :

- Pour l'énergie électrique : le photovoltaïque,
- Pour l'énergie thermique : le bois énergie.



6.2 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 SUD[134],
- **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.

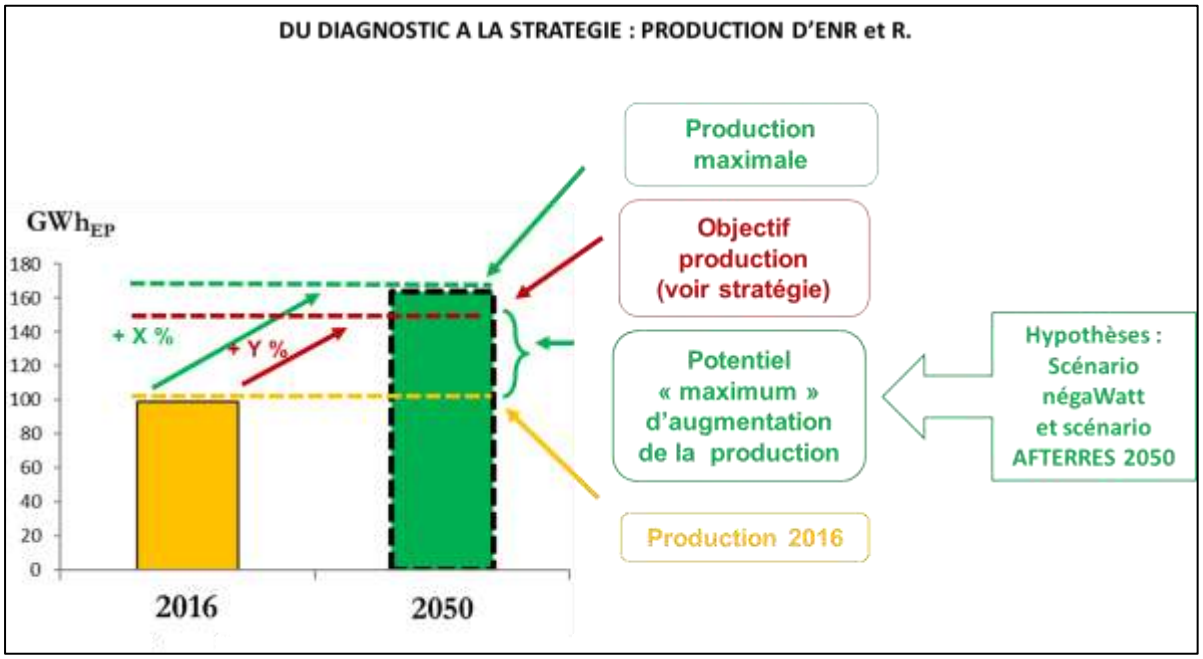


Figure 152 : Articulation des différentes estimations de production d'énergies renouvelable et de récupération et des potentiels de leur production (Source : IN VIVO).

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

[134] **Voir note méthodologique :**
https://cigale.atmosud.org/img/171030_Methodo_TDB_conso_prod_cigale.pdf

préalables (par exemple pas de 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 présentées 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 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

6.3 CHALEUR RENOUVELABLE ET DE RECUPERATION

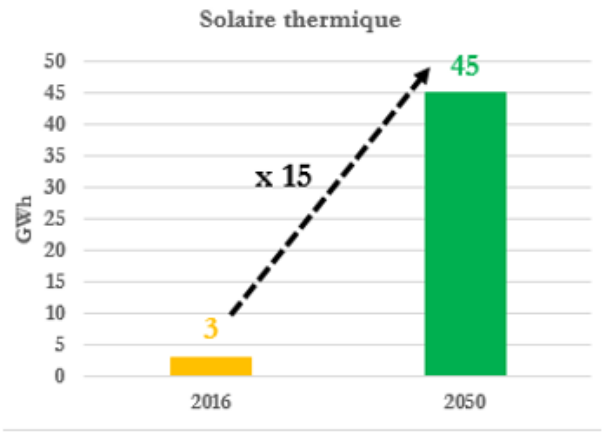
6.3.1 SOLAIRE THERMIQUE

6.3.1.1 *Synthèse*

SOLAIRE THERMIQUE

HYPOTHÈSES 2050

- **Maisons individuelles :** 50% équipées (Chauffe Eau Solaire individuel) et augmentation du parc de 368 / an
- **Logements collectifs :** 50% équipés (Chauffe Eau Solaire Collectif) et augmentation du parc de 157 logements / an
- **Tertiaire/Industrie** (Piscines, établissements de santé et IAA) : 100 % équipés.



Potentiel maximal de production en 2050 = 45 GWh/an

6.3.1.2 *Méthode et analyse*

Le potentiel de production d'énergie solaire thermique, a été estimé, à partir des données de l'INSEE (2016), par type de bâtiment :

Maisons
Les résidences principales de type maison représente 70% 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 525 logements individuel/an[135] dont 368 maisons.

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 157 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 11 sur le territoire dont 6 sur la CALMV et 5 sur la CCPSMV. Il s'agit d'EHPAD et d'hôpitaux (Cavaillon, L'Isle-sur-la-Sorgue). 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.

[135] Objectifs SCoT

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. 5 ont été identifiées, une à Maubec, une à Châteauneuf-de-Gadagne, deux à L'Isle-sur-la-Sorgue et deux au Thor. On considère ici une installation de 300 m² de panneaux solaires thermiques.

Le tableau suivant résume les hypothèses utilisées :

Hypothèses entrée

Résidentiel	*Résidences principales*
Nombre maisons	27 350
Nombre appartement	11 650
%apparts chauffage collectif	18%

Productivité	
CESI	500 kWh/kWc
CSV	1 000 kWh/kWc
CESC	700 kWh/kWc
Moquette solaire	350 kWh/kWc

Tertiaire		
Santé (hôpitaux, EHPAD…)	11	www.sanitaire-social.com
Nbre lits	1 451	
Industries agro-alimentaires	6	> 20 employés (Source CLAP 2015)
Piscines	5	guide-piscines.fr
Surfaces bassins piscines	2 500 m²	500 m²/piscines

Coefficient toiture	*% de toitures compatibles solaire*
Maisons	50%
Appartements	50%
Santé	75%

m² solaire / installation	
CESI	4 m²
CESC	1,2 m²/lgt
Santé	0,5 m²/lit
Industrie	300 m²

Renouvellement	*nombre de logements neufs/an*	
Maisons	368	SCoT approuvé = 525 lgts/an
Appartements	157	

Année actuelle	2016

Figure 153 : 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 (m²)	54 700	1 258	544	1 800	1 250	**58 302**
	Production (MWh/an)	27 350	881	381	1 800	438	**30 412**
Neuf **à horizon 2050**	Surface totale (m²)	25 036	3 199				**28 235**
	Production (MWh/an)	12 518	2 239				**14 757**

Figure 154 : Production d'énergie par type d'installations solaire thermique (Source : Inddigo)

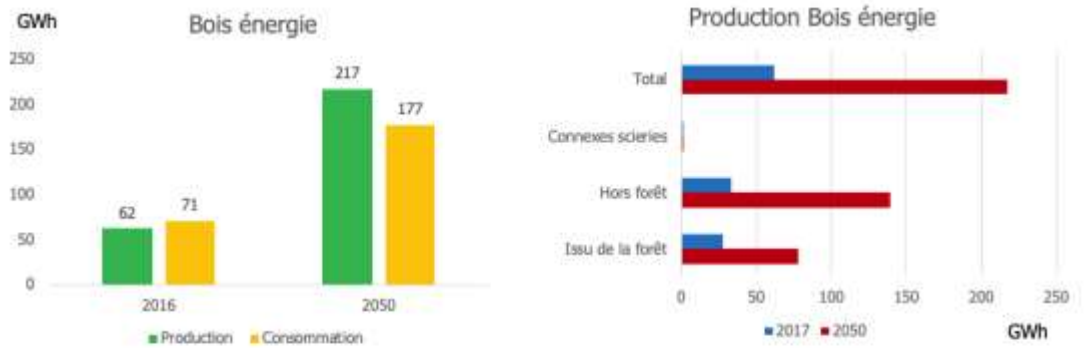
Le potentiel de production d'énergie à partir de solaire thermique, à l'horizon 2050, est estimé à 45 GWh/an dont 27 GWh pour la CALMV et 18 GWh pour la CCPSMV.

6.3.2 BIOCOMBUSTIBLES

6.3.2.1 *Synthèse*

HYPOTHÈSES 2050

- **Résidentiel individuel :** part de bois énergie dans la consommation identique en 2016 et en 2050 (54 GWh) mais en 2050 plus de logements utilisant cette énergie qui seront mieux isolés avec des équipements de combustion plus performants.
- **Tertiaire, résidentiel collectif et industrie** : 80% de bois énergie dans les réseaux de chaleur et 30 % de logements collectifs chauffés au bois (consommation passe de 15 GWh en 2015 à 123 GWh en 2050)



Source : EAB PACA, Etude ADEME Bois domestique 2018, Mission Bois-énergie PACA

Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 155 GWh/an

6.3.2.2 *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 :

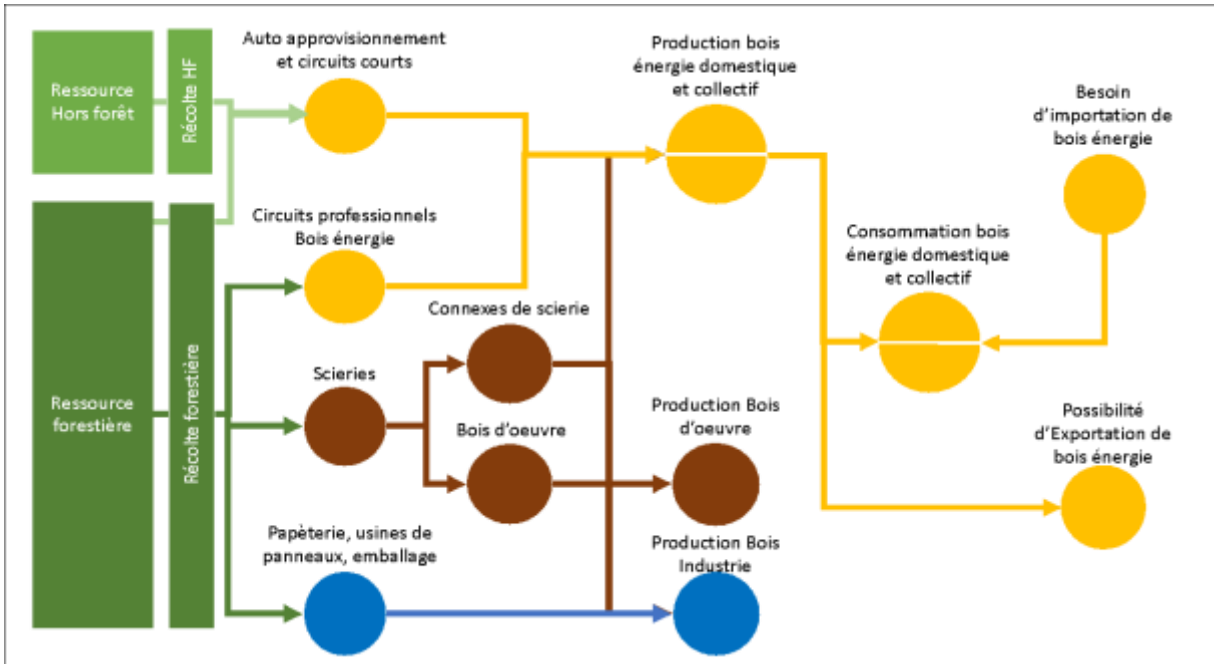


Figure 155 : Filière bois simplifiée au niveau local (Source : SOLAGRO)

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 biocombustibles 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[136])** 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**, réalisée pour toute la France au niveau national et régional[137].
- **Données de consommation de bois calculées par l'observatoire régional** au niveau communal.
- **Données d'accroissement naturel de la BD IGN Forêt[138]** par sous ensemble écologique, et rapportées à l'EPCI.
- **Données de potentiel bois hors forêt,** étude réalisée par SOLAGRO pour l'ADEME en 2009[139].

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.

---

[136] 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-derives/recolte-de-bois-et-production-de/

[137] 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

[138] https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique252

[139] Novembre 2009, ADEME, ***« Biomasse forestière, populicole 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-populicole-et-bocagere-2009.pdf

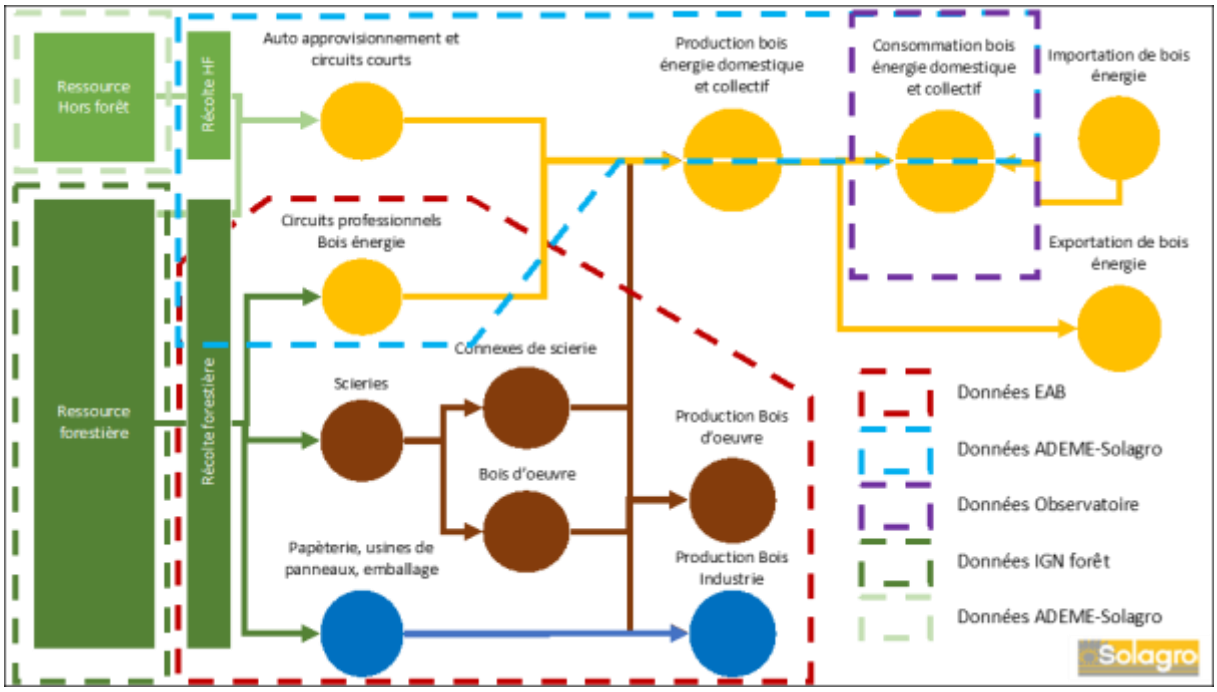


Figure 156 : Articulation des différentes sources de données utilisées dans la modélisation de la filière bois locale (Source : SOLAGRO)

6.3.2.3 *Potentiel de développement de la filière*

Potentiel de consommation de bois domestique (bûche, granulés)

Le bois énergie est une ressource locale et renouvelable pertinente pour répondre aux besoins en chaleur du secteur résidentiel et qui bénéficie d'une compétitivité prix intéressante[140].

- **Point de vigilance sur la qualité de l'air**

Il convient de veiller à limiter les émissions des polluants atmosphériques issus de la combustion du bois dans les foyers domestiques.

Au niveau national, les données du Centre Interprofessionnel Technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA, SECTEN 2015), indiquent que la combustion du bois dans les foyers domestiques (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, ...) contribue pour une large part en France aux émissions annuelles d'Hydrocarbures aromatiques Polycycliques (HAP) à hauteur de 59 %, de benzène pour 58 % et de particules fines (PM 2,5) pour 44 %.

La réduction de la contribution de cette filière à la pollution atmosphérique passe notamment par[141] :

- L'usage de technologies qui permettent d'obtenir des performances énergétiques élevées tout en minimisant les émissions de polluants (poêles de masse, à granulés, à combustion avancée, ...),

[140] Novembre 2018, ADEME, ***« Enquête sur les prix des combustibles bois pour le chauffage domestique en 2017-2018 »***, Collection expertises, 91 p. https://www.ademe.fr/enquete-prix-combustibles-bois-2018

[141] Mai 2018, INERIS, ***« Synthèse des études à l'émission réalisées par l'INERIS sur la combustion du bois en foyers domestiques »***, 71 p. https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/DRC-17-164787-10342A.pdf

- L'amélioration des conditions d'usage qui joue sur la qualité de la combustion (allure des appareils, essence et humidité du bois, vieillissement des appareils, ...).
- L'amélioration de la conception des appareils notamment pour mieux gérer la gestion des entrées d'air lors de l'allumage et des charges de bois suivantes responsables sur un cycle complet d'environ 80 % des émissions polluantes.

Aujourd'hui, des progrès technologiques importants ont été réalisés sur les appareils de chauffage de bois pour réduire ces émissions. Ainsi, Pour une même quantité d'énergie produite, un appareil récent performant émet jusqu'à 13 fois moins de particules fines qu'un foyer fermé antérieur à 2002 et jusqu'à 30 fois moins qu'un foyer ouvert, moyennant des pratiques d'installation, d'utilisation adéquates et d'entretien. Le renouvellement du parc peut donc permettre de réduire fortement les quantités de polluants émis. Cette action de renouvellement des appareils à bois est à envisager dans une politique globale de rénovation énergétique des logements, et de baisses de consommation, qui réduisent d'autant plus les émissions atmosphériques[142].

- **Evolution de la consommation**

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.

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 54 GWh.

En estimant la réduction de consommation énergétique (couplée à une meilleure efficacité des appareils de chauffage) de 50 %, 46 % des ménages pourraient avoir recours au bois énergie pour leur chaleur sans augmenter les prélèvements, soit 18 000 ménages.

Potentiel de consommation de bois pour les 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 123 GWh.

- **Point de vigilance sur la qualité de l'air**

Les chaufferies bois obéissent dès leur conception à des normes d'émission bien plus strictes que les appareils au bois domestique.

Une étude récente menée par l'ADEME[143] à partir des rapports d'émissions de chaufferies (2 à 50 MW) financées par le Fonds chaleur et soumises à la réglementation des installations classées pour

[142] Mai 2019, les avis de l'ADEME***, « Le chauffage domestique au bois »***, 10 p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-ademe-chauffage-domestique-bois-2019.pdf

[143] ADEME, Janvier 2019, ***« Chaufferies biomasse et émissions atmosphériques, collecte des rapports d'émissions des chaufferies biomasse du Fonds chaleur »***, Expertises, 14 p.

l'Environnement (ICPE) donc aux obligations de contrôle des émissions atmosphériques à permis de mettre en évidence des taux de conformité compris entre 82 % et 89 % pour six polluants principaux. Pour les poussières, les N0x et le SO_2 les résultats suivants ont été obtenus :

- 94 % des rapports d'émissions sont conformes par rapport à la réglementation sur les poussières,
- 99 % des rapports d'émissions sont conformes par rapport à la réglementation sur les NOx,
- 96 % des rapports d'émissions sont conformes par rapport à la réglementation sur le SO_2.

Néanmoins, la concentration d'émissions sur de grosses installations doit effectivement rester une vigilance à intégrer dans les cahiers des charges de ces équipements notamment en zone urbaine dense ou à proximité d'équipements sensibles comme des établissements scolaires ou de santé.

Au total, le potentiel brut total de consommation de bois énergie, à l'horizon 2050, est estimé à 177 GWh / an.

Potentiel de biocombustible d'origine forestière

La forêt du Luberon 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.
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 78 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 :

Potentiel de production de biocombustibles d'origine agricole

Il est possible de valoriser les connexes de taille et les sarments issus de la taille des vignes ainsi que les troncs et ceps lors de leur remplacement, ou encore les piquets et les résidus de vinification (marcs, pulpe). 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 voire bien plus en arboriculture.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/synthese-chaufferies-biomasse-emissions-atmospheriques-2018.pdf

Tableau 12 : Quantités de biomasse agricole valorisable par combustion par canton (6/6)

Code INSEE	Canton / tonnes de matières brute	supports organiques hors sol	marc épuisé	pulpe déshydratée	arrachages PAPAM	déchets végétaux de cultures hors sol	ceps de vignes	pailles PAPAM	arrachages arbo	grignons olives	pailles de riz	sarment	pailles cereales	menues pailles	drêches de parfumeries	Total biomasse combustion
8401	Apt				1085		293	2374	744	65		816	175	865		6416
8404	Beaumes-de-Venise						947		14	52		2505				3518
8405	Bédarrides						353		39	19		931	1379	1017		3739
8406	Bollène				23		578	102	457	13		1514	1358	1002		5047
8407	Bonnieux				71		230	222	314	31		701	121	149		1838
8408	Cadenet						242		289	212		689	395	582		2409
8409	Carpentras-Nord	145				513	459		112	119		1287	177	163		2975
8410	Carpentras-Sud	97				172	256		302	71		858	260	319		2335
8411	Cavaillon	35	5000	2000		432	39		3074	56		118	79	97		10929
8412	Gordes				84		252	263	330	63		726	602	595		2914
8413	Isle-sur-la-Sorgue	40				386	142		1849	45		468	619	456		4006
8414	Malaucène				35		154		531	82		450				1252
8415	Mormoiron						559		733	101		1906				3298
8416	Orange-Est				22		798			13		2089	250	263		3435
8417	Orange-Ouest						680		26	10		1779	1062	783		4341
8418	Pernes-les-Fontaines	159				129	75		249	60		273	251	414		1610
8419	Pertuis						904		50	188		2564	611	1207		5524
8420	Sault				1751			3830					301	596		6478
8421	Vaison-la-Romaine						1415		144	185		3727				5471
8422	Valréas				335		965	1468	48	48		2527	227	374		5993
8423	Avignon-Est						52			2		141				194
8497	Avignon	79				1071	13		232			34	84	104		1618
8498	Carpentras	201				800	112		39	26		393				1571
8499	Orange						209		177	32		546	404	399		1768
		2 450	5 000	2 000	10 803	24 712	17 302	36 057	25 654	13 583	25 210	46 925	31 012	48 625	975	88 679

Figure 157 : Quantité de biomasse agricole valorisable par combustion par cantons du Vaucluse, (Source, SRB PACA, 2017).

Le schéma régional Biomasse de Provence Alpes-Côte d'Azur a quantifié sur les anciens cantons les potentiels de biomasse agricole valorisables aujourd'hui[144]. Les cantons de Cadenet, Gordes, Cavaillon et l'Isle sur la Sorgue disposent d'un potentiel de valorisation de plus de 20 000 t de matière sèche, représentant plus de 100 GWh de potentiel.

C'est cohérent avec notre évaluation : en intégrant une évolution des pratiques agricoles 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. Nous évaluons ainsi un potentiel maximal en 2050 de 128 GWh.

Par ailleurs, de la même façon, les arbres sont amenés à regagner les villes et peuvent ainsi en être valorisés pour leur entretien en bois énergie. En fonction de la surface hors-forêt du territoire, cela correspond à environ 10 GWh de potentiel additionnel.

Le potentiel global hors forêt est donc estimé à 139 GWh, reposant principalement sur la valorisation de la biomasse arboricole.

Potentiel lié aux 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. Néanmoins il faut garder en tête que le bois d'œuvre permet de générer à toutes les étapes de sa production (depuis les éclaircies en forêt jusqu'aux sciures générées par sa transformation) du bois énergie.

Au total, le potentiel brut total de production de bois énergie, à l'horizon 2050, est estimé à 217 GWh / an.

[144] 2017, Schéma régional biomasse de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, ***« Lot2 : Etude sur les options de valorisation matière (valorisation sous la forme d'éco-matériaux) ou énergie des résidus de culture »***, Rapport final volume 1, 131 p. https://oreca.maregionsud.fr/ressources/gestion-documentaire/detail-du-document.html?tx_egestiondoc_pi1%5buidDocument%5d=217&no_cache=1&cHash=d8d14c51ce20b56c7b8a615eda976dda#.XcU66zNCeUk

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 178 GWh de consommation potentielle du territoire et permet donc d'envisager un développement équilibré de la filière dans le territoire.
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 sylvicole[145].

Ainsi, une forêt jeune qui est en croissance stocke davantage de carbone qu'une vielle forêt dont progressivement la mortalité naturelle (relargage du CO_2 par la décomposition de la litière et du bois mort) compense son accroissement biologique (assimilation du CO_2 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 coupes[146].

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 CO_2 se substituent à des émissions de CO_2 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 évènements peuvent être responsables d'émissions massives de CO_2.

Bilan des consommations et productions, actuelles et potentielles

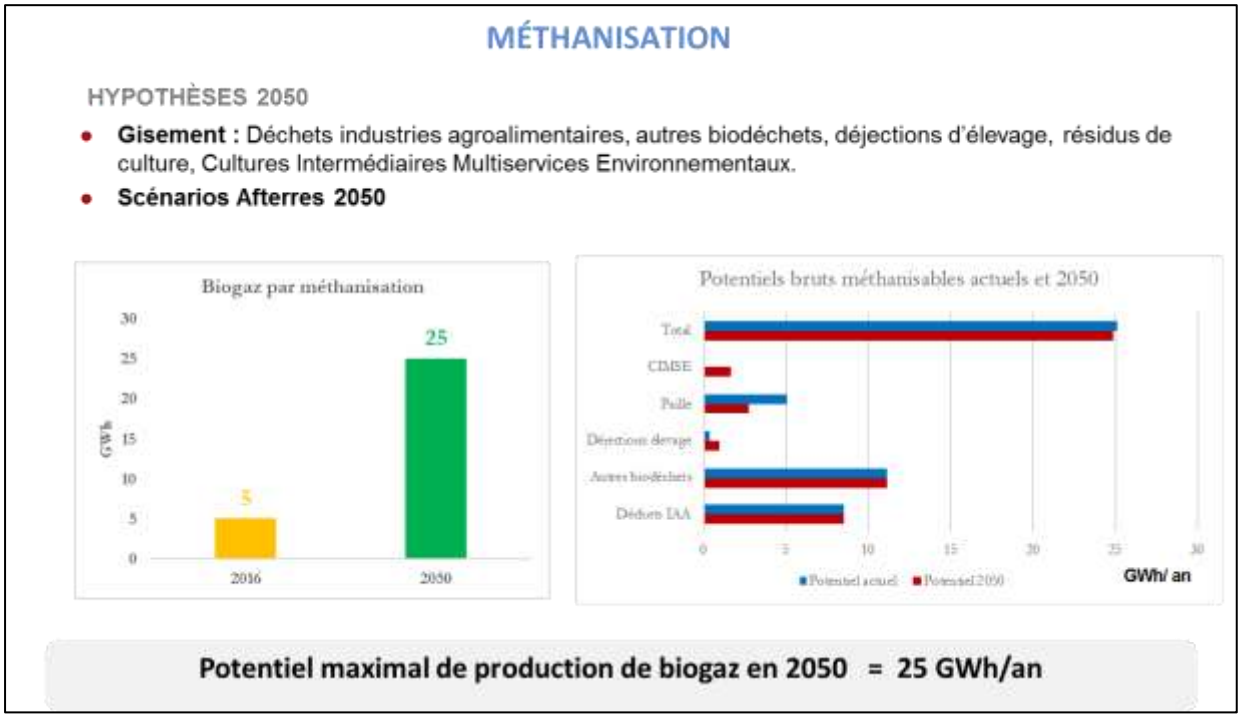
	2016 (GWh)	2050 (GWh)
Production	62	217
Consommation	69	178

[145] 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
[146] 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

Production	2016	2050
Issu de la forêt	28	78
Hors forêt	33	139
Connexes scieries	1	1
Total	62	217

6.3.3 BIOGAZ

6.3.3.1 *Synthèse*



Le potentiel de développement de la méthanisation sur les territoires des intercommunalités des Pays de Sorgue et de Luberon Monts du Vaucluse est faible du fait d'une faible densité de matières méthanisables.

Le réseau de distribution de gaz est présente sur 11 communes du territoire, sur les deux EPCI.

L'analyse des capacités d'injection sur le réseau, qui compare les consommations actuelles de gaz et, à 2050 aux potentiels de production de biométhane à l'échelle cantonale, montrent une capacité d'injection non-limitante sur le territoire aujourd'hui et en 2050.

- **Production actuelle : 5 GWh/an,**
- **Potentiel actuel de production : 25 GWh/an,**
- **Potentiel en 2050 de production : 25 GWh/an.**

6.3.3.2 *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.

Méthodologie d'évaluation du potentiel actuel

Pour cette évaluation du potentiel, nous utilisons l'outil BACUS qui 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 Paille utilisée en litière exclue Maintien au sol de 30% des résidus
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	Ratios 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	Ratios à la surface de vente
FFOM (Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères)	Ratio population	Communal	Ratios AMORCE

Figure 158 : Ressources méthanisables : données statistiques, niveau géographique et caractéristiques retenues pour évaluer le potentiel (Source : SOLAGRO)

Potentiel actuel de méthanisation

CALMV – *353km2, 52 827 habitants*

Sur la CALMV, 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 menus paille 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 15% du potentiel.
Enfin, la catégorie « autres biodéchets » comprend les déchets des grandes et moyennes surfaces (GMS), la fraction fermentescible des ordres 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 collectivités.

CALMV	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE[147]	Total
GWh/an	2,2	6,9	0,1	2,5	0,0	12
%	19%	59%	1%	22%	0%	100%

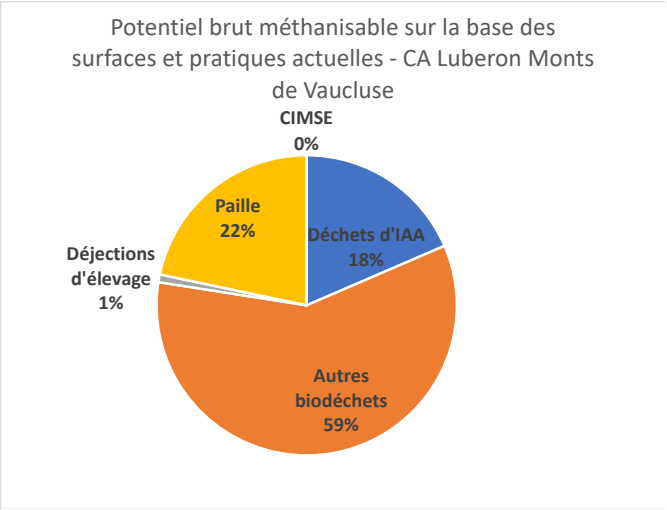


Figure 159 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable sur le territoire de la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO)

En considérant un rayon moyen classique d'approvisionnement de l'unité de méthanisation de 6km, la ressource permettant d'alimenter un projet serait de 4GWh/an.
Cette taille de projet implique une unité de méthanisation :

- En cogénération de 175kW el. environ : ce qui est une taille de projet relativement petite (moyenne France à 250 kWel) et donc pas facile à rentabiliser,
- En injection de 40 Nm3/h : ce qui est une taille économiquement non viable aujourd'hui.

CCPSMV – 121 km2, 32 112 habitants

Sur la CCPSMV, 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 menus paille 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 15% du potentiel.
Enfin, la catégorie « autres biodéchets » comprend les déchets des grandes et moyennes surfaces (GMS), la fraction fermentescible des ordres 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 collectivités.

CCPSMV	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE	Total
GWh/an	6,3	4,2	0,3	2,6	0,0	13
%	47%	31%	2%	19%	0%	100%

[147] CIMSE : Cultures Intermédiaires Multiservices Environnementaux

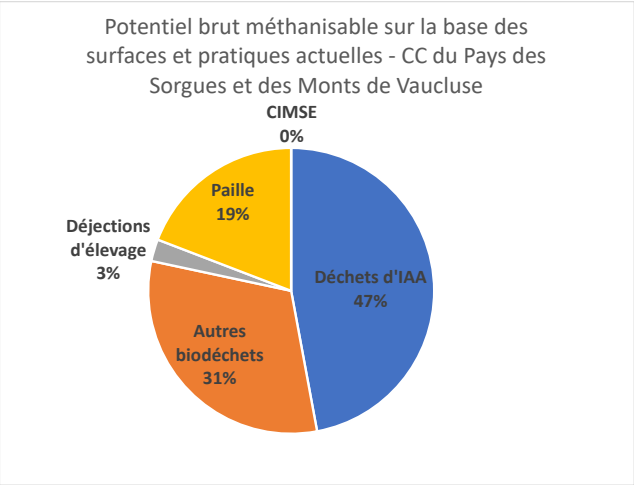


Figure 160 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable sur le territoire de la CC du Pays des Sorgues et des Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO)

En considérant un rayon moyen classique d'approvisionnement de l'unité de méthanisation de 6km, la ressource permettant d'alimenter un projet serait de 13GWh/an.
Cette taille de projet implique une unité de méthanisation :

- En cogénération de 519kW el. environ ; ce qui est une taille de projet importante pour une unité en cogénération.
- En injection de 134 Nm3/h ; ce qui est une taille économique optimale pour un projet en injection à condition que le réseau puisse l'absorber.

Il existe théoriquement une possibilité de création d'une unité de méthanisation sur ce territoire dépendante des ressources déjà utilisées par Tamisier Environnement.

Méthodologie d'évaluation du potentiel 2050

Les ressources du territoire à l'horizon à 2050 sont estimées à partir des données de recensement agricole et de Corine Land Cover[148].

Les hypothèses utilisées sont basées sur le scénario Afterres2050 développé par Solagro[149] :

- **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 scenario, 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.

[148] Corine Land Cover : base de données européenne d'occupation biophysique des sols.
[149] https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Solagro_afterres2050-v2-web.pdf

Potentiel de méthanisation à l'horizon 2050

CALMV – 353km2, 52 827 habitants – 3 mailles projet

Le potentiel de méthanisation à l'horizon 2050 pour la CA Lubéron Mont du Vaucluse est identique au potentiel actuel : 12 GWh/an contre 11 GWh/an.

En effet, le potentiel de méthanisation à partir de matières agricoles étant presque négligeable sur ce territoire, l'impact de l'évolution du système agricole entre 2010 et 2050 est extrêmement réduit.

CALMV	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE	Total
GWh/an	2,2	6,9	0,3	1,4	0,5	11,24
%	19%	61%	2%	13%	4%	100%

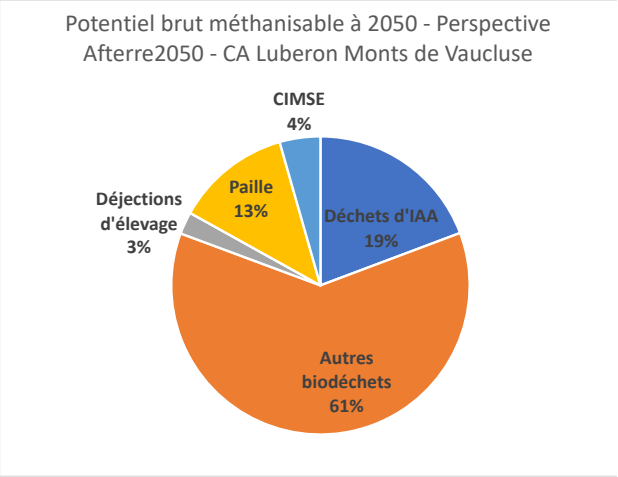


Figure 161 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO)

CCPSMV – 121 km2, 32 112 habitants – 1 maille projet

Le potentiel de méthanisation à l'horizon 2050 pour la CA Lubéron Mont du Vaucluse est identique au potentiel actuel : 13 GWh/an contre 13,5 GWh/an.

En effet, le potentiel de méthanisation à partir de matières agricoles étant presque négligeable sur ce territoire, l'impact de l'évolution du système agricole entre 2010 et 2050 est extrêmement réduit.

CCPSMV	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE	Total
GWh/an	6,3	4,2	0,6	1,3	1,1	13,55
%	47%	31%	4%	10%	8%	100%

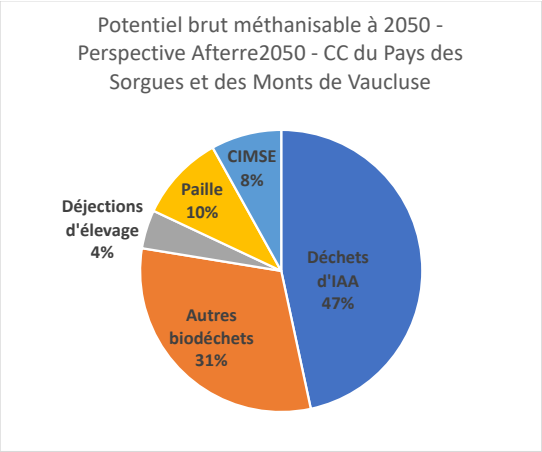


Figure 162 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO)

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.

Selon de récents travaux de prospectives sur le gaz renouvelable menés par Solagro (scénario Afterres2050) et par l'ADEME-ENEA-INRIA[150], 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 complétement 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.

Le potentiel de production d'énergie par méthanisation à l'horizon 2050 est estimé à 25 GWh dont 11 GWh pour la CALMV et 14 GWh pour la CCPSMV.

[150] 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

6.3.3.3 *Comparaison avec les gisements biogaz identifiés par GRDF*

GRDF a proposé des contributions pour chaque EPCI indiquant un potentiel de méthanisation un peu plus important que celui que nous avons proposé mais basé sur la même méthode. La différence provient exclusivement de l'intégration dans ce potentiel de l'herbe, que nous préférons exclure car il nous semble non pertinent de présenter aujourd'hui l'intérêt de mettre de l'herbe de fauche des prairies dans les méthaniseurs.

En effet, aujourd'hui l'herbe est mieux utilisée à nourrir les animaux et cela renforce l'idée que la méthanisation pourrait venir en concurrence avec la production de notre alimentation.

En revanche, en 2050, si la France réalise une transition agricole et alimentaire dans le sens du scénario Afterres2050, avec une diminution notable de la consommation et donc, de la production de produits animaux, alors oui, l'herbe pourra être utilement valorisée en méthanisation.

Mais comme cela repose sur une hypothèse forte d'évolution de la demande en produits carnés, il nous semble préférable de ne pas retenir ce gisement, dont la mobilisation pourrait-être aujourd'hui incohérente.

A titre d'illustration, cela représente 4 GWh pour la CCPSMV, et 13 GWh pour la CALMV, soit un potentiel total de 17 GWh supplémentaire.

- **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 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 Lubéron.

- **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 en 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.

6.3.3.4 *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 2050[151].

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 3 et synthétisées dans la figure suivante :

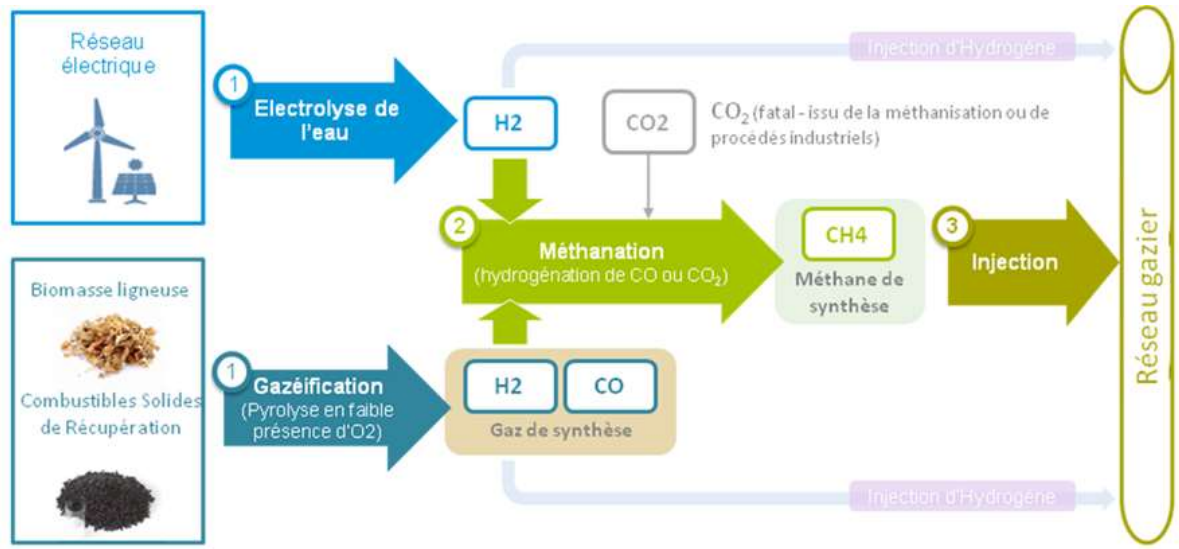


Figure 163 : Les nouvelles filières du biométhane de seconde génération
(Source : http://www.injectionbiomethane.fr)

Power-to-gas

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 CO_2 à l'Hydrogène) [152].

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.

---

[151] 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

[152] 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

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 (GRHYD[153]) est en service en France à Dunkerque. Le prochain, Jupiter 1000[154], 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 CO_2 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 CO_2 qu'il contient (40 %) avant d'être injecté.

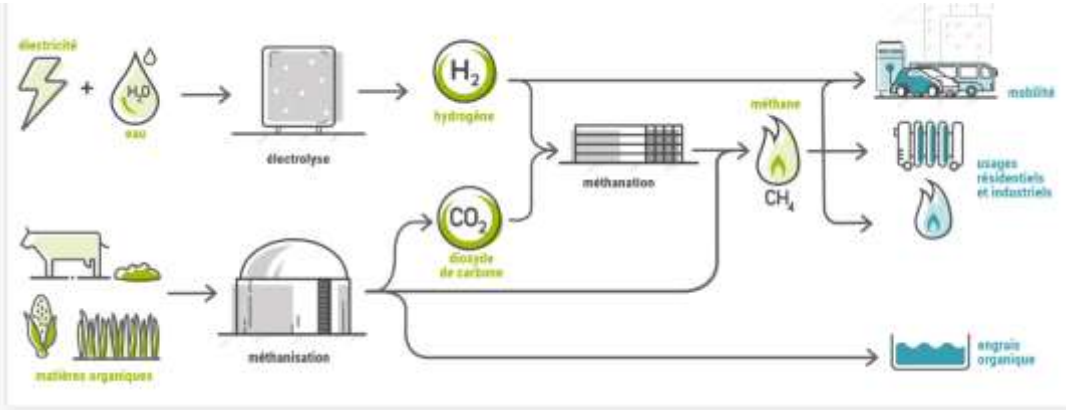


Figure 164 : Couplage du power-to-gas avec la méthanisation (Source : https://methycentre.eu)

Le projet METHYCENTRE[155] 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.

Pyrogazéification

La pyrogazéification est un procédé thermochimique, 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.

---

[153] **G**estion des **R**éseaux par l'injection d'**Hy**drogène pour **D**écarboner les énergies http://grhyd.fr/presentation/
[154] https://www.jupiter1000.eu/projet
[155] 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 Suède[156], 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 réseau[157.]

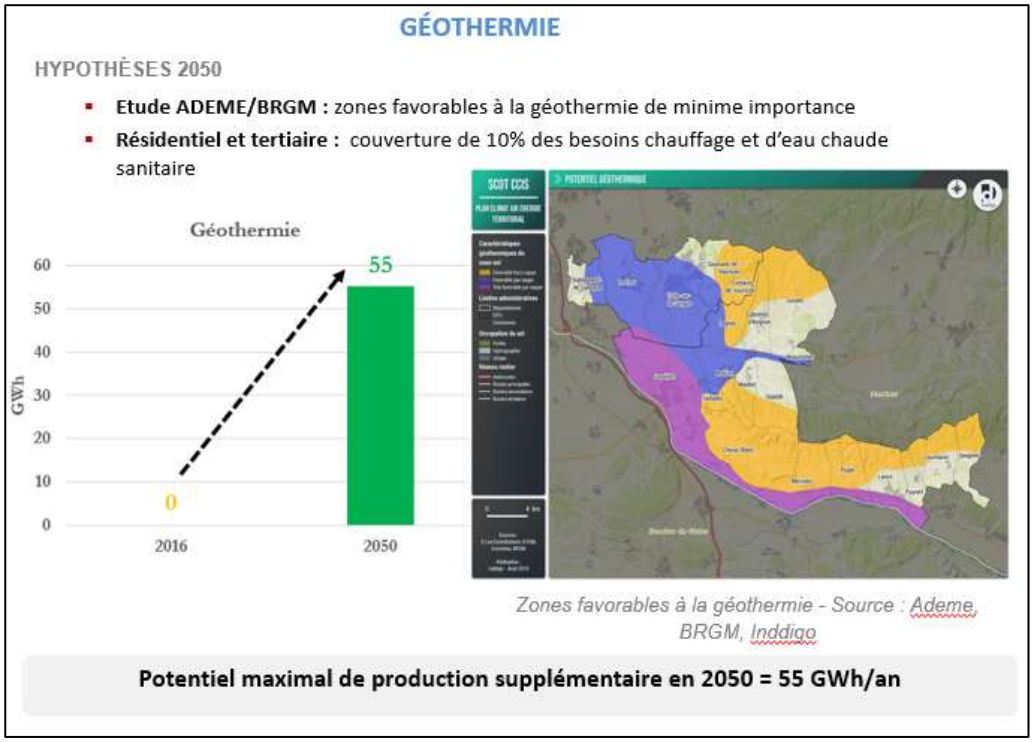
En France une plateforme de démonstration piloté par Engie a été créée à Saint-Fons (69) pour tester les différentes briques pour faire du gaz injectable[158].

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'Azur[159.].

[156] http://www.repotec.at/index.php/97.html
[157] Même si le gaz respecte les spécifications des opérateurs de réseau de gaz.
[158] www.projetgaya.com
[159] S3D,2018, *« Etude 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_egestiondoc_pi1[uidDocument]=235&no_cache=1&cHash=518bb4e1927ef6f4fcac49f50509eacd#.XKtO4eSP6Uk

6.3.4 GEOTHERMIE

6.3.4.1 *Synthèse*



6.3.4.2 *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 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 base sur les hypothèses définit par le BRGM.

La cartographie suivante présente les zones les plus favorables surs nappes et hors nappes sur le territoire du bassin de vie.

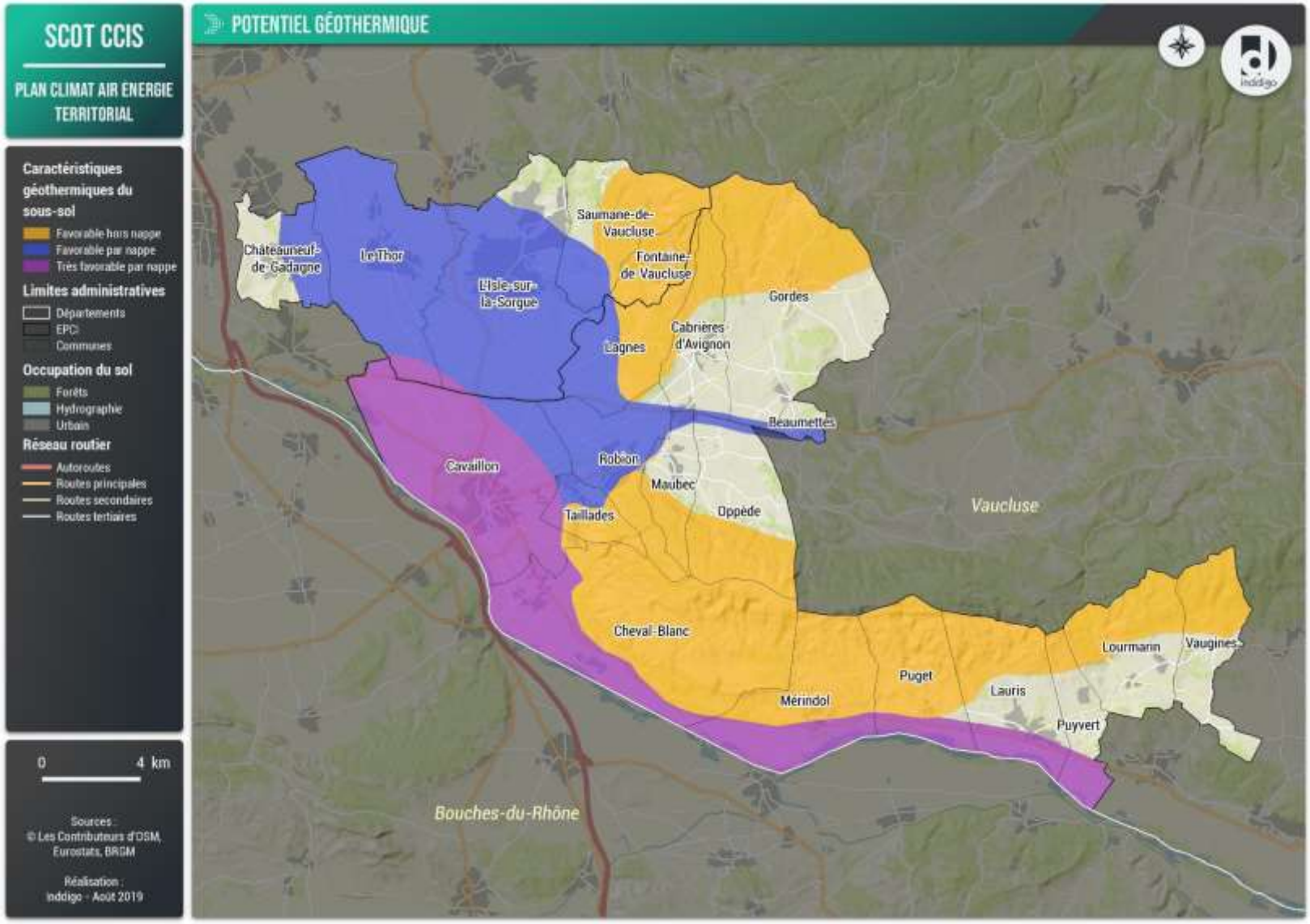


Figure 165 : Carte des zones favorables à la géothermie sur nappes et sur sondes sur le territoire (source : BRGM, Inddigo)

Géothermie sur nappe

Une zone très favorable est identifiée le long de la Durance. Elle utilise la nappe des alluvions récentes de la Basse Durance. Cette nappe se trouve à une profondeur de 8 m, à un débit moyen de 1000 m3/h et une température moyenne de 13°C. La puissance thermique extractible par forage est estimée comme suit :

$P_{thermique} = 1.16 * Q_p * \Delta T$.

Avec 1.16 la capacité thermique massique de l'eau, Q_p le débit moyen en m3/h et ΔT la différence de température entre l'eau prélevée et réinjectée (estimée à 4°C).
Ainsi la puissance thermique extractible par un forage sur cette nappe s'élève à 4,64 MW.
En considérant un COP[160] de 3.5, la puissance fournie par le forage serait de **6,5 MW** pour une production moyenne annuelle de **9 GWh** (1 400 heures de fonctionnement).

Deux autres nappes sont favorables sur le territoire :

- Les alluvions récentes du Calavon à une profondeur de 5 mètres et à une température de 13°C ainsi qu'un débit moyen de 50 m3/h. La puissance extractible est de 230 kW soit une puissance fournie de 325 kW et une production moyenne annuelle par forage de 0,5 GWh.
- Les alluvions des Sorgues et de la Nesque à une profondeur de 15 mètres à une température de 16°C et un débit moyen de 35 m3/h. La puissance extractible est de 160 kW soit une puissance fournie de 230 kW et une production moyenne annuelle par forage de 0,3 GWh.

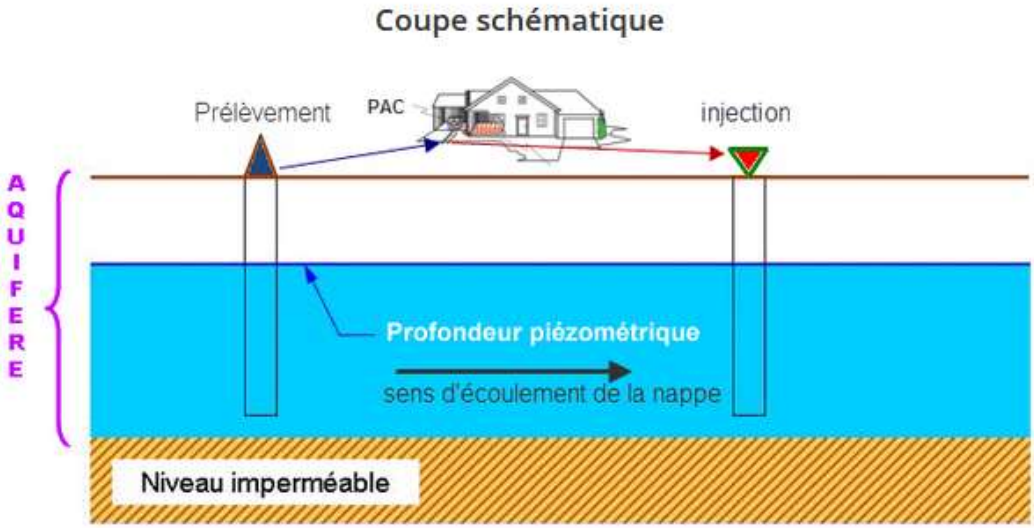


Figure 166 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur nappe (source : www.geothermie-perspectives.fr)

Géothermie sur sondes ou hors nappes

Des zones favorables sont identifiées au Nord-Est et au Sud du territoire.
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).

[160] Coefficient de performance

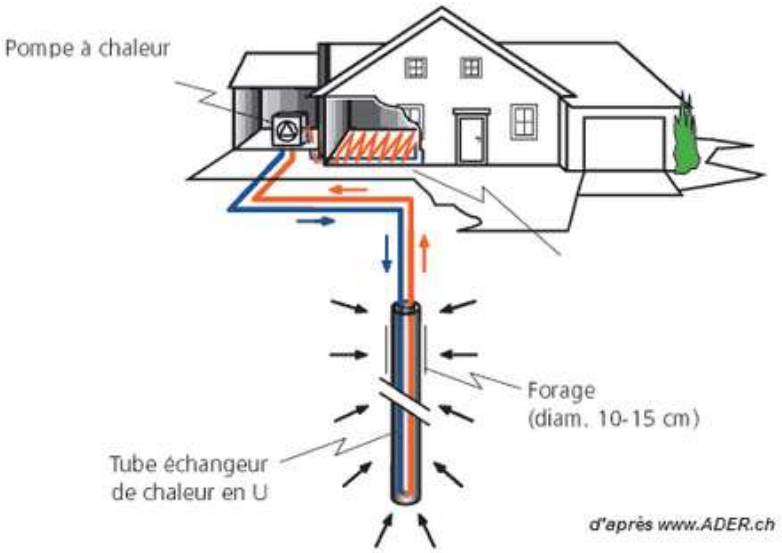


Figure 167 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur sonde (source : www.geothermie-perspectives.fr)

Reglementation

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 m^3/an).
- **Echangeurs géothermiques fermés (géothermie sur sondes) :**
  - ✓ Profondeur du forage < 200 mètres,
  - ✓ Puissance thermique maximale prélevée du sous-sol < 500 kW.

La totalité du territoire est éligible à la GMI excepté une zone au nord des communes de L'Isle-sur-la-Sorgue, Le Thor et Saumane-de-Vaucluse. Elle est représentée en rouge sur la carte ci-dessous.

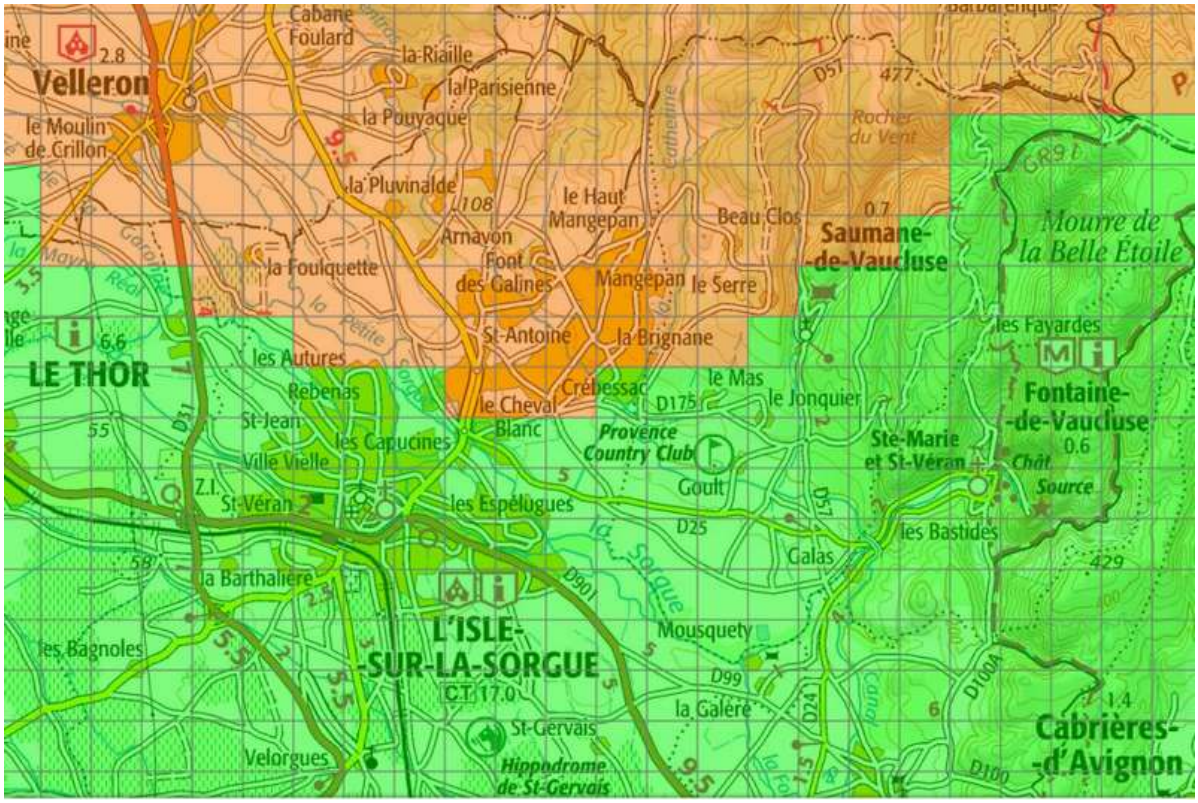


Figure 168 : Carte des zones non éligibles à la géothermie de minime importance (Source : ADEME, BRGM[161])

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, règlementaires, 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 55 GWh dont 35 GWh pour la CALMV et 20 GWh pour la CCPSMV.

Cela pourrait se traduire par exemple par 8 forages sur les nappes de la Durance, 110 sur celles du Cavalon ou 180 sur celles de la Sorgue et de la Nesque. Pour des forages hors nappes, la superficie nécessaire serait de 46 km² soit environ 4 600 sondes.

[161] Bureau de Recherche Géologique et Minière

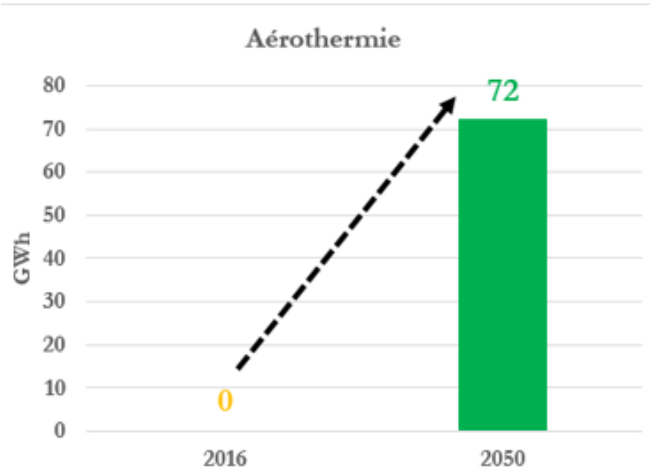
6.3.5 AEROTHERMIE

6.3.5.1 *Synthèse*

AEROTHERMIE

HYPOTHÈSES 2050

- **Basé sur le scénario négaWatt :** Prévoit une augmentation de l'utilisation des PAC aérothermiques performantes conséquente.
- **Secteurs concernés :** tertiaire, industriel et résidentiel



Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 72 GWh/an

6.3.5.2 *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 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 couteux et simple d'installation et d'utilisation. Son rendement est cependant bien moins élevé qu'une PAC géothermique entraînant ainsi des consommations électriques importantes[162].

[162] Juin 2012, ADEME, ***« Les pompes à chaleur électriques pour l'habitat individuel »***, Les fiches techniques de l'ADEME, 3p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-ademe-pompes-chaleur-electriques-2012.pdf

L'enjeu sera ici de développer l'installation de PAC aérothermiques performantes[163].

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 Energies 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 aérothermiques importantes à l'horizon 2050, 87 TWh[164].

Afin de territorialiser ce potentiel, un ratio utilisant la consommation des secteurs résidentiels, tertiaires et industriels actuelle est utilisé :

	France métropolitaine (Scénario négaWatt)	CALMV	CCPSMV	CCIS
Consommation résidentiel, tertiaire et industrie à 2050 (GWh)	1 195 000	609	384	994
Potentiel de production aérothermique estimée à 2050 (GWh)	87 000	44	28	72

Figure 169 : Potentiel de production via des PAC aérothermique au niveau national et intercommunal (sources : CIGALE, INSEE, Scénario négaWatt)

Le potentiel de production de chaleur via des PAC aérothermique est estimé à 72 GWh annuel dont 44 GWh pour la CALMV et 28 GWh pour la CCPSMV.

Cela représente environ 1 500 000 m² de bâtiments chauffés. Soit l'équivalent de 15 000 maisons individuelles.

[163] Août 2017, Association négaWatt, ***« Les pompes à chaleur dans le scénario négawatt 2017-2050 »,*** 7 p.
https://negawatt.org/IMG/pdf/fiche_pac.pdf
[164] https://negawatt.org/scenario/

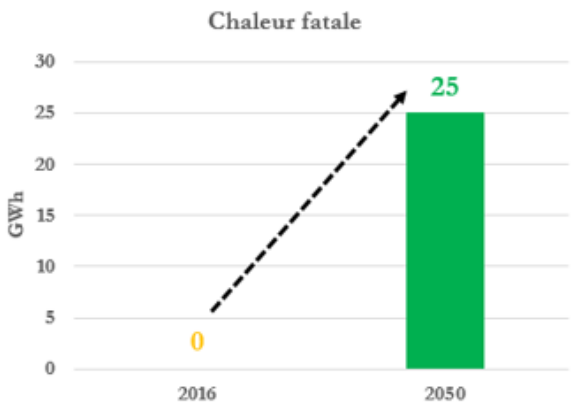
6.3.6 RECUPERATION DE CHALEUR FATALE

6.3.6.1 *Synthèse*

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR FATALE

HYPOTHÈSES 2050

- 11 installations industrielles (combustion, refroidissement) potentielles. 6% de la consommation industrielle récupérable.
- 3 STEU : Cavaillon, L'Isle-sur-la-Sorgue et Le Thor, récupération de chaleur en amont et en aval



Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 25 GWh/an

6.3.6.2 *Méthode et analyse*

La récupération de chaleur fatale peut se faire sur quatre types de gisement :

- Industrie,
- Eaux usées,
- Incinérateur,
- Centres de données (datacenters).

En raison de l'absence d'incinérateur et de centre de données sur le territoire seuls sont étudiés les gisements de chaleur fatale de l'industrie et des eaux usées.

6.3.6.3 *Industrie*

Dans l'industrie deux types de gisements sont distingués :

- Le gisement Basse Température (BT), < 90°C, issu des procédés industriels suivant : Groupes froids, compresseurs à air et tours aéroréfrigérantes. La valorisation en chauffage collectif nécessite des émetteurs basse température type planchers chauffants.
- Le gisement haute température (HT), > 90°C, valorisable sur tous types de chauffages collectifs. Il est issu des procédés industriels de combustion (four, étuve).

On considère ici qu'il est possible de récupérer environ 6% de la consommation industrielle. Ce ratio est issu d'une étude réalisé par Artelia et Axenne pour le compte de la Région SUD et disponible sur le site de l'ORECA[165]. Le potentiel récupérable est ainsi estimé à 13 GWh.

La majeure partie du potentiel se trouve dans les procédés fortement consommateur d'énergie sur le territoire. Afin de répérer ces derniers, sont recensées sur le territoire les ICPE en fonctionnement :

- 2910 – Combustion,
- 2920 – Compression/Réfrigération,
- 2921 – Refroidissement.

Le registre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) a permis d'identifier 11 installations en fonctionnement réparties sur 7 sites industriels sur le territoire du bassin de vie.
6 de ces installations sont des gisements de hautes températures (combustion) et 5 sont de basses températures.

Le tableau ci-dessous recense les installations industrielles potentiellement intéressantes pour la récupération de chaleur fatale :

EPCI	Nom établissement	Commune	Type d'installation ICPE	Puissance (MW)
CALMV	RHONE DURANCE ENROBES	CAVAILLON	2910	19,0
	AZ FRANCE (AZ MEDITERRANEE)	CAVAILLON	2921	2,5
	AZUR DISTILLATION	MAUBEC	2910	28,3
		MAUBEC	2910	32,3
		MAUBEC	2921	10,2
		MAUBEC	2921	5,6
CCPSMV	ORANGINA SUNTORY FRANCE PRODUCTION	CHATEAUNEUF DE GADAGNE	2910	4,9
		CHATEAUNEUF DE GADAGNE	2921	4,7
	FLORETTE France GMS	L ISLE SUR LA SORGUE	2921	4,3
	ROUSSELOT Isle sur Sorgue SAS	L ISLE SUR LA SORGUE	2910	14,8
	Moulins Soufflet	LE THOR	2910	1,5

Figure 170 : Gisement de chaleur fatale dans l'industrie par installations (source : http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr)

Le potentiel identifié sur le territoire s'élève à 13 GWh dont 7 GWh sur la CALMV et 6 GWh sur la CCPSMV. Il est important de noter qu'au vu des données disponibles, ce potentiel donne seulement un ordre de grandeur du gisement présent sur le territoire. La faisabilité de chaque projet nécessite des études technico-économiques poussées.

6.3.6.4 *Eaux usées*

La chaleur des eaux usées peut être valorisée :

- En sortie de bâtiment (sur le raccordement au réseau public),
- Sur les réseaux principaux,

[165] Mai 2014, Axenne / Artelia / Région SUD, ***« POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE DANS L'INDUSTRIE ET CARTOGRAPHIE DES CHALEURS FATALES »***, https://oreca.maregionsud.fr/ressources/gestion-documentaire/resultat-de-la-recherche.html?tx_egestiondoc_pi1[uidPage]=4&tx_egestiondoc_pi1[uidCache]=585999&cHash=2f154f9fdfc4224a83863fbcf021a8aa#.XuHp4jngq00

- Au niveau des stations d'épuration.

Il est généralement possible de réaliser un projet par canalisation en amont de la STEP sachant qu'un débit minimum de 36 m^3/h (80 kW pour un abaissement de la température de 2°C) est nécessaire.

Plusieurs projets en série peuvent être développés en sortie de STEP dans la limite d'abaissement de 4° de la température. La puissance récupérable en sortie de STEP est donc 2 fois plus importante qu'en amont de la STEP.

Pour évaluer le potentiel brut, on considère que l'on peut valoriser le débit sur une portion du réseau ou au niveau de la station d'épuration (en aval ou en amont) avec un abaissement maximum de température de 2°C.

Compte-tenu des données disponibles, il s'agit d'une évaluation très approximative dont le seul objet est de fournir un ordre de grandeur du potentiel. Pour déterminer un potentiel techniquement réalisable, il faudrait identifier la position des canalisations des eaux usées, la présence de bâtiments consommateurs, ainsi que d'éventuels projets de construction.

Trois stations d'épurations ayant un débit suffisant ont été identifiées sur le territoire. Leurs caractéristiques ainsi que le gisement mobilisable correspondant sont décrits dans le tableau suivant.

Commune avec STEP	Capacité nominale EH	débit moyen en entrée en 2017 (m3/j)	m3/h	Puissance (kW)	Production (GWh)
Cavaillon	22 500	5 710	238	550	7
L'Isle-sur-la-Sorgue	40 000	3 705	154	300	4
Le Thor	8 000	1 206	50	100	1

Figure 171 : Caractéristiques et potentiel de récupération de chaleur fatale des STEU du territoire (source : http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/)

Le potentiel de récupération de chaleur sur les STEU du territoire s'élève à 12 GWh dont 7 GWh sur la CALMV et 5 GWh sur la CCPSMV.

La récupération d'énergies sur les eaux usées nécessite l'utilisation de pompes à chaleur et, est plus adaptée au fonctionnement hydraulique des bâtiments récents. Ces projets concerneront donc principalement des projets de bâtiments neufs.

Le potentiel de récupération de chaleur fatale est estimé à 25 GWh annuel dont 14 GWh pour la CALMV et 11 GWh pour la CCPSMV.

6.4 ELECTRICITE RENOUVELABLE

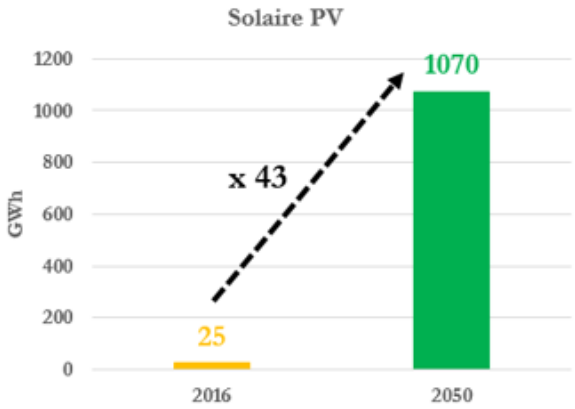
6.4.1 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

6.4.1.1 *Synthèse*

ELECTRICITE PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES

HYPOTHÈSES 2050

- **Implantation :** Toitures de bâtiments résidentiels, tertiaires, commerciaux, agricoles et industriels. Parking. L'électricité est vendue au réseau (une part peut être autoconsommée).
- **Contraintes intégrées :** orientation, ombrage naturel, distance minimale à un poste électrique
- **Contraintes non intégrées :** périmètre protection patrimoniale



Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 1070 GWh /an

Tableau de synthèse :

		< 36 kWc	< 250 kWc	> 250 kWc	Parkings	PV au sol	Total	%SCoT CCIS
CALMV	**Potentiel de production en GWh**	**209**	**138**	**269**	**25**	**0,9**	**642**	**60%**
	Puissance à installer en MWc	*151*	*96*	*195*	*16*	*0,6*	459	
	Surface de panneaux en milliers de m²	*756*	*481*	*975*	*134*	*1,2*	2 347	
	% du potentiel de production	***33%***	***21%***	***42%***	***4%***	***0%***		
CCPSMV	**Potentiel de production en GWh**	**127**	**79**	**202**	**15**	**6,5**	**430**	**40%**
	Puissance à installer en MWc	*92*	*56*	*146*	*10*	*4,2*	*308*	
	Surface de panneaux en milliers de m²	*460*	*279*	*729*	*83*	*52*	*1 603*	
	% du potentiel de production	***29%***	***18%***	***47%***	***3%***	***2%***		
SCoT CCIS	**Potentiel de production en GWh**	**336**	**217**	**472**	**40**	**7**	1 072	
	Puissance à installer en MWc	*243*	*152*	*341*	*26*	*5*	*767*	
	Surface de panneaux en milliers de m²	*1 215*	*760*	*1 705*	*217*	*53*	*3 950*	
	% du potentiel de production	***31%***	***20%***	***44%***	***4%***	***1%***		

6.4.1.2 *Rappel du contexte régional*

Il existe en Provence-Alpes-Côte d'Azur un cadre régional pour le développement du photovoltaïque (PV)[166] 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.**

6.4.1.3 *Photovoltaïque en toiture*

Rappel du contexte régional

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 BDTOPO 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 inscrits 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 remarquables[167] n'a pas été écartée.
En effet, l'évolution technologique des panneaux, tuiles, ardoises et revêtements photovoltaïques 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 France[168].

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 BDTOPO (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 (faîtage supposé).

Les systèmes photovoltaïques potentiels sont ensuite caractérisés par :

- **Leur surface en toiture** : calculée à partir des ratios suivants :

---

[166] http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/cadre_regional_photovoltaique_dreal_paca_2019_02.pdf

[167] https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=8B0266BECD3F08B8C6DF44837EEB26E0.tplgfr37s_3?idArticle=LEGIARTI000032858246&cidTexte=LEGITEXT000006074236&dateTexte=20180821

[168] ***« 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

Surface bâtie	25 m² < bâti < 1500 m²	1500 < bâti < 2500m²	bâti > 2500 m²
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.

Orientation	**Production électrique (kWh/kWc)**
EST-OUEST	1150
SUD-EST / SUD-OUEST	1400
SUD	1550

Nota : les ombrages proches comme la végétation et les bâtiments aux alentours ne sont pas pris en compte dans la simulation, les masques lointains comme le relief montagneux le sont.

Le potentiel brut s'élève à 1,7 TWh dont 1 TWh pour la CALMV et 0,7 TWh pour la CCPSMV.

Plusieurs hypothèses ont été prises en compte pour évaluer un potentiel net à 2050 :

- Les installations de puissance inférieure à 250 kWc situées à plus de 250 m d'un poste de distribution ne sont pas considérées,
- Coefficients d'abattement de 30% pour les masques proches et les bâtiments dont la structure ne permet pas d'accueillir les panneaux.

Ainsi le potentiel du territoire s'élève à 1 025 GWh dont 616 GWh pour la CALMV et 408 GWh pour la CCPSMV.

Le tableau ci-dessous résume les surfaces de panneaux, puissance à installer et les potentiels de production par tranche de puissance :

- < 36 kWc correspondant aux petites installations généralement résidentielles,
- < 250 kWc correspondant aux toitures importantes généralement sur bâtiments industriels, tertiaires ou agricoles,
- > 250 kWc correspondant aux installations à considérer dans le S3REnR.

		< 36 kWc	< 250 kWc	> 250 kWc	Total	%SCoT CCIS
CALMV	**Potentiel de production en GWh**	**209**	**138**	**269**	**616**	**60%**
	Puissance à installer en MWc	*151*	*96*	*195*	442	
	Surface de panneaux en milliers de m²	*756*	*481*	*975*	2 212	
	% du potentiel de production	***34%***	***22%***	***44%***		
CCPSMV	**Potentiel de production en GWh**	**127**	**79**	**202**	**408**	**40%**
	Puissance à installer en MWc	*92*	*56*	*146*	*294*	
	Surface de panneaux en milliers de m²	*460*	*279*	*729*	*1 468*	
	% du potentiel de production	***31%***	***19%***	***50%***		
SCoT CCIS	**Potentiel de production en GWh**	**336**	**217**	**472**	1 025	
	Puissance à installer en MWc	*243*	*152*	*341*	*736*	
	Surface de panneaux en m²	*1 215*	*760*	*1 705*	*3 680*	
	% du potentiel de production	***33%***	***21%***	***46%***		

Figure 172 : Synthèse des surfaces, puissances et production potentiels photovoltaïques sur le territoire (source : Inddigo)

Il est intéressant de noter que le potentiel en toiture pour les maisons individuelles représente environ un tiers du potentiel tandis que les très grosses installations, plus de la moitié.

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 actuelle. 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 1 025 GWh/an (616 GWh pour la CALMV et 408 GWh pour la CCPSMV), avec une puissance installée de 736 MWc (442 MWc pour la CALMV et 294 MWc pour la CCPSMV).

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.

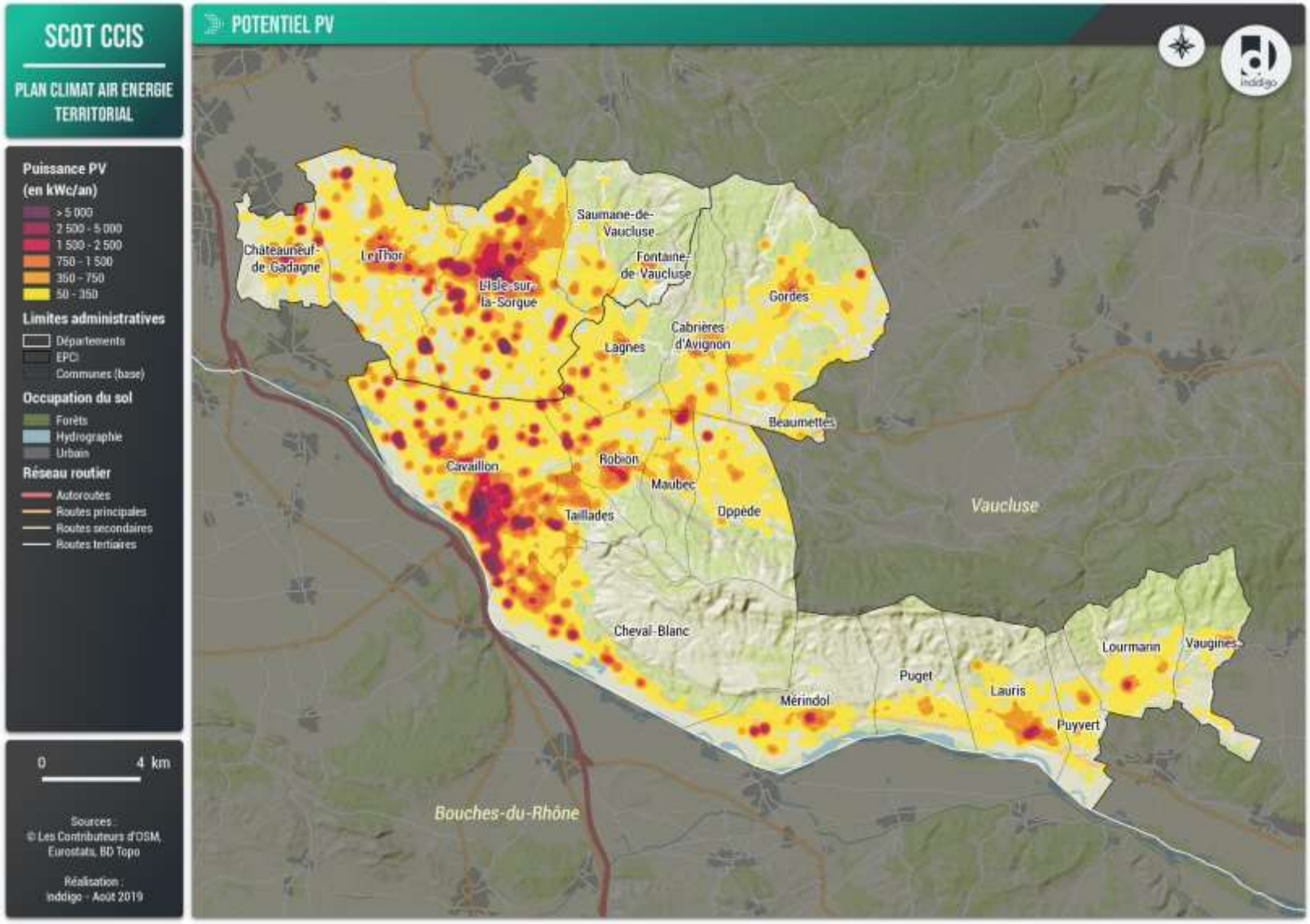


Figure 173 : Carte du potentiel brut solaire PV en toiture (source : BDTOPO - IGN, PVGIS, Inddigo)

6.4.1.4 *Photovoltaïque en ombrière de parking*

169 parkings de taille importante (supérieure à 1 000 m²) ont été identifiés sur le territoire via la base cartographique OpenStreetMap allant de 1 000 m² à plus de 11 000 m²

Figure 174 : Exemples de parkings pouvant accueillir des panneaux solaire PV en ombrière
Parkings Auchan à Cavaillon (source : Google Earth)

Afin de déterminer le potentiel de production les hypothèses suivantes ont été considérées :

- 50% de la surface recouverte de panneaux
- Puissance des modules de 120 Wc/m²[169]
- Orientation optimisée (sud) avec une production de 1550 kWh/kWc

Ainsi on recense sur le territoire, 434 milliers de m² de parking soit environ 217 milliers de m² de panneaux solaires à installer représentant une puissance de 26 MW et une production annuelle estimée à 40 GWh.
Le tableau détaille ces résultats pour les 2 EPCI.

	Nb de parkings	Surface totale (milliers de m²)	Surface de panneaux (milliers de m²)	Puissance à installer (MW)	Production PV (GWh)
CALMV	107	269	134	16	25
CCPSMV	62	165	83	10	15
SCoT CCIS	169	434	217	26	40

Ainsi le potentiel total en ombrière de parking s'élève à 40 GWh (25 GWh pour la CALMV et 15 GWh pour la CCPSMV) pour 21,6 MWc installés.

[169] https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/potentiel-solaire-dun-toit-ou-dun-terrain/

6.4.1.5 *Photovoltaïque au sol*

Projets en construction ou à l'étude

La DDT de Vaucluse recense les centrales solaires photovoltaïques au sol existantes, en construction et en instruction sur le département du Vaucluse.
Un projet de centrale solaire PV en instruction est porté par la société Valeco sur le site de l'ancienne décharge des Calottes à L'Isle-sur-La-Sorgues. Ce projet envisage 5,2 hectares de panneaux pour une puissance à installer de 4,2 MWc et une production estimée à 6,5 GWh.

BASIAS - Sites et sols pollués (ou potentiellement pollués)

L'ADEME a conduit en Avril 2019 une évaluation du gisement relatif aux zones délaissées et artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques[170]. Elle utilise pour les anciens sites industriels la bases de données BASIAS[171].

Les anciens sites industriels recensés dans la base de données BASIAS sont au nombre de 367 sur le territoire.

Seuls les sites remplissant les critères suivants sont conservés :

- Activité du site terminé,
- Le site est en friche et aucun réaménagement n'est prévu,
- Si ces deux critères ne sont pas connus le site n'est pas conservé.

13 sites sont identifiés sur le territoire du SCoT dont 7 sur la CALMV et 6 sur la CCPSMV (voir tableau ci-dessous).

Identifiant	Commune	Raison sociale	Type d'activité
PAC8400154	BEAUMETTES		Atelier d'équarrissage
PAC8401298	CAVAILLON		Station service
PAC8400554	FONTAINE-DE-VAUCLUSE	Société Nouvelle du Valdor	Papèterie
PAC8402871	FONTAINE-DE-VAUCLUSE		Atelier de serrurerie
PAC8400188	GORDES		Dépôt d'explosifs
PAC8400199	GORDES		Four à chaux
PAC8400414	L'ISLE-SUR-LA-SORGUE		Moulin à plâtre
PAC8400628	L'ISLE-SUR-LA-SORGUE		Dépôt de liquides inflammables
PAC8401860	L'ISLE-SUR-LA-SORGUE	Société PLATRIERES DE VAUCLUSE	Dépôt de liquides inflammables
PAC8402178	L'ISLE-SUR-LA-SORGUE	Société des Plâtrières de Vaucluse	Usine à plâtre
PAC8403255	MERINDOL		Décharge communale
PAC8404075	MERINDOL	Commune de MERINDOL	CARRIERE
PAC8403225	ROBION	Engrais MANON	Stockage de soufre

Figure 175 : Anciens sites industriels en friche dont l'activité est terminée et où aucun projet de réaménagement n'est identifié (source : BASIAS)

L'approximation des données disponibles (notamment sur les surfaces des sites) empêche d'évaluer le potentiel photovoltaïque correspondant. Des investigations complémentaires sont nécessaires pour déterminer les zones réellement mobilisables.

BASOL - Sites et sols pollués (ou potentiellement pollués)

[170] Avril 2019, ADEME, « Evaluation du gisement relatif aux zones délaissées artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques », 75 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-potentiel-pv-friches-parkings-2018.pdf

[171] https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/telechargement/basias

L'ADEME a conduit en Avril 2019 une évaluation du gisement relatif aux zones délaissées et artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques[172]. Elle utilise pour les sites et sols pollués la bases de données BASOL[173].

Quatre sites sont recensés sur le territoire du SCoT dont un est en friche. Il s'agit du site Engrais MANON - MICHUT à Robion. La base BASOL indique que :

« Le site industriel de la SOCIETE DES ENGRAIS MANON MICHUT (SODEMM) est divisé en deux parties. La partie production, dénommée « les Eyssariades, exploitée depuis 1890, est située au Nord-Ouest, à environ deux kilomètres du centre-ville de la commune de Robion et la partie stockage/déchargement, dénommée « La Gare », est situé à proximité de l'ancienne gare. Le site de production occupe une surface de 10 000 m² dont 7 000 m² de bâti (bureau, unité de production, atelier mécanique, atelier d'ensachage et plusieurs zones de stockage). La partie stockage/déchargement occupe une surface de 1 800 m² avec un bâti de 630 m² composé d'un hangar et de silos, le long de l'ancienne voie ferrée »

La superficie de terrain est d'environ 1,18 hectares. La surface de panneaux installables varie selon le type de modules choisis. On considèrera ici qu'il est possible d'installer 0,5 MWc/ha[174]. La puissance du parc serait ainsi de 0,6 MWc. En considérant une orientation plein sud le productible serait **de 0,9 GWh** annuel.

Etude du cadastre énergétique de la Région SUD

La Région SUD a mis en place un cadastre énergétique[175]. Ce cadastre dresse, à l'échelle de la parcelle cadastrale voire de la toiture pour les énergies qui s'y prêtent (solaire PV et thermique), les potentiels de production d'énergie renouvelable disponibles.

Il comporte différentes fonctionnalités : simulation de la surface PV et des revenus associés pouvant être installée par toiture, identification du foncier disponible pour chaque type d'ENR, contraintes règlementaires par zone (centre historique, zone protégée, ...), classement des parcelles dans les documents d'urbanisme, proximité des réseaux[176].

Cet outil repère notamment les surfaces de friches industrielles via la base BASOL et simule la production solaire photovoltaïque potentiel sur ces zones. Par ailleurs, un zonage des enjeux correspondant à la doctrine de la DREAL concernant l'installations de parc solaire PV au sol est réalisé. La carte ci-dessous repère les différents enjeux sur le territoire.

---

[172] Avril 2019, ADEME, « Evaluation du gisement relatif aux zones délaissées artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques », 75 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-potentiel-pv-friches-parkings-2018.pdf

[173] https://basol.developpement-durable.gouv.fr/recherche.php

[174] https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/photovoltaique-au-sol/#les_differents_systemes_de_montage_au_sol

[175] http://cadastre-energie.maregionsud.fr

[176] https://oreca.maregionsud.fr/bases-de-donnees.html#.Xj0-lYhCe70

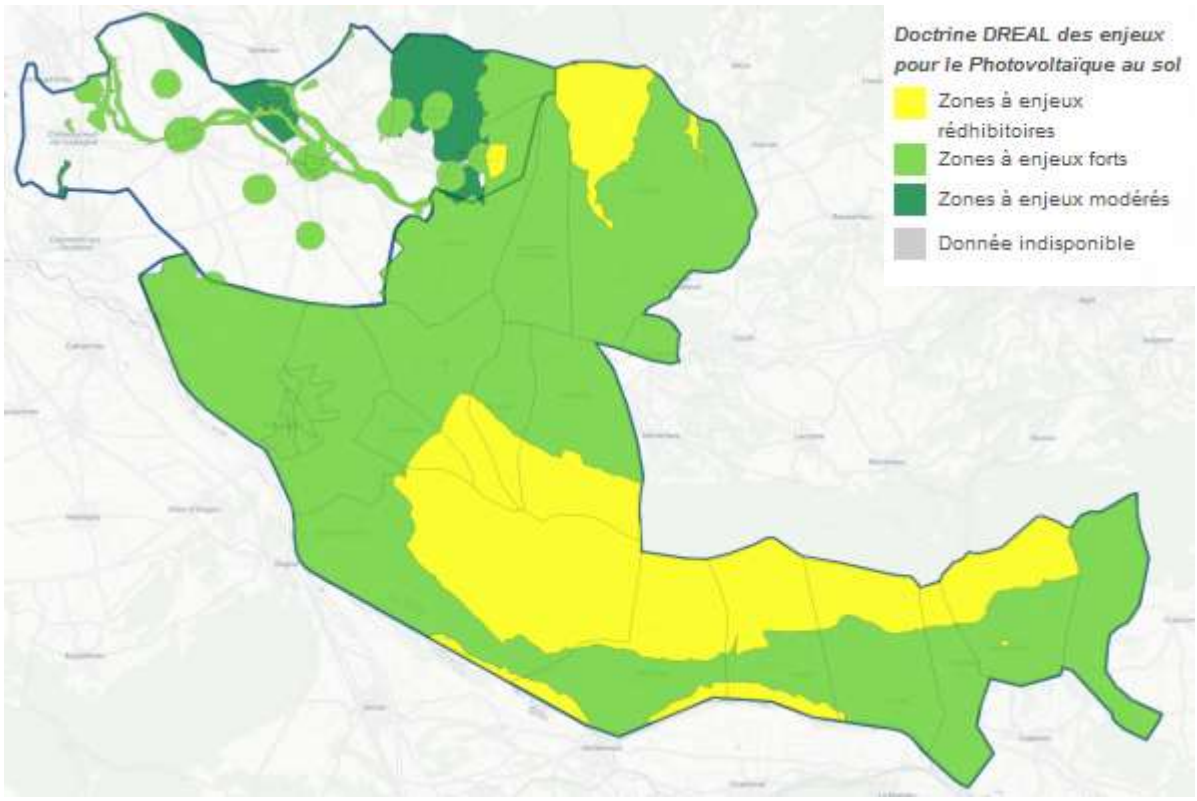


Figure 176 : cartographie des enjeux pour le solaire PV selon la doctrine DREAL (source : http://cadastre-energie.maregionsud.fr)

Le cadastre énergétique identifie 95 friches industrielles sur le territoire pour une production potentielle estimée à 134 GWh.

Cependant les zones identifiées sont de tailles très différentes. En effet une surface assez importante est nécessaire pour pouvoir envisager la construction d'une centrale solaire PV au sol.

On retiendra ici le seuil de 1 hectare correspondant à 500 kW installés :
« En 2018, seuls les parcs photovoltaïques de plus de 500 kW (soit 1 hectare minimum) peuvent bénéficier des mesures de soutien de l'Etat. »[177]

Ainsi, 17 zones répondent à ce critère sur le territoire. Cependant 16 d'entre elles sont en fait des zones où un établissement industriel ou tertiaire est toujours en activité

Reste donc une zone à Fontaine-de-Vaucluse au lieu-dit Galas. Sa superficie est de 1,4 hectares, en prenant une hypothèse de 0,5 MWc/ha, il serait possible d'installer 0,7 MWc et une production estimée à 1,8 GWh. Elle se trouve cependant dans une zone à enjeux forts concernant la doctrine de la DREAL sur le solaire PV au sol. Nous ne la retiendrons.

[177] https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/photovoltaique-au-sol/

Figure 177 : Localisation et images satellites de la zone potentielle d'installation solaire PV au sol (source : http://cadastre-energie.maregionsud.fr)

Commune	Méthode d'identification	Surface de la zone (ha)	Puissance à installer (MW)	Production estimée (GWh)
L'Isle-sur-la-Sorgue	Centrale en instruction décharge des Calottes	5,2	4,2	6,5
Robion	Site SODEMM	1,2	0,6	0,9

Ainsi le potentiel total photovoltaïque au sol s'élève à 7 GWh

6.4.2 EOLIEN

6.4.2.1 *Synthèse*

EOLIEN

HYPOTHÈSES

- **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 forts** : Natura 2000, ZNIEFF, PNR, Espaces naturels sensibles, zones humides, zone tampon biosphère

Territoire fortement contraint => pas de potentiel

Potentiel maximal de production en 2050 = 0 GWh/an

6.4.2.2 *Méthode et analyse*

Le territoire est fortement contraint pour l'implantation d'éoliennes. La quasi-totalité du territoire est soumis à des contraintes environnementales et patrimoniales. Elles ne sont cependant pas toutes des contraintes d'exclusion mais constitueront un enjeux 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'autre part, les zones ayant un relief accidenté (pente supérieure à 10%) et de superficie trop petite (inférieure à 20 hectares) sont écartées.

Au regard de ces contraintes, une zone libre de toutes contraintes de 17 hectares a été identifiées au nord du Thor. Elle est cependant trop petite pour accueillir un projet rentable économiquement.
3 zones à enjeux forts ont également été identifiées mais elles se trouvent à proximité directe de la Durance et ne semblent pas convenir à l'installation d'éoliennes.

Le potentiel éolien du territoire est nul.

6.4.2.3 *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 considère[178] 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.

[178] 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

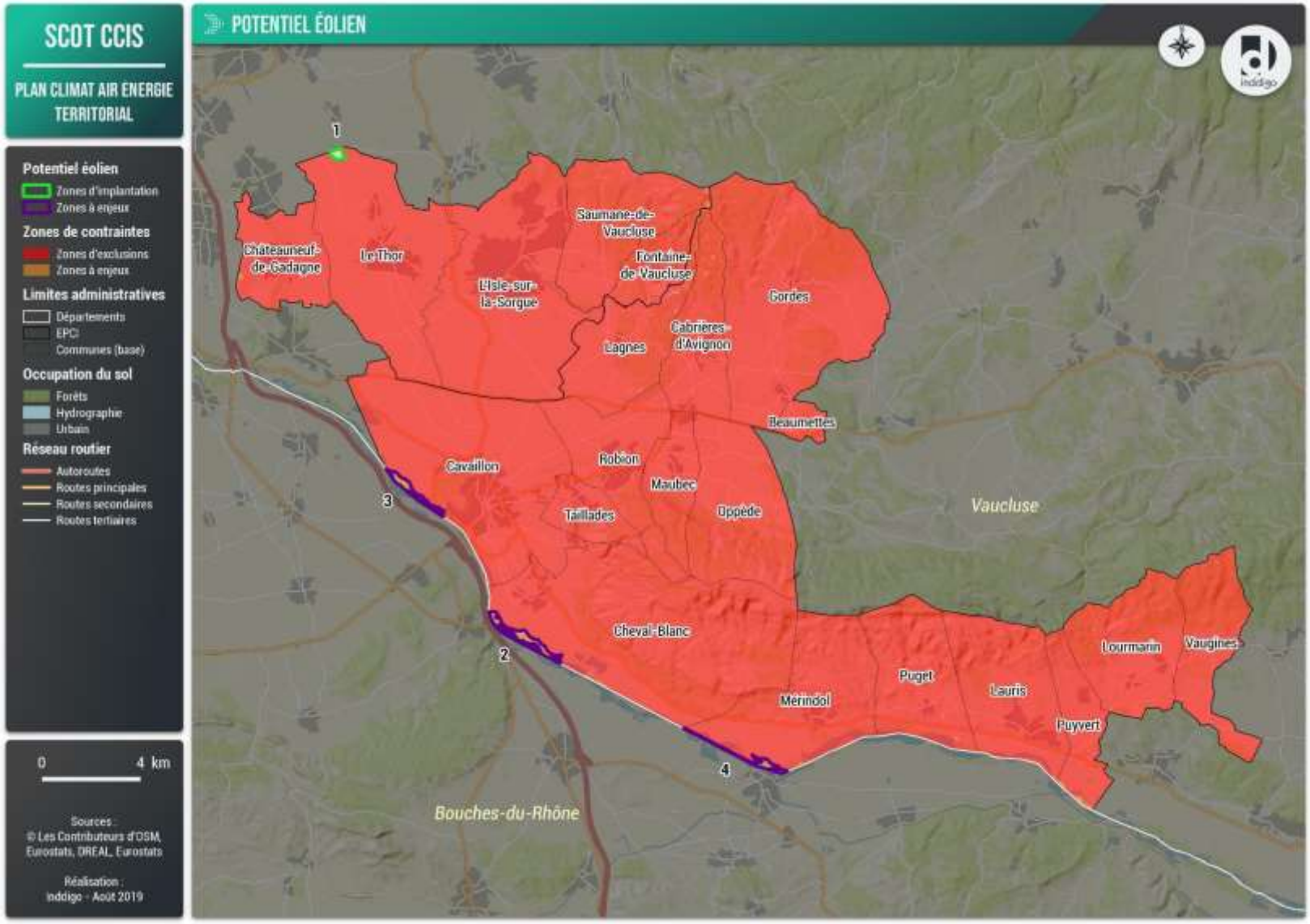
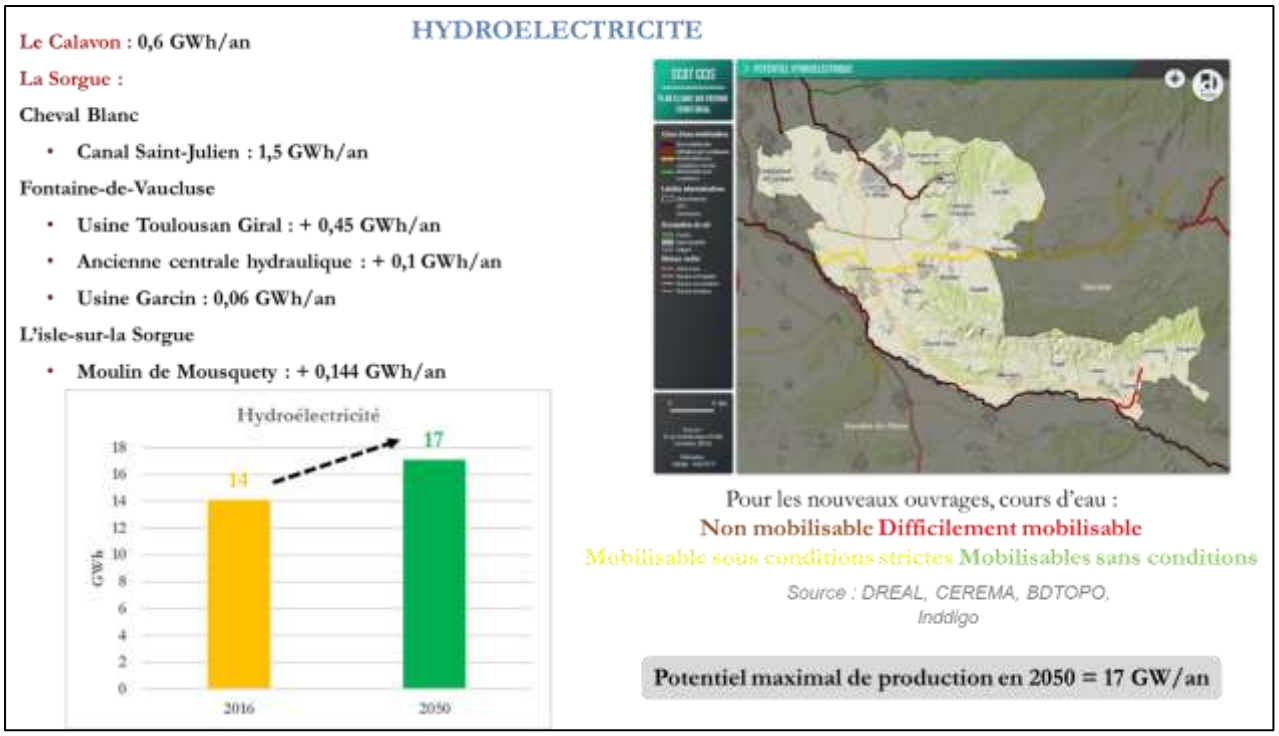


Figure 178 : Zones de potentiel éolien (source : BD TOPO, DREAL, Inddigo)

6.4.3 HYDROELECTRICITE

6.4.3.1 *Synthèse*



6.4.3.2 *Méthode et analyse*

L'évaluation du potentiel hydro électrique se base sur une étude[179] réalisée par le CEREMA en 2010 puis mise à jour en 2015[180] pour le compte de la région PACA.
Cette étude a pour but d'évaluer le potentiel hydroélectrique mobilisable en région PACA. 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 :

Puissance théorique P (kw) = (9.81 x rendement) x Q_{module} (m3/s) x h (m)

$$\approx 8 * \times Q_{module} (m3/s) \times h (m)$$

* (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*

Potentiel productible E (kWh) = 8 x Q_{module} (m3/s) x h (m) x 4 700 h

ou, si la puissance est disponible, E (kWh) = P (kw) x 4 700 h

Figure 179 : Extrait de la méthodologie de détermination du potentiel hydroélectrique (source : CEREMA)

Deux cours d'eau sont considérés comme non mobilisables :

- La Durance et la Sorgue, en raison de leur classement en liste 1. Aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent

[179] 2010, CETE Méditerranée, ***« Identification du potentiel hydroélectrique résiduel mobilisable sur les cours d'eau de la région PACA ».***
[180] 2015, CEREMA, ***« Mise à jour 2015 du potentiel hydroélectrique en région PACA »,*** Direction Territoriale Méditerranée.

un obstacle à la continuité écologique. La liste 1 est établie sur la base des réservoirs biologiques du SDAGE.

Deux cours d'eau sont mobilisables sur le territoire mais présentent tout de même des contraintes environnementales :

- L'Aigue Brun, qui est « difficilement mobilisable » en raison de sa position dans le PNR du Luberon et de ses réservoirs de biodiversité. Le potentiel y est très faible, inférieur à 1 GWh. Il n'est donc pas considéré comme mobilisable dans l'étude
- Le Calavon, qui est « mobilisable sous conditions strictes ». Il est également dans le PNR du Lubéron mais possède également des zones Natura 2000 et est concernés par des contraintes de gestion SDAGE. Le potentiel total y est de 6 GWh. Cependant les tronçons étudiés ont une puissance théorique de production faible par rapport à leur longueur. Seuls 2 tronçons ont une production linéaire supérieur à 1 kW/ml représentant un productible de 0,6 GWh annuels.

Ces cours d'eau se trouvent sur le territoire de la CALMV. Sur la CCPSMV, la Sorgue n'est pas mobilisable.

Le GERES a menée en 2005, pour le compte de l'ADEME et de la région PACA, une étude sur le potentiel régional de développement de la petite hydroélectricité[181]. Cette étude, contrairement à celle du CEREMA qui est plus macroscopique et, basée sur une analyse cartographique, vise à caractériser des sites potentiels via des échanges téléphoniques et des visites de sites.

Les projets potentiels dans cette étude sont classés en 5 catégories :

- Sur chute de rivières,
- Sur seuils[182] ou anciennes centrales hydroélectriques,
- Sur AEP[183],
- Sur centrales en service,
- Sur canaux.

Il ressort ainsi 3 projets présentant un potentiel dont 2 classés comme « prioritaire » car particulièrement intéressants :

- **La prise d'eau du canal Saint-Julien à Cheval-Blanc**. La hauteur de chute y est de 7 mètres pour un débit moyen de 3 m^3/s. Il est estimé qu'une puissance de 282 kW peut y être installée pour une production annuelle de 1,5 GWh. Ce projet n'est pas classé comme prioritaire.
- **L'usine « Toulousan Giral » à Fontaine-de-Vaucluse**. Sur les 3 turbines, une a été changée en 1995 permettant de doubler la production. Le propriétaire estime un potentiel supplémentaire de production de 450 MWh via l'amélioration des turbines.
- **Le moulin de Mousquety à L'Isle-sur-la-Sorgue.** Ayant fait l'objet d'une modernisation (compteurs électroniques, automatisation complète, télégestion, …), la centrale possède encore une marge d'amélioration estimée à 144 MWh par l'étude. Il est également mentionné que cette centrale a une visée pédagogique en raison de son excellente intégration environnementale.

[181] 2005, GERES, ***« Etude sur le potentiel régional de développement de la petite hydroélectricité »***

[182] Un seuil désigne une courte section du lit d'un cours d'eau où, pour des raisons géomorphologiques naturelles (présence de faille, déclivité naturelle, zone de roches plus dures, reliques glaciaires, barrage de castor, goulot provoquant une accumulation naturelle d'embâcles, etc.) ou à la suite d'une construction humaine (pertuis ou autre petit barrage, muret, gué artificiel), le fond du lit est fixé, ce qui conduit très souvent à y modifier fortement la hauteur de la lame d'eau.

[183] Alimentation en Eau Potable

Enfin une étude de faisabilité a été réalisée pour la réhabilitation d'une ancienne centrale hydraulique de production électrique à Fontaine-de-Vaucluse en Janvier 2008[184]. La turbine qui ne fonctionne plus depuis 1985 pourrait être réhabilitée ou remplacée pour atteindre une production annuelle de 100 MWh. L'étude mentionne également le site de l'usine Garcin dont le potentiel s'élève à 60 MWh.

A l'horizon 2050, le potentiel brut supplémentaire de production d'énergie à partir d'hydroélectricité est de 3 GWh.

[184] 2008, pow'ER, ***« Etude de faisabilité – Réhabilitation d'une ancienne centrale hydraulique de production électrique ».***

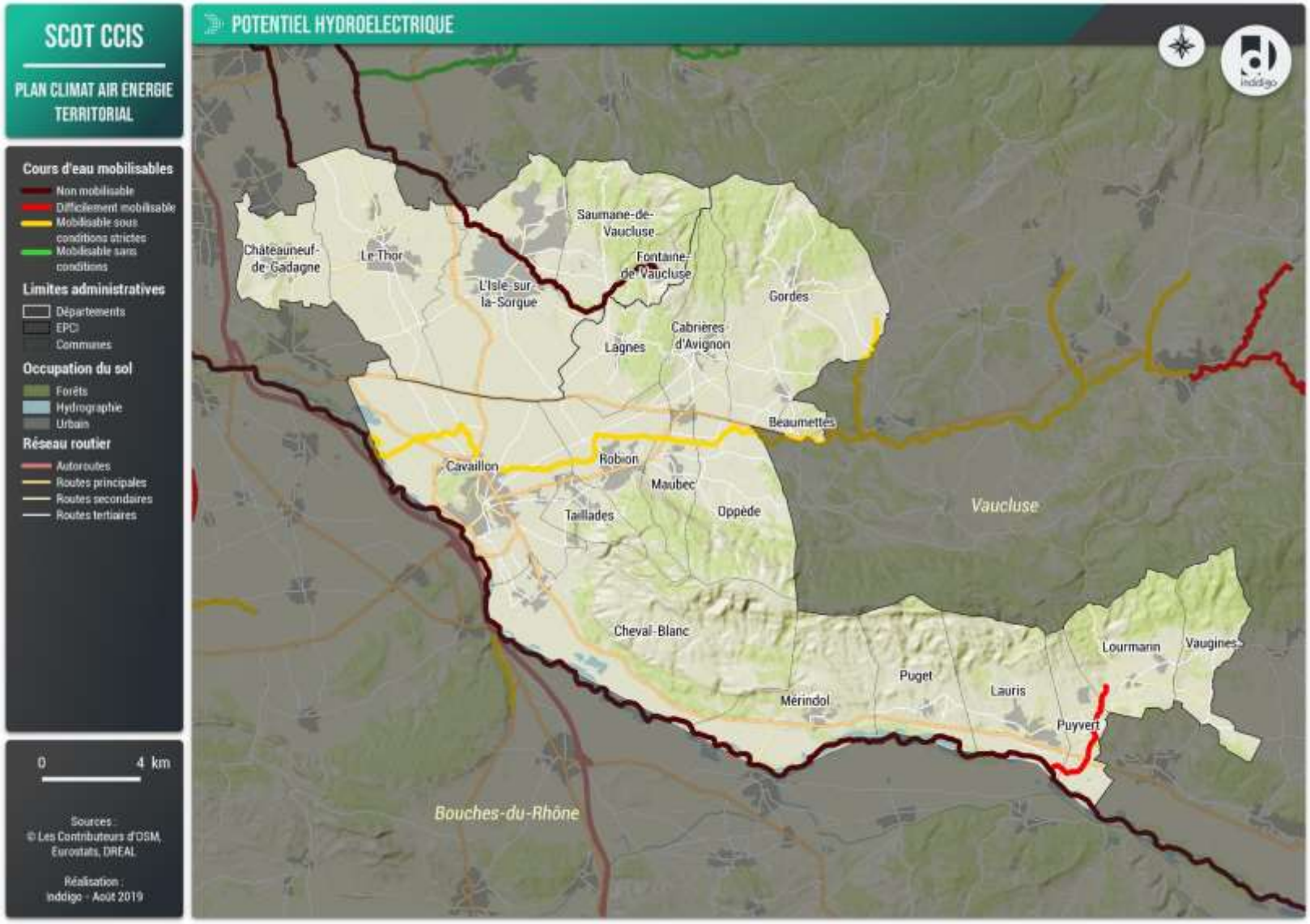


Figure 180 : Cours d'eaux mobilisables pour des installations hydroélectriques (source : BDTOPO, CEREMA, DREAL, Inddigo)

6.4.4 STOCKAGE

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 apparaitre 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 (centrales dispatchables), 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'électricité[185] nous en détaillerons uniquement trois dans le présent chapitre, les stations de transfert de l'énergie par pompage, les batteries et l'hydrogène au travers de la technologie power-to -gas. La filière hydrogène fait l'objet d'un plan national de déploiement[186].

Pour mémoire, le comité de prospective de la commission de régulation de l'énergie indique que les trois technologies émergentes dans ce domaine sont[187] :

- **Le stockage par batteries** sur les réseaux d'électricité qui bénéficie d'un modèle d'affaires rentable, notamment autour des services système de réglage de la fréquence. Il pourrait constituer un élément de réponse aux futurs besoins de flexibilité des systèmes d'énergie, en particulier sur un horizon de court terme (i.e., jusqu'à quelques heures),

- **Les technologies de type power-to-gas** qui présentent un intérêt économique et environnemental pour la production d'hydrogène décarboné nécessaire à certains processus industriels difficilement décarbonables. Elles semblent nécessaires à long terme (i.e., à l'horizon 2050) dans l'hypothèse de bouquets énergétiques intégralement renouvelables avec une forte proportion d'énergie intermittente. Toutefois elles ne pourront se développer sans des investissements massifs des acteurs et un soutien important des pouvoirs publics,

- **Le développement à grande échelle des véhicules électriques** (ou hybrides rechargeables) ne devrait pas accroître les besoins de flexibilité des réseaux d'énergie si cette demande est convenablement pilotée, voire pourrait fournir des leviers additionnels de flexibilité, notamment avec un pilotage dynamique rendu possible par le déploiement de compteurs communicants. Toutefois, la rentabilité d'un modèle d'affaires reposant sur l'utilisation de leurs batteries comme outil de stockage d'électricité (vehicle-to-grid) ne semble pas encore établie à ce jour. Leur éventuelle participation au réglage de fréquence peut constituer un premier test. Le développement à grande échelle des véhicules au gaz (véhicules lourds, transport de passagers et de marchandises) n'aura pas d'impact sur les besoins de flexibilité dans la mesure où le système gazier est aujourd'hui disponible et dispose de la capacité à gérer ces besoins.

---

[185] 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

[186] Ministère de la Transition écologique et solidaire, 1er 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

[187] Juillet 2018, Comité de prospective de la CRE, ***« La flexibilité et le stockage sur les réseaux d'énergie d'ici les années 2030 »***, 72 p.
http://www.eclairerlavenir.fr/wp-content/uploads/2018/07/Rapport_GT2.pdf

6.4.4.1 *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 le 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.

6.4.4.2 *Filière hydrogène*

Les développements technologiques et les expérimentations menées ces dernières années dans le domaine de l'hydrogène permettent à l'ADEME[188] de considérer que ce vecteur, lorsqu'il est d'origine renouvelable, apportera plusieurs contributions à la transition énergétique et écologique notamment dans le domaine de la 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'énergies renouvelables 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 CO_2 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 électriques un service d'équilibrage en stockant sous forme de gaz des surplus d'électricité renouvelable disponibles certaines semaines ou mois pour être réutilisés sur d'autres périodes déficitaires.

[188] 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

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, le projet Hygreen Provence[189] 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).

[189] http://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2018/02/hygreen_provence.pdf

6.5 CARBURANTS RENOUVELABLES ET MOTORISATIONS ALTERNATIVES

Sont traités ici les carburants renouvelables ou alternatifs à l'essence ou au gasoil.

Toutes les études actuellement disponibles indiquent un développement de nouveaux moyens de transports fonctionnant à l'électricité, au gaz ou encore à l'hydrogène ou aux biocarburants. Ce développement s'appuie sur des progrès importants, qui rendent désormais possible ce qui pouvait sembler hier un horizon encore incertain. Deux exemples typiques peuvent illustrer ce propos : d'une part, la baisse continue du coût des batteries électriques et son corollaire, l'augmentation de l'autonomie des véhicules, qui représente une étape essentielle à leur développement ; d'autre part la perspective de développement de biocarburants dits de « 2ème génération », qui devrait permettre de proposer une alternative énergétique moins polluante que les carburants traditionnels. Toutefois, de nombreuses incertitudes planent encore sur le secteur, rendant les projections quant aux poids respectifs des différentes alternatives encore fragiles. En tout état de cause, tous les modes de transports, de personnes comme de marchandises, devraient, dans un horizon assez rapproché, connaitre des transformations profondes de leurs modes de propulsion[190].

6.5.1 AGROCARBURANTS

6.5.1.1 *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 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 fossiles191, tout comme le fait de destiner des terres agricoles productives à la production d'énergie.

La Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse[192] (SNMB) publié 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'azur193 devrait être approuvé au cours du premier semestre 2019.

---

[190] Juillet 2018, Comité de prospective de la Commission de régulation de l'énergie, ***« L'impact du développement des mobilités propres sur le mix énergétique »***, 48 p.
http://www.avere-france.org/Uploads/Documents/1530809503952cf1613ca69201b429e6b77fff7d57-Etude%20CRE.pdf

[191] 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

[192] ***« 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

[193] ***« 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

On distingue plusieurs types de biocarburants dont les sources de biomasse qui sont à leur origines sont variées[194] :

- **Biocarburants de première génération[195] :**

Les biocarburants de première génération pour lesquels on distingue ceux élaborés :

- ✓ **A partir de l'alcool :** Le bioéthanol est produit à partir de la fermentation de sucre par des levures pour obtenir de l'alcool. Les plantes privilégiées, pour leur teneur en amidon ou en sucre : 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 controversé[196] 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 génération[197] :**

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.

---

[194] 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.
[195] 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
[196] 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
[197] 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

Aujourd'hui marginales, on ne recense que quelques sites pilotes (Projet FUTUROL, Procethol 2G sur le site agro-industriel de Pomacle-Bazancourt dans la Marne198, Projet BioTfuel199).

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 génération[200] :**

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.

6.5.1.2 *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).

Selon l'ADEME[201], 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.

6.5.2 VEHICULES ELECTRIQUES

Les véhicules électriques peuvent contribuer à atténuer la dépendance des transports routiers à l'égard du pétrole importé, contribuer à réduire la facture énergétique du pays, réduire les émissions de gaz

---

198 https://www.projetfuturol.com/Le-Projet_a21.html

199 https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/biotfuel-2016.pdf

200 2014, ADEME, ***« Evaluation 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

201 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

à effet de serre, améliorer la qualité de l'air en ville grâce à des émissions nulles à l'échappement et réduire les nuisances sonores[202].

Aspects environnementaux

Du point de vue environnemental, une étude récente[203] a permis de souligner le rôle intéressant de l'électrification des véhicules étant donné, dans le cas de La France, de l'utilisation d'une électricité peu carbonée. Pour cela, huit véhicules représentatifs des différentes motorisations (véhicules thermiques, hybrides ou électriques) et deux gammes automobiles (citadines et berlines) ont été considérés au regard de cinq indicateurs environnementaux (dont l'empreinte carbone) sur le périmètre géographique français. Ainsi, une citadine toute électrique a une empreinte carbone trois fois moindre que son homologue thermique sur son cycle de vie. Pour les berlines ce rapport est actuellement de 1 à deux.

Leur développement au niveau mondial pourrait avoir des conséquences notamment sur les marchés de matières premières tels que celui du lithium, utilisé dans les batteries Li-ion. Une étude de l'ADEME indique que malgré ce développement le risque d'approvisionnement d'un point de vue géologique paraît limité[204].

Usages

En termes d'usage pour les particuliers, le véhicule entièrement électrique est moins polyvalent que le véhicule thermique, du fait de son autonomie plus limitée. Toutefois, son autonomie est adaptée à la mobilité locale. Il permet également de nouvelles offres de services de mobilité et d'accélérer la transition vers de nouveaux modes de déplacement optimisant l'utilisation du véhicule et n'imposant plus sa possession.
L'utilisation du numérique, facilitée par la motorisation électrique, ouvre de multiples possibilités d'innovations et de nouveaux services (comme par exemple le véhicule autonome). En outre, les véhicules électriques peuvent faire plus que de la mobilité.

Le maillage du territoire par des bornes de recharge et la qualité du service apporté aux électro mobilistes fait actuellement l'objet d'améliorations constantes par les différents acteurs du marché de la recharge automobile[205].
Soulignons, également l'engouement qui existe actuellement pour les véhicules électriques légers partagé tels que les trottinettes électriques allant de pairs avec les vélos dans les centres urbains[206].

Lien avec le réseau électrique

---

[202] Avril 2016, ADEME, ***« Les potentiels du véhicule électrique »***, 12 p.
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avisademe-vehicule-electrique.pdf
[203] Décembre 2017, Fondation pour la nature et l'homme, ***« Enjeux environnementaux et perspectives d'intégration des écosystèmes Mobilité et Energie »***, 112 p.
http://www.fondation-nature-homme.org/magazine/quelle-contribution-du-vehicule-electrique-la-transition-energetique/
[204] Octobre 2018, ADEME, ***« Electrification du parc automobile mondial et criticité du lithium à l'horizon 2050 »***, 73 p.
http://www.avere-france.org/Uploads/Documents/154263371385ba5fb81ff57f60212d9e5df9cbd6dd-Ademe%20criticite%20lithium%202050.pdf
[205] 1er novembre 2019, AFIREV***, « Livret qualité »***, 36 p.
http://www.avere-france.org/Uploads/Documents/1572949895705e13d9d2e4af8609f3bd0ba97d052a-recommandations%20AFIREV.pdf
[206] Septembre 2019, Carbone 4, ***« Livre blanc : le rôle des trottinettes électriques et des véhicules électriques légers dans la réduction des émissions de CO2 en ville »***, 24 p.
http://www.avere-france.org/Uploads/Documents/15750334786245b9a515522692db32ae5d4891c4ae-carbone%204%20lime.pdf

Pour minimiser son impact sur le réseau électrique, il est primordial de mettre en place des systèmes de gestion intelligents de la charge prenant à la fois en compte les contraintes d'utilisation mais également celles du réseau. Leurs batteries offrent des capacités de stockage d'énergie utiles pour contribuer à la régulation du réseau électrique et au développement des énergies renouvelables[207].

ENEDIS souligne qu'une partie des installations de recharge s'intègrent aux équipements électriques existants et la puissance appelée par la recharge des véhicules foisonne avec les autres usages électriques. De plus, les véhicules se rechargent sur une période de temps limitée et la recharge peut se programmer. Les investissements nécessaires seront réalisés, et optimisés avec chacun des demandeurs. Les estimations, d'ores et déjà, menées par Enedis à l'horizon 2035, par construction discutables au vu de la nouveauté du sujet, montrent que la part des investissements liée à l'intégration de la mobilité électrique sera inférieure à 10% du total des investissements anticipés sur la période. L'essor de la mobilité électrique sur les quinze prochaines années n'est pas le facteur dominant du développement du réseau de distribution[208].

6.5.3 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** dont 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 vie[209].

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. L'ADEME a publié un guide d'information sur la sécurité des véhicules à hydrogène et des stations-service de distribution d'hydrogène[210].

A l'heure actuelle, l'hydrogène n'est pas d'origine renouvelable mais le plan national de déploiement de l'hydrogène[211] promeut notamment sa production par électrolyse de l'eau dont la part pourrait passer de 5,5 % à 10 % d'ici à 2023 et environ 30 % à l'horizon 2028 pour les usages industriels. Ce plan prévoit, entre autres, les mesures suivantes :

---

[207] Mai 2019, RTE, ***« Enjeux du développement de l'électromobilité pour le système électrique »***, 80 p.
http://www.avere-france.org/Uploads/Documents/155799663972bc5a6800f70eda145990331ef5f2dc-RTE.pdf

[208] Novembre 2019, ENEDIS, ***« Rapport sur l'intégration de la mobilité électrique dans le réseau public de distribution d'électricité »***, 48 p.
http://www.avere-france.org/Uploads/Documents/15749555871679091c5a880faf6fb5e6087eb1b2dc-Rapport_sur_lintegration_de_la_mobilite_electrique.pdf

[209] https://www.alstom.com/fr/press-releases-news/2018/9/premiere-mondiale-les-trains-hydrogene-dalstom-entrent-en-service

[210] Juin 2015, ADEME, ***« Guide d'information sur la sécurité des véhicules à hydrogène et des stations-service de distributions d'hydrogène »***, 52 p.
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-securite-h2-vehicules-station-service-8506.pdf

[211] 1er juin 2018, Ministère de la transition écologique et solidaire, ***« Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique »***, dossier de presse, 19 p.
https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.06.01_dp_plan_deploiement_hydrogene_0.pdf

- **Déploiement des écosystèmes territoriaux de mobilité hydrogène sur la base notamment de flottes de véhicules professionnels :**
  - ✓ 5 000 véhicules utilitaires légers et 200 véhicules lourds (bus, camions, TER, bateaux) ainsi que la construction de 100 stations, alimentées en hydrogène produites localement à l'horizon 2023,
  - ✓ de 20 000 à 50 000 véhicules utilitaires légers, 800 à 2000 véhicules lourds et de 400 à 1000 stations à l'horizon 2028,
- **Accompagner le déploiement de flottes territoriales, de véhicules hydrogènes** (camions, véhicules utilitaires, bus…), sur la base de l'hydrogène produite dans la phase d'amorçage industriel.

Les projets suivants méritent d'être signalés :

- **Hype :** depuis 2015, Air Liquide installe un réseau de stations hydrogènes localisées en Ile de France (Paris centre Pont de l'Alma, aéroport d'Orly, Versailles) pour accompagner le déploiement de la première flotte de taxis électriques hydrogènes au monde : Hype[212]. Cette flotte, créée par la start-up STEP (Société du Taxi Électrique Parisien dont Air Liquide est actionnaire minoritaire), compte déjà 75 véhicules à hydrogène circulant en région parisienne alimentés par les stations hydrogène Air Liquide et prévoit le déploiement de 600 taxis d'ici 2020.

- **Hynovar :** en Provence-Alpes-Côte d'Azur le projet HYNOVAR[213] 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.

- **Zéro Emission Valley :** la région Auvergne Rhône-Alpes, dans le cadre du projet « Zéro Emission Valley »[214] prévoit la construction d'un réseau de 20 stations hydrogène et l'acquisition de 1000 véhicules à hydrogène. Le projet vise en priorité les véhicules légers des professionnels et des collectivités. Afin de produire un hydrogène « propre », les 20 stations seront alimentées par de l'électricité renouvelable issue de 15 électrolyseurs. Pour cela, la Région Auvergne-Rhône-Alpes et la Banque des Territoires ont investis à hauteur de 49% dans Hympulsion[215], un partenariat public-privé, tandis que le Groupe Michelin, ENGIE avec le Crédit Agricole détiennent 51% du capital.

- **Fébus :** Ce premier Bus à Haut Niveau de Service de la ville de Pau[216] sera alimenté en hydrogène à partir d'une station spécialement créée sur place pour fournir une production 100% renouvelable.

---

[212] https://hype.taxi/
[213] http://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2017/05/fiche_DAS3_HYNOVAR.pdf
[214] 20 décembre 2017, La Région Auvergne-Rhône-Alpes, ***« Zero Emission Valley, le plan régional pour le déploiement de l'hydrogène, remporte l'appel à projet européen Blending call 2017 »***, Communique de presse, 3p.
https://www.auvergnerhonealpes.fr/278-pour-une-filiere-hydrogene-d-excellence.htm
[215] 20 mai 2019, ***« La Région Auvergne-Rhône-Alpes, Michelin, ENGIE, la Banque des Territoires et le Crédit Agricole concrétisent leur engagement financier dans Hympulsion pour favoriser la mobilité à hydrogène renouvelable », 3 p.***
http://regions-france.org/wp-content/uploads/2019/05/ZEV-Hympulsion.pdf
[216] https://www.pau.fr/article/pau-sengage-pour-le-climat-avec-son-febus-hydrogene

Ci-après les principaux projets de la filière Hydrogène situés dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur :

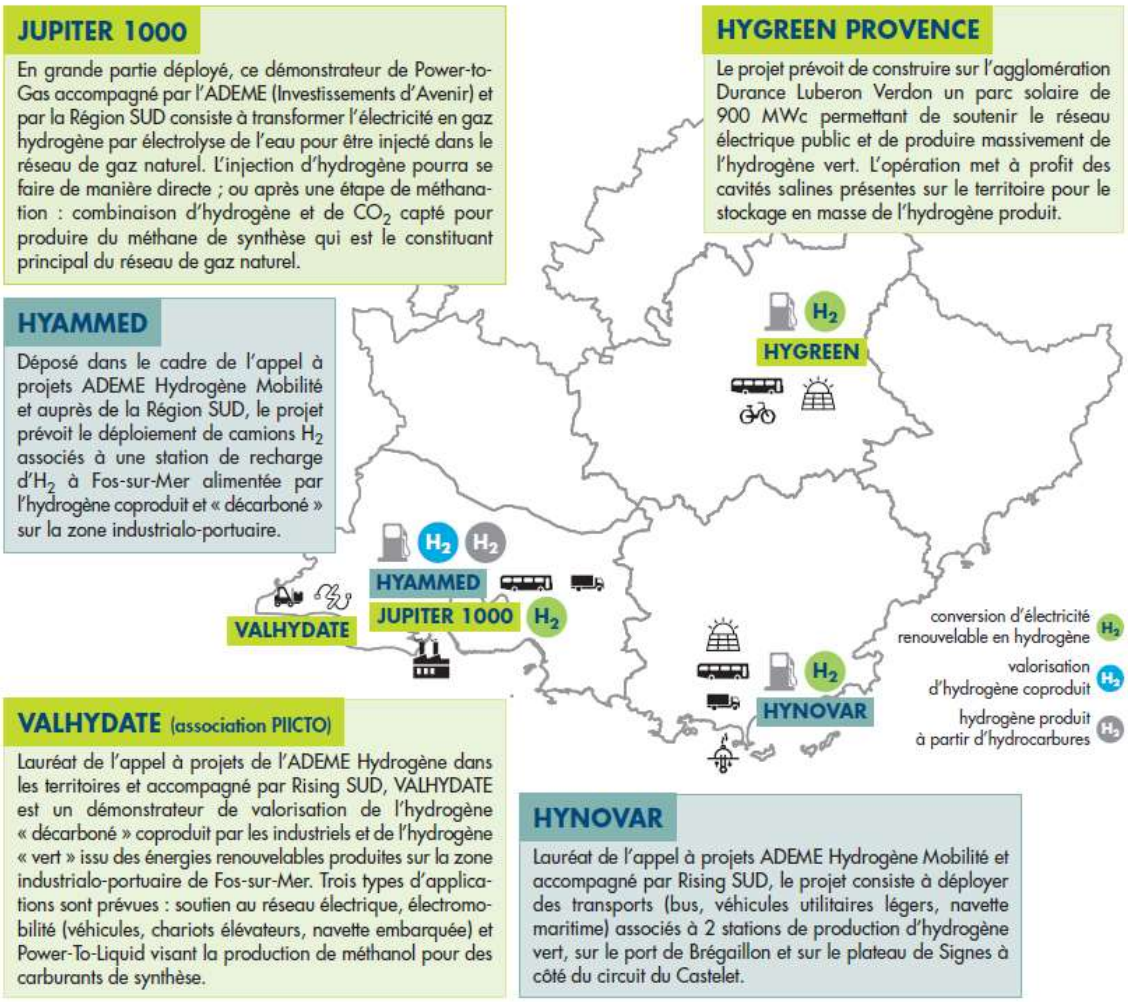
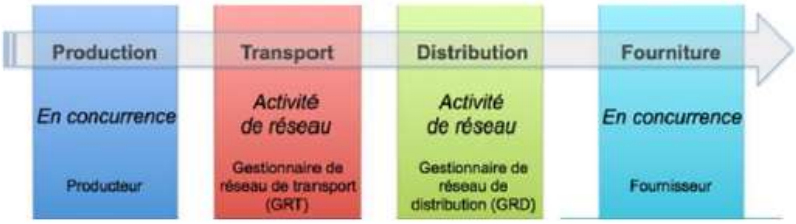


Figure 181 : Projets liés à la filière Hydrogène en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : ORECA, 2019[217])

[217] 2019, ORECA, ***« Observatoire Régional de l'Energie, du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur 2018, Edition 2019 »,*** 24 p.

7. RESEAUX D'ENERGIE

Les réseaux d'énergie ont un rôle important à jouer dans la transition énergétique, en lien avec l'intégration amont de nouvelles productions, notamment en énergies renouvelables (décentralisées par nature), l'optimisation aval des consommations énergétiques, tout en assurant de faibles pertes de distribution et un équilibre offre demande (flexibilité production et consommation, stockage, etc.).



Si la production et la fourniture d'énergie sont ouvertes à la concurrence depuis plusieurs années (cf. directives européennes), le transport et la distribution d'énergie restent sous monopole. En matière d'acteurs, il faut distinguer les réseaux de transport des réseaux de distribution :

Type de réseau	Propriété	Gestion
Transport	Electricité : R.T.E, E.D.F Transport, filiale d'EDF Gaz : T.I.G.F (Transport et Infrastructure Gaz France), filiale de TOTAL (Sud-Ouest France)	
Distribution	Compétence d'autorité concédante / organisatrice	Electricité : ENEDIS, filiale d'E.D.F, sous la direction des communes ou d'un syndicat d'énergie (SEV) ; ou une Entreprise Locale de Distribution (E.L.D) Gaz : GrDF, filiale d'Engie ou E.L.D

Sur le territoire, il n'existe pas d'Entreprises Locales de Distribution (source : www.anroc.com).

7.1 RESEAU D'ELECTRICITE

L'architecture du système électrique français est structurée selon les trois principaux piliers : la production, le transport et la distribution :

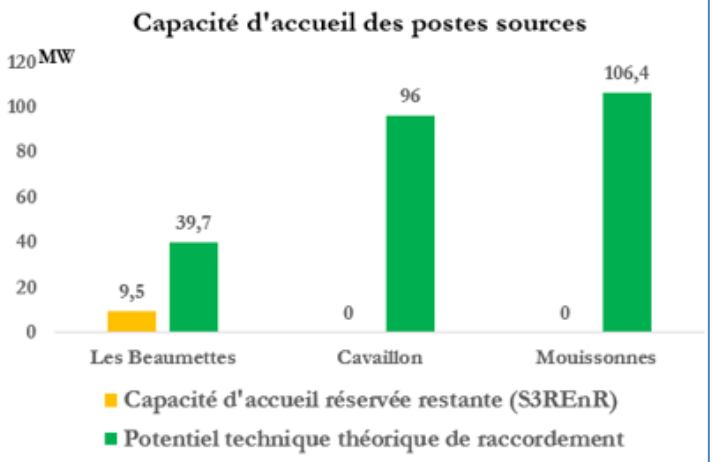
- **La production** : il s'agit des centrales électriques qui convertissent l'énergie primaire en énergie électrique,
- **Le transport** : il s'agit d'un réseau de lignes et câbles dits à haut et très haute tension (« HTB » entre 63 et 400 kV) qui assurent la mise en commun et la répartition sur un grand territoire de l'électricité qui y est produite. RTE, société anonyme filiale du groupe EDF, est gestionnaire de ce réseau et s'organise autour de 3 grandes missions : exploitation, maintenance et développement des réseaux haute et très haute tension,
- **La distribution** : il s'agit de réseaux intermédiaires dits à basse et moyenne tension (BT à 400 V et « HTA » à 20 kV) qui desservent tous les consommateurs, industriels ou particuliers, ayant besoin de faibles puissances.

7.1.1 RESEAUX DE TRANSPORT

7.1.1.1 *Synthèse*

CAPACITES D'ACCUEIL DES RESEAUX DE TRANSPORT D'ELECTRICITE

- 3 Postes sources principaux : Les Beaumettes, Cavaillon, Mouissones
- 2 dont les capacités de raccordement sont inconnues
- 4 à proximité du territoire
- Potentiel maximum supérieur à la capacité réservée au titre du S3RENR mais inférieur à la capacité maximale d'accueil



- Augmentation des capacités réservées au titre du S3RENR nécessaire
- Pas de capacité réservée sur la CCPSMV
- Sud de la CALMV éloigné des postes sources
- Choix des projets EnR les plus intéressants crucial pour raccorder un maximum

7.1.1.2 *Méthode et analyse*

Un potentiel de production photovoltaïque a été identifié précédemment pour le territoire.

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 (S3RENR[218]) de la région Provence Alpes Côte d'Azur. 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 Provence Alpes Côte d'Azur le 26 novembre 2014, toutes installations 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 sont soumises 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 PACA, au 1er février 2019 et de leur puissance de raccordement) : par exemple, la somme de 1 915 € HT

[218] 2014, RTE, ***« Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables de la région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA)»***, version du 16/10/2014, 96 p. http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/01__S3REnR_PACA_rapport_presentation_cle1ea4f4.pdf

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 Energie (SRCAE) qui, contrairement à ce dernier, est opposable.
Le S3RENR fournit une cartographie des postes sources auxquels est attribuée une capacité réservée pour les énergies renouvelables électriques valables pour une durée de 10 ans à compter de sa publication.

Le S3RENR PACA 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 PACA sera publié.

Le S3RENR 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 S3RENR sans entrer dans ce mécanisme complexe de révision qui nécessite une étude d'impact environnemental :

- **Le transfert**[219] : 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 prévus. Notons que plusieurs transferts[220] 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 S3RENR 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 importantes, mais auxquels les concepteurs du S3RENR ont attribué une faible capacité réservée en considérant que peu de projets se développeraient 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 S3RENR qui reste à affecter** » : il s'agit de la capacité réservée au titre du S3RENR 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.

---

[219] 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)*

[220] Tous les transferts peuvent être retrouvés à l'adresse suivante, en cliquant sur la région PACA : http://www.rte-france.com/fr/article/les-schemas-regionaux-de-raccordement-au-reseau-des-energies-renouvelables-des-outils

- « **Capacité de transformation HTB/HTA[221] 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).
- **Capacité d'accueil en HTB1 et/ou HTB2 :** il s'agit du potentiel réel de raccordement sur la haute tension. 63kV ou 90kV pour HTB, 225 kV pour HTB2.

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.

Sur le territoire, 5 postes sources sont identifiés (3 sur la CALMV et 2 sur la CCPSMV) et 4 à proximité du territoire :

- ***CALMV :***
  - Les Beaumettes,
  - Le Camp,
  - Cavaillon.
- ***CCPSMV :***
  - Mouissonnes,
  - Le Thor.
- ***Hors territoire :***
  - Jane,
  - Mallemort,
  - Plan d'Orgon,
  - Vedène.

La cartes ci-dessous repère ces postes :

[221] HTB/HTA : rapport de transformation entre la très haute tension (400 kilovolts (HTB3), 225 kilovolts (HTB2) ou 90 ou 63 kilovolts (HTB1)) dite HTB et la moyenne tension dite HTA.

Figure 182 : Postes sources sur le territoire et à proximité (source : capareseau.fr)

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 9,5 MW sur les postes sources identifiés.** Cette capacité est concentrée sur le poste « Beaumettes »,
- Au total, le potentiel technique théorique de raccordement s'élève à 242 MW sur ces postes sources,
- Les postes alentours possèdent une capacité réservée s'élevant à 22 MW et une capacité d'accueil physique de 160 MW.

Sur le territoire de la CCPSMV, les postes ne possèdent plus de capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR.

Les communes du sud de la CALMV sont éloignées des postes sources, les plus proches se trouvent sur l'autre rive de la Durance, ce qui nécessite des travaux de raccordement beaucoup plus lourds.

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[222] (MW)	Capacité d'accueil en HTB1	Capacité d'accueil en HTB2
LES BEAUMETTES	9,5	39,7	> 15 MW	
LE CAMP	NC	NC	> 15 MW	
CAVAILLON	0	96	> 15 MW	
Total CALMV	***9,5***	***135,7***		
MOUISSONNES	0	106,4		452
LE THOR	NC	NC	> 15 MW	
Total CCSPMV	***0***	***106,4***		
Total CCI	**9,5**	**242,1**		
JANE	*NC*	*NC*	*> 15 MW*	
MALLEMORT	*6,9*	*44,9*	*< 15 MW*	
PLAN-D ORGON	*9,8*	*60,8*	*> 15 MW*	*600*
VEDENE	*5,7*	*54,3*	*> 15 MW*	
Total à proximité	***22,4***	***160***		

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 nets suivants en énergies renouvelables :

- ***Le potentiel net photovoltaïque :*** *310 MW sur toitures*
- ***Le potentiel net éolien :*** *Nul*
- ***Le potentiel net hydraulique :*** *0,1 MW*

Le potentiel maximal électrique à raccorder sélève à **310 MW.** Ce qui est supérieur à la capacité réservée au titre du S3REnR mais aussi de la capacité d'accueil physique. A la vue des capacités d'accueil HTB1 et HTB2, le réseau de transport semble tout de même posséder une certaine marge. D'autre part les postes à proximité du territoire possèdent également des capacités de raccordement intéressantes.
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.

[222] Capacité de transformation HTB/HTA restante disponible pour l'injection sur le réseau public de distribution pour les postes HTB1/HTBA

Conclusions et recommandations :

Globalement, les capacités réservées dans le S3RENR actuel sont très inférieures au potentiel maximum identifié. Il en est de même pour la capacité physique de ces postes

- 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 intéressant 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, 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.

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 publique[223].

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 les collectivités du territoire participent 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.

[223] Code de l'énergie Décret du 11 avril 2016, Article D321-10

7.1.2 RESEAUX DE DISTRIBUTION

7.1.2.1 *Synthèse*

CAPACITES D'ACCUEIL DES RESEAUX DE DISTRIBUTION D'ELECTRICITE

Etude globale de la capacité de raccordement des installations PV diffus au réseau basse tension à coûts « raisonnables » :

- **Installation PV de puissances comprises entre 3 et 250 kW** (58% du gisement)
- **1 127 postes de distribution étudiés** (en leur état actuel)
- **Distance entre le poste de distribution et le bâtiment** (si supérieure à 250 m. coûts d'extension) : 75 % du gisement à distance inférieure à 250m d'un poste de distribution

Communes	Nombre de postes électriques
Beaumettes	7
Cabrières-d'Avignon	28
Cavaillon	222
Cheval-Blanc	56
Gordes	89
Lagnes	33
Lauris	51
Lourmarin	26
Maubec	24
Mérindol	37
Oppède	44
Puget	21
Puyvert	18
Robion	52
Taillades	22
Vaugines	12
Châteauneuf-de-Gadagne	37
L'Isle-sur-la-Sorgue	202
Saumane-de-Vaucluse	32
Le Thor	106
Fontaine-de-Vaucluse	8
Total CALMV	**742**
Totall CCPSMV	**385**
Total bassin de vie	**1 127**

- **Des études complémentaires à réaliser pour identifier les contraintes potentielles de tension notamment sur les postes où la densité de consommation est faible (déséquilibre production/consommation).**
- **Mettre en place, à moyen terme, une démarche de planification concertée impliquant les producteurs, gestionnaire de réseau, collectivités et autorité concédante.**

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 S3RENR 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.

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.
Ces projets représentent 58% du potentiel (en MW) brut photovoltaïque.

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.

Ainsi, sur le territoire, Enedis dénombre 1 127 postes de distribution dont 742 sur la CALMV et 385 sur la CCPSMV. Cela représente environ un poste pour 78 habitants. Ce ratio est plus élevé sur la CCPSMV (86) que sur la CALMV (74).

Communes	Nombre de postes électriques
Beaumettes	7
Cabrières-d'Avignon	28
Cavaillon	222
Cheval-Blanc	56
Gordes	89
Lagnes	33
Lauris	51
Lourmarin	26
Maubec	24
Mérindol	37
Oppède	44
Puget	21
Puyvert	18
Robion	52
Taillades	22
Vaugines	12
Châteauneuf-de-Gadagne	37
L'Isle-sur-la-Sorgue	202
Saumane-de-Vaucluse	32
Le Thor	106
Fontaine-de-Vaucluse	8
Total CALMV	**742**
Totall CCPSMV	**385**
Total bassin de vie	**1 127**

Figure 183 : 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, même les plus petits projets (inférieur à 18kW) paient les coûts d'extension afférents à leur raccordement, 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 83% des toitures pouvant accueillir entre 3 et 250 kWc de panneaux solaires 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.

Nous encourageons donc la collectivité à faire une demande auprès d'Enedis pour obtenir une estimation de la puissance minimale en consommation par poste sur les communes périurbaines et rurales. Il ne s'agit pas de données dites « commercialement sensibles » (ICS) dans la mesure où les postes alimentent plus d'une dizaine d'utilisateurs.

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.

Cependant, 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 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, planes 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 détient 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.**

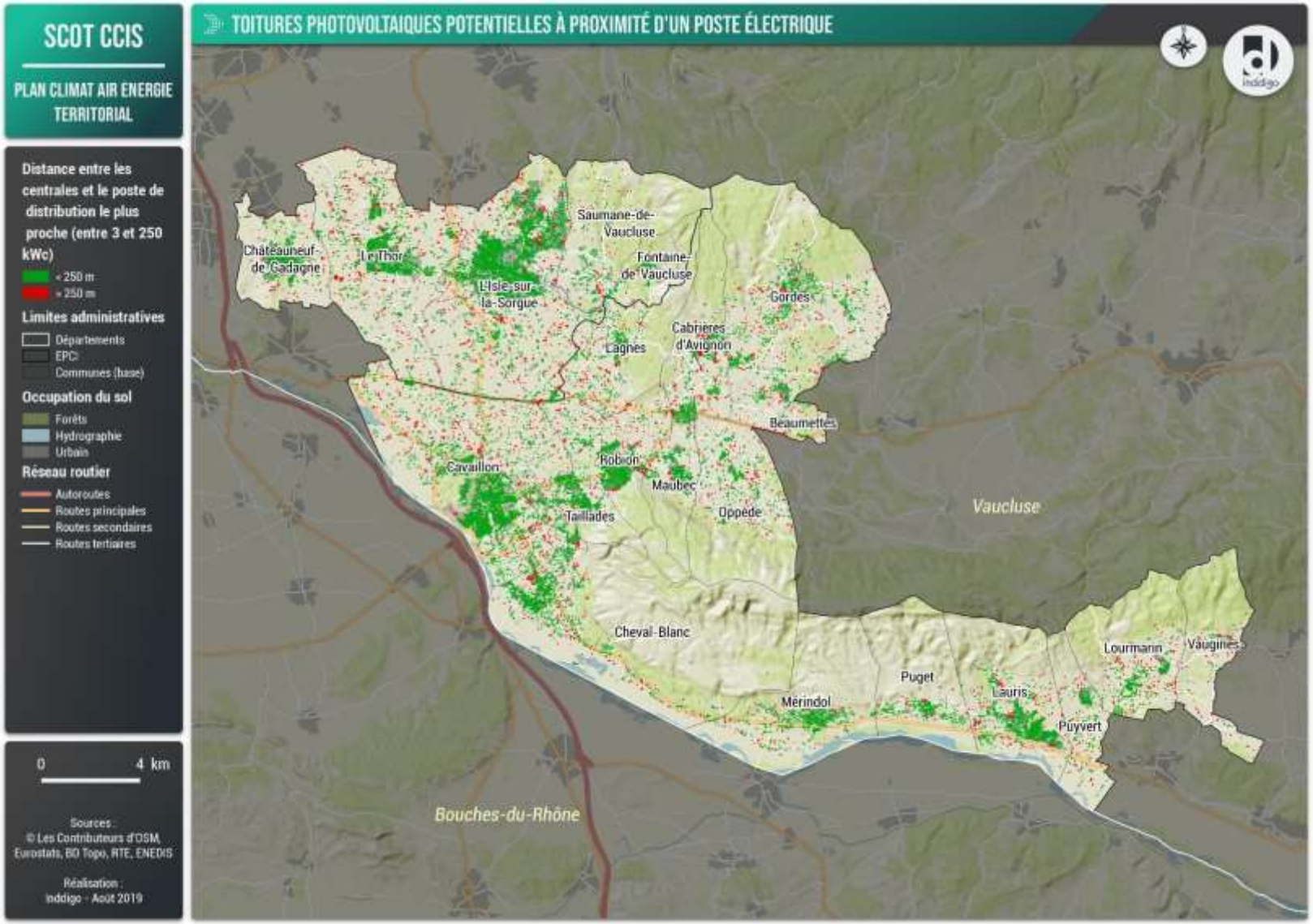


Figure 184 : Gisement PV en toiture selon la distance de raccordement sur le territoire (source : Eurostat, Enedis, RTE, BD TOPO, Inddigo)

7.1.3 SMARTGRIDS

Le rôle du réseau électrique est de connecter les producteurs d'énergie, tels que les centrales nucléaires et thermiques, les panneaux solaires ou les éoliennes, avec les consommateurs d'électricité (particuliers, industries, …).

La caractéristique de l'électricité est qu'elle est difficile à stocker : à tout moment, la quantité d'électricité demandée par le consommateur doit être égale à la quantité injectée sur le réseau de manière quasi-immédiate pour éviter le black-out. Cet équilibre entre l'offre et la demande est aujourd'hui atteint de deux manières : en prévoyant la consommation électrique sur la base des données historiques et des conditions climatiques et en ajustant en permanence la production. Sur le réseau actuel, l'électricité circule principalement dans un sens unique : des producteurs aux consommateurs.

Aujourd'hui, ce réseau doit s'adapter notamment pour faire face aux évolutions liées à l'intermittence des sources d'électricité d'origine renouvelable (éolien, photovoltaïque) qui sont reliées au réseau électrique et dont la production ne correspond pas forcément aux périodes de consommation de pointe (19h). Le système électrique passe d'une situation où la production est largement contrôlable, alors que la consommation l'est peu, à une situation où la production ne sera contrôlable que dans une certaine mesure et où la consommation fera l'objet d'une gestion active.

Cette adaptation nécessite d'intégrer les nouvelles technologies de l'information et de la communication afin de maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande. Le système électrique passe d'une situation où la production est largement contrôlable, alors que la consommation l'est peu, à une situation où la production ne sera contrôlable que dans une certaine mesure et où la consommation fera l'objet d'une gestion active.

C'est le rôle des smarts grids ou réseaux électriques intelligents. Leur intelligence provient du fait qu'on leur ajoute des fonctionnalités issues des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Le but est d'assurer l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité à tout instant pour fournir un approvisionnement sûr.

Pour gérer ces nouveaux besoins et ces nouvelles productions, les réseaux électriques intelligents ont deux caractéristiques :

- Ils sont communicants et interactifs,
- Ils permettent d'échanger des données entre les différents acteurs du système électrique pour connaître, contrôler, gérer le réseau et ils prennent en compte les actions de tous les acteurs du système électrique.

Le système électrique sera ainsi piloté de manière plus flexible pour gérer les contraintes telles que l'intermittence des énergies renouvelables et le développement de nouveaux usages tels que le véhicule électrique. Ces contraintes auront également pour effet de faire évoluer le système actuel, où l'équilibre en temps réel est assuré en adaptant la production à la consommation, vers un système où l'ajustement se fera davantage par la demande, faisant ainsi du consommateur un véritable acteur.

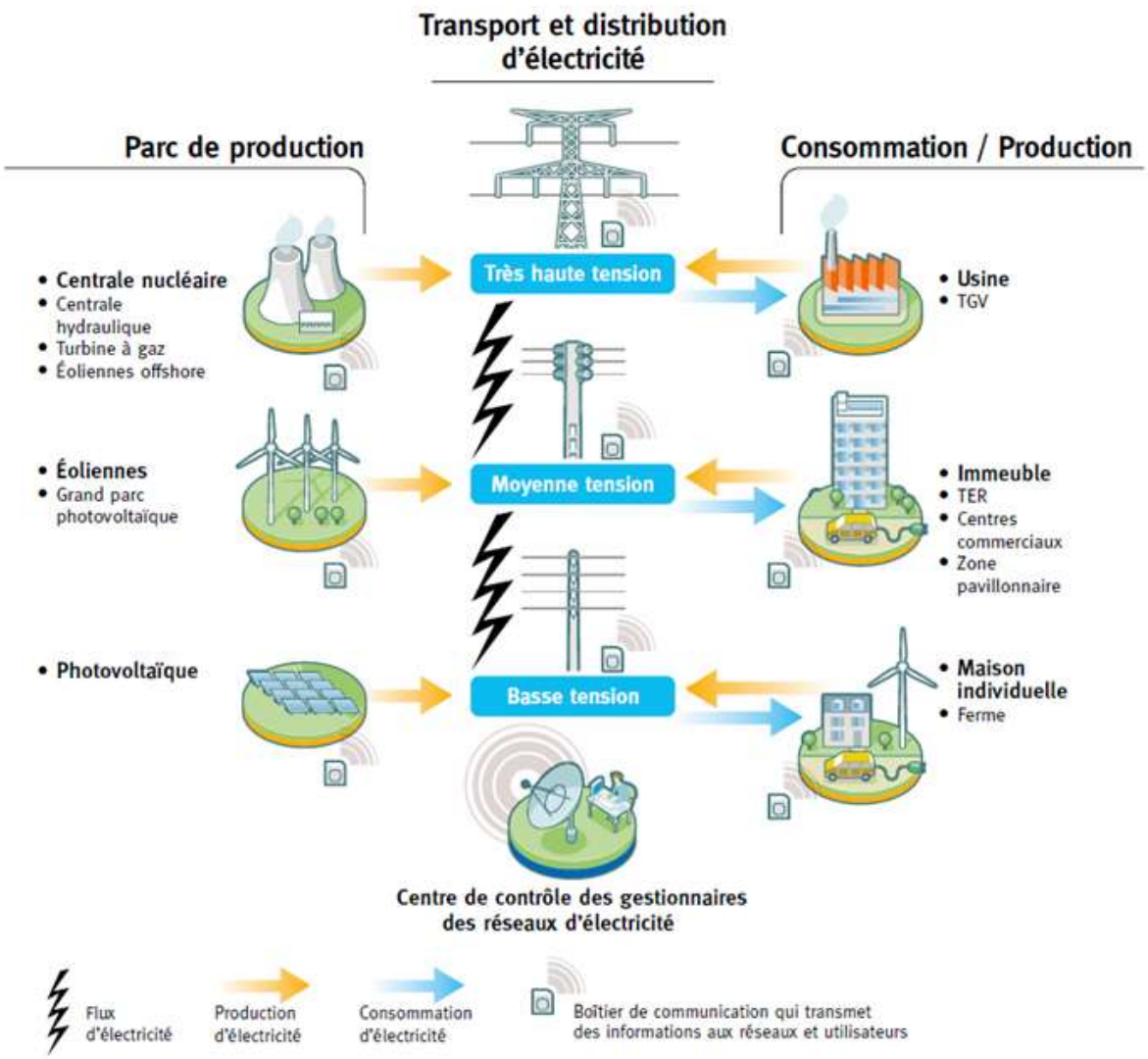


Figure 185 : les smarts grids (Source : CRE)

On distingue deux types de smarts grids :

Les supergrids

Les supers grids concerne le transport de grande quantité d'électricité sur de longues distances. A l'échelle européenne ces réseaux électriques de grand transport permettront à l'Union européenne de développer une approche régionale de la gestion de ses ressources électriques, et donc de transporter l'énergie produite au Nord du continent (éolien en mers du Nord de l'Europe, hydraulique en Norvège) vers les centres de consommation au Sud et d'importer de l'électricité d'origine renouvelable produite en dehors des frontières de l'Union européenne (rive Sud de la Méditerranée notamment).

Les microgrids

Les microgrids sont des réseaux électriques de petite taille, conçus pour fournir un approvisionnement électrique fiable et de meilleure qualité à un petit nombre de consommateurs. Ils agrègent de multiples installations de production locales et diffuses (micro-turbines, piles à combustible, petits générateurs diesel, panneaux photovoltaïques, mini-éoliennes, petite hydraulique), des installations de consommation, des installations de stockage et des outils de supervision et de gestion de la demande. Ils peuvent être raccordés directement au réseau de distribution ou fonctionner en mode îloté. Le concept est en train de s'élargir aux réseaux de chaleur et de gaz. Le concept de microgrids peut ainsi être pensé de façon multi-fluides et il peut concerner différentes échelles du territoire (bâtiment, quartier, zone industrielle ou artisanales, village, etc.).

Les projets de microgrids électriques peuvent être classés en fonction de leur taille, mais également de leur utilité (fiabilité, résilience et efficacité des réseaux, difficulté d'accès à l'énergie, conditions météorologiques dégradées, émergence d'éco-quartiers, réflexion multi-énergie, économies d'énergie, etc.) en 5 grandes catégories :

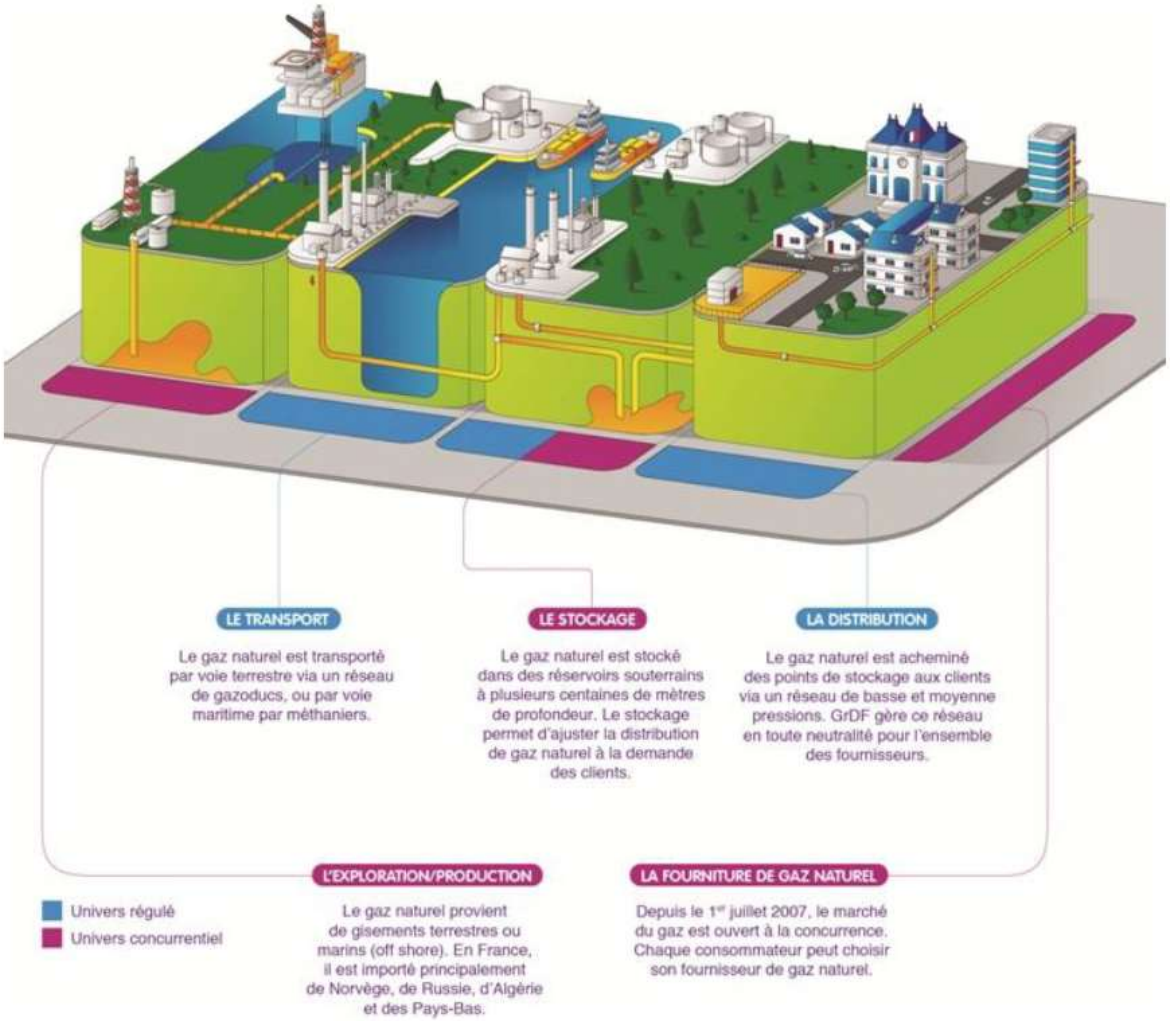
- **Les microgrids des zones commerciales, artisanales ou industrielles** : ces zones, fortement consommatrices d'électricité, regroupent entreprises et industries aux activités diverses, dont les besoins en énergie ne sont pas tous identiques. Il s'agit d'y optimiser la gestion de l'énergie pour qu'elles soient plus neutres vis-à-vis du réseau de distribution ;
- **Les microgrids de campus universitaire :** l'enjeu est d'améliorer la gestion énergétique des campus dans un contexte où ceux-ci se doivent de réduire leur consommation d'énergie ;
- **Les microgrids alimentant des zones isolées** car faiblement ou non raccordées aux réseaux électriques ou temporairement coupées du réseau pour cause d'intempéries : le déploiement des microgrids leur permet d'exploiter les ressources énergétiques renouvelables locales et de ne plus dépendre de groupes diesel polluants et coûteux. Les microgrids permettent également à des villes touchées par des intempéries d'éviter d'être totalement privées d'électricité ;
- **Les écoquartiers :** ils fonctionnent peu ou prou sur le même modèle que les microgrids dans les zones commerciales ou industrielles ;
- **Les microgrids de « base vie »** (camp militaire ou hôpital) : avec ses propres moyens de production et de stockage et ses propres infrastructures de distribution, le microgrid garantit une autonomie énergétique fournissant de l'électricité pendant les périodes de coupures de courant sur le réseau de distribution, atout essentiel pour les bases militaires ou les hôpitaux, qui ne peuvent pas laisser des pannes d'électricité les empêcher de s'acquitter de leurs missions.

Cependant, les défis technico-économiques associés au déploiement de ces micro-réseaux sont aujourd'hui encore nombreux. La gestion des microgrids et leur raccordement au réseau public de distribution est complexe :

- En mode d'îlotage, comment maintenir la stabilité du réseau (tension et fréquence) au sein du microgrid et comment maintenir la stabilité du réseau public de distribution lors de la resynchronisation du microgrid avec le réseau public de distribution ? Pour que l'électricité produite puisse être distribuée sur le réseau, les caractéristiques de tension, de fréquence et de puissance doivent être contrôlées. De même, l'infrastructure du microgrid doit être compatible avec les standards existants pour que l'équilibre sur le réseau soit maintenu ;
- Comment envisager le modèle économique du microgrid alliant autoproduction et autoconsommation ?
- Comment faire face aux capacités et au prix des technologies de stockage actuelles ? La plupart des microgrids en projet ne seront pas capables de produire et de stocker suffisamment d'énergie pour pouvoir se passer d'un raccordement au réseau électrique ;
- Le microgrid est-il un réseau privé ou répond-t-il à une mission de service public ? Le microgrid entraîne une certaine privatisation des réseaux et cela pose la question de la péréquation des tarifs fixés pour l'utilisation de ces réseaux ;
- Le cadre de régulation s'applique-t-il aussi aux microgrids ?

7.2 RESEAU GAZ

Le réseau gazier est composé du réseau de transport (gestion T.I.G.F pour le sud-ouest de la France) et de distribution (gestion GrDF ou E.L.D), mais également d'ouvrages de stockage souterrain.
Ces réseaux gaziers de transport et de distribution sont très importants vis-à-vis de la transition



énergétique. Au-delà du transport et desserte de gaz naturel pour les consommateurs finaux, ils peuvent accueillir une injection de biométhane ou d'hydrogène (en quantité limitée) selon certains critères, notamment la capacité du réseau aval à absorber les productions injectées.

7.2.1 SYNTHESE

CC Pays des Sorgues et Mont de Vaucluse

	Consommation de gaz	Maximum injectable sur R. distribution	Potentiel de production biogaz	
	GWh/an	GWh/an	GWh/an	% Consommation de gaz
2015	216	119	12	6%
2050	178	149	13	7%

Entre 2015 et 2050 : Baisse de la demande de gaz (économies d'énergie, en partie compensées par le développement de la mobilité GNV)

Potentiel faible (1 unité de méthanisation)

Entre 2015 et 2050 : La capacité d'injection dans le réseau de distribution augmente de 25% (développement du GNV)

Pas de contrainte d'injection

CA Lubéron Mont du Vaucluse

	Consommation de gaz	Maximum injectable sur R. distribution	Potentiel de production biogaz	
	GWh/an	GWh/an	GWh/an	% Consommation de gaz
2015	98	34	11	11%
2050	144	136	11	7%

Entre 2015 et 2050 : augmentation importante de la demande de gaz (liée au développement de la mobilité GNV)

Potentiel faible (1 unité de méthanisation)

Entre 2015 et 2050 : La capacité d'injection dans le réseau de distribution est multipliée par 4 (développement du GNV)

Pas de contrainte d'injection à condition d'implanter l'unité de méthanisation sur une maille du réseau connecté à Cavaillon

7.2.2 METHODE ET ANALYSE

7.2.2.1 *Le réseau gaz dans le territoire*

Sur la CCPSMV, 60% des communes (3) sont desservies par le réseau de distribution de gaz.

Commune		Raccordé réseau de gaz
84036	Châteauneuf-de-Gadagne	1
84054	L'Isle-sur-la-Sorgue	1
84124	Saumane-de-Vaucluse	0
84132	Le Thor	1
84139	Fontaine-de-Vaucluse	0
Total		**3**
		60%

Figure 186 : Liste des communes raccordées au réseau de gaz sur la CCPSMV (source : GRDF)

Sur la CALMV, 44% des communes (7) sont desservies par le réseau de distribution de gaz.

Commune		Raccordé réseau de gaz
84013	Beaumettes	0
84025	Cabrières-d'Avignon	1
84035	Cavaillon	1
84038	Cheval-Blanc	1
84050	Gordes	0
84062	Lagnes	0
84065	Lauris	1
84068	Lourmarin	0
84071	Maubec	1
84074	Mérindol	0
84086	Oppède	0
84093	Puget	0
84095	Puyvert	1
84099	Robion	1
84131	Taillades	0
84140	Vaugines	0
Total		**7**
		44%

Figure 187 : Liste des communes raccordées au réseau de gaz sur la CALMV (source : GRDF)

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,** lequel 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.

On trouvera en annexe 4 une note méthodologique précisant les données à prendre en compte pour évaluer le potentiel d'intégration d'une production décentralisée de biométhane dans le réseau gaz.

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 local 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 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 2035-2050[224] 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.

[224] 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.

7.2.2.2 *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. Par ailleurs, les réseaux de distribution de communes voisines peuvent appartenir à la même maille de pression et donc additionner leurs capacités.

Commune		Consommation totale	Consommation R. Transport	Consommation R. Distribution	Maximum injectable sur R. distribution "maille communale"	Potentiel de production "maille communale"		Potentiel injecté "maille communale"	
		MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	% max inje	MWh/a	Nm3/h
84036	Châteauneuf-de-Gadagne	20 500	0	20 500	12 500	1 100	9%	1 100	10
84054	L'Isle-sur-la-Sorgue	153 300	0	153 300	91 600	6 700	7%	6 700	70
84124	Saumane-de-Vaucluse	0	0	0	0	400	-	0	0
84132	Le Thor	42 500	0	42 500	15 100	3 700	25%	3 700	40
84139	Fontaine-de-Vaucluse	0	0	0	0	200	-	0	0
Total		**216 300**	**0**	**216 300**	**119 200**	**12 100**	**10%**	**11 500**	**120**
				Part consommation		**6%**		**5%**	

Figure 188 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de la CC pays des Sorgues en 2015 (source : Solagro)

Commune		Consommation totale	Consommation R. Transport	Consommation R. Distribution	Maximum injectable sur R. distribution "maille communale"	Potentiel de production "maille communale"		Potentiel injecté "maille communale"	
		MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	% max inje	MWh/a	Nm3/h
84013	Beaumettes	0	0	0	0	0	-	0	0
84025	Cabrières-d'Avignon	1 500	0	1 500	300	600	200%	300	0
84035	Cavaillon	82 100	0	82 100	30 700	4 100	13%	4 100	40
84038	Cheval-Blanc	3 800	0	3 800	800	700	88%	700	10
84050	Gordes	0	0	0	0	400	-	0	0
84062	Lagnes	0	0	0	0	800	-	0	0
84065	Lauris	2 000	0	2 000	400	800	200%	400	0
84068	Lourmarin	0	0	0	0	400	-	0	0
84071	Maubec	500	0	500	100	300	300%	100	0
84074	Mérindol	0	0	0	0	500	-	0	0
84086	Oppède	0	0	0	0	300	-	0	0
84093	Puget	0	0	0	0	100	-	0	0
84095	Puyvert	1 800	0	1 800	800	300	38%	300	0
84099	Robion	8 700	2 100	6 600	1 300	700	54%	700	10
84131	Taillades	0	0	0	0	300	-	0	0
84140	Vaugines	0	0	0	0	300	-	0	0
Total		**100 400**	**2 100**	**98 300**	**34 400**	**10 600**	**31%**	**6 600**	**60**
				Part consommation		**11%**		**7%**	

Figure 189 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de la CA Lubéron Monts de Vaucluse en 2015 (source : 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 : Reprend le potentiel de production limité à la capacité d'injection.*

Le graphe suivant compare par commune les deux principaux résultats : capacité d'injection et potentiel de biogaz.

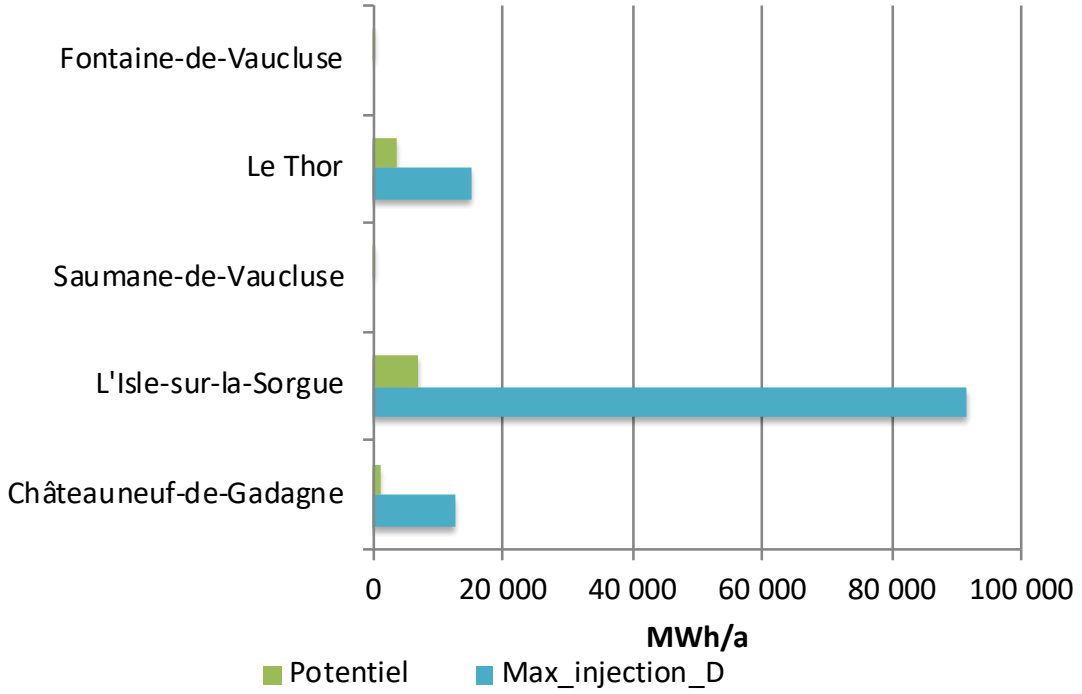


Figure 190 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de la CC pays des Sorgues – 2015 (source : Solagro)

Les capacités d'injection communales sont très importantes par rapport aux potentiels de production, à la fois à l'échelle du territoire (120 GWh) mais aussi à l'échelle de la commune. Il n'y a donc pas, a priori de contraintes d'injection. Il faut néanmoins souligner que le potentiel d'une commune atteint difficilement une taille critique pour permettre une unité de méthanisation avec valorisation en injection.

Aujourd'hui, en France, la taille moyenne des unités raccordées au réseau de distribution est de l'ordre de 150 Nm^3/h (14 GWh/a), et il est difficile de trouver des rentabilités en dessous de 80 Nm^3/h (7 GWh/a). Il faudra évaluer les possibilités de centraliser les ressources pour atteindre une taille optimisée et permettre la valorisation de la totalité de la ressource (12 GWh/a).

Ainsi, il n'y a pas apriori pas de contrainte d'injection, mais une nécessité de concentrer la ressource pour atteindre une taille critique d'unité de méthanisation en injection.

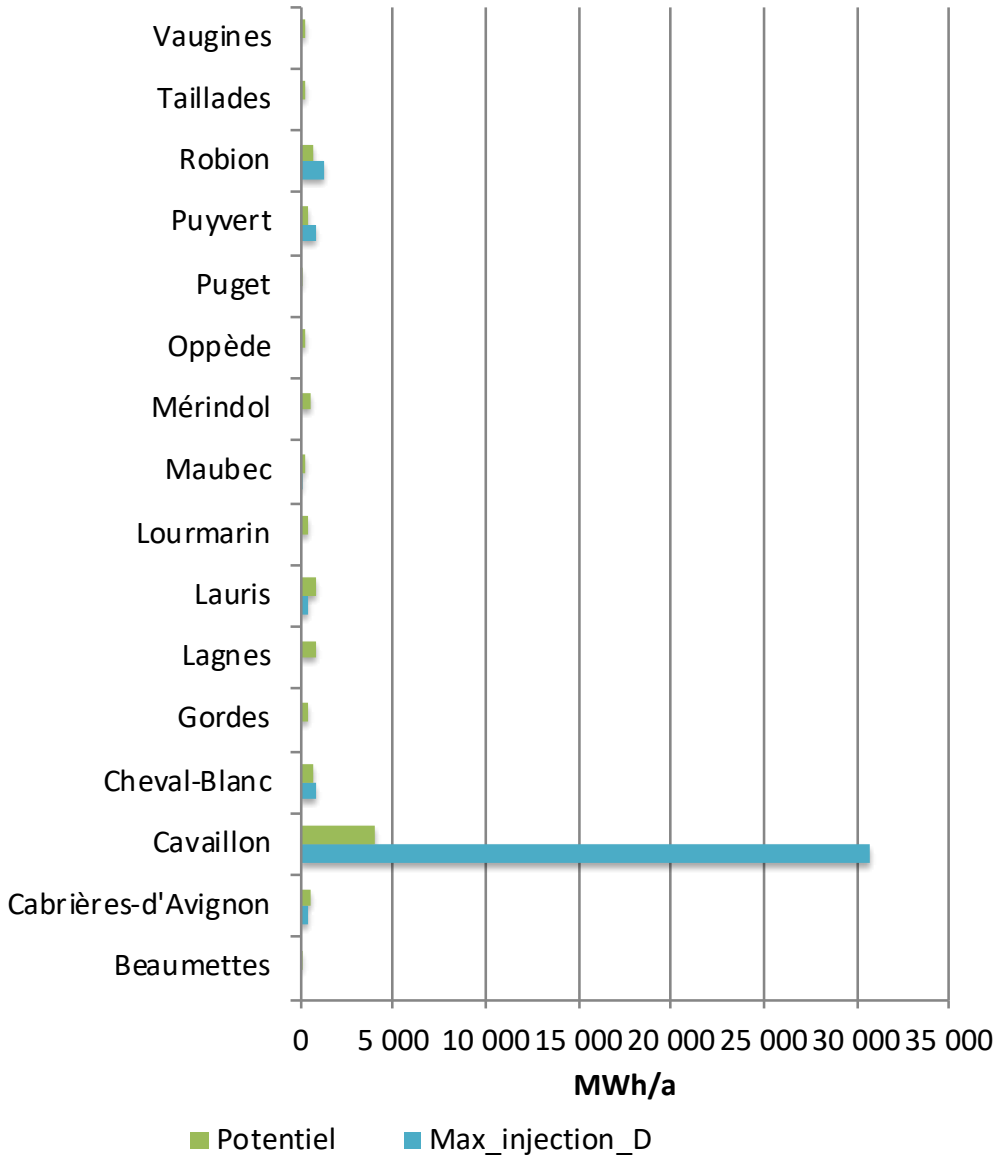


Figure 191 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de la CA Lubéron Monts de Vaucluse – 2015 (source : Solagro)

Les capacités d'injection communales sont concentrées sur la commune de Cavaillon (30 GWh/a). 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. Aujourd'hui, en France, la taille moyenne des unités raccordées au réseau de distribution est de l'ordre de 150 Nm^3/h (14 GWh/a), et il est difficile de trouver des rentabilités en dessous de 80 Nm^3/h (7 GWh/a).

Ainsi en concentrant les ressources sur une unité de méthanisation raccordée à un réseau de distribution située sur la même maille de distribution que Cavaillon (capacité de 30 GWh/a), il serait possible de valoriser le potentiel biométhane du territoire (10 GWh/a).

7.2.2.3 *Résultats à l'horizon 2050*

CCPSMV

- **Evolution de la demande en gaz**

En 2050, sur le territoire, la demande de gaz devrait diminuer en raison des économies d'énergies, néanmoins cette baisse de consommation pourrait fortement être atténuée par le développement du gaz carburant (GNV).
C'est l'estimation qui est faite sur le territoire :

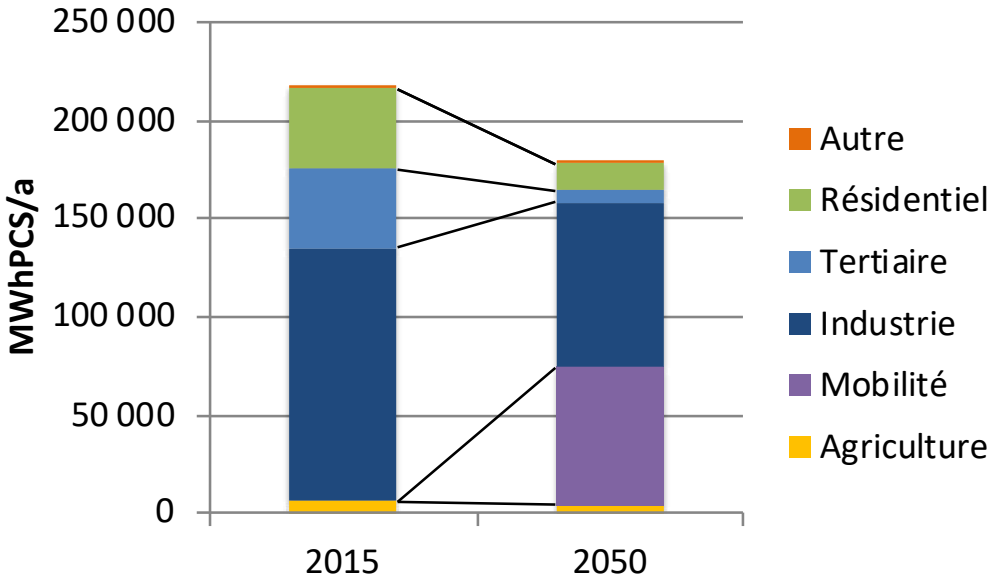


Figure 192 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050, CCPSMV (source : MoDeGaz - Solagro, SOES, ADEME)

- **Evolution des profils journaliers de consommation de la CCPSMV**

Les deux figures suivantes comparent les courbes de consommation en 2015 et en 2050.

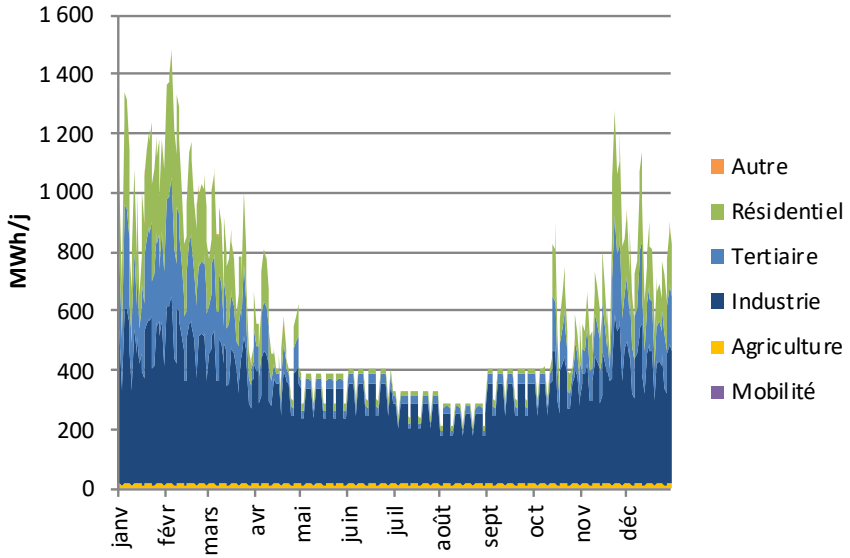


Figure 193 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CCPSMV - 2015 (source : MoDeGaz - Solagro, SOES)

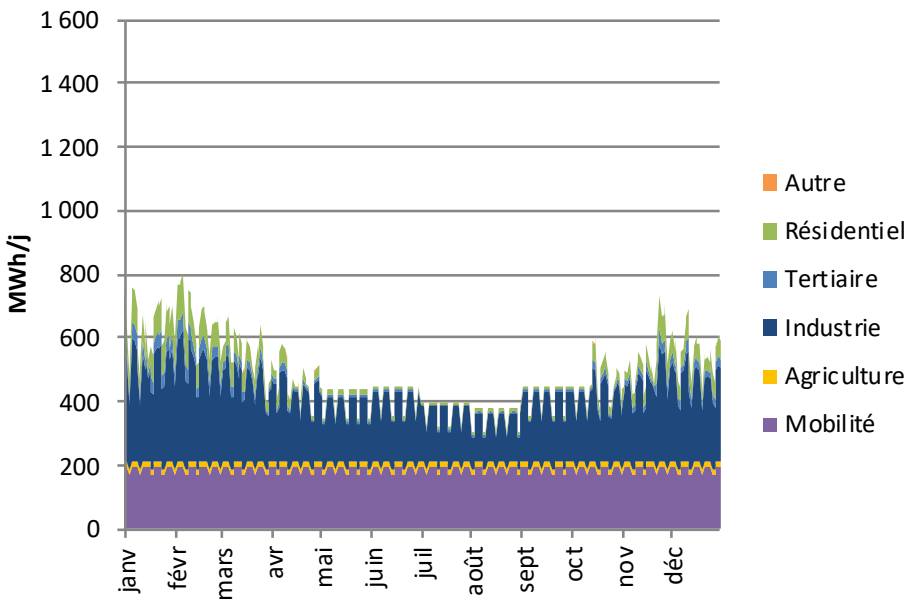


Figure 194 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CCPSMV – 2050 (source : MoDeGaz - Solagro, SOES)

Sur le territoire 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'étiage 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 la capacité d'injection du réseau de distribution (passe de 120 GWh à 150 GWh) et permettra de faciliter l'intégration de biométhane.

Commune		Consommation totale	Consommation R. Transport	Consommation R. Distribution	Maximum injectable sur R. distribution "maille communale"	Potentiel de production "maille communale"		Potentiel injecté "maille communale"	
		MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	% max inje	MWh/a	Nm3/h
84036	Châteauneuf-de-Gadagne	19 200	0	19 200	16 200	1 100	7%	1 100	10
84054	L'Isle-sur-la-Sorgue	128 900	0	128 900	105 700	7 200	7%	7 200	70
84124	Saumane-de-Vaucluse	0	0	0	0	400	-	0	0
84132	Le Thor	29 900	0	29 900	26 800	3 800	14%	3 800	40
84139	Fontaine-de-Vaucluse	0	0	0	0	200	-	0	0
Total		**178 000**	**0**	**178 000**	**148 700**	**12 700**	**9%**	**12 100**	**120**
				Part consommation		**7%**		**7%**	

Figure 195 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 sur la CCPSMV (source : Solagro)

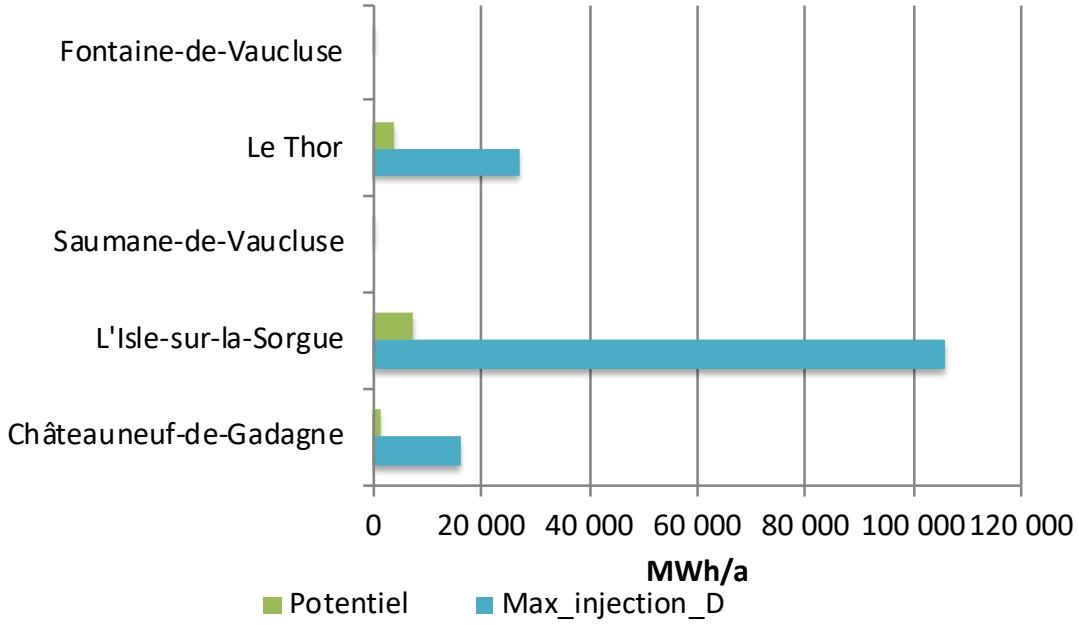


Figure 196 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050, sur la CCPSMV

Sur la CC pays des Sorgues La capacité de raccordement augmente à 150 GWh/a alors que le potentiel de production de biométhane stagne (13 GWh/a), tout comme en 2015, il n'y a donc pas de problème de capacité d'injection.

CALMV

- **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%.

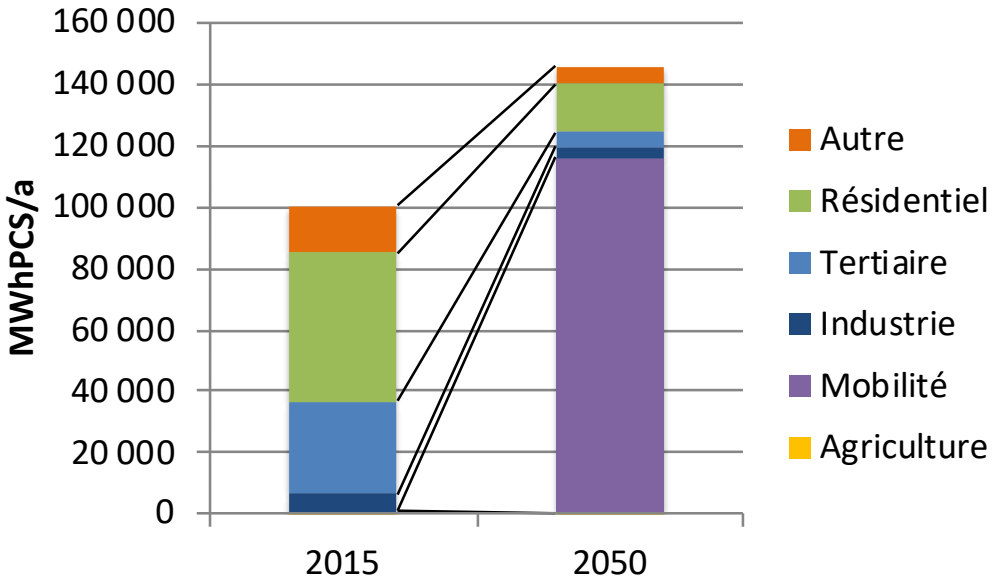


Figure 197 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050 sur la CALMV (source : MoDeGaz - Solagro, SOES, ADEME)

- **Evolution des profils journaliers de consommation**

Les deux figures suivantes comparent les courbes de consommation en 2015 et en 2050.

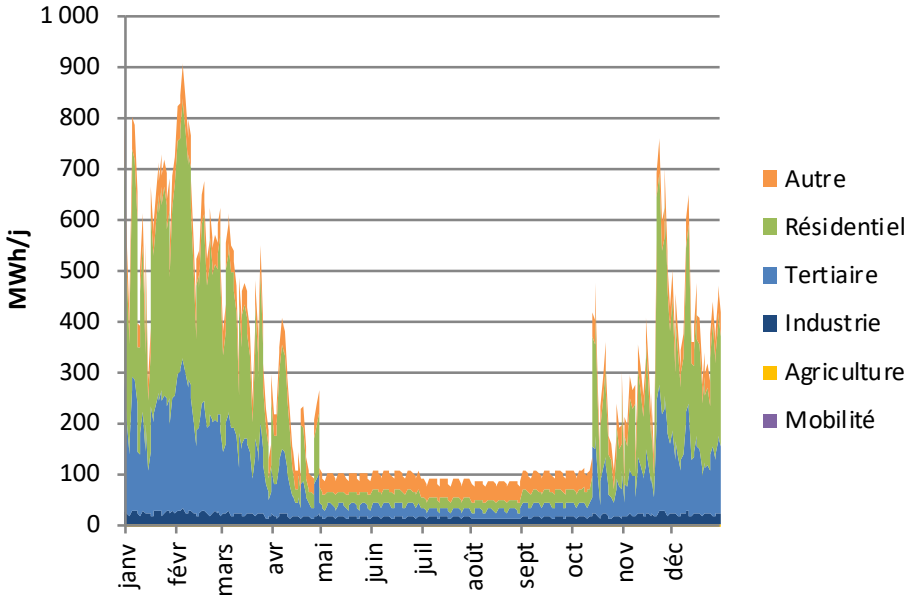


Figure 198 : Courbe de de consommation journalière de gaz sur la CALMV en 2015 (source : MoDeGaz - Solagro, SOES)

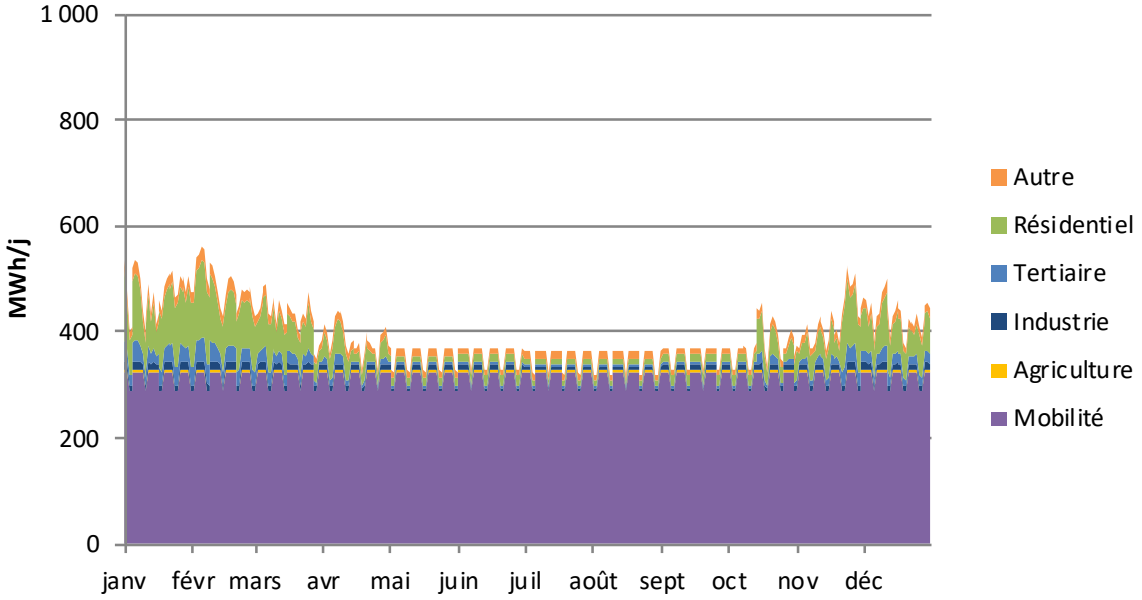


Figure 199 : Courbe de de consommation journalière de gaz sur la CALMV en 2015 (source : MoDeGaz - Solagro, SOES)

Sur les deux territoires 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'étiage 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 34 GWh à 136 GWh) et permettra de faciliter l'intégration de biométhane.

Commune		Consommation totale	Consommation R. Transport	Consommation R. Distribution	Maximum injectable sur R. distribution "maille communale"	Potentiel de production "maille communale"		Potentiel injecté "maille communale"	
		MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	% max inje	MWh/a	Nm3/h
84013	Beaumettes	0	0	0	0	0	-	0	0
84025	Cabrières-d'Avignon	5 400	0	5 400	5 400	600	11%	600	10
84035	Cavaillon	94 200	0	94 200	86 900	4 200	5%	4 200	40
84038	Cheval-Blanc	12 700	0	12 700	12 600	700	6%	700	10
84050	Gordes	0	0	0	0	400	-	0	0
84062	Lagnes	0	0	0	0	800	-	0	0
84065	Lauris	10 700	0	10 700	10 700	700	7%	700	10
84068	Lourmarin	0	0	0	0	400	-	0	0
84071	Maubec	5 400	0	5 400	5 400	300	6%	300	0
84074	Mérindol	0	0	0	0	400	-	0	0
84086	Oppède	0	0	0	0	300	-	0	0
84093	Puget	0	0	0	0	100	-	0	0
84095	Puyvert	2 500	0	2 500	2 500	400	16%	400	0
84099	Robion	14 800	1 400	13 400	12 800	700	5%	700	10
84131	Taillades	0	0	0	0	300	-	0	0
84140	Vaugines	0	0	0	0	200	-	0	0
Total		**145 700**	**1 400**	**144 300**	**136 300**	**10 500**	**8%**	**7 600**	**80**
				Part consommation		**7%**		**5%**	

Figure 200 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 sur la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : Solagro)

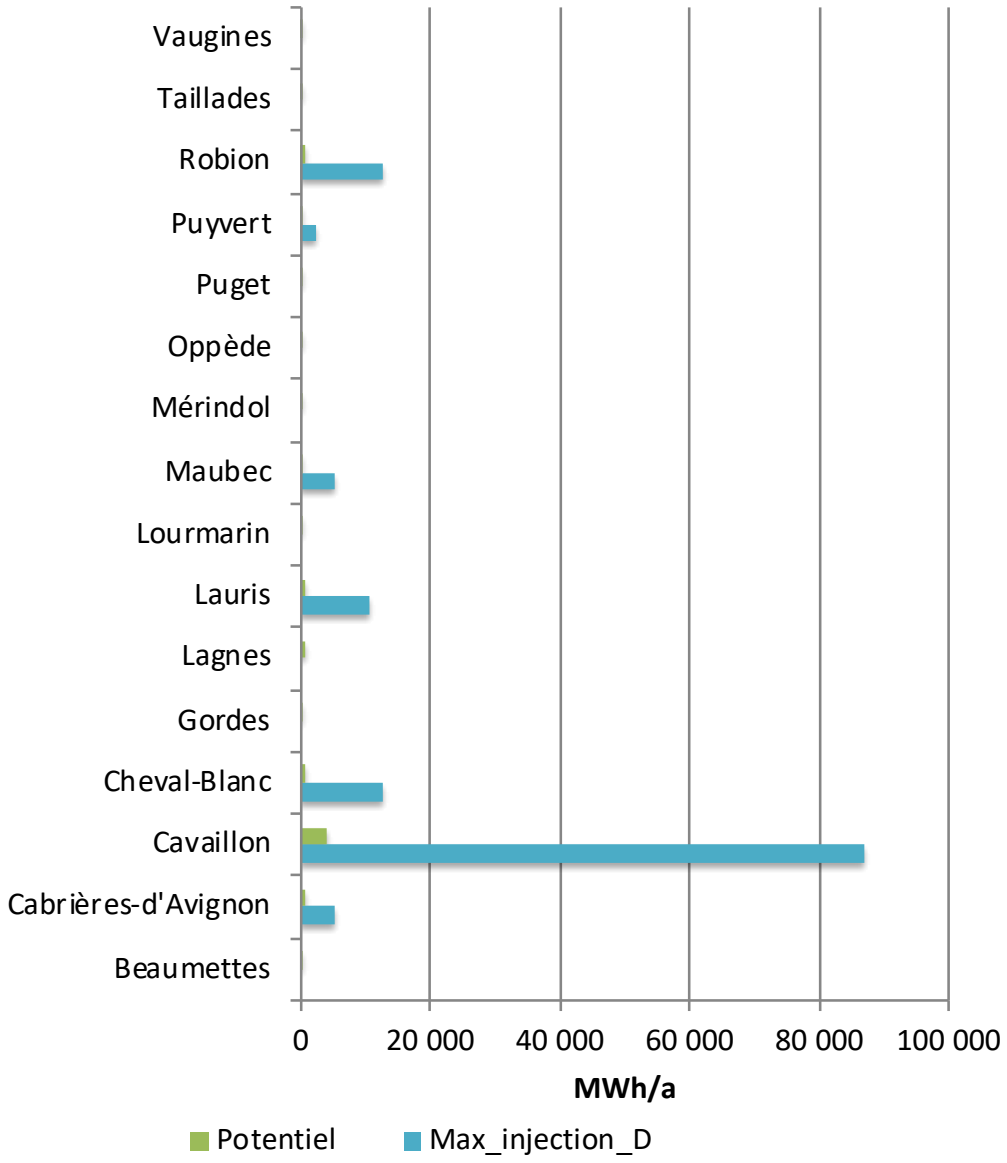


Figure 201 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050, sur la CA Lubéron Monts de Vaucluse

Sur la CA Lubéron Monts de Vaucluse La capacité de raccordement augmente sensiblement 135 GWh/a alors que le potentiel de production de biométhane stagne (10 GWh/a), il n'y a donc pas de problème de capacité d'injection.

7.2.1 SMART GAS GRIDS

A l'instar des smarts grids électriques, le terme Smart gas grids définit un réseau de distribution de gaz qui se modernise et intégre des fonctionnalités issues des nouvelles technologie de l'information. S'appuyant sur la mise en service d'éléments communicants, les outils de l'exploitant du réseau de gaz évoluent au service des objectifs suivants :

- La prise en compte du rôle croissant de nouveaux acteurs – y compris des consommateurs,
- L'instauration de passerelles de coopérations entre réseaux collectifs (eau, gaz, électricité, chaleur, télécom, assainissement), ...

La définition d'un Smart gas grids s'articule autour de 4 macro-fonctionnalités définies par le groupe d'experts missionné par la Commission européenne en 2011 :

- Intégration croissante de gaz vert dans les consommations ;
- Efficacité croissante du réseau de distribution de gaz ;
- Intégration de technologies plus efficaces chez les clients ;
- Coopération des réseaux à la maille locale.

En complément de cette vision européenne, GrDF développe un volet complémentaire : le projet de comptage communicant gaz « Gazpar ». Il sera le levier d'optimisations de l'exploitation grâce à une meilleure connaissance de l'état des flux sur les réseaux de gaz, améliorera la qualité de service et constituera un outil de maîtrise de la demande en énergie.

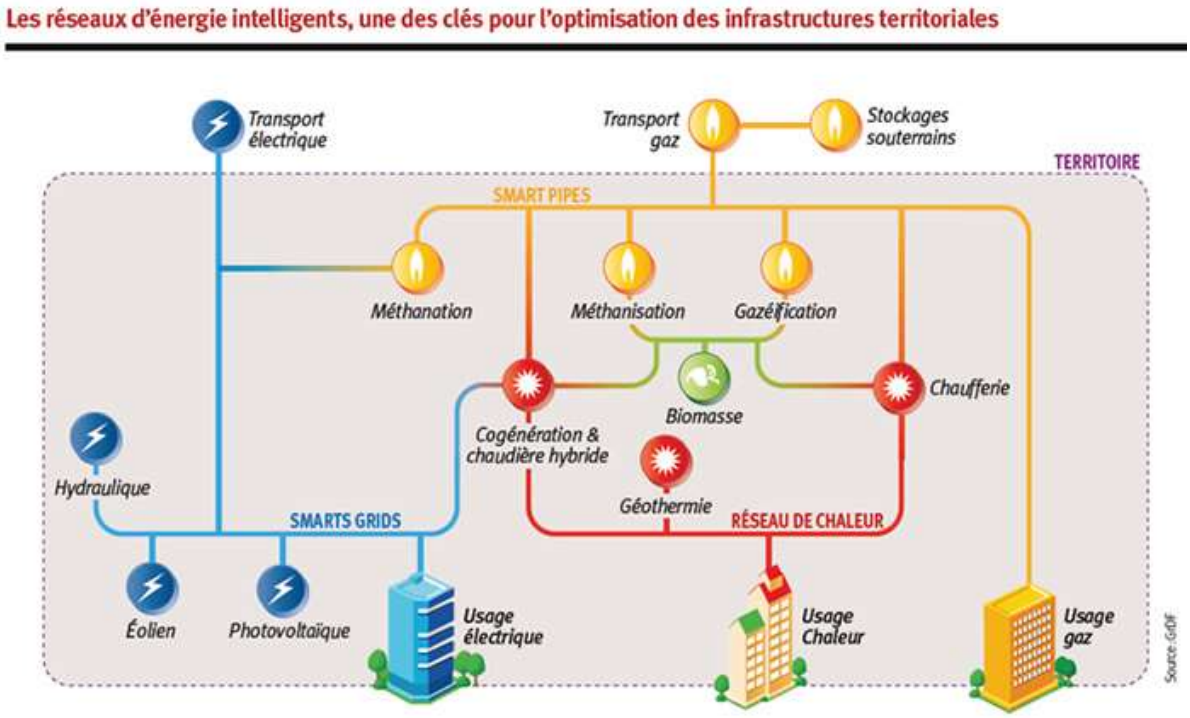
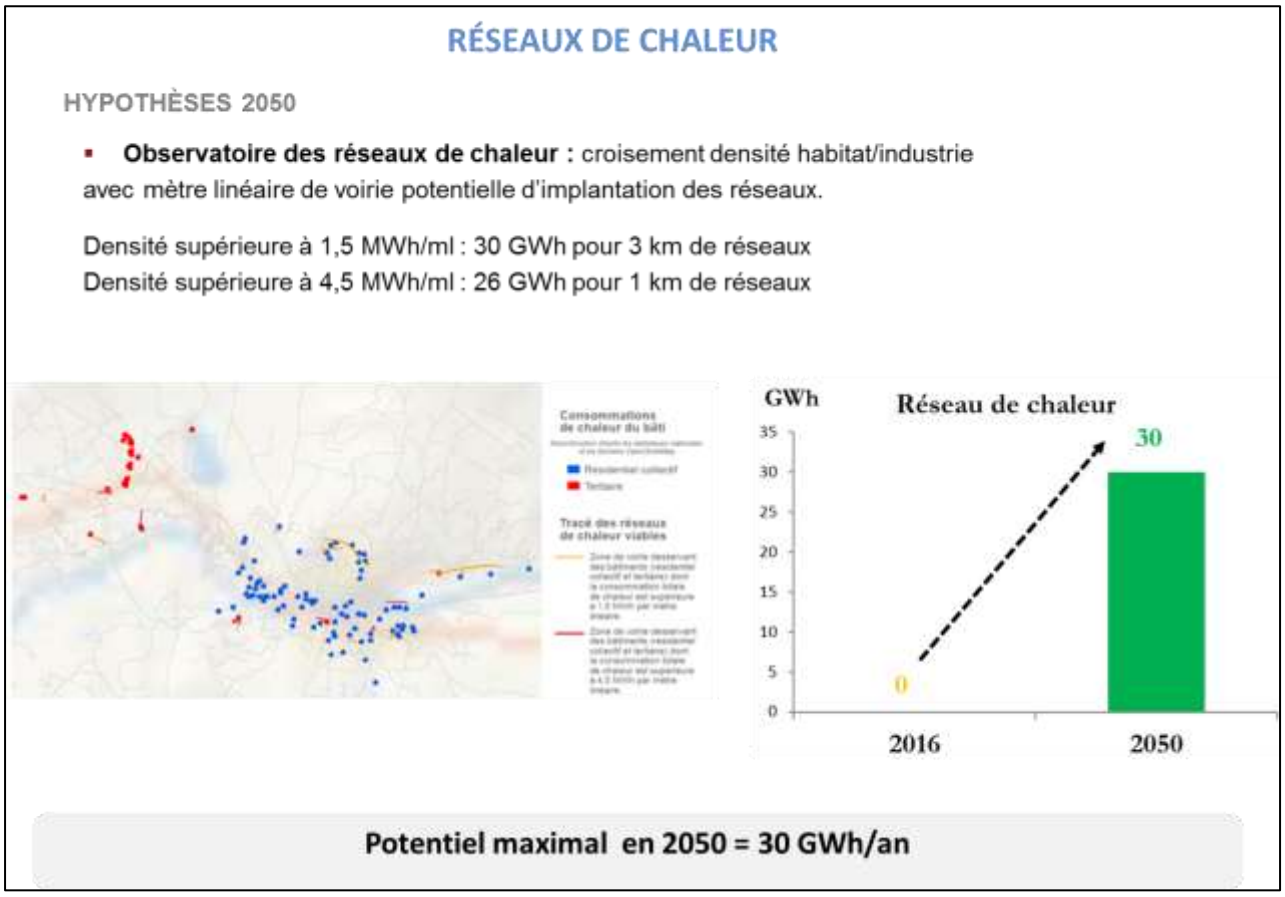


Figure 202 : Les smart gas grids (Source : CRE)

7.3 RESEAUX DE CHALEUR

7.3.1 SYNTHESE



7.3.2 METHODE ET ANALYSE

Le SNCU (Syndicat National du Chauffage Urbain et de la climatisation urbaine), en partenariat avec la FEDENE (FEDération de services ENergie Environnement) a réalisé une évaluation cartographique du potentiel de développement des réseaux de chaleur en France disponible sur le site : https://www.observatoire-des-reseaux.fr/.

Cette évaluation du potentiel se base sur une analyse des gisements de consommations d'énergie des populations résidentielles et tertiaires afin de déterminer la densité énergétique linéaire sur le tracé de l'éventuel réseau. En d'autres termes, lorsque les bâtiments raccordables sont suffisamment nombreux et rapprochés, il est possible d'envisager la création d'un réseau de chaleur économiquement viable ou l'extension d'un réseau existant.

En prenant les éléments chiffrés du SNCU, l'extraction des données SIG permet d'obtenir la densité de consommation linéaire (en MWh/ml) et la longueur correspondante de voiries. Ainsi un potentiel de développement des réseaux de chaleur a été identifié sur les 2 communes les plus peuplées :

7.3.2.1 *Cavaillon*

La commune de Cavaillon, la plus peuplée, possédant un taux d'habitat collectifs (52%) important et de nombreux bâtiments tertiaires et la plus propice à accueillir un réseau de chaleur.

Le potentiel de développement de réseaux de chaleur se concentre sur trois zones : Le centre-ville, la ZA Route d'Avignon et la ZAC du Cabedan.
Pour une densité énergétique minimale de 1,5 MWh/ml (minimum de viabilité économique admis), le potentiel de développement s'élève à 64 GWh pour 13,6 km de réseaux.
Pour une densité minimale de 4,5 MWh/ml (rentabilité plus élevée) le potentiel est de 38 GWh pour 3 km de réseaux.

La carte ci-dessous représente le potentiel identifié sur Cavaillon

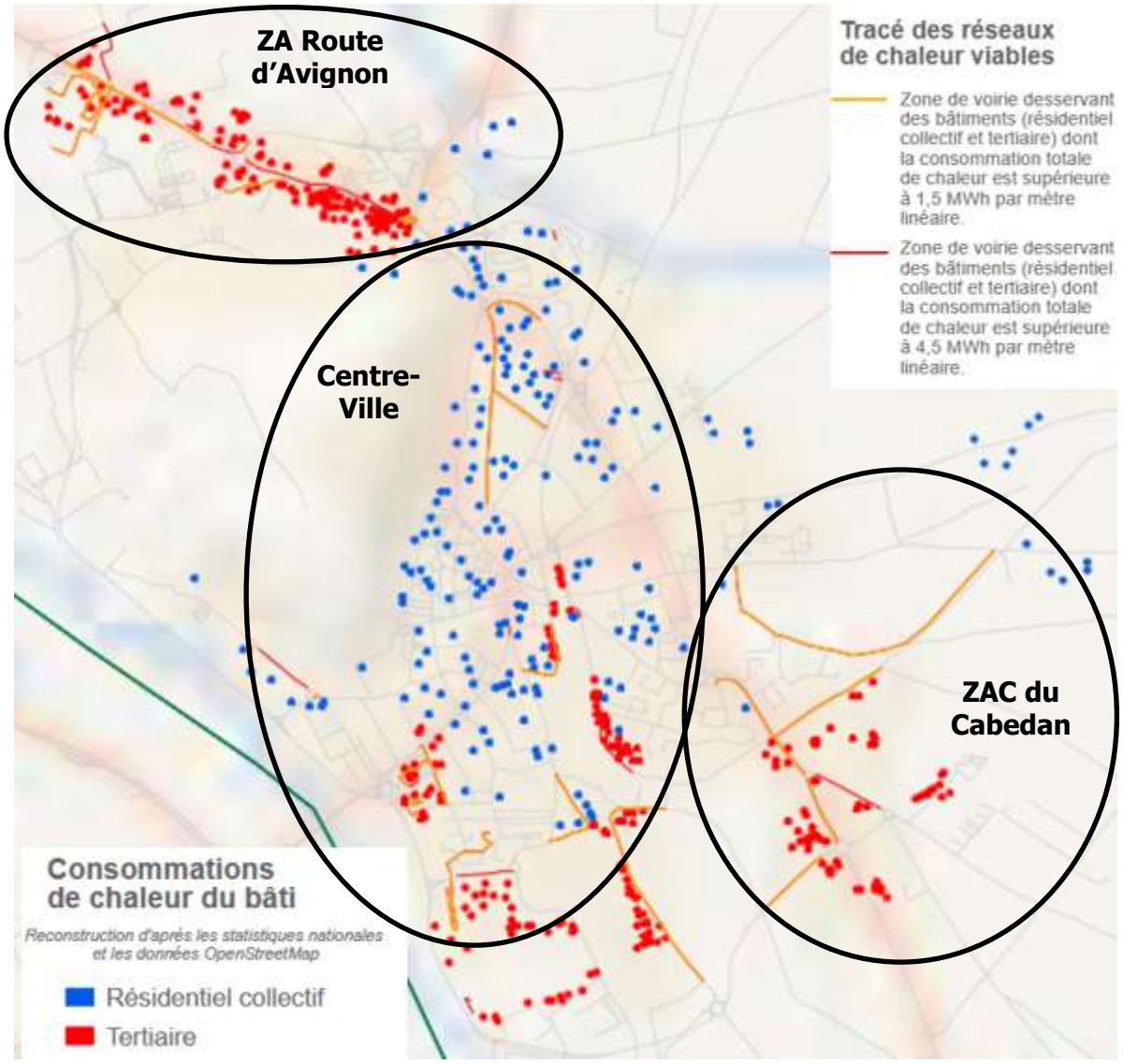


Figure 203 : Potentiel de développement de réseaux de chaleur sur Cavaillon
(Source : Observatoire des réseaux de chaleur - SNCU - FEDENE - SETEC Environnement)

7.3.2.2 *L'Isle sur la Sorgue*

A l'instar de Cavaillon, L'Isle-sur-la-Sorgue est une commune urbanisée possédant des activités tertiaires et industrielles importantes ainsi qu'un taux d'habitat collectif élevé (environ un tiers des logements). L'implantation d'un réseau de chaleur semble également intéressant. Il se concentre sur trois zones : le centre-ville, la ZA La Grande Marine et la ZA La Barthelière et les Ferrailles.

Pour une densité énergétique minimale de 1,5 MWh/ml (minimum de viabilité économique admis), le potentiel de développement s'élève à 24 GWh pour 4,1 km de réseaux.
Pour une densité minimale de 4,5 MWh/ml (rentabilité plus élevée) le potentiel est de 22 GWh pour 3 km de réseaux.

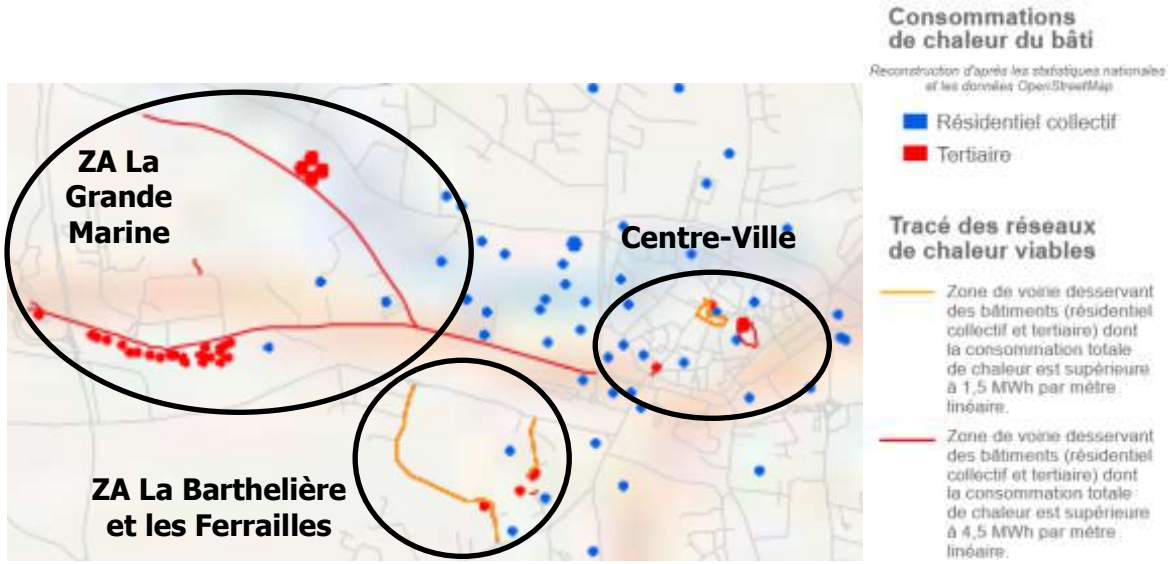


Figure 204 : Potentiel de développement de réseaux de chaleur sur Cavaillon

(Source : Observatoire des réseaux de chaleur - SNCU - FEDENE - SETEC Environnement)

Le potentiel de développement des réseaux de chaleur est estimé à environ 88 GWh (64 GWh sur la CALMV et 24 GWh sur la CCPSMV) soit 17,7 km de réseaux (13,6 km pour la CALMV et 4,1 km pour la CCPSMV) potentiellement développables.

8. SEQUESTRATION CARBONE

8.1 SYNTHESE

La séquestration nette de carbone du territoire est estimée à 48 kt $_{eq}CO_2$.

Origine des flux de carbone	Type de flux	kt $_{eq}CO_2$ / an
Artificialisation et changement d'usage des terres	Emissions	(-) 1,4
Forêts	Séquestration	(+) 47,3
Produits bois	Séquestration	(+) 2,1
Total	**Séquestration nette**	**(+) 48**

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre tous secteurs d'activités confondus ont été estimés à 342 kt eqCO_2. La séquestration nette de carbone représente ainsi 14 % de ces émissions.

Cette capacité de séquestration pourrait être augmenté et/ou maintenu en actionnant les leviers d'action suivants :

Leviers d'action pour maintenir et augmenter la séquestration nette de carbone à l'horizon 2050	kt $_{eq}CO_2$/an
Baisse de l'artificialisation	0
Confortement du puit biomasse	47,3
Pratiques agricoles	52,5
Développement de l'usage de matériaux biosourcés	19,6
Total	**119,4**

La séquestration carbone apparaît donc comme un levier important, même s'il reste secondaire par rapport aux enjeux de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

8.2 METHODE

La biosphère est composée en grande partie de matières organiques contenant du carbone. Elle constitue un stock de carbone susceptible de se transformer en CO_2 dans l'atmosphère, par combustion ou biodégradation et minéralisation, et contribuer ainsi aux émissions de gaz à effet de serre.

Dans ce diagnostic, nous estimerons la séquestration du carbone par le territoire en trois temps :

- **Estimation du stock de carbone existant,**
- **Estimation des flux de carbone existant,**
- **Vision prospective et recommandations pour augmenter la séquestration carbone.**

Les flux sont de deux types :

- **Flux de « séquestration » : lorsque le stock augmente,**
- **Flux « d'émissions » : lorsqu'il diminue.**

Par usage, sauf mention contraire, ces flux sont évalués sur une période annuelle.

Figure 205 : Exemples de séquestration et de déstockage du carbone (Source : ADEME[225])

Il est important de noter que :

- Les sols déstockent beaucoup plus vite qu'ils ne stockent[226],
- Le taux de stockage dans les sols diminue rapidement avec le temps (voir taux et durée de fonctionnement du puits de carbone du graphique ci-dessous)

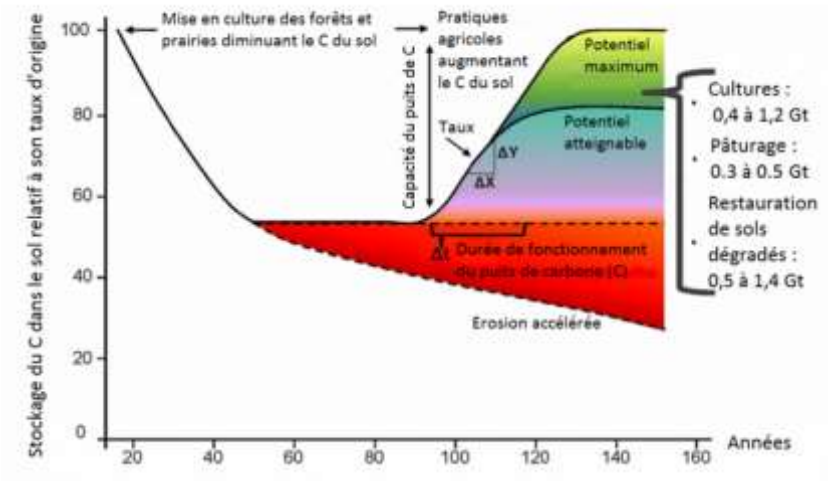


Figure 206 : Effets du changement d'utilisation des terres et gestion du carbone du sol (Source : d'après Rattan et al., 2016[227]).

[225] ADEME, Juin 2014, ***« Carbone organique des sols, L'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat »***, 15 p.

[226] Arrouays D., Balesdent J., Germon J.C., Jayet P.A., Soussana J.F., Stengel P., 2002, ***« Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? »*** Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'Inra à la demande du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, octobre 2002, 36 p. inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/225455-e2ffa-resource-synthese-en-francais.html

[227] 2016, Rattan et al***., « Beyond COP 21 : Potential and challenges of the « 4 per Thousand » initiative »***, Journal of Soil and Water Conservation, 20 p.

Nous nous appuyons sur l'outil ALDO[228] 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[229] (2006 et 2012*)*.

https://www.c-agg.org/wp-content/uploads/Journal_of_Soil_and_Water_Conservation-2016-Lal-20A-5A.pdf

[228] https://www.territoires-climat.ademe.fr/actualite/loutil-aldo-pour-une-premiere-estimation-de-la-sequestration-carbone-dans-les-sols-et-la-biomasse

[229] https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/corine-land-cover-occupation-des-sols-en-france/

8.3 STOCKS DE CARBONE

8.3.1 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 CO_2 (t eqCO_2). Par souci de simplification, nous n'utiliserons que la tonne équivalent CO_2 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…).

8.3.2 STOCKS DES SOLS ET DE LA BIOMASSE

8.3.2.1 *Occupation des sols du territoire*

Sur un territoire de 46 500 ha, les espaces dédiés à l'agriculture (cultures, prairies, vignes, vergers et haies agricoles) occupent 29 000 ha, la forêt 13 500 ha, et les sols artificialisés environ 4 000 ha.

	CCPSMV	CALMV	Total	
Types d'occupation des sols	ha	ha	ha	%
Cultures	4 965	9 336	14 301	31%
Prairies zones herbacées	338	607	946	2%
Prairies zones arbustives	-	-	-	0%
Prairies zones arborées	134	3 757	3 890	8%
Feuillus	935	7 819	8 754	19%
Mixtes	172	1 753	1 925	4%
Conifères	1 040	1 828	2 868	6%
Peupleraies	6	3	9	0%
Zones humides	-	33	33	0%
Vergers	2 240	3 202	5 442	12%
Vignes	598	3 675	4 273	9%
Sols artificiels imperméabilisés	1 403	1 843	3 246	7%
Sols artificiels arbustifs	351	461	812	2%
Sols artificiels arborés et buissonnants	-	-	-	0%
Haies associées aux espaces agricoles	82	171	254	1%
TOTAL	**12 182**	**34 315**	**46 497**	**100%**

Figure 207 : Occupation des sols en 2012 (Source : Corine Land Cover).

8.3.2.2 *Estimation des stocks de carbone par modes d'occupation des sols et types de réservoir*

Réservoirs	**Sol (30 cm)**	**Litière**	**Biomasse**	**Tous réservoirs (sol + litière + biomasse)**
Occupation des sols	**t eqCO_2**	**t eqCO_2**	**t eqCO_2**	**t eqCO_2**
Cultures	2 254 731	0	0	2 254 731
Prairies zones herbacées	975 244	0	0	975 244
Prairies zones arbustives	0	0	0	0
Prairies zones arborées	0	0	627 642	627 642
Forêts de feuillus	2 664 134	288 882	1 210 290	4 163 306
Forêts mixtes	585 693	63 509	253 907	903 109
Forêts de résineux	872 772	94 638	364 084	1 331 494
Peupleraies	2 693	292	1 680	4 665
Zones humides	14 924	0	0	14 924
Vergers	917 873	0	319 260	1 237 134
Vignes	611 027	0	78 337	689 364
Sols artificiels imperméabilisés	357 099	0	0	357 099
Sols artificiels enherbés	163 670	0	20 831	184 501
Sols artificiels arborés et buissonnants	0	0	0	0
Haies associées aux espaces agricoles	0	0	33 466	33 466
Toutes occupations	**9 419 861**	**447 321**	**2 909 498**	**12 776 680**

Figure 208 : Stocks de carbone par type d'occupation des sols et type de réservoirs pour le bassin de vie (en t eqCO_2, 2012), (source : Outil ALDO)

8.3.2.3 *Bilan des stocks de carbone dans les sols*

	CCPSMV	CALMV	Total	Tous réservoirs
	ha	ha	ha	kteqCO2
Cultures, vignes, vergers	7 803	16 212	24 015	4 215
Prairies	472	4 364	4 836	1 603
Forêts	2 153	11 403	13 555	6 403
Zones humides	-	33	33	15
Sols artificiels	1 754	2 304	4 058	542
TOTAL	**12 182**	**34 315**	**46 497**	**12 777**

Figure 209 : Surfaces (en ha) et stocks de carbone (en kt eqCO_2) par type d'occupation des sols en 2012 (Source : Outil : ALDO)

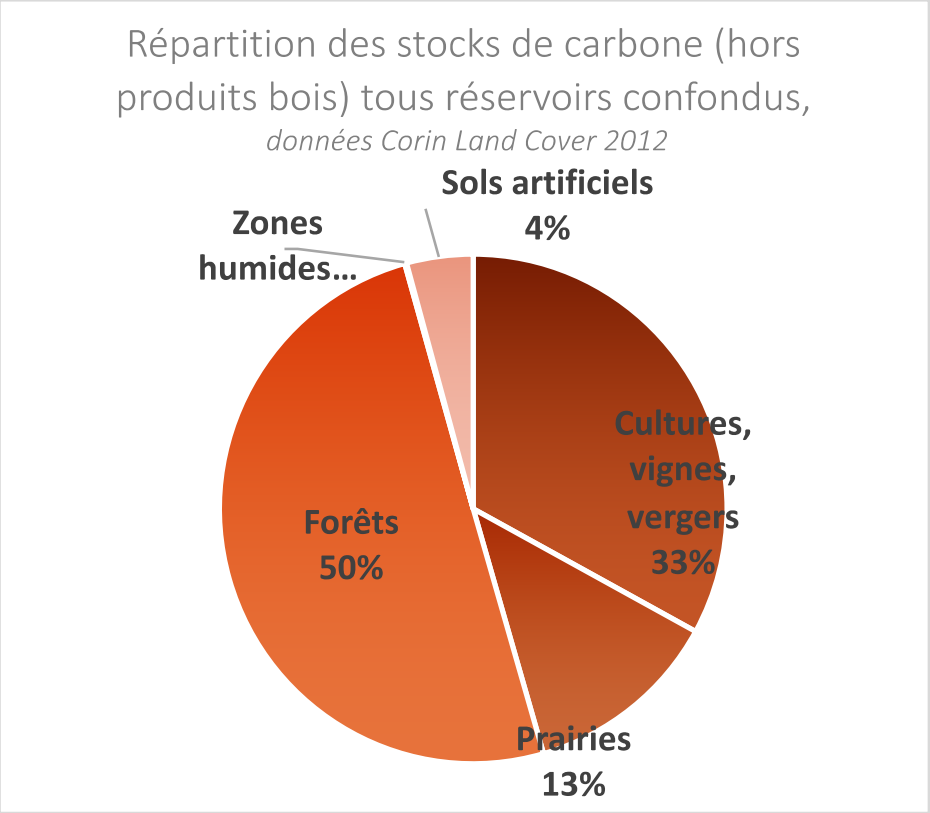


Figure 210 : Répartition (en %) des stocks de carbone (hors produits bois) tous réservoirs confondus en 2012

8.3.2.4 *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…**

L'estimation des stocks de carbone dans les matériaux est basée sur une répartition par habitant en fonction des stocks nationaux de carbone.

Stocks totaux	Produits bois (Approche consommation : répartition selon habitants)			
	CCPSMV	CALMV	Total	
	tCO2	tCO2	tCO2	%
Bois d'œuvre (sciages)	91805	151944	243749	41%
Bois d'industrie (panneaux, papiers)	133853	221537	355390	59%
Total	225658	373480	599138	100%

Figure 211 : Stocks de carbone (en t eqCO2) dans le bois d'œuvre et le bois d'industrie en 2012 (Source : Outil ALDO)

8.3.2.5 ***Synthèse***

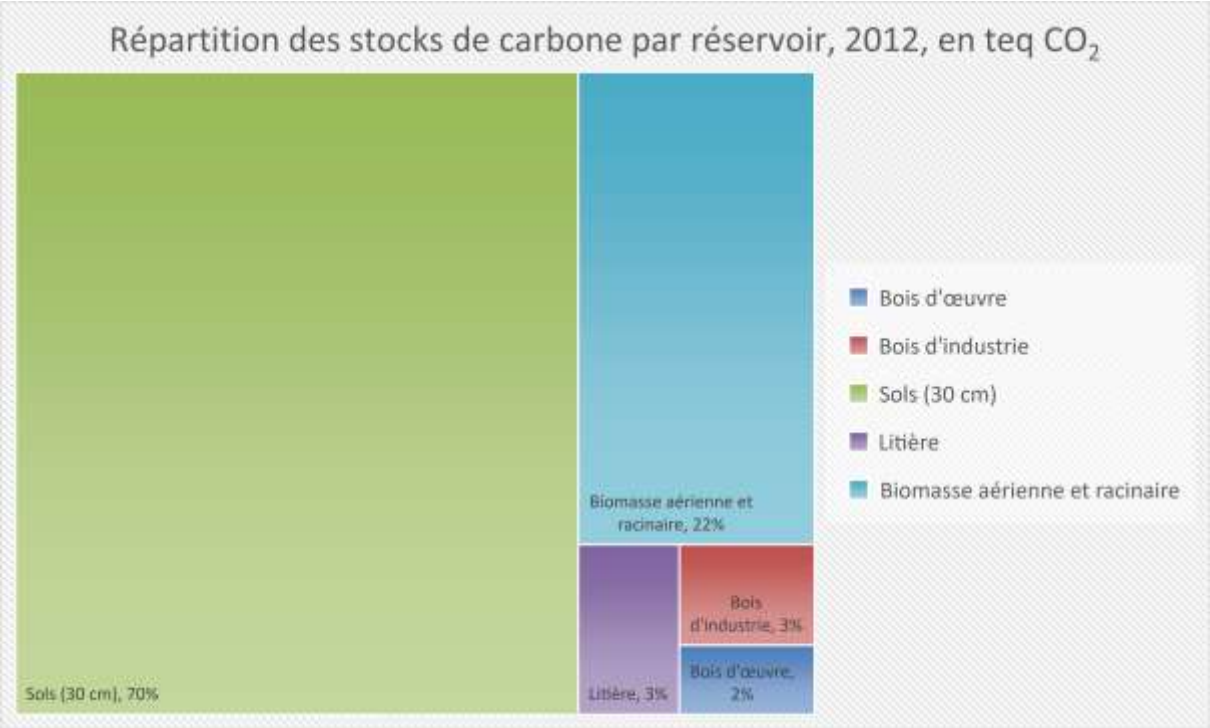
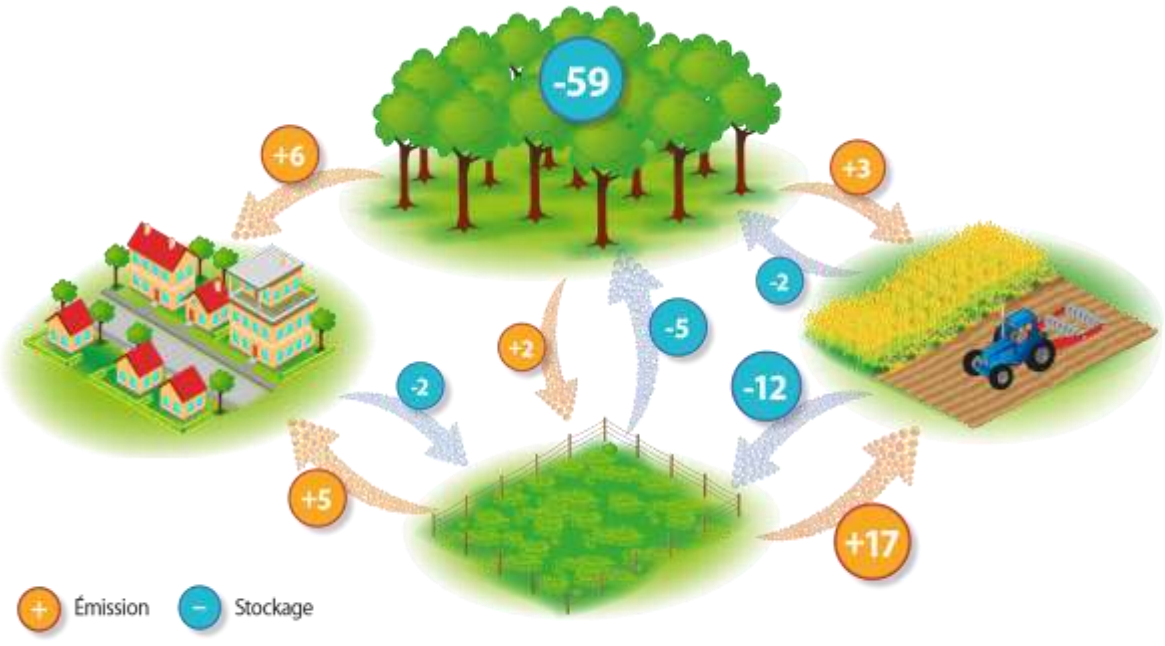


Figure 212 : Répartition en 2012 des stocks de carbone pour tous les réservoirs (Source : Outil ALDO)

8.4 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 et les cultures sont généralement considérées comme à l'équilibre, à moins qu'elles soient soumises à l'enfrichement ou à des changements de pratiques agricoles. Cependant, leur conversion en terres arables et leur artificialisation, se traduit par une émission nette de CO_2.

Les émissions de CO_2 par type d'espace et lors des changements d'affectation des sols sont illustrées dans le schéma ci-dessous :



- Emissions de CO_2 par type d'espace et lors des changements d'affectation, en millions de tonnes equivalent CO_2 (valeurs 2013 - Source CITEPA 2015)[43].

Figure 213 : Emissions de CO2 par type d'occupation des sols et lors de leurs changements d'affectation (En t eqCO_2) (Source : CITEPA)

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 CO_2 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[230], présenté en juillet 2018, fixe comme feuille de route le « zéro artificialisation nette » sans toutefois préciser d'horizon temporel. Toute artificialisation devant être compensée.

[230] 4 juillet 2018, Comité interministériel biodiversité, ***« Plan Biodiversité »***, 28 p. https://biodiversitetousvivants.fr/le-plan-biodiversite-pour-la-france-metropolitaine-et-loutre-mer

8.4.1 FLUX DE CARBONE LIES A L'ARTIFICIALISATION ET AU CHANGEMENT D'USAGE DES TERRES

D'après les données disponibles via Corine Land Cover, entre 2006 et 2012, 21 ha ont été artificialisés chaque année sur le territoire, au détriment des cultures (10 ha par an en moyenne) et des vergers (8 ha), et plus marginalement des prairies et vignes.

	CCPSMV		CALMV		TOTAL		Augmentation annuelle	Diminution annuelle
	CLC 2006	CLC 2012	CLC 2006	CLC 2012	CLC 2006	CLC 2012	ha	ha
Cultures	5 014	4 965	9 346	9 336	14 360	14 301	0	-10
Prairies	484	472	4 364	4 364	4 848	4 836	0	-2
Forêts	2 153	2 153	11 403	11 403	13 555	13 555	0	0
Zones humides	0	0	33	33	33	33	0	0
Vergers	2 240	2 240	3 248	3 202	5 488	5 442	0	-7,7
Vignes	598	598	3 680	3 675	4 279	4 273	0	-0,9
Sols artificiels imperméabilisés	1 351	1 403	1 794	1 843	3 145	3 246	16,9	0
Sols artificiels enherbés	341	351	448	461	789	812	3,7	0
Sols artificiels arborés et buissonnants	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**12182**	**12182**	**34315**	**34315**	**46497**	**46497**	**20,6**	**-21**

Figure 214 : Evolution du mode d'occupation des sols sur le territoire (source : CLC)

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 CCI, en p.104 de son rapport de présentation du diagnostic, évoque une consommation foncière de 57 ha par an entre 2001 et 2014, avec une tendance à la baisse (« le rythme de consommation était passé de 140 ha par an entre 1990-2000 à 60 ha par an entre 2000 – 2005 »). Cela confirme donc la probable sous-évaluation des données retenues dans ALDO.**

Ce changement d'affectation des sols implique des émissions de GES de 1400 teqCO_2 chaque année. Même si ce chiffre est probablement sous-évalué, l'impact des émissions liées au changement d'affectation des sols reste faible, même si l'artificialisation des terres reste un enjeu fort pour l'agriculture et la biodiversité.

8.4.2 FLUX DE CARBONE DES ECOSYSTEMES 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 13 000 tonnes de carbone, équivalent en termes d'émissions à 47 000 teqCO_2 tous les ans.

8.4.3 FLUX DE CARBONE LIES AUX PRODUITS BOIS

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 CO_2 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 2 100 t par an, ce qui reste marginal au regard du total des émissions locales.

8.4.4 BILAN DES FLUX ANNUELS

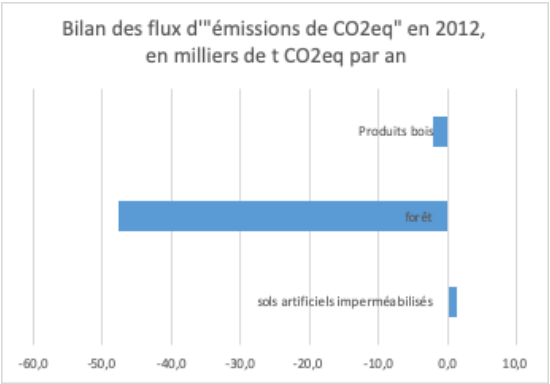
Compte tenu de ces estimations de flux, la séquestration nette de carbone du territoire peut être estimée :

Origine des flux de carbone	Type de flux	kt eqCO_2 / an
Artificialisation et changement d'usage des terres	Emissions	(-) 1,4
Forêts	Séquestration	(+) 47,3
Produits bois	Séquestration	(+) 2,1
Total	**Séquestration nette**	**(+) 48**

Figure 215 : Estimation de la séquestration nette annuelle de carbone pour le bassin de vie (Source : Outil ALDO)

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre tous secteurs d'activités confondus ont été estimés à 346 kt eqCO_2. La séquestration nette de carbone représente ainsi 14 % de ces émissions.

Ces flux peuvent être comparés à ceux estimés au niveau national :



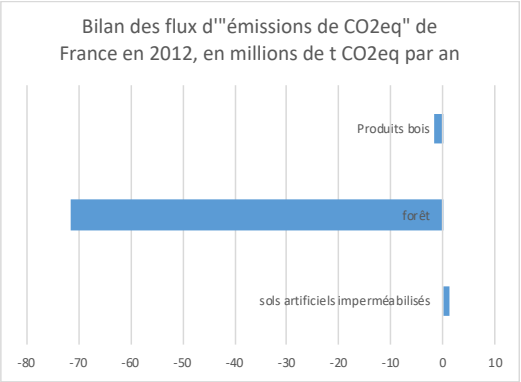


Figure 216 : Bilan annuel des flux de séquestration et de déstockage du CO_2 au niveau du territoire du SCoT CCI et au niveau national (Source : Outil ALDO).

Ces différents flux sont non négligeables au regard des émissions observées sur le territoire : en effet, la croissance de la biomasse permet d'atténuer de 14 % les émissions directes du territoire, évaluées à 346 000 t de $_{eq}CO_2$. Comparé au territoire « France », le territoire du SCoT CCI bénéficie d'un puit forestier plus faible et les impacts liés à l'artificialisation et aux produits bois représentent des enjeux plus importants.

8.5 ÉLEMENTS PROSPECTIFS ET RECOMMANDATIONS

8.5.1 SYNTHESE

Les ordres de grandeur d'augmentation de la séquestration nette de carbone à l'horizon 2050 ont été estimés pour les leviers d'action suivants :

- **Baisse de l'artificialisation,**
- **Confortement du puit biomasse,**
- **Pratiques agricoles,**
- **Développement de l'usage de matériaux biosourcés.**

8.5.2 BAISSE DE L'ARTIFICIALISATION

L'objectif « zéro artificialisation nette » permettrait de tendre vers une réduction annuelle d'émissions de 1371 t $eqCO_2$. Ce chiffre reste à nuancer dans le cas des compensations : la « désartificialisation » des sols permet de relancer un processus de stockage de carbone, mais celui-ci peut être très long alors que le déstockage est rapide et brutal.

A titre d'illustration, une trajectoire restreignant l'artificialisation pour atteindre « zéro artificialisation » nette en 2050, comme le prévoit le Plan Biodiversité, pourrait être celle-ci :

				Hypothèses			
	2006	**2012**	**2018**	**2023**	**2030**	**2040**	**2050**
Sols artificiels (ha)	3934	4058	4182	4287	4413	4533	4583
Artificialisation annuelle (ha)		21	21	18	12	5	0
Économies d'émissions annuelles par rapport à 2018 en t $eqCO_2$				196	457	800	1 371

Figure 217 : Hypothèses de réduction de l'artificialisation pour atteindre zéro artificialisation nette à l'horizon 2050 et économies annuelles d'émissions de carbone associées

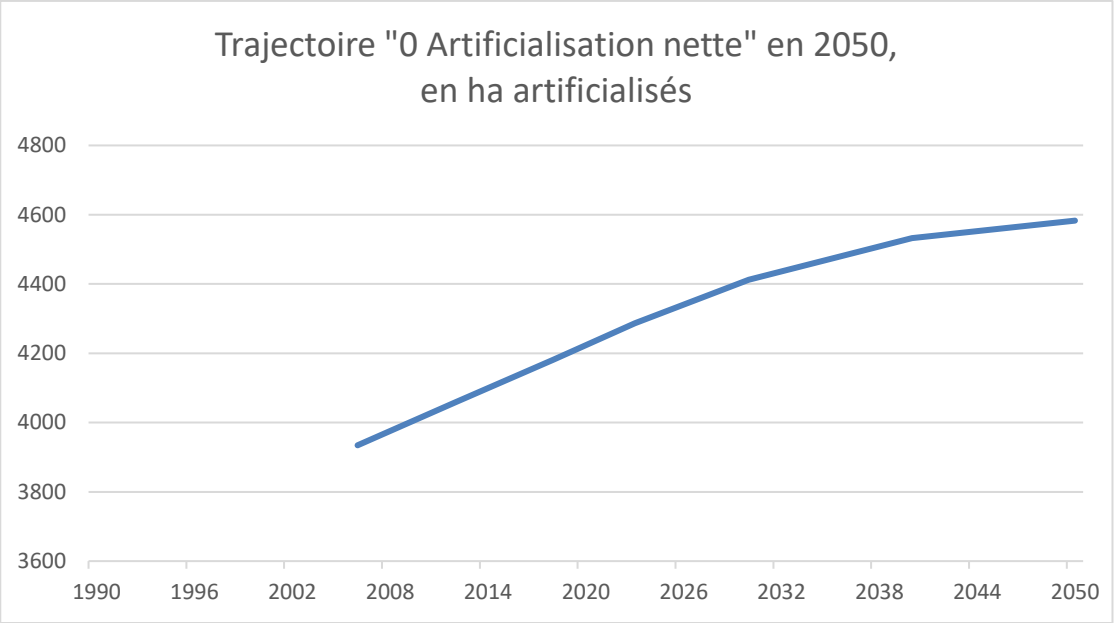


Figure 218 : Trajectoire "zéro artificialisation nette" en 2050 en ha artificialisés.

L'objectif « zéro artificialisation nette » permettrait de tendre vers une réduction annuelle d'émissions de 1371 t de CO_{2eq}, mais aussi de répondre à des enjeux cruciaux de préservation de la biodiversité et des espaces agricoles.

Il est donc indispensable de prévoir dès aujourd'hui des principes de renouvellement urbain permettant de densifier les espaces déjà artificialisés, et de limiter au maximum les extensions urbaines à des fins de logement ou commerciales sur les terres agricoles. Le ministère de la transition écologique et solidaire promeut à ce titre la démarche ERC pour limiter les impacts environnementaux des aménagements (éviter / réduire / compenser) :

- **Éviter :** Commencer par réhabiliter des espaces existants (logements vacants, friches industrielles) afin de répondre aux dynamiques démographiques dans les limites urbaines actuelles.
- **Réduire :** Optimiser les nouveaux aménagements pour une emprise au sol minimale. Cela s'entend à l'échelle du bâtiment mais aussi des espaces induits (parkings par exemple qui peuvent être conçus en sous-sol) en intégrant bien les infrastructures de desserte. Ainsi, une attention particulière doit être conduite sur la localisation des espaces de logements et de services, en cohérence avec la limitation des besoins en déplacements.
- **Compenser :** Il est possible de compenser une partie de l'artificialisation par des actions de reconstitution d'un sol susceptible d'accueillir de nouveau de la végétation. L'effet de la compensation reste à nuancer : la « désartificialisation » des sols permet de relancer un processus de stockage de carbone dans les sols mais ce processus est bien plus lent que le processus de déstockage. Néanmoins, il est possible de travailler sur les espaces urbains actuels en réimplantant des espaces arborés ou des prairies naturelles qui participent en parallèle à la préservation de la biodiversité.

En complément, la question de l'imperméabilisation des sols est aussi un enjeu fort, les épisodes de fortes précipitations impliquent d'importants dégâts qui peuvent être prévenus par la multiplication de surfaces de pleine terre en zone urbaine.

8.5.3 CONFORTEMENT DU PUIT « BIOMASSE »

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 sylvicole[231].

Ainsi, une forêt jeune qui est en croissance stocke davantage de carbone qu'une vielle forêt dont progressivement la mortalité naturelle (relargage du CO_2 par la décomposition de la litière et du bois mort) compense son accroissement biologique (assimilation du CO_2 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 coupes[232].

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 CO_2 se substituent à des émissions de CO_2 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'entretien des forêts, pour prévenir les incendies, et les attaques de parasites 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 évènements peuvent être responsables d'émissions massives de CO_2.

Une étude récente de l'INRA[233] indique qu'en forêt, aucune pratique "plus" stockante que les pratiques actuelles n'a été identifiée. L'enjeu pour les écosystèmes forestiers est de préserver les stocks existants et les modes de conduites sylvicoles permettant le maintien d'un stockage tendanciel positif.

Dans les zones urbaines, le puit biomasse peut être développé aussi largement : 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'autres, peuvent être utilisés pour aller plus loin :

- **L'outil « Arbo-climat »**[234] **pour réaliser des scénarios de plantation d'arbres urbains à destination des élus et des gestionnaires de patrimoine arboré,**

- **Le protocole « Florilèges prairies urbaines**[235] **» pour des formations sur le suivi biologique des prairies urbaines.**

---

[231] 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

[232] 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

[233] 2019, Pellerin S. et Bamière L. (pilotes scientifiques), ***« Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? »*** Synthèse du rapport d'étude, INRA (France), 114p.

[234] http://www.arbre-en-ville.fr/arboclimat/

[235] http://www.florileges.info/

8.5.4 PRATIQUES AGRICOLES

La mise en œuvre d'une politique de maintien et de développement des stocks de carbone dans les sols fait l'objet d'une attention particulière au niveau national notamment dans le cadre de l'initiative "4 pour mille : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat[236]" portés par la France en 2015 à l'occasion de la COP 21.

Une étude récente de l'INRA[237] a mis en évidence plusieurs pratiques à fort potentiel de stockage comme le développement :

- **Des cultures intermédiaires,**
- **Des prairies temporaires,**
- **De l'agroforesterie intra-parcellaire238239.**

Ces pratiques présentent par ailleurs un ensemble de co-bénéfices sur la qualité de l'eau, la lutte contre l'érosion, la protection de la biodiversité mais peuvent cependant avoir, dans certains contextes, des effets négatifs qu'il vaudrait mieux quantifier. L'accroissement de la couverture végétale du sol (cultures intermédiaires, prairie, agroforesterie intra-parcellaire) entraîne une réduction de la lame d'eau drainée annuelle (qui alimente les nappes phréatiques) qu'il conviendrait de chiffrer, en particulier dans un contexte de changement climatique et de raréfaction de la ressource en eau. L'extension des cultures intermédiaires et des prairies temporaires pose aussi la question de la destruction de ces couverts, dans une perspective d'abandon du glyphosate. Des solutions de destruction mécanique sans recours à des herbicides, adaptées aux différents contextes agro-pédo-climatiques, doivent être mises au point. Dans un contexte de développement de la bioéconomie, la biomasse aérienne produite par les cultures intermédiaires peut être utilisée à des fins de production d'énergie (Cultures intermédiaires à vocation énergétique), ce qui a inévitablement des effets sur le retour de carbone au sol et l'évolution des stocks, d'où des compromis à trouver.

Globalement, le développement de la séquestration carbone dans l'agriculture peut se faire par :

- **Augmentation du stock de matière organique des sols et de la biomasse : plantation de haies, création de parcelles agroforestières, des cultures inter-rang, …**
- **Limitation des pertes de carbone : couverts permanents (ou couverts 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, a été quantifié un potentiel maximal de séquestration de carbone par l'agriculture en appliquant ces mesures sur les surfaces agricoles du territoire :

---

[236] Le rapport, à l'échelle planétaire, entre les émissions anthropiques annuelles de carbone (9,4GtC) et le stock de carbone des sols (2400 GtC) est de l'ordre de 4‰, ce qui suggère qu'une augmentation de 4‰ par an du stock de C des sols permettrait théoriquement de compenser les émissions anthropiques de CO_2. Le caractère simpliste de ce calcul a été, à juste titre, souligné. D'autres calculs, basés sur une vision plus globale des stocks et flux de C à l'échelle globale et considérant uniquement l'horizon de surface du sol, ont été proposés depuis. Le chiffrage du stockage additionnel potentiel à l'échelle du globe avancé en 2017 (2 à 3 GtC par an, ce qui compenserait 20-35% des émissions anthropiques de CO_2) est ainsi jugé optimiste par plusieurs auteurs.

[237] 2019, Pellerin S. et Bamière L. (pilotes scientifiques), ***« Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? »*** Synthèse du rapport d'étude, INRA (France), 114p.

[238] Décembre 2009, INRA, AGROOF, Association française d'agroforesterie, ***« L'agroforesterie, outil de séquestration du carbone en agriculture »,*** 18p. http://www.agroforesterie.fr/documents/Agroforesterie-Outil-de-Sequestration-du-Carbone-en-Agriculture.pdf

[239] Décembre 2015, Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la Forêt, ***« Plan de développement de l'agroforesterie pour le développement et la gestion durable de tous les systèmes agroforestiers »***, 36 p.

Pratiques mises en place (Effet moyen pendant 20 ans - références nationales)	Flux (teqCO_2/ha/an)	Surface potentielle concernée (ha)	Potentiel d'atténuation teqCO_2/an
Allongement prairies temporaires **(5 ans max)**	0,62	2400	1500
Intensification modérée des prairies peu productives **(hors alpages et estives)**	0,84	2400	2000
Agroforesterie en grandes cultures	3,78	1400	5300
Agroforesterie en prairies	3,70	500	1800
Couverts intermédiaires (CIPAN) en grandes cultures	0,91	11400	10400
Haies sur cultures **(60 mètres linéaires par ha)**	1,24	5700	7100
Haies sur prairies **(100 mètres linéaires par ha)**	2,16	3900	8400
Bandes enherbées	1,20	5700	6800
Couverts intercalaires en vignes	1,08	2100	2300
Couverts intercalaires en vergers	1,80	2700	4900
Semis direct continu	0,60	1400	800
Semis direct avec labour quinquennal	0,40	2900	1200
		Total	**52500**

Figure 219 : Évaluation de l'impact des changements de pratiques agricoles sur la séquestration carbone (Source : Outil ALDO)

Cette simulation donne une idée approximative des potentiels de stockage sur le territoire.
Pour aller plus loin, il faudrait partir d'un véritable diagnostic agricole et utiliser un outil approprié comme l'outil Clim'agri®[240] pour et co-élaborer des scénarios avec les acteurs locaux.

8.5.5 DEVELOPPEMENT DE L'USAGE DES MATERIAUX BIOSOURCES

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[241] conduite par le Laboratoire de recherche en Architecture de Toulouse, 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 venaient 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 ++ de l'étude Terracréa rapporté à la population du territoire.

[240] https://www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-agricole/passer-a-laction/dossier/levaluation-environnementale-agriculture/loutil-climagri

[241] 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

	Population	Flux positif actuel (kteqCO_2)	Flux positif potentiel 2050 scénario Isol++ (kteqCO_2)	Flux supplémentaire (t eqCO_2)
France	67000000	10218	24783,9	14566
Territoire	90246	13,8	33,4	20

Figure 220 : Illustration du potentiel de séquestration carbone par les biomatériaux à partir de l'étude Terracréa.

Ce scénario devrait vraisemblablement impliquer une légère 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 20 000 teq CO_2, 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.

9. POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

9.1 SYNTHESE

EMISSIONS GAZ A EFFET DE SERRE

HYPOTHÈSES 2050

- **Transport, Résidentiel et Industrie** : Actions de sobriété, d'efficacité énergétique et de développement des énergies renouvelables.
- **Agriculture** : Changement d'habitudes alimentaires, de modes de consommation, et développement de l'agriculture biologique locale.

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, estimés selon le potentiel. Les facteurs d'émissions sont issus de la base Carbone ADEME. Il est ici considéré que la quasi-totalité des consommations sera couverte 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 AFTERRES.

9.3 ENJEUX ET POTENTIEL D'AMELIORATION

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.
- **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 entrainent de ce 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.

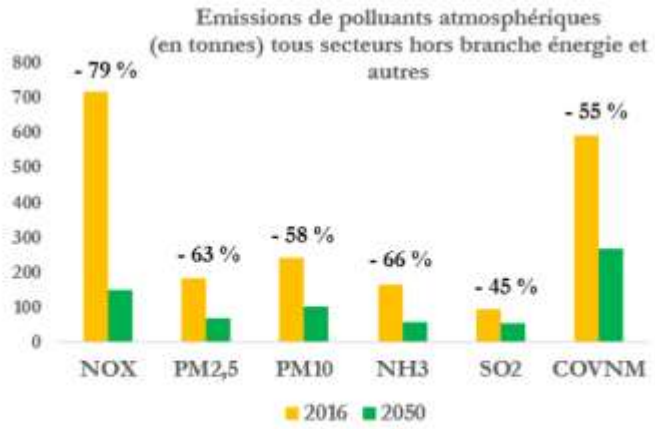
10. POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

10.1 SYNTHESE

EMISSIONS POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

HYPOTHÈSES 2050 :

- Baisse des émissions liée réduction 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 NH_3 dans le secteur agricole selon le scénario AFTERRES 2050 (division par 3 des émissions).



34

10.2 METHODE ET ANALYSE

Les différentes hypothèses considérées pour la réduction des polluants atmosphériques sont les suivantes :

- Baisse des émissions liée 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 NH_3 dans le secteur agricole selon le scénario AFTERRES 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, 86% des gains étant obtenus grâce aux efforts conduits dans le transport routier,
- Baisse des émissions de particules fines :
  - 63% pour les PM2.5, 59% des gains étant obtenus grâce aux efforts de sobriété énergétique dans le résidentiel et 23% des gains dans le transport,

- 58% pour les PM10, 46% des gains étant obtenus grâce aux efforts de sobriété énergétique dans le résidentiel et 26% des gains dans le transport.

- Baisse de 66% des émissions de NH_3, 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 SO_2 de 45% dont trois quarts provenant du secteur industriel,
- Baisse des COVNM de 51%, dont trois quarts résultant des efforts de sobriété énergétique dans le résidentiel.

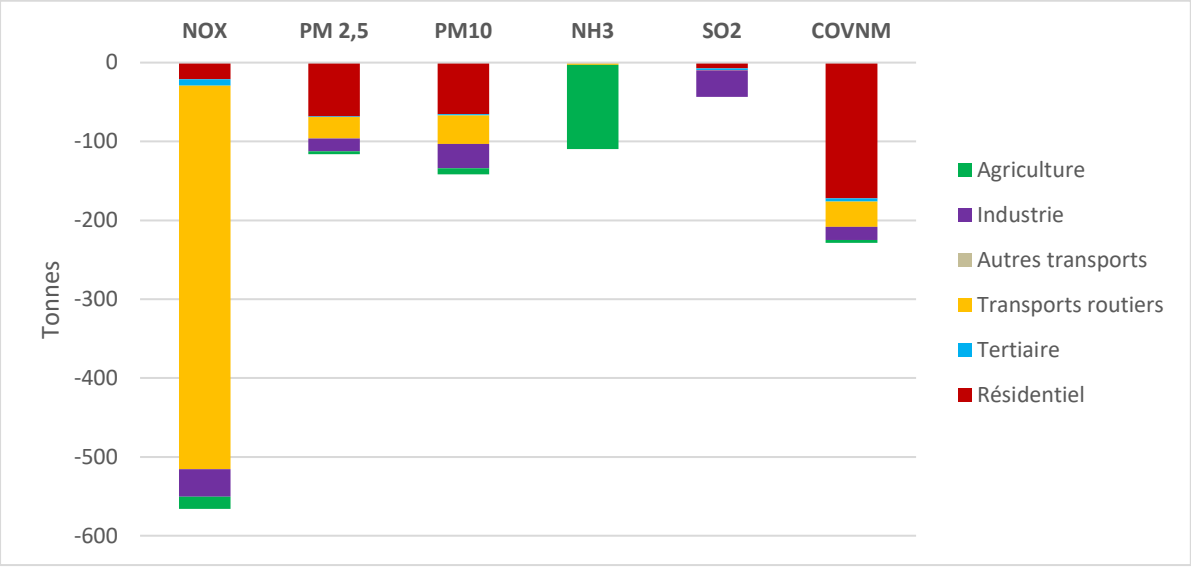


Figure 221 : Contribution sectorielle de réduction des polluants atmosphériques à l'horizon 2050 (source : Inddigo)

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 2016 sont :

- Pour les NOx : réduction par 5,

- Pour les particules fines : réduction par 2,5,

- Pour le NH_3 : réduction par 3.

11. ENJEUX STRATEGIQUES

11.1 SYNTHESE

Le diagnostic a permis de mettre en évidence les principaux enjeux stratégiques auxquels devra répondre le PCAET. Ceux-ci sont présentés dans le tableau ci-dessous par grands domaines et secteurs d'activités ou filières

DOMAINES	SECTEURS / FILIERES	N°	ENJEUX
Réduction des consommations d'énergie et des émissions de polluants atmosphériques	**Résidentiel**	1	La rénovation de l'habitat et la sobriété énergétique dans les usages de l'énergie
		2	La réduction de la précarité énergétique
	Tertiaire	3	La rénovation et l'optimisation de la gestion énergétique des bâtiments et de l'éclairage publics
		4	La rénovation et l'optimisation de la gestion énergétique des bâtiments privés
	Industrie	5	L'amélioration de la maîtrise de l'énergie et de la gestion environnementale des industries les plus consommatrices / émettrices
	Agriculture	6	La réduction des consommations d'énergie, l'optimisation de l'usage des pesticides et de la fertilisation azotée, le développement des alternatives au brulage des déchets
	Transport	7	Le développement des mobilités actives (marche à pied,vélo)
		8	Le développement des transports en commun et de l'intermodalité
		9	Le développement de la voiture partagée (co-voiturage, auto-partage)
		10	La promotion de carburants et motorisation alternatifs
	Urbanisme et aménagements	11	La réduction des besoins de déplacements
Production et utilisation d'énergies renouvelables et de récupération	**Electricité renouvelable**	12	Le développement la production et de la consommation d'électricité photovoltaïque en priorité sur les toitures de bâtiments, ombrières de parkings et sites anthropisés
		13	Exploiter les niches de production hydroélectrique
	Chaleur renouvelable	14	Le développement des pompes à chaleur (aérothermique de la géothermique) du solaire thermique et de la récupération de la chaleur fatale
		15	Le développement des chaufferies et réseaux de chaleur au bois
		16	L'équipement en appareils de chauffage au bois domestique performant
	Biogaz	17	La création d'une usine de méthanisation
Séquestration du carbone	**Agriculture/ Forêts**	18	Le développement des pratiques agricoles séquestrantes et l'optimisation de la gestion de la forêt
	Bâtiments	19	Le développement de l'usage des matériaux biosourcés
Economie locale et circulaire	**Agriculture/Alimentation**	20	La promotion d'un système alimentaire territorial durable (circuits locaux, lutte contre le gaspillage alimentaire, ...)

	Tertiaire/ Industrie	21	Le développement des échanges de ressources et de flux (matières, énergie ou compétences)
	Déchets	22	La prévention de la production et la valorisation des déchets
Adaptation au changement climatique	**Eau**	23	La gestion concertée des usages de l'eau, l'économie de la ressource et la limitation des pertes, la protection des captages d'eau potable
	Risques naturels	24	La prévention des risques associés au retrait gonflement des argiles
	Agriculture	25	L'adaptation des productions agricoles
	Tourisme	26	L'évolution des activités touristiques
	Santé et qualité de vie de la population	27	La maîtrise de la chaleur en milieu urbanisé et dans les bâtiments
		28	La prévention et la lutte contre les espèces végétales et animales invasives

Figure 222 : Principaux enjeux auxquels devra répondre le PCAET.

11.2 POTENTIELS DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie estimé à environ 782 GWh, soit la moitié de la consommation du territoire en 2016.

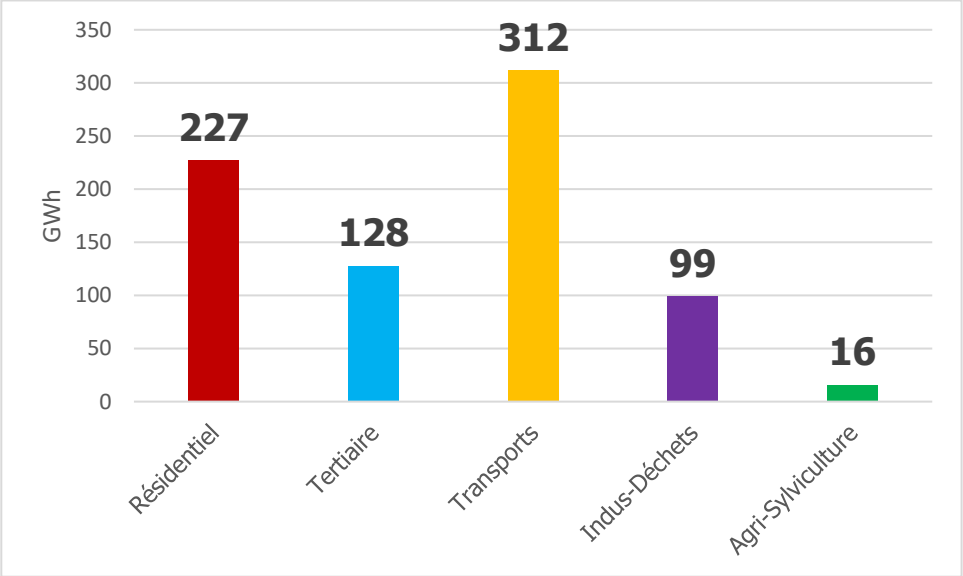


Figure 223 : Potentiels de réduction des consommations à 2050 selon les différents secteurs d'activité

11.3 POTENTIELS DE PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION

Le potentiel de production en énergies renouvelables et de récupération est estimé à 1 526 GWh soit une augmentation de 1 417 GWh ou encore une multiplication par 14 par rapport à la production de ces énergies en 2016 (109 GWh).

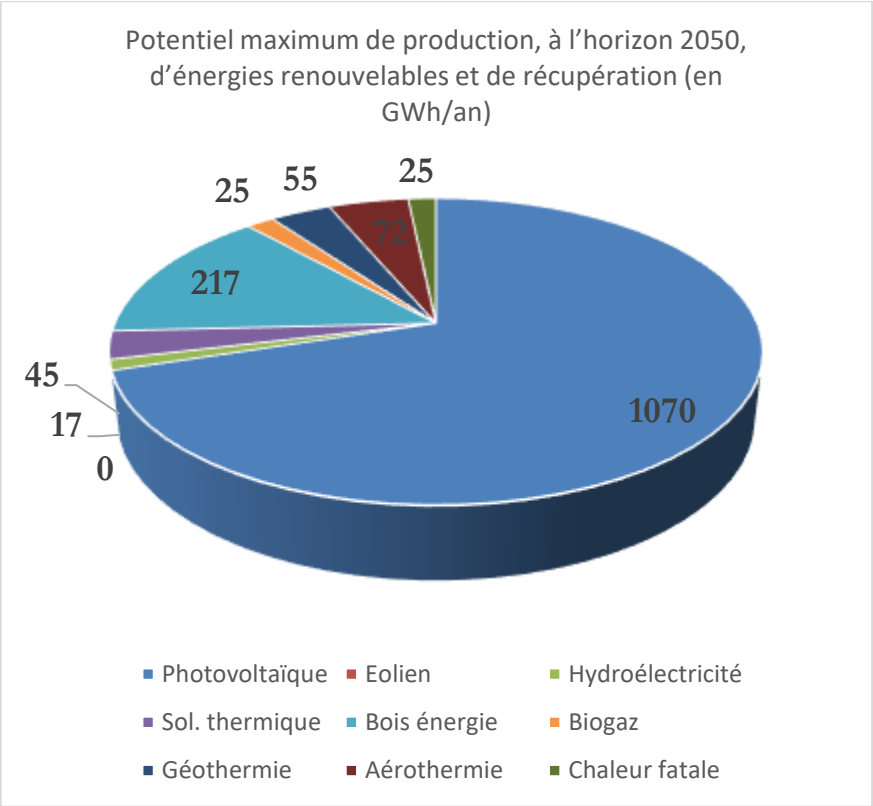
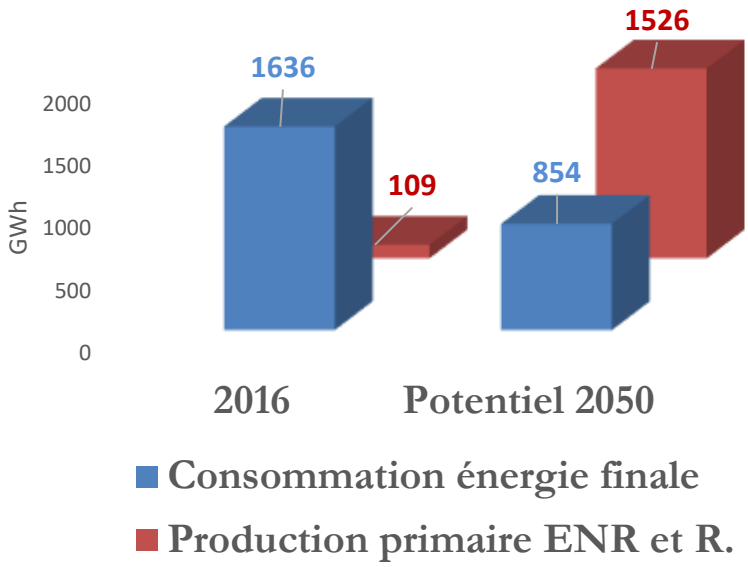


Figure 224 : Potentiel de production à l'horizon 2050 d'énergies renouvelables et de récupération (en GWh/an)

11.4 POTENTIEL D'EVOLUTION DE L'AUTONOMIE ENERGETIQUE DU TERRITOIRE

La figure suivante présente le total des consommations d'énergie et de production d'ENR et R. pour le territoire en 2016 et potentielles maximales à l'horizon 2050.



A l'horizon 2050, le potentiel maximal de production d'énergies renouvelables et de récupération estimé à 1.526 GWh pourrait couvrir la consommation d'énergie du territoire évaluée à 854 GWh.

Le territoire dispose d'un potentiel maximal de production d'énergies renouvelables et de récupération 14 fois supérieur à ce qui est aujourd'hui exploité.

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 redondance[242], 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%).

[242]La redondance signifie qu'un ouvrage est doublé d'un ouvrage de secours pour garantir l'alimentation en cas de perte d'un ouvrage.

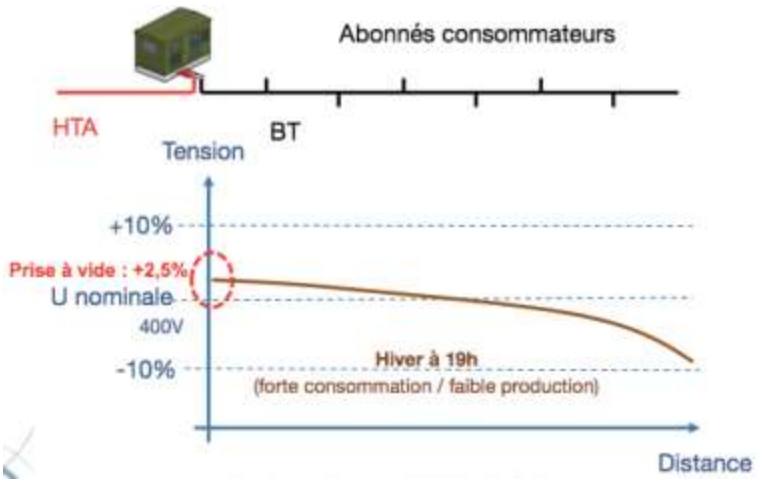


Figure 225 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production. (Source: Hespul)

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 ».

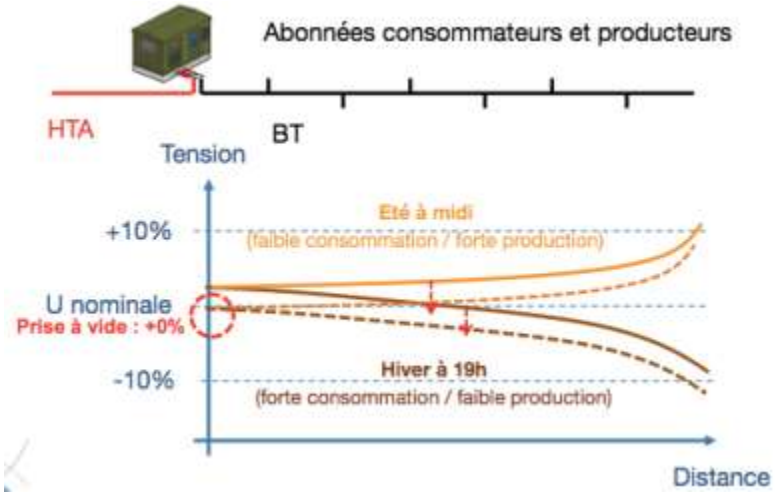


Figure 226 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production (ligne continue brune) et dans un cas inverse (ligne continue orange). Les producteurs sont ici des producteurs photovoltaïques. Les pointillés montrent les mêmes cas avec un 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) [243] ,
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)[244]
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.

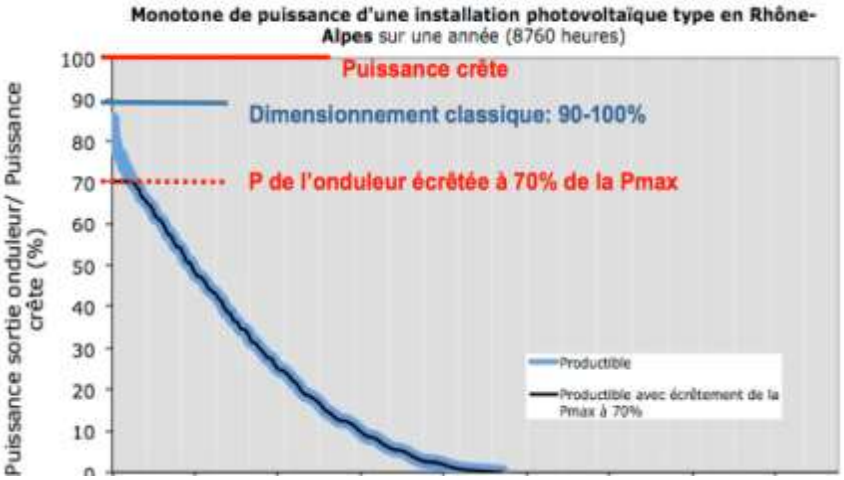


Figure 227 : Monotone de puissance d'une installation photovoltaïque montrant les pertes négligeables (moins d'1% de la production annuelle correspondant au petit triangle au-dessus de la ligne en pointillés) engendrées par un sous-dimensionnement de l'onduleur à70% de la puissance crête (Source : Hespul)

[243] 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.

[244] 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.

12.3 ANNEXE 3 : LES DIFFERENTS GAZ RENOUVELABLES

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les différents intrants et procédés permettant l a production de gaz renouvelable. 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.

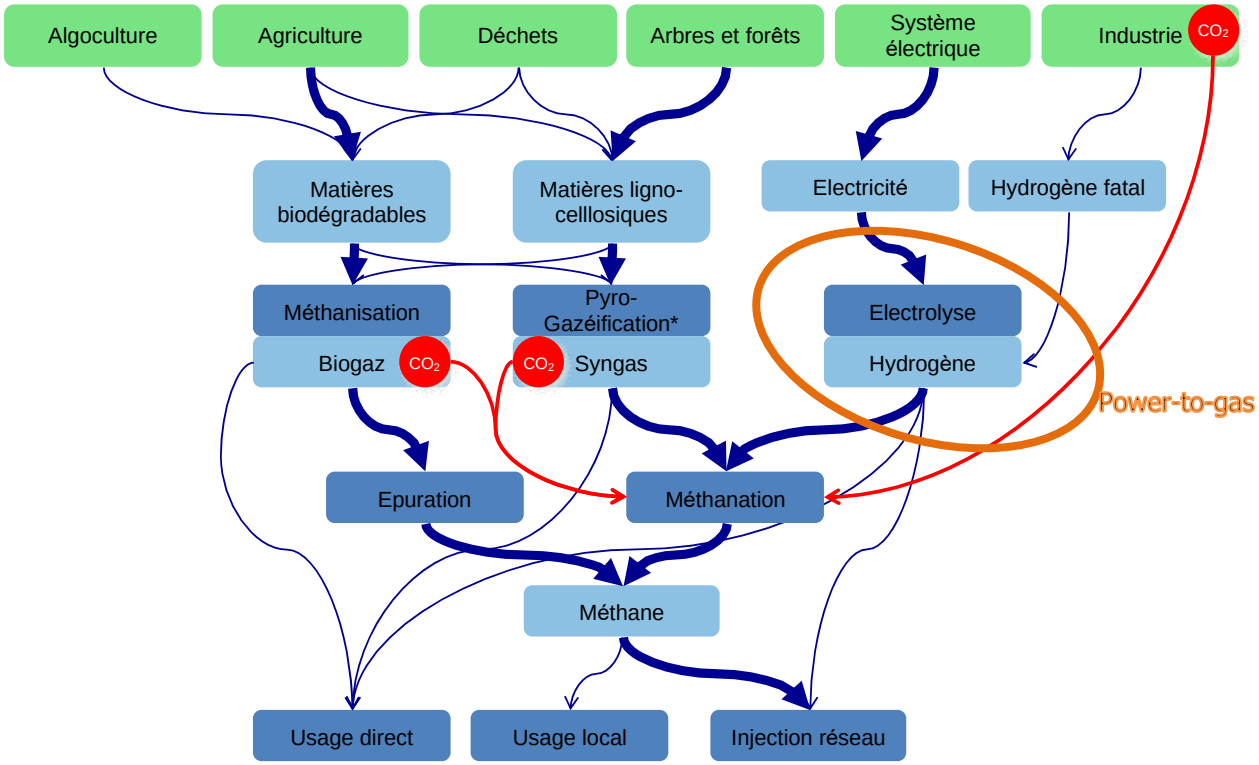


Figure 228 : Intrants et filières de conversion pour la production de gaz renouvelables

La pyrogazéification

La pyrogazéification est un procédé thermochimique, 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

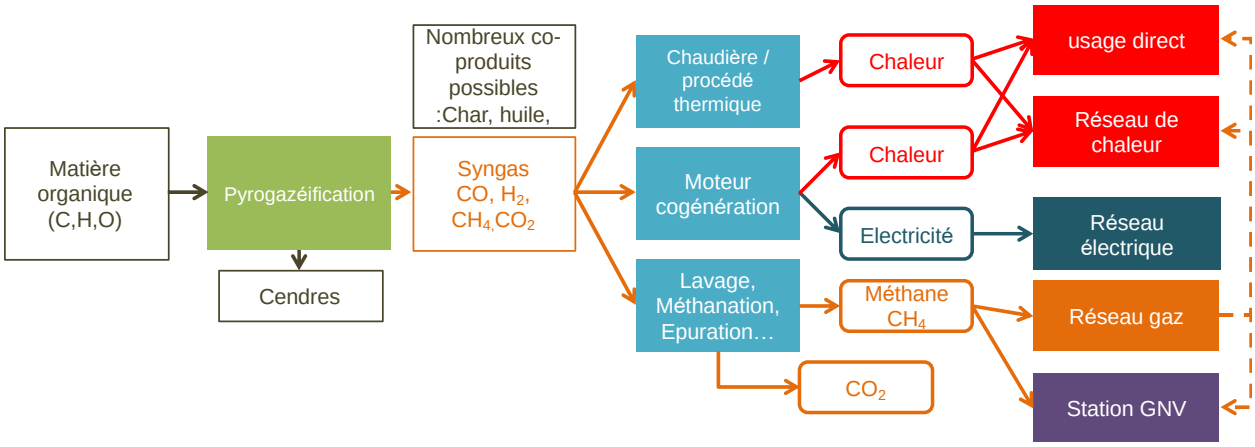


Figure 229 : Procédé de pyrogazéification (Source : SOLAGRO)

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 réseau[245].

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 synthèse[246]. 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 CO_2.

[245] Même si le gaz respecte les spécifications des opérateurs de réseau de gaz.

[246] 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

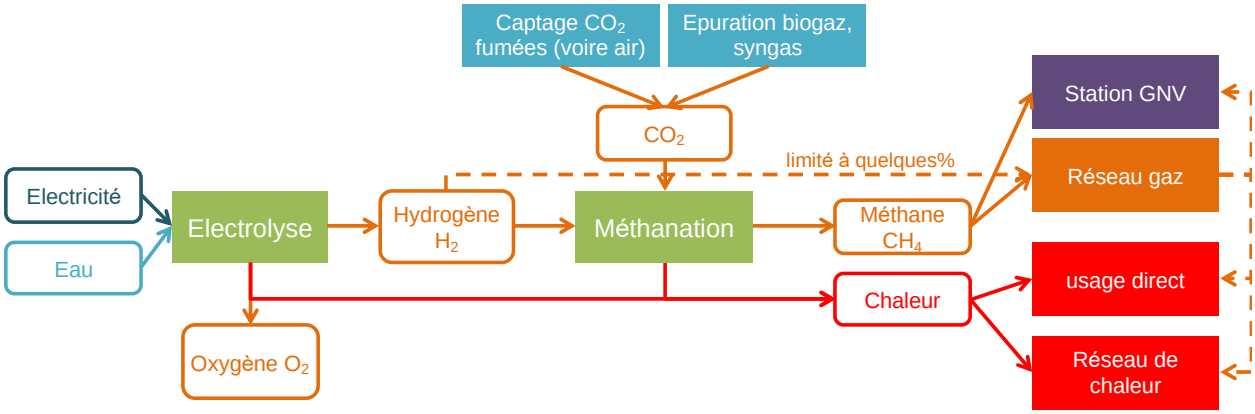


Figure 230 : Le Power-to-gas (Source : SOLAGRO)

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 inter saisonnière 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 : INTEGRATION DE PRODUCTION DECENTRALISEE DANS LE RESEAU GAZ

Note méthodologique rédigée par SOLAGRO – Mise à jour en Mars 2018

Fonctionnement du réseau de gaz

Les infrastructures gazières sont composées d'un réseau de transport national (**Erreur ! Source du r envoi introuvable.**) maillant le territoire et alimentant les réseaux de distribution locaux. Elles comportent également 16 stockages souterrains de gaz raccordés au réseau de transport et d'une capacité totale d'environ 12 Mm^3 (132 TWh_{PCS}), soit l'équivalent de près d'un tiers de la consommation annuelle. Cette capacité importante donne une très grande flexibilité, en permettant notamment l'équilibrage entre des importations de gaz relativement constantes au cours de l'année et une consommation fortement saisonnalisée, nettement plus importante en hiver.

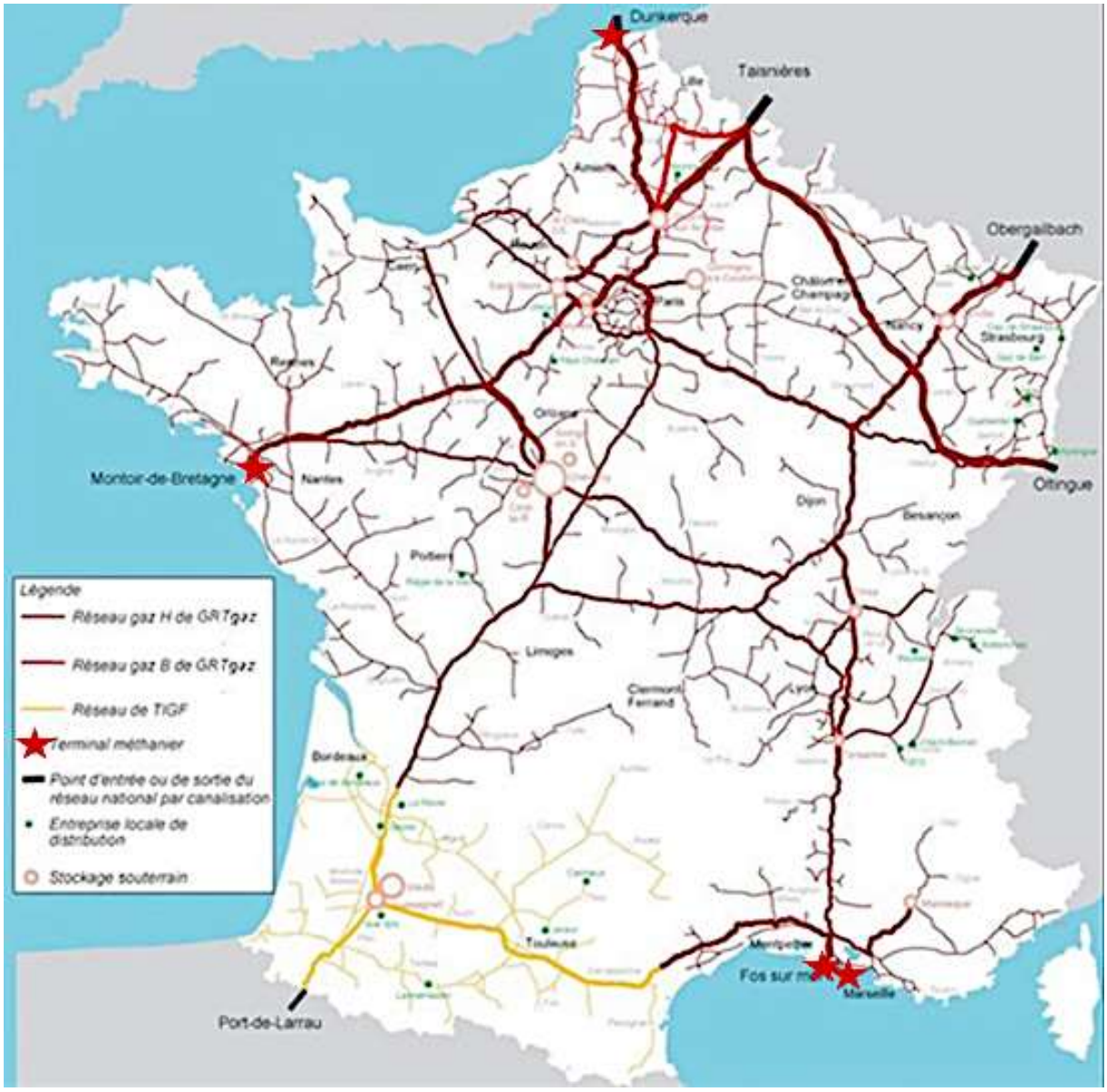


Figure 231 : Réseau de transport du gaz en France.

Aujourd'hui, la quasi-totalité du gaz consommé en France est importée, principalement par gazoduc via les frontières nord et est de la France (ci-dessus), mais aussi par bateau sous forme de GNL (Gaz Naturel Liquéfié) par l'intermédiaire des terminaux méthaniers (Fos-sur-Mer, Montoir-de-Bretagne et récemment Dunkerque). Une partie du gaz est réexporté via une connexion au réseau espagnol (point virtuel « Pirineos ») et une interconnexion au réseau italien via la Suisse à Oltingue.

Les consommateurs finaux sont principalement raccordés aux réseaux de distributions, sauf pour les très gros consommateurs (grande industrie). Les réseaux de distributions se ramifient en plusieurs niveaux de pression, les plus petits consommateurs (logement individuels) étant raccordés aux pressions les plus basses.

Ainsi, aujourd'hui, le gaz circule de manière unidirectionnelle depuis les réseaux de transport (importation ou stockage) jusqu'au consommateur final. Le gaz est monté à haute pression (40-80 bar) dans les conduites de transport. Cette pression lui permet de vaincre les pertes de charge des différents réseaux jusqu'aux utilisateurs finaux. Des postes de détentes sont installés à la jonction entre les réseaux de différentes classes de pression : ces organes de détente imposent une pression plus faible au réseau aval, et empêche tout flux du réseau basse pression vers le réseau haute pression (fonctionnement unidirectionnel).
Récemment autorisé (2011), les unités de production décentralisée (méthanisation) peuvent être raccordées à différents points du réseau.

La figure suivante résume ces différents éléments :

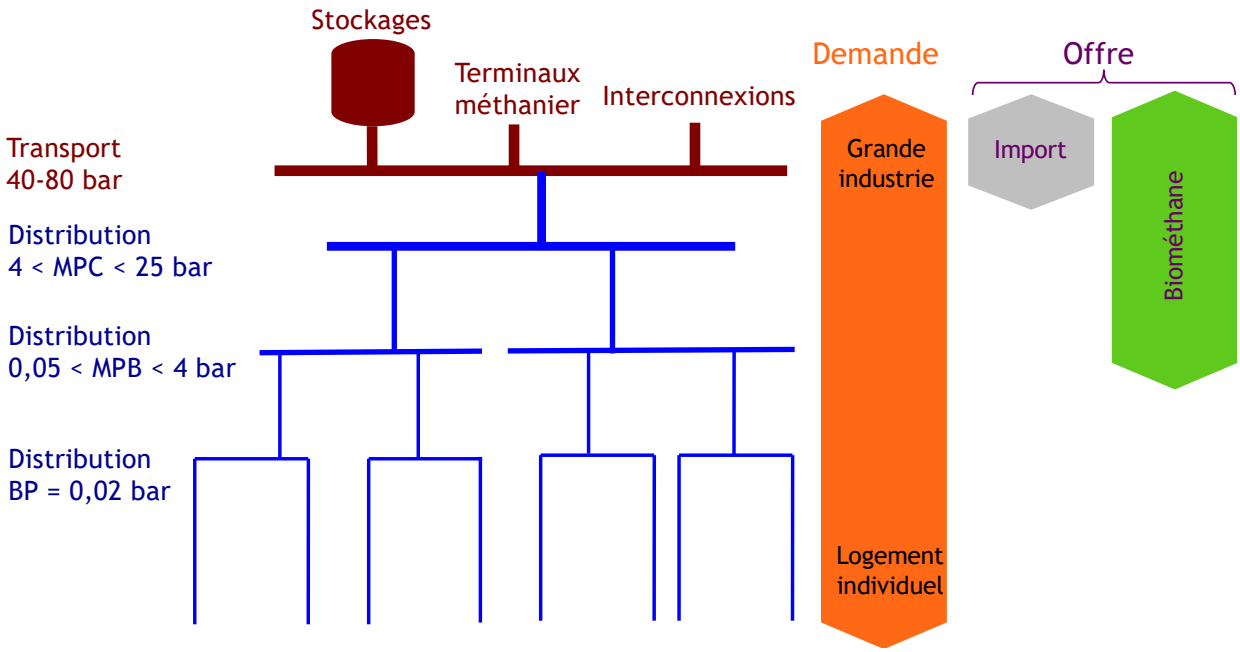


Figure 232 : Principe de fonctionnement du réseau de gaz (Source : Solagro).

Intégration de la production décentralisée

- **Les contraintes d'injection**

Aujourd'hui, le raccordement d'unité de production de biométhane au réseau peut être contraint en termes de débit. On parle alors de capacité d'injection du réseau de gaz. En effet, le point le raccordement de l'unité de production conditionne la maille d'équilibrage. Sur cette maille d'équilibrage, à chaque instant la production locale doit rester inférieure à la consommation (sinon le réseau monte en pression et atteint sa pression max). Cette contrainte ne s'applique pas aux unités raccordées aux principales artères du réseau de transport qui permettent d'accéder aux capacités de

stockage souterrain. Par ailleurs, chaque réseau possède également une capacité de stockage par respiration[247] mais qui se limite souvent à quelques heures.
Pour les unités raccordées au réseau de distribution, étant donné le fonctionnement actuellement unidirectionnel des postes de détente, la maille d'équilibrage est composée du réseau d'injection plus les réseaux avals (Figure 233). Sans modification du réseau, la production injectable sera limitée à la consommation sur cette maille d'équilibrage.

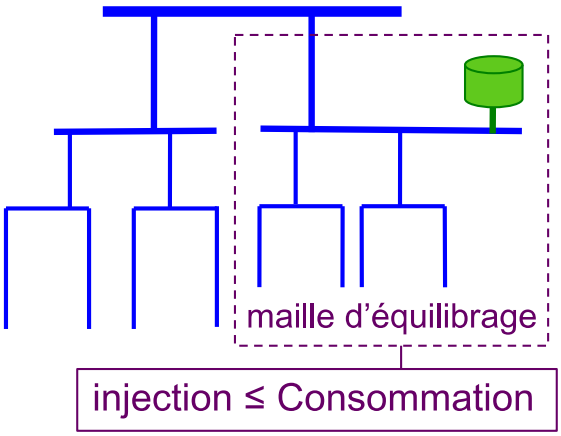
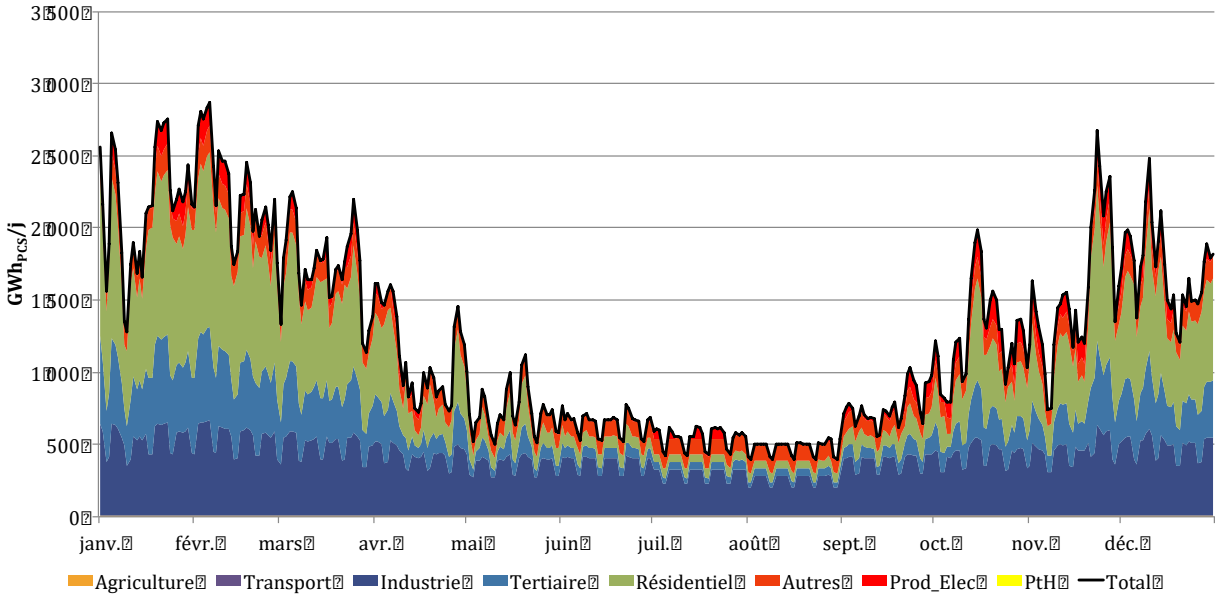


Figure 233 : Maille d'équilibrage pour le raccordement d'une unité de production de biométhane (Source : Solagro).

Les consommations de gaz ont un profil fortement saisonnalisé (Figure 234) en raison des usages thermosensibles dominants (chauffage) : elles sont beaucoup plus faibles en été qu'en hiver. L'effet est d'autant plus grand lorsque les consommateurs de type résidentiel et tertiaire sont dominants.

Figure 234 – Courbe de charge journalière de consommation de gaz – France – 2015 (reconstitution Solagro – MoDeGaz)



La production est quant à elle continue. Introduire de la flexibilité sur le profil de production est coûteux :

[247] Chaque niveau du réseau possède une plage de pression de fonctionnement ; en jouant sur le niveau de pression, on peut stocker ou déstocker du gaz. Ces capacités restent limitées comparé au stockage saisonnier.

- Une flexibilité de quelques heures est possible avec un gazomètre (stockage de gaz basse pression). Les unités de production sont typiquement conçues avec un gazomètre permettant 3-6h de stockage, donc infra-journalières ;
- Introduire une flexibilité saisonnière est également possible en jouant sur la ration. Néanmoins, cette pratique entraine une augmentation des coûts de production[248] qui est souvent difficilement justifiable.

Le débit d'injection continu sur l'année sera donc limité par l'étiage annuel de consommation sur la maille d'équilibrage.

[248] Ce mode de fonctionnement entraine un surdimensionnement de l'installation (méthaniseur + épurateur), et/ou des capacités de stockage d'intrant supplémentaires.

- **Leviers pour augmenter la capacité d'injection**

Si la capacité maximum d'injection est atteinte, plusieurs leviers peuvent permettre d'augmenter cette capacité :

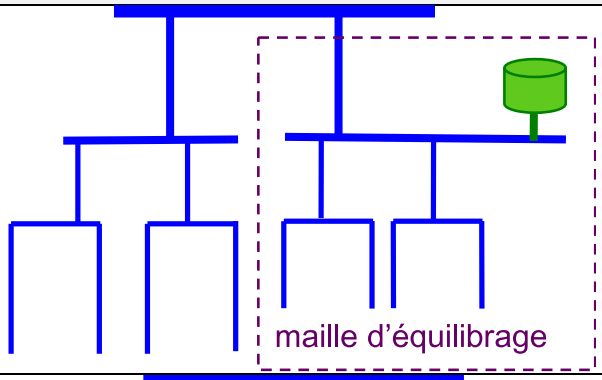
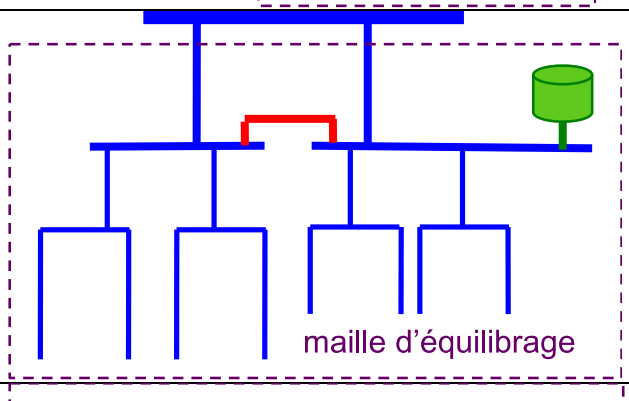
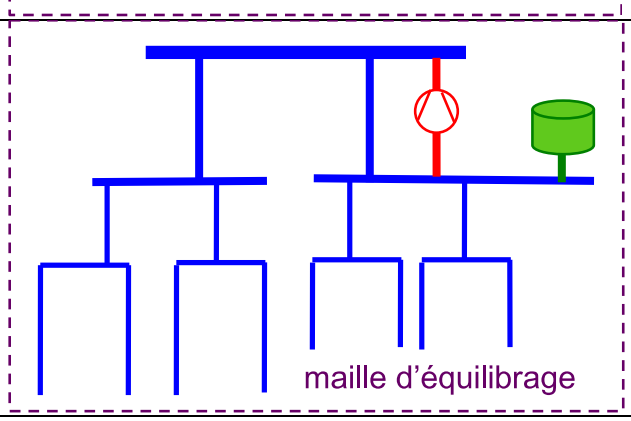
Levier	Illustration	État de mise en œuvre
Flexibilité locale Gazomètre sur méthaniseur + Possibilité de moduler la consigne de pression dans les réseaux (gonflage/dégonflage du réseau local)		En déploiement
Maillage entre deux réseaux de distribution pour agrandir la maille d'équilibrage		Déjà mis en œuvre
Rebours : compresseur permettant de remonter du gaz dans un réseau de pression supérieure		Premières expérimentations en France prévues en 2019

Figure 235 : Leviers pour augmenter la capacité d'injection du gaz.

12.5 ANNEXE 4 : ARRETES DE CATASTROPHE NATURELLES CONCERNANT DES INONDATIONS

CCPSMV :

Commune	Libellé	Date début	Date fin
Châteauneuf-de-Gadagne	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987
Châteauneuf-de-Gadagne	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Châteauneuf-de-Gadagne	Inondations et coulées de boue	24/08/1993	24/08/1993
Châteauneuf-de-Gadagne	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Châteauneuf-de-Gadagne	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Châteauneuf-de-Gadagne	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	03/06/2018	03/06/2018
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	03/02/1994	06/02/1994
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	19/09/2000	20/09/2000
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	06/09/2010	07/09/2010
L'Isle-sur-la-Sorgue	Inondations et coulées de boue	24/08/2015	24/08/2015
Saumane-de-Vaucluse	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Saumane-de-Vaucluse	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
LeThor	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
LeThor	Inondations et coulées de boue	30/07/1991	31/07/1991
LeThor	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
LeThor	Inondations et coulées de boue	03/02/1994	06/02/1994
LeThor	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
LeThor	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
LeThor	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
LeThor	Inondations et coulées de boue	06/09/2010	07/09/2010
LeThor	Inondations et coulées de boue	24/08/2015	24/08/2015
LeThor	Inondations et coulées de boue	03/10/2015	03/10/2015
Fontaine-de-Vaucluse	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Fontaine-de-Vaucluse	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008

CALMV :

Commune	Libellé	Date début	Date fin
Beaumettes	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Beaumettes	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Beaumettes	Inondations et coulées de boue	13/12/2008	15/12/2008
Cabrières-d'Avignon	Inondations et coulées de boue	03/02/1994	06/02/1994
Cabrières-d'Avignon	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Cabrières-d'Avignon	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Cavaillon	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Cavaillon	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Cavaillon	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Cavaillon	Inondations et coulées de boue	19/09/2000	20/09/2000
Cavaillon	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Cavaillon	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	15/12/2008
Cavaillon	Inondations et coulées de boue	06/09/2010	07/09/2010

Cheval-Blanc	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Cheval-Blanc	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Cheval-Blanc	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Cheval-Blanc	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Cheval-Blanc	Inondations et coulées de boue	06/09/2010	07/09/2010
Cheval-Blanc	Inondations et coulées de boue	04/11/2011	05/11/2011
Cheval-Blanc	Inondations et coulées de boue	03/10/2015	03/10/2015
Gordes	Inondations et coulées de boue	10/06/1983	10/06/1983
Gordes	Inondations et coulées de boue	31/05/2018	31/05/2018
Gordes	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Gordes	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987
Gordes	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987
Gordes	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Gordes	Inondations et coulées de boue	20/10/1994	21/10/1994
Gordes	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Gordes	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Lagnes	Inondations et coulées de boue	03/02/1994	06/02/1994
Lagnes	Inondations et coulées de boue	20/09/2000	20/09/2000
Lagnes	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Lagnes	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Lagnes	Inondations et coulées de boue	06/09/2010	07/09/2010
Lagnes	Inondations et coulées de boue	04/11/2011	05/11/2011
Lauris	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Lauris	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Lauris	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Lauris	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Lauris	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Lauris	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Lourmarin	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Lourmarin	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993
Lourmarin	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Lourmarin	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Maubec	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987
Maubec	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987
Maubec	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Maubec	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Maubec	Inondations et coulées de boue	15/12/2008	15/12/2008
Mérindol	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Mérindol	Inondations et coulées de boue	21/09/1992	23/09/1992
Mérindol	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Mérindol	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Mérindol	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Mérindol	Inondations et coulées de boue	03/10/2015	03/10/2015
Mérindol	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Oppède	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Oppède	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Oppède	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993
Oppède	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Oppède	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Puget	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Puget	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Puget	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Puget	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Puget	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Puyvert	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Puyvert	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Puyvert	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008

Robion	Inondations et coulées de boue	10/06/1983	10/06/1983
Robion	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Robion	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987
Robion	Inondations et coulées de boue	26/08/1987	27/08/1987
Robion	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Robion	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Robion	Inondations et coulées de boue	13/12/2008	15/12/2008
Robion	Inondations et coulées de boue	06/09/2010	08/09/2010
Robion	Inondations et coulées de boue	03/10/2015	03/10/2015
Taillades	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	23/08/1984	23/08/1984
Taillades	Inondations et coulées de boue	23/08/1987	24/08/1987
Taillades	Inondations et coulées de boue	03/02/1994	06/02/1994
Taillades	Inondations et coulées de boue	19/09/2000	20/09/2000
Taillades	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Taillades	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	15/12/2008
Taillades	Inondations et coulées de boue	06/09/2010	07/09/2010
Vaugines	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986

13. LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 **:** Du diagnostic à la stratégie dans un PCAET (Source : IN VIVO) 10

Figure 2 : Les fondamentaux du scenario négaWatt (Source : Association négaWatt) 12

Figure 3 : Découpage communal du Syndicat mixte du bassin de vie Cavaillon, Coustellet, l'Isle sur la Sorgue (Source : site du SCoT) 15

Figure 4 : Evolution démographique des communautés de communes du bassin de vie entre 1968 et 2015 (source : INSEE) 16

Figure 5 : Répartition des emplois sur le territoire en 2015 (source : INSEE) 17

Figure 6 : Evolution des consommations énergétiques du territoire en GWh entre 2007 et 2016 (Source : CIGALE) 19

Figure 7 : Répartition sectorielle des consommations énergétiques en GWh en 2016 (source : CIGALE) 20

Figure 8 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques par secteur en 2016 (source : CIGALE) 21

Figure 9 : Mix énergétique du territoire en GWh pour l'année 2016 (source : CIGALE) 22

Figure 10 : Consommations énergétiques par secteur et par type d'énergie en GWh au niveau du bassin de vie en 2016 (Source : CIGALE) 22

Figure 11 : Consommations énergétiques des communes par secteurs d'activités en GWh en 2016 (Source : CIGALE) 23

Figure 12 : Consommations énergétiques des communes en MWh par habitant en 2016 (Source : CIGALE) 24

Figure 13 : Consommations énergétiques des communes (en GWh) par secteurs d'activités en 2016 (Sources : Inddigo, CIGALE). 25

Figure 14 : Consommations énergétiques des communes par habitant en 2016 (Sources : Inddigo, CIGALE). 26

Figure 15 : Evolution des émissions de GES du territoire en kt eqCO_2 entre 2007 et 2016 (source : CIGALE). 28

Figure 16 : Répartition sectorielle des émissions de GES en kteqCO_2 sur le territoire en 2016 (source : CIGALE). 29

Figure 17 : Evolution 2007/2016 des consommations énergétiques du territoire par secteur d'activité (source : CIGALE). 30

Figure 18 : Emissions de GES par type d'énergie en kteqCO_2 en 2016 (source : CIGALE). 31

Figure 19 : Part des différents gaz à effet de serre dans les émissions globales de gaz à effet de serre en 2016 (source : CIGALE) 31

Figure 20 : Emissions GES des communes par secteur d'activité en kteqCO_2 en 2016 (source : CIGALE). 32

Figure 21 : Emissions de GES par communes en teqCO_2 par habitant en 2016 (source : CIGALE) ... 33

Figure 22 : Carte des émissions de GES (en $kt_{eq}CO_2$) par commune par secteur d'activités en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE) 34

Figure 23 : Carte des émissions de GES (en $kt_{eq}CO_2$) par commune par habitant en 2016 (sources : Inddigo, CIGALE) 35

Figure 24 : Emissions (en tonnes) des principaux polluants atmosphériques émis en 2016 et comparaison aux émissions départementales et régionales (source : CIGALE) 36

Figure 25 : Emissions (en tonnes) en 2016 des principaux polluants atmosphériques réglementés (Source : CIGALE). 37

Figure 26 : Evolution des émissions de polluants entre 2007 et 2016 sur le territoire 37

Figure 27 : Part des différents secteurs dans les émissions de polluants en 2016 (source : CIGALE). 38
Figure 28 : Indice synthétique annuel de la qualité de l'air en 2017 combinant les concentrations annuelles de trois polluants (NO_2, PM10, O_3) (source : AtmoSud). 39
Figure 29 : Production totale d'énergies renouvelables sur le territoire en GWh en 2016 (source : CIGALE). 44
Figure 30 : Production d'énergies renouvelables par filière en GWh en 2016 sur le territoire 45
Figure 31 : Evolution de la production d'énergies renouvelables en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 46
Figure 32 : Evolution de la production de biomasse en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 46
Figure 33 : Consommation de biomasse pour les communes en 2016 (source : CIGALE, INSEE) 47
Figure 34 : Chaufferies bois sur le territoire (source : Mission Régionale bois-forêt) 48
Figure 35 : Equipements bois-énergie au niveau national (source : Etude ADEME/SOLAGRO/Biomasse Normandie/BVA - 2018) 49
Figure 36 : Consommation de bois énergie par usage 50
Figure 37 : Production de bois par filières sur le territoire du SCoT CCIs 51
Figure 38 : Modélisation des usages de la ressource bois-énergie (source : SOLAGRO) 52
Figure 39 : Chaudière biomasse d'Azur distillation (Source : Bois international, les cahiers du bois énergie, n°69). 53
Figure 40 : Carte des installations et projets de méthanisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 55
Figure 41 : Evolution de la production solaire thermique en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire 56
Figure 42 : Evolution de la production solaire photovoltaïque en MWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 57
Figure 43 : Production solaire PV par communes en 2016 (source : CIGALE, INSEE) 58
Figure 44 : Comparaison des données de production solaire PV provenant de l'observatoire CIGALE et Enedis en GWh (sources : CIGALE, Enedis) 59
Figure 45 : Comparaison des données de production solaire PV en GWh provenant de l'observatoire CIGALE et Enedis en GWh (sources : CIGALE, Enedis) 60
Figure 46 : Evolution des consommations énergétiques en GWh dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 61
Figure 47 : Consommations énergétiques dans le secteur résidentiel en GWh par source d'énergie en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 62
Figure 48 : Emissions de GES dans le secteur résidentiel en GWh par source d'énergie en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 62
Figure 49 : Occupants des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE) 63
Figure 50 : Type d'occupation des logements en 2016 sur le territoire (source : INSEE) 63
Figure 51 : Date de construction des logements en 2016 (source : INSEE) 63
Figure 52 : Type de chauffage des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE)64
Figure 53 : Nombre moyen de pièce par maison et par appartement sur le territoire en 2016 (source : INSEE) 65
Figure 54 : Niveaux de travaux distingués dans l'enquête ménages réalisées par la CERC (source : CERC) 66
Figure 55 : Etiquettes énergétique et climat des DPE effectués dans le Vaucluse (source : Base DPE ADEME) 67

Figure 56 : Tableau de comparaison des prix domestiques des différentes énergies (source : Base de données PEGASE - SOeS) 69
Figure 57 : Facture énergétique domestique au niveau communal, intercommunal et du bassin de vie en 2016 (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE) 69
Figure 58 : Taux d'effort énergétique pour les trois premiers déciles de revenu déclaré pour les 8 communes, les 2 EPCI et le bassin de vie (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE) ...70
Figure 59 : Taux d'effort énergétique par rapport au revenu médian déclaré pour les communes du territoire (sources : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE) 71
Figure 60 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur des transports routiers en GWh 2007/2016 (source : CIGALE) 72
Figure 61 : Taux de motorisation des ménages en 2016 (source : INSEE) 73
Figure 62 : Flux de déplacements domiciles travail (source : INSEE) 74
Figure 63 : Flux domicile - travail internes et intra communaux au sein du territoire (sources : INDDIGO, INSEE) 75
Figure 64 : Flux domicile - travail entrants et sortants à partir du territoire (sources : INDDIGO, INSEE) 76
Figure 65 : Parts modales des flux domicile-travail sortants et internes sur le territoire (Source : INSEE) 77
Figure 66 : Parts modales des déplacements domicile – travail intra communaux 77
Figure 67 : Extrait de la carte des transports en communs sur le territoire (source : Guide pratique du voyageur TransVaucluse) 78
Figure 68 : Offre de transport en commun sur le territoire du SCoT (source : SCoT CCI) 79
Figure 69 : Extrait de la carte des transports en communs sur le territoire (source : Transdev Sud Est Mobilités) 80
Figure 70 : Cartes des parkings de covoiturages sur le territoire 81
Figure 71 : Aires de covoiturages sous compétence départementale à signaler et à mettre en œuvre sur le territoire (source : Schéma départemental de développement du covoiturage – CD84) 82
Figure 72: Principaux itinéraires vélos du département 83
Figure 73 : Carte des principaux itinéraires à vélo 84
Figure 74 : Infrastructures de Recharges des Véhicules Electriques sur le territoire (source : https://fr.chargemap.com/map) 85
Figure 75 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur tertiaire en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 86
Figure 76 : Consommations énergétiques dans le secteur tertiaire par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 86
Figure 77 : Emissions de GES dans le secteur tertiaire par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 87
Figure 78 : Nombre et part d'établissements et de salariés pour les secteurs publics et privés pour chaque EPCI et pour le bassin de vie (source : INSEE CLAP) 87
Figure 79 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités tertiaires du territoire (source : INSEE) 88
Figure 80 : Projets BTP en cours sur 2018/2019 et portés par des collectivités territoriales sur le département du Vaucluse (source : CERC) 90
Figure 81 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur industriel en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 91
Figure 82 : Evolution des émissions de GES dans le secteur industriel en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 91

Figure 83 : Consommations énergétiques dans le secteur industriel par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 92
Figure 84 : Emissions de GES dans le secteur industriel en kteqCO_2 par type d'énergie en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 92
Figure 85 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités industrielles du territoire (source : INSEE CLAP 2016) 93
Figure 86 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur agricole en GWh entre 2007 et 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 94
Figure 87 : Consommations énergétiques dans le secteur agricole par type d'énergie en GWh en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 95
Figure 88 : Emissions de GES dans le secteur agricole par type d'énergie en kteqCO_2 en 2016 sur le territoire (source : CIGALE) 95
Figure 89 : Part des différentes sources d'énergies dans les besoins des différentes exploitations agricoles (source : RICA - Microdonnées 2015) 96
Figure 90 : Evolution de l'activité agricole et part départementale et régionale selon les différents indicateurs (source : RA2010 – Agreste) 97
Figure 91 : Activités agricoles dans les communes du territoire en 2010 (source : RA2010 AGRESTE) 98
Figure 92 : Part des différents types de surfaces agricoles sur le territoire (RA2010 - AGRESTE) 99
Figure 93 : Occupation et utilisation des terres agricoles sur le territoire (source : EIE du SCoT) 100
Figure 94 : Synthèse des domaines et milieux de vulnérabilité sur le territoire selon le cadre de dépôt des PCAET de l'ADEME. 101
Figure 95 : Comparaison de la terminologie changement climatique et risques naturels 102
Figure 96 : Cinq zones climatiques définies par Météo France en région PACA (source : Météo France) 105
Figure 97 : Stations de référence de la zone climatique "Provence intérieure" (source : Météo France) 106
Figure 98 : Anomalies de températures pour les stations d'Apt et Saint-Auban 107
Figure 99 : Anomalies de température maximale estivale et hivernale sur les stations d'Apt et Saint-Auban (Source : ORECA, Météo France) 108
Figure 100 : Anomalies de températures par rapport à la période de références 1976-2005 sur la zone climatique "Provence intérieure" (sources : ORECA, Météo France) 109
Figure 101 : Evolution des projections climatiques pour les températures maximales estivales à Apt et les températures maximale hivernales à Saint-Auban (source : ORECA, Météo France) 110
Figure 102 : Nombre de journées chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France) 111
Figure 103 : Nombre de journées anormalement chaudes à Saint-Auban entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France) 112
Figure 104 : Evolution du nombre jours anormalement chauds au cours du XXIe siècle à Saint-Auban selon les scénarii de projections (source : ORECA, Météo France) 113
Figure 105 : 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) 113
Figure 106 : Evolution du cumul annuel de précipitations à Apt entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France) 114
Figure 107 : Evolution du cumul annuel de précipitations selon les différents scénarii de projection à Apt (source : ORECA, Météo France) 115
Figure 108 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS) 116

Figure 109 : Projections de l'indice feu météo à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS) 117
Figure 110 : Cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Meteofrance) 117
Figure 111 : Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse au niveau régional (source : MeteoFrance) 118
Figure 112 : Projections du cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Meteofrance) 119
Figure 113: Etat des eaux de surface du territoire (source : SDAGE 2016-2021) 121
Figure 114 : Suivi de l'état chimique et écologique des stations RCS du territoire (source : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse) 122
Figure 115: Etat des eaux souterraines sur le territoire (source : SDAGE 2016-2020) 122
Figure 116 : Etat des eaux du puits du Cheval-Blanc – Les Icles à Cheval-Blanc (source : Agence de l'eau RMC) 123
Figure 117 : Caractéristiques des stations d'épuration du territoire (source : http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/) 124
Figure 118 : Cartographie des risques d'inondations (source : EIE SCoT du bassin de vie de Cavaillon, Coustellet, l'Isle-sur-la-Sorgue) 126
Figure 119 : Caractéristiques des entités paysagères du territoire (source : Atlas des paysages de Vaucluse 2017) 131
Figure 120 : Espaces naturels protégés sur le territoire (source : EIE du SCoT). 132
Figure 121 : ZNIEFF de type 1 et 2 sur le territoire (source : DREAL PACA) 135
Figure 122 : Zones Natura 2000 sur le territoire (source : DREAL PACA) 136
Figure 123 : Surfaces agricoles, données Corine Land Cover, 2012 138
Figure 124 : Surfaces forestières, données Corine Land Cover, 2012 138
Figure 125 : Evolution des dates de début de vendages en Côtes du Rhône méridionales entre 1945 et 2018 (source : ONERC) 139
Figure 126 : Exploitations minérales au sein du territoire CCIS (Source : SCoT CCIS et Installations Classées) 143
Figure 127 : Mouvements de terrains recensés sur le territoire (source : BDMVT) 144
Figure 128 : Arrêtés de catastrophe naturelle liés à des mouvements de terrain (source : Base GASPAR) 145
Figure 129 : Cavités souterraines par commune sur le territoire (source : http://www.georisques.gouv.fr/) 145
Figure 130 : Arrêtés de catastrophe naturelle liés à des glissements de terrain (source : Base GASPAR) 146
Figure 131 : Risque sismique par commune (source : http://www.georisques.gouv.fr/) 146
Figure 132 : Carte du risque de retrait gonflement des argiles (source : Géorisques.) 147
Figure 133 : Arrêtés de catastrophes naturelles liés aux retraits-gonflements des sols (source : http://www.georisques.gouv.fr/) 148
Figure 134 : Synthèse des risques liés aux sols et sous-sols sur les communes du territoire 149
Figure 135 : Ligne de chemin de fer sur le territoire (source : SNCF - Atlas 2019 du réseau ferré) 149
Figure 136 : Évolution de la population de Vaucluse à l'horizon 2030 (scénario central), par classe d'âges 153
Figure 137 : Evolution attendue du besoin en climatisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur au XXIème siècle, exprimé en degrés-jour annuels de climatisation (Source : Météo-France, Climat HD) 155

Figure 138 : Taux d'imperméabilisation des sols sur le territoire (source : Corine Land Cover 2015) 156
Figure 139 : Zones préférentielles des tiques dans le Sud-Est de la France (Source : Climatik, 2019). 159
Figure 140 : Carte de la colonisation par Aedes albopictus en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : EID Méditerranée, 2019). 160
Figure 141 : Articulation des différentes estimations de consommations d'énergie et des potentiels de leur réduction (Source : IN VIVO) 164
Figure 142 : Nombre, type et surface moyenne des résidences principales en 2016 165
Figure 143 **:** Types de mesures prises en compte dans l'estimation du potentiel de réduction des consommations d'énergie dans le secteur du transport de personnes 170
Figure 144 : Méthode de détermination des consommations d'énergie dans l'industrie 175
Figure 145 : Potentiel de réduction des consommations énergétiques pour les différentes activités agricoles (Source : ADEME, Rapport agriculture et efficacité énergétique, 2019, Solagro) 177
Figure 146 : Potentiel de réduction des émissions de GES de l'agriculture par poste au niveau national (source : Afterres 2050) 178
Figure 147 : Consommations d'énergie en 2016 et potentiels de réduction à l'horizon 2050 (source : Inddigo, Scénario Négawatt, CIGALE) 180
Figure 148 **:** Potentiel de réduction des consommations d'énergie du territoire à l'horizon 2050 selon les leviers locaux et nationaux (source : Scénario Négawatt, CIGALE, Inddigo) 181
Figure 149 : Synthèse du potentiel brut de production d'énergies renouvelables et de récupération, à l'horizon 2050, sur le territoire comparé à la production estimée en 2016 182
Figure 150 : Production potentielle maximum d'énergies renouvelables et de récupération à l'horizon 2050 comparée à la production réelle en 2016 182
Figure 151 : Potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 (source : Inddigo).....183
Figure 152 : Articulation des différentes estimations de production d'énergies renouvelable et de récupération et des potentiels de leur production (Source : IN VIVO). 184
Figure 153 **:** Hypothèses retenues pour la détermination du potentiel de production solaire thermique (Source : Inddigo) 187
Figure 154 : Production d'énergie par type d'installations solaire thermique 187
Figure 155 : Filière bois simplifiée au niveau local (Source : SOLAGRO) 188
Figure 156 : Articulation des différentes sources de données utilisées dans la modélisation de la filière bois locale (Source : SOLAGRO) 190
Figure 157 : Quantité de biomasse agricole valorisable par combustion par cantons du Vaucluse, (Source, SRB PACA, 2017). 193
Figure 158 : Ressources méthanisables : données statistiques, niveau géographique et caractéristiques retenues pour évaluer le potentiel (Source : SOLAGRO) 197
Figure 159 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable sur le territoire de la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO) 198
Figure 160 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable sur le territoire de la CC du Pays des Sorgues et des Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO) 199
Figure 161 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO) 200
Figure 162 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : SOLAGRO) 201
Figure 163 : Les nouvelles filières du biométhane de seconde génération 203
Figure 164 : Couplage du power-to-gas avec la méthanisation (Source : https://methycentre.eu).204

Figure 165 : Carte des zones favorables à la géothermie sur nappes et sur sondes sur le territoire (source : BRGM, Inddigo) 207
Figure 166 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur nappe (source : www.geothermie-perspectives.fr) 208
Figure 167 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur sonde (source : www.geothermie-perspectives.fr) 209
Figure 168 : Carte des zones non éligibles à la géothermie de minime importance (Source : ADEME, BRGM) 210
Figure 169 : Potentiel de production via des PAC aérothermique au niveau national et intercommunal (sources : CIGALE, INSEE, Scénario négaWatt) 212
Figure 170 : Gisement de chaleur fatale dans l'industrie par installations (source : http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr) 214
Figure 171 : Caractéristiques et potentiel de récupération de chaleur fatale des STEU du territoire (source : http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/) 215
Figure 172 : Synthèse des surfaces, puissances et production potentiels photovoltaïques sur le territoire 219
Figure 173 : Carte du potentiel brut solaire PV en toiture (source : BDTOPO - IGN, PVGIS, Inddigo) 220
Figure 174 : Exemples de parkings pouvant accueillir des panneaux solaire PV en ombrière 221
Figure 175 : Anciens sites industriels en friche dont l'activité est terminée et où aucun projet de réaménagement n'est identifié (source : BASIAS) 222
Figure 176 : cartographie des enjeux pour le solaire PV selon la doctrine DREAL (source : http://cadastre-energie.maregionsud.fr) 224
Figure 177 : Localisation et images satellites de la zone potentielle d'installation solaire PV au sol (source : http://cadastre-energie.maregionsud.fr) 225
Figure 178 : Zones de potentiel éolien (source : BD TOPO, DREAL, Inddigo) 228
Figure 179 : Extrait de la méthodologie de détermination du potentiel hydroélectrique (source : CEREMA) 229
Figure 180 : Cours d'eaux mobilisables pour des installations hydroélectriques (source : BDTOPO, CEREMA, DREAL, Inddigo) 232
Figure 181 : Projets liés à la filière Hydrogène en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : ORECA, 2019) 242
Figure 182 : Postes sources sur le territoire et à proximité (source : capareseau.fr) 247
Figure 183 : Nombre de postes électriques par commune (source : Enedis) 251
Figure 184 : Gisement PV en toiture selon la distance de raccordement sur le territoire (source : Eurostat, Enedis, RTE, BD TOPO, Inddigo) 254
Figure 185 : les smarts grids (Source : CRE) 256
Figure 186 : Liste des communes raccordées au réseau de gaz sur la CCPSMV (source : GRDF) ...260
Figure 187 : Liste des communes raccordées au réseau de gaz sur la CALMV (source : GRDF) 260
Figure 188 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de la CC pays des Sorgues en 2015 (source : Solagro) 262
Figure 189 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de la CA Lubéron Monts de Vaucluse en 2015 (source : Solagro) 262
Figure 190 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de la CC pays des Sorgues – 2015 (source : Solagro) 263
Figure 191 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de la CA Lubéron Monts de Vaucluse – 2015 (source : Solagro) 264

Figure 192 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050, ...265
Figure 193 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CCPSMV - 2015.....265
Figure 194 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CCPSMV – 2050 266
Figure 195 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 sur la CCPSMV (source : Solagro) 266
Figure 196 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050, sur la CCPSMV 267
Figure 197 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050 sur la CALMV (source : MoDeGaz - Solagro, SOES, ADEME) 267
Figure 198 : Courbe de de consommation journalière de gaz sur la CALMV en 2015.....268
Figure 199 : Courbe de de consommation journalière de gaz sur la CALMV en 2015.....268
Figure 200 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 sur la CA Lubéron Monts de Vaucluse (source : Solagro) 269
Figure 201 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050, sur la CA Lubéron Monts de Vaucluse.....270
Figure 202 : Les smart gas grids (Source : CRE) 271
Figure 203 : Potentiel de développement de réseaux de chaleur sur Cavaillon 273
Figure 204 : Potentiel de développement de réseaux de chaleur sur Cavaillon 274
Figure 205 : Exemples de séquestration et de déstockage du carbone (Source : ADEME) 276
Figure 206 : Effets du changement d'utilisation des terres et gestion du carbone du sol (Source : d'après Rattan et al., 2016). 276
Figure 207 : Occupation des sols en 2012 (Source : Corine Land Cover).....278
Figure 208 : Stocks de carbone par type d'occupation des sols et type de réservoirs pour le bassin de vie 279
Figure 209 : Surfaces (en ha) et stocks de carbone (en kt eqCO_2) par type d'occupation des sols en 2012 280
Figure 210 : Répartition (en %) des stocks de carbone (hors produits bois) tous réservoirs confondus en 2012.....280
Figure 211 : Stocks de carbone (en t eqCO2) dans le bois d'œuvre et le bois d'industrie en 2012 .281
Figure 212 : Répartition en 2012 des stocks de carbone pour tous les réservoirs 281
Figure 213 : Emissions de CO2 par type d'occupation des sols et lors de leurs changements d'affectation 282
Figure 214 : Evolution du mode d'occupation des sols sur le territoire (source : CLC).....283
Figure 215 : Estimation de la séquestration nette annuelle de carbone pour le bassin de vie 284
Figure 216 : Bilan annuel des flux de séquestration et de déstockage du CO_2 au niveau du territoire du SCoT CCI et au niveau national (Source : Outil ALDO). 285
Figure 217 : Hypothèses de réduction de l'artificialisation pour atteindre zéro artificialisation nette à l'horizon 2050 et économies annuelles d'émissions de carbone associées 286
Figure 218 : Trajectoire "zéro artificialisation nette" en 2050 en ha artificialisés. 286
Figure 219 : Évaluation de l'impact des changements de pratiques agricoles sur la séquestration carbone.....290
Figure 220 : Illustration du potentiel de séquestration carbone par les biomatériaux à partir de l'étude Terracréa. 291
Figure 221 : Contribution sectorielle de réduction des polluants atmosphériques à l'horizon 2050 (source : Inddigo).....295
Figure 222 : Principaux enjeux auxquels devra répondre le PCAET. 297
Figure 223 : Potentiels de réduction des consommations à 2050 selon les différents secteurs d'activité 297

Figure 224 : Potentiel de production à l'horizon 2050 d'énergies renouvelables et de récupération 298
Figure 225 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production. (Source: Hespul) 301
Figure 226 : 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) 301
Figure 227 : 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 à70% de la puissance crête (Source : Hespul).....302
Figure 228 : Intrants et filières de conversion pour la production de gaz renouvelables 303
Figure 229 : Procédé de pyrogazéification (Source : SOLAGRO) 304
Figure 230 : Le Power-to-gas (Source : SOLAGRO) 305
Figure 231 : Réseau de transport du gaz en France. 306
Figure 232 : Principe de fonctionnement du réseau de gaz (Source : Solagro). 307
Figure 233 : Maille d'équilibrage pour le raccordement d'une unité de production de biométhane (Source : Solagro).....308
Figure 234 – Courbe de charge journalière de consommation de gaz – France – 2015 (reconstitution Solagro – MoDeGaz) 308
Figure 235 : Leviers pour augmenter la capacité d'injection du gaz. 310