



PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL

DIAGNOSTIC TERRITORIAL

VERSION DU 29/01/2021



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.....	11
1.2.2 Outil ALDO	11
1.2.3 Outil BACUS.....	11
1.2.4 Scénario négawatt 2017-2050.....	12
1.2.5 Scénario énergie-climat - ADEME 2035-2050.....	14
1.2.6 Scénario Afterres2050	14
2. LE TERRITOIRE	16
2.1 Administratif	16
2.2 Géographie.....	16
2.3 Démographie.....	16
2.4 Emplois.....	17
3. ETAT DES LIEUX CLIMAT-AIR-ENERGIE.....	19
3.1 Consommations d'énergie.....	19
3.1.1 Méthode	19
3.1.2 Vue d'ensemble	19
3.1.3 Analyse sectorielle.....	20
3.1.4 Energies utilisées	22
3.1.5 Analyse communale	24
3.2 Emissions des gaz a effet de serre	28
3.2.1 Méthode	28
3.2.2 Vue d'ensemble	29
3.2.3 Analyse sectorielle.....	29
3.2.4 Energies utilisées	32
3.2.5 Part des différents gaz à effet de serre	32
3.2.6 Analyse communale	33
3.3 Emissions des polluants atmosphériques	37
3.3.1 Méthode	37
3.3.2 Vue d'ensemble	37
3.3.3 Evolution	38

3.3.4	Analyse sectorielle.....	39
3.3.5	Emetteurs non inclus.....	41
3.4	Qualité de l'air	42
3.4.1	Polluants réglementés	42
3.4.2	Pesticides	46
3.5	Production d'énergies renouvelables	50
3.5.1	Méthode	50
3.5.2	Vue d'ensemble	50
3.5.3	Biomasse.....	52
3.5.4	Biogaz.....	58
3.5.5	Solaire thermique.....	59
3.5.6	Solaire photovoltaïque	60
3.5.7	Hydroélectricité.....	65
3.6	Focus sur les secteurs d'activité	67
3.6.1	Résidentiel.....	67
3.6.2	Transport	83
3.6.3	Tertiaire	103
3.6.4	Industrie.....	108
3.6.5	Déchets.....	112
3.6.6	Agriculture.....	113
3.7	Synthèse.....	118
4.	VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	119
4.1	Méthode	119
4.1.1	Vulnérabilité	119
4.1.2	Aléas.....	120
4.1.3	Exposition.....	121
4.1.4	Sensibilité.....	121
4.1.5	Capacité d'adaptation	122
4.2	Aléas climatiques	122
4.2.1	Températures	125
4.2.2	Journées chaudes	130
4.2.3	Précipitations	132
4.2.4	Sécheresse	133
4.2.5	Feux de forêt	134
4.2.6	Humidité des sols.....	135

4.2.7	Synthèse	137
4.3	Eau	138
4.3.1	Cours d'eau et sous bassins versants.....	138
4.3.2	Eaux souterraines	141
4.3.3	Qualité des eaux	142
4.3.4	Zone de Répartition des Eaux	144
4.3.5	Eau potable	146
4.3.6	Assainissement	147
4.3.7	Risque inondation	148
4.3.8	Matrice des impacts	149
4.3.9	Actions en cours	149
4.3.10	Synthèse	151
4.4	Milieus naturels et biodiversité.....	152
4.4.1	Entités paysagères	152
4.4.2	Milieus naturels protégés.....	154
4.4.3	Matrice des impacts	158
4.4.4	Synthèse	159
4.5	Agriculture et forêts.....	160
4.5.1	Profil agricole et forestier.....	160
4.5.2	Matrice des impacts	161
4.6	Tourisme	165
4.6.1	Profil touristique.....	165
4.6.2	Impacts.....	166
4.7	Sols et sous-sols.....	167
4.7.1	Caractéristiques et occupation des sols.....	167
4.7.2	Risques liés aux sols et sous-sols	168
4.7.3	Matrice des impacts	171
4.7.4	Synthèse	171
4.8	Infrastructures.....	173
4.8.1	Infrastructures ferroviaires	173
4.8.2	Infrastructures routières	173
4.8.3	Infrastructures de production d'énergie	174
4.8.4	Infrastructures de production, de distribution et de traitement d'eau.....	174
4.8.5	Matrice des impacts	174
4.8.6	Synthèse	175

4.9	Santé de la population	176
4.9.1	Démographie	176
4.9.2	Canicules.....	178
4.9.3	Confort thermique estival	179
4.9.4	Risque allergique.....	182
4.9.5	Polluants atmosphériques	183
4.9.6	Maladies vectorielles.....	183
4.9.7	Matrice des impacts	186
4.9.8	Synthèse	186
4.10	Synthèse.....	189
5.	POTENTIEL DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE.....	190
5.1	Méthode	190
5.2	Résidentiel	192
5.2.1	Méthode et analyse	192
5.2.2	Synthèse	195
5.3	Tertiaire.....	195
5.3.1	Méthode et analyse	195
5.3.2	Synthèse	197
5.4	Déplacement des personnes	197
5.4.1	Méthode et analyse	197
5.4.2	Synthèse	202
5.5	Transport de marchandises.....	202
5.5.1	Méthode et analyse	202
5.5.2	Synthèse	204
5.6	Industrie.....	204
5.6.1	Méthode et analyse	204
5.6.2	Synthèse	206
5.7	Déchets	206
5.8	Agriculture et sylviculture.....	208
5.8.1	Méthode et analyse	208
5.8.2	Synthèse	211

5.9	Vision globale des secteurs d'activités	212
5.9.1	Synthèse	212
5.9.2	Secteurs a enjeux	213
6.	POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION.....	215
6.1	Méthode	215
6.2	Chaleur renouvelable et de récupération.....	218
6.2.1	Solaire thermique.....	218
6.2.2	Biocombustibles	221
6.2.3	Biogaz	230
6.2.4	Géothermie profonde	241
6.2.5	Pompes à chaleur.....	242
6.2.6	Récupération de chaleur fatale.....	249
6.3	Electricité renouvelable	253
6.3.1	Solaire photovoltaïque	253
6.3.2	Eolien.....	269
6.3.3	Hydroélectricité.....	273
6.3.4	Stockage	277
6.4	Carburants renouvelables et motorisations alternatives.....	281
6.4.1	Agrocarburants	281
6.4.2	Véhicules électriques	284
6.4.3	Hydrogène mobilité	286
6.5	Synthèse.....	289
7.	RESEAUX D'ÉNERGIE	292
7.1	Réseau d'électricité.....	292
7.1.1	Réseaux de transport	293
7.1.2	Réseaux de distribution	299
7.1.3	Smartgrids.....	304
7.2	Réseau gaz	308
7.2.1	Méthode et analyse	309
7.2.2	Synthèse	316
7.2.1	Smart gas grids.....	317
7.3	Réseaux de chaleur	318

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

7.3.1	Méthode et analyse	318
7.3.2	Synthèse	328
8.	SEQUESTRATION CARBONE	329
8.1	Méthode	329
8.2	Stocks de Carbone.....	330
8.2.1	Qu'est-ce que le stock de carbone ?	330
8.2.2	Stocks des sols et de la biomasse.....	331
8.3	Flux de carbone.....	336
8.3.1	Flux de carbone liés à l'artificialisation et au changement d'usage des terres	337
8.3.2	Flux de carbone des écosystèmes forestiers.....	337
8.3.3	Flux de carbone liés aux produits bois	338
8.3.4	Bilan des flux annuels.....	338
8.4	Éléments prospectifs et recommandations.....	340
8.4.1	Synthèse	340
8.4.2	Baisse de l'artificialisation	340
8.4.3	Confortement du puit « biomasse »	342
8.4.4	Pratiques agricoles	343
8.4.5	Développement de l'usage des matériaux biosourcés	345
8.5	Synthèse.....	346
9.	POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	348
9.1	Methode et analyse	348
9.2	Enjeux et potentiel d'amélioration.....	348
9.3	Synthese.....	350
10.	POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES.....	351
10.1	Methode et analyse	351
10.2	Enjeux et potentiel d'amélioration.....	351
10.3	Synthese.....	353
11.	ENJEUX STRATEGIQUES.....	354
11.1	Potentiels de réduction des consommations d'énergie	354

11.2 Potentiels de production d'énergies renouvelables et de récupération	355
11.3 Potentiel d'évolution de l'autonomie énergétique du territoire	356
11.4 Synthèse.....	357
12. ANNEXES.....	359
12.1 Annexe 1 : Le réseau de distribution d'électricité	359
12.2 Annexe 2 : Capacités d'accueil du réseau basse tension	362
12.3 Annexe 3 : Les différents gaz renouvelables	363
12.4 Annexe 4 : Intégration de production décentralisée dans le réseau gaz	368
12.5 Annexe 5 : Arrêtés de catastrophe naturelles concernant des inondations	376
13. LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	377

1. OBJECTIFS ET METHODE

L'élaboration du PCAET comporte trois 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.

Il est basé sur une étude bibliographique et sur l'exploitation des informations et bases de données disponibles. 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 élaboration¹. De ce diagnostic découlera les enjeux Climat-Air-Energie du territoire qui seront pris en compte dans la phase de stratégie.

Conformément à la réglementation seront analysés à l'échelle du territoire de la Communauté de Communes Les Sorgues du Comtat (CCSC) :

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

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).

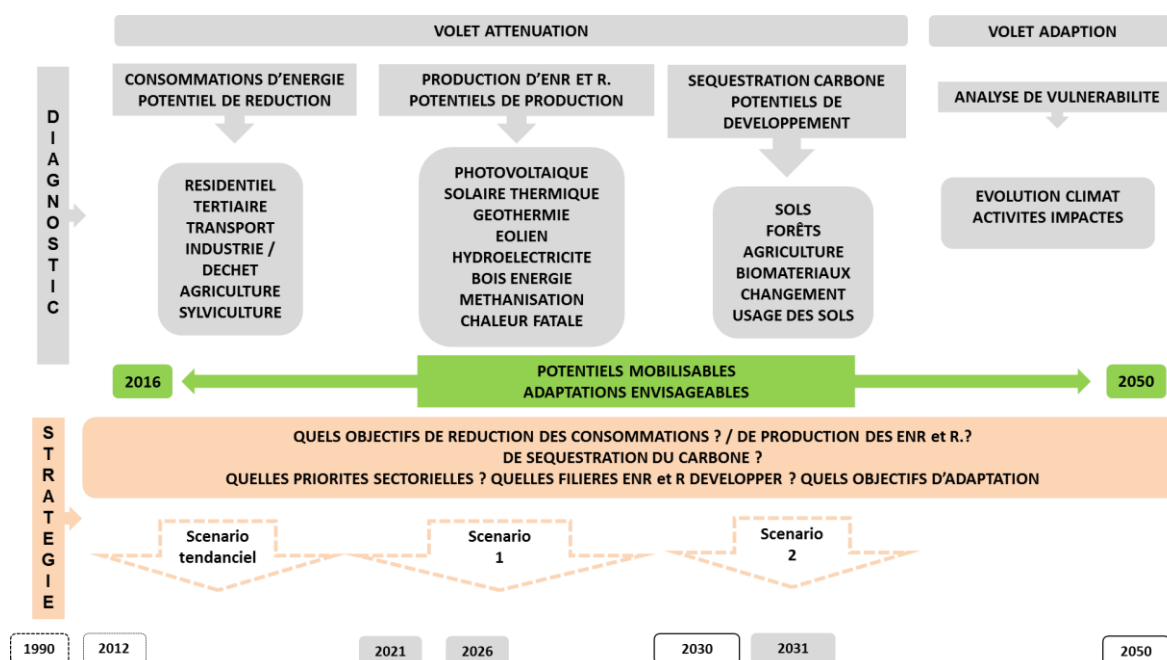


Figure 1 : Du diagnostic à la stratégie dans un PCAET (Source : IN VIVO)

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 (Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air Climat Energie) géré par ATMO SUD.

Les outils spécifiques suivants ont été utilisés :

- Outil ALDO pour l'estimation de la séquestration carbone,
- Outil BACUS pour l'estimation du potentiel de production du biogaz par méthanisation.

Les scénarios nationaux de références suivants ont été utilisés pour estimer les potentiels de réduction des consommations d'énergie et d'émissions de polluants atmosphériques ainsi que les potentiels de production d'énergies renouvelables et de récupération :

- NégaWatt,
- Afterres 2050,
- 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 AtmoSud².

La méthode et les données utilisées font l'objet de deux notes méthodologiques, l'une concerne la réalisation du bilan énergétique régional³ et, l'autre l'inventaire des émissions atmosphériques⁴.

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 CO₂ 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 utilise⁶.

1.2.3 OUTIL BACUS

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.

² <https://cigale.atmosud.org/index.php>

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.

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 Afterres2050 présenté ci-dessous.

1.2.4 SCENARIO NEGAWATT 2017-2050⁷

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 connaissance⁸.

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.

⁷ <https://negawatt.org/Scenario-negaWatt-2017-2050>

⁸ <http://oreca.maregionsud.fr/schemas-regionaux/scenario-negawatt-regionalise.html>

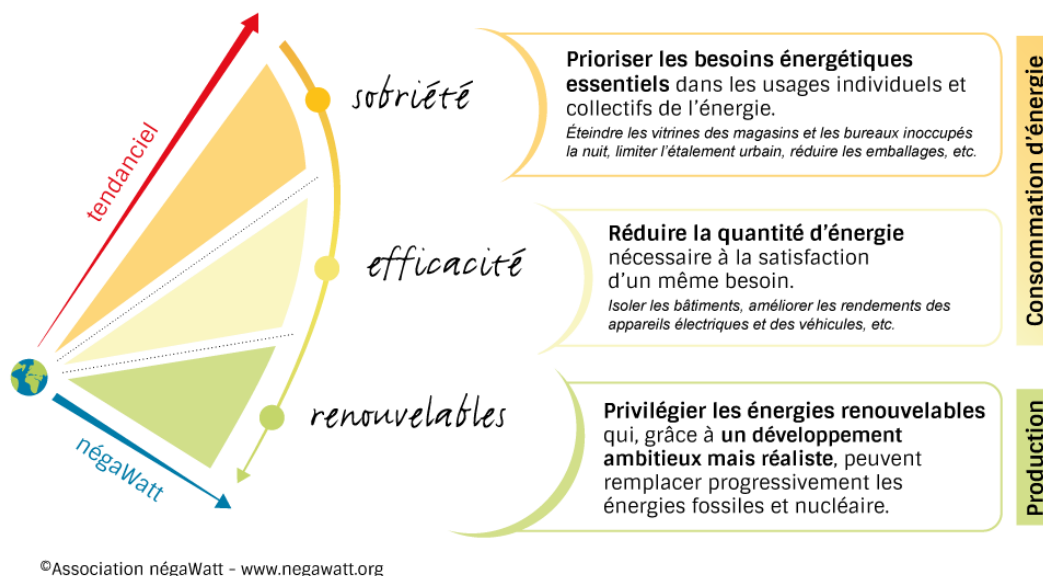


Figure 2 : Les fondamentaux du scénario négaWatt (Source : Association négaWatt)

Il est construit sur les trois principes directeurs suivants :

- **Un scénario physique, avant d'être économique** : le scénario ne repose pas sur un optimum « technico-économique » du système énergétique, il intègre des critères sociaux et environnementaux dans la hiérarchie des solutions. Concrètement, cela signifie qu'il explore systématiquement les « gisements de 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 complètement développées au niveau industriel. Il dessine ainsi une trajectoire robuste tout en restant ouverte aux évolutions futures. Le critère pour retenir ou non une technologie est donc l'existence ou non d'un prototype industriel suffisamment crédible.
- **Un scénario multicritère** : l'objectif du scénario ne se limite pas à la lutte contre le changement climatique. Il ne suffit pas de « décarboner » l'énergie pour faire une transition énergétique, mais il faut réduire l'ensemble des risques et des impacts liés 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'ADEME⁹, 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 AFTERRRES2050

A l'image du scénario NégaWatt, le scénario Afterres2050¹⁰ 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 SRCAE¹¹.

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)

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.

✓ 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 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 de la Communauté de Communes Les Sorgues du Comtat regroupe cinq communes. Initialement créée en 2001 en rassemblant les communes d'Entraigues, Monteux et Pernes-les-Fontaines, Althen-des-Paluds la rejoint en 2002. En 2008, Entraigues rejoint la Communauté d'Agglomération du Grand Avignon. En 2017, elle prend sa forme actuelle avec l'intégration de Bédarrides et de Sorgues. Son siège se trouve à Monteux.

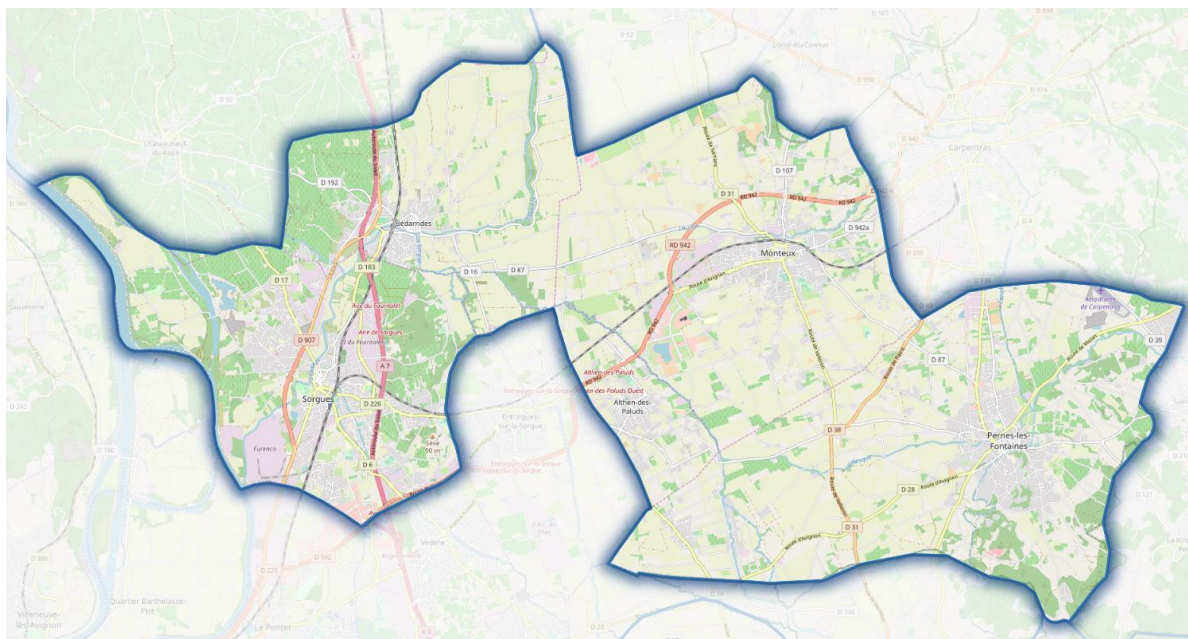


Figure 3 : Périmètre du territoire de la Communauté de Communes Les Sorgues du Comtat
(Source : Open Street Map)

2.2 GEOGRAPHIE

Le territoire des Sorgues du Comtat se trouve à l'Ouest du département du Vaucluse. Il est bordé par le fleuve du Rhône qui marque une frontière naturelle avec le département du Gard. Il se trouve entre les nombreux territoires marquant du département, l'AOC Châteauneuf-du-Pape au Nord, le Mont Ventoux au Nord-Est, les monts du Vaucluse au Sud Est et le réseau des Sorgues au Sud. Sa superficie est de 155 km².

2.3 DEMOGRAPHIE

En 2016, la population du territoire s'élève à un peu plus de 48 000 habitants soit 65% de plus qu'en 1968. L'augmentation de la population s'est faite de manière quasiment linéaire entre 1968 et 2006, elle s'est ralentie depuis (voir figure ci-dessous).

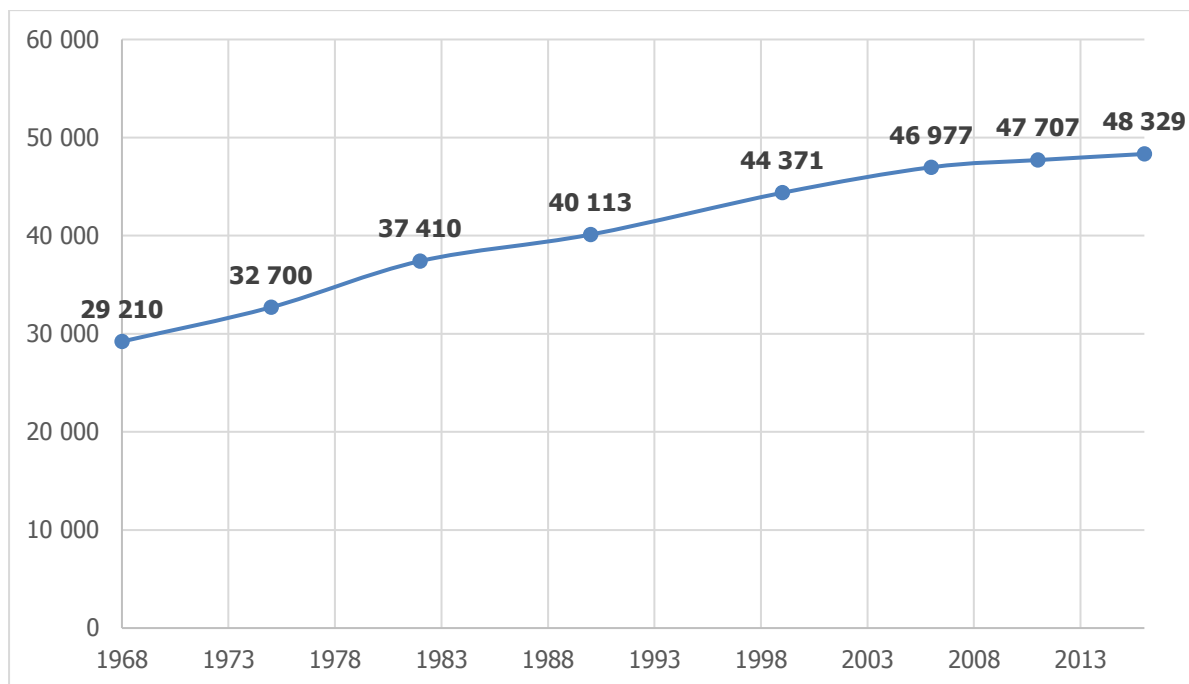


Figure 4 : Evolution démographique du territoire entre 1968 et 2016 (source : INSEE)

La population totale (intégrant la population comptée à part¹²) du territoire en 2016 s'élève à 49 245 habitants soit une densité de population de 318 habitants par km² ce qui est supérieur aux densités départementale (159 hab./km²) et régionale (160 hab./km²).

2.4 EMPLOIS

Le territoire compte près de 22 000 actifs dont 85% ayant un emploi. On dénombre plus de 15 000 emplois sur le territoire dont 70% dans le secteur tertiaire principalement (45 %) dans le secteur privé (Commerce, Transports, Services) et environ 25% dans le secteur public (Administration publique, Enseignement, Santé, Action sociale). Le secteur industriel représente 16% des emplois, le secteur agricole 4% et la construction 10% (voir figure ci-dessous).

Le taux d'emplois par actif s'élève à 0,7.

¹² 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.

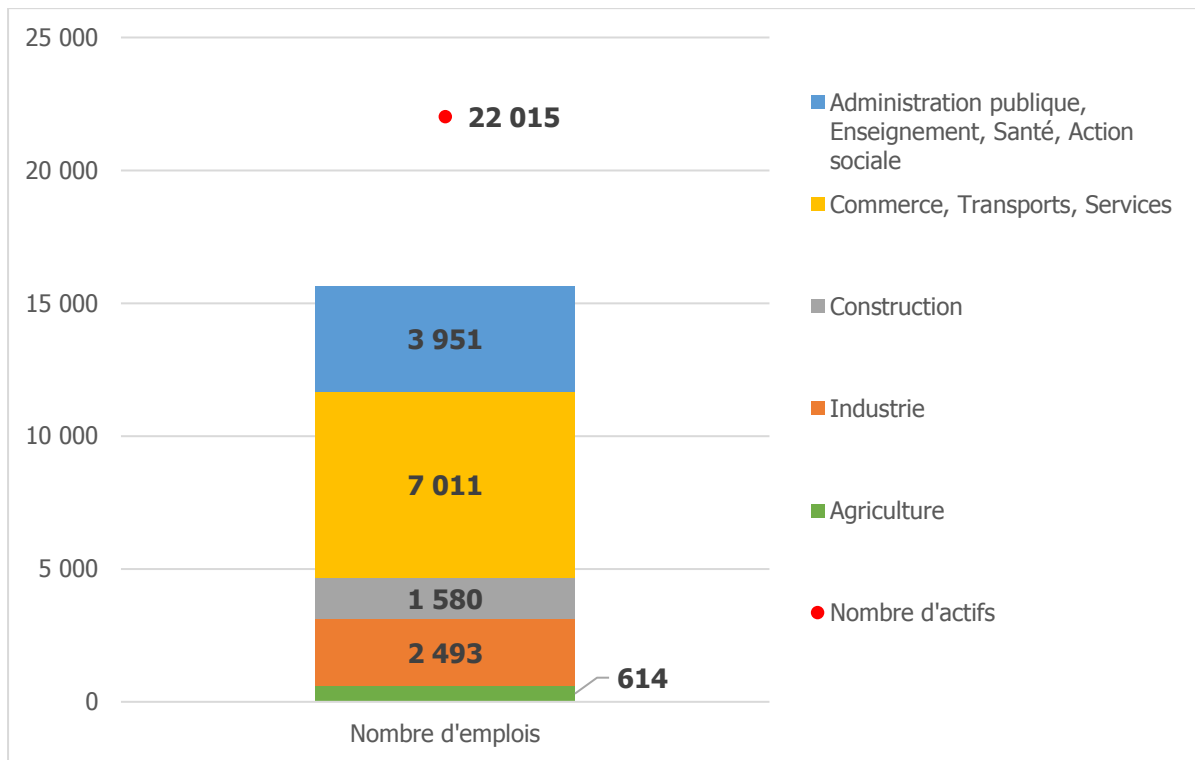


Figure 5 : Répartition des emplois sur le territoire en 2016 (source : INSEE)

3. ETAT DES LIEUX CLIMAT-AIR-ENERGIE

3.1 CONSOMMATIONS D'ENERGIE

3.1.1 METHODE

Les données utilisées sont fournies par l'inventaire de l'observatoire régionale de l'énergie, du Climat et de l'Air¹³ 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.

3.1.2 VUE D'ENSEMBLE

Les consommations d'énergie du territoire s'élèvent à 1.281 GWh en 2017¹⁵.

Consommation d'énergie par habitant

Cela représente 26 MWh/habitant, ce qui est supérieur aux niveaux départemental (Vaucluse = 24 MWh/habitant) et régional (PACA = 28 MWh/habitant) principalement en raison d'un secteur industriel énergivore et de la présence d'autoroutes sur le territoire. Ce ratio a légèrement baissé ces dernières années, il était de 29 MWh/habitant en 2012 et 31 MWh/hab. en 2007.

Evolution des consommations d'énergie

Les consommations énergétiques du territoire ont augmenté de 4% entre 2007 et 2010 où elles ont connu un pic à 1.529 GWh. Elles ont ensuite diminué de 17% durant la période 2010/2014. Elles sont depuis relativement stables (voir figure suivante).

Secret statistique et reconstitution de données

¹³ <https://cigale.atmosud.org/>

¹⁴ Janvier 2020, ADEME et ATMO France, « Indicateurs territoriaux Climat-Air-Energie, lesquels choisir comment les utiliser », 12 p.

<https://www.ademe.fr/indicateurs-territoriaux-climat-air-energie-lesquels-choisir-comment-utiliser>

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

Pour des raisons de secret statistiques¹⁶, certaines données communales du secteur industriel ne sont pas communiquées. Les consommations de gaz et produits pétroliers du secteur à Sorgues et Monteux ont pu être reconstituées. Ce n'est pas le cas de celles de bois énergie à Sorgues. Les émissions de GES correspondantes étant cependant connues il a été possible, à partir de celles-ci et du facteur d'émission du bois énergie utilisé par l'observatoire (0,35 kteqCO₂/GWh), d'estimer les consommations manquantes.

Les données reconstituées à partir de la consommation du territoire représentent 6% de la consommation totale du territoire et celles reconstituées à partir des émissions GES représentent 3%. Cette donnée est importante à prendre en compte quant à la fiabilité des valeurs annoncées.

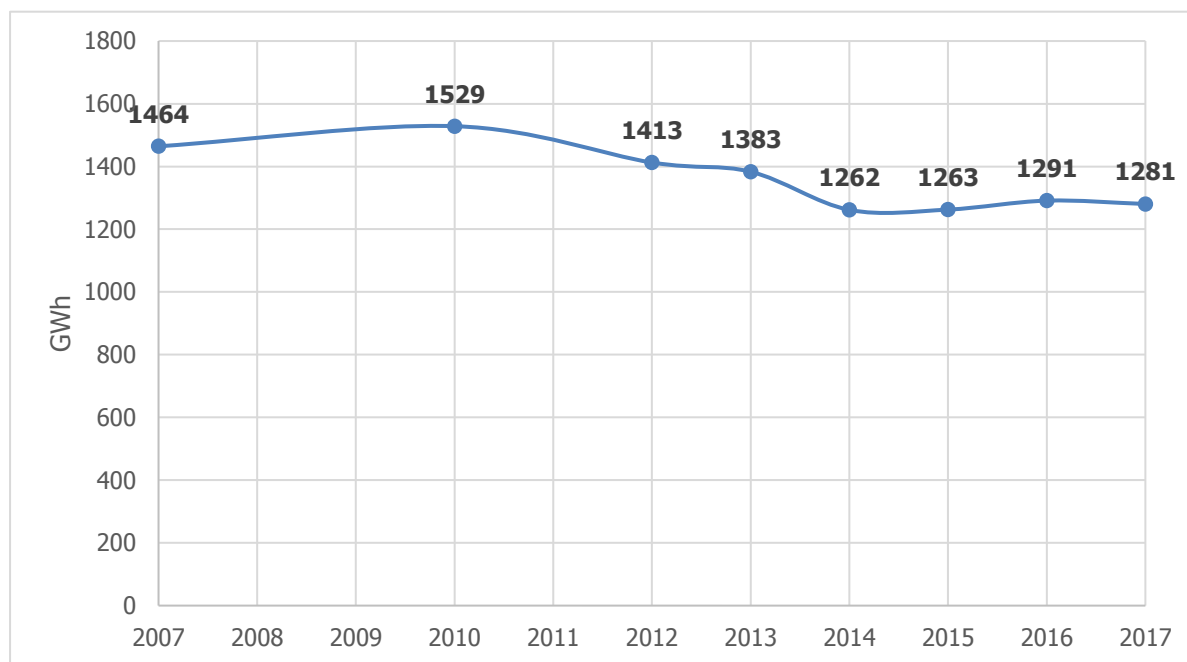


Figure 6 : Evolution des consommations énergétiques du territoire en GWh entre 2007 et 2017

(Source : CIGALE)

3.1.3 ANALYSE SECTORIELLE

En 2017 (voir figure suivante) :

- Les transports routiers avec 597 GWh représentent 47% du total des consommations d'énergie du territoire,
- Le secteur industriel avec 342 GWh représente 27 % du total,
- Le secteur résidentiel avec 205 GWh représente 16% du total,
- Le secteur tertiaire avec 97 GWh représente 8% du total,
- L'agriculture avec 34 GWh représente 3 % du total,
- Les transports non routiers avec 6 GWh représente moins de 1% du total.

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/>)

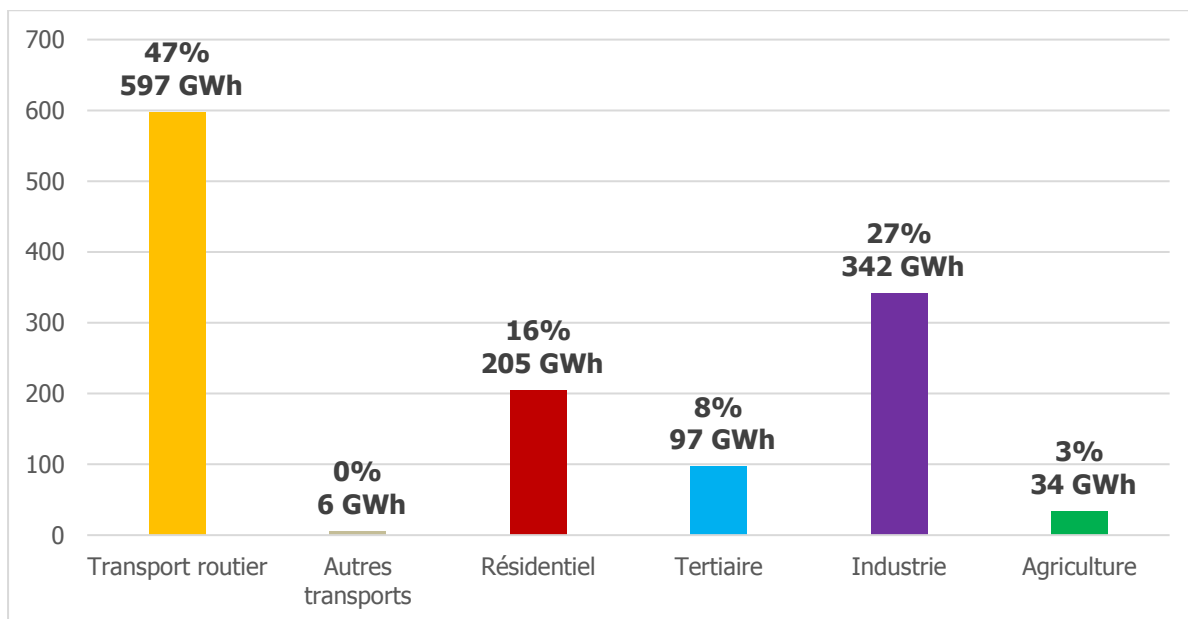


Figure 7 : Répartition sectorielle des consommations énergétiques en GWh en 2017 (source : CIGALE)

L'évolution des consommations énergétiques est contrastée selon les secteurs (voir figure suivante) :

- La consommation des transports routiers baisse entre 2013 et 2014,
- Les consommations du secteur résidentiel et, dans une moindre mesure des secteurs industriel et tertiaire sont tendanciellement en baisse,
- Les consommations de l'agriculture et des transports non routiers sont stables.

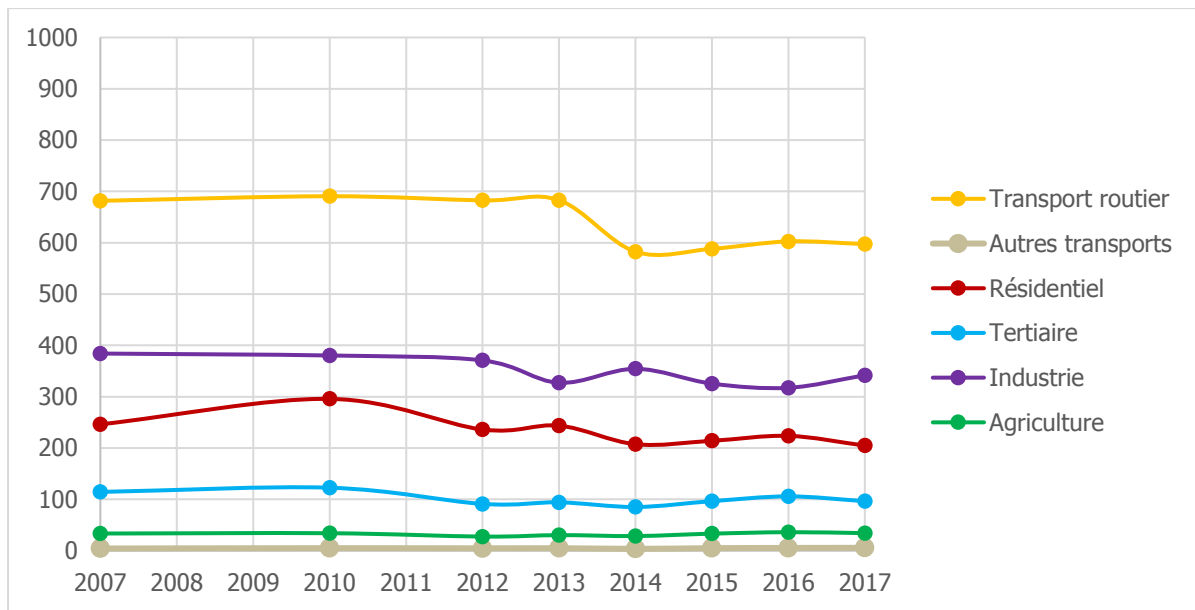


Figure 8 : Evolution annuelle des consommations énergétiques du territoire entre 2007 et 2017
(source : CIGALE)

3.1.4 ENERGIES UTILISEES

En 2017 (voir figure suivante) :

- Les produits pétroliers représentent 52 % de l'énergie consommée par le territoire,
- L'électricité représente 25%,
- Le gaz représente 14%,
- Les énergies renouvelables et de récupération représente 9% dont 6% de bois-énergie et 3% d'autres énergies renouvelables¹⁷,
- Le réseau de chaleur représente une part très faible (secteur résidentiel à Monteux).

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.

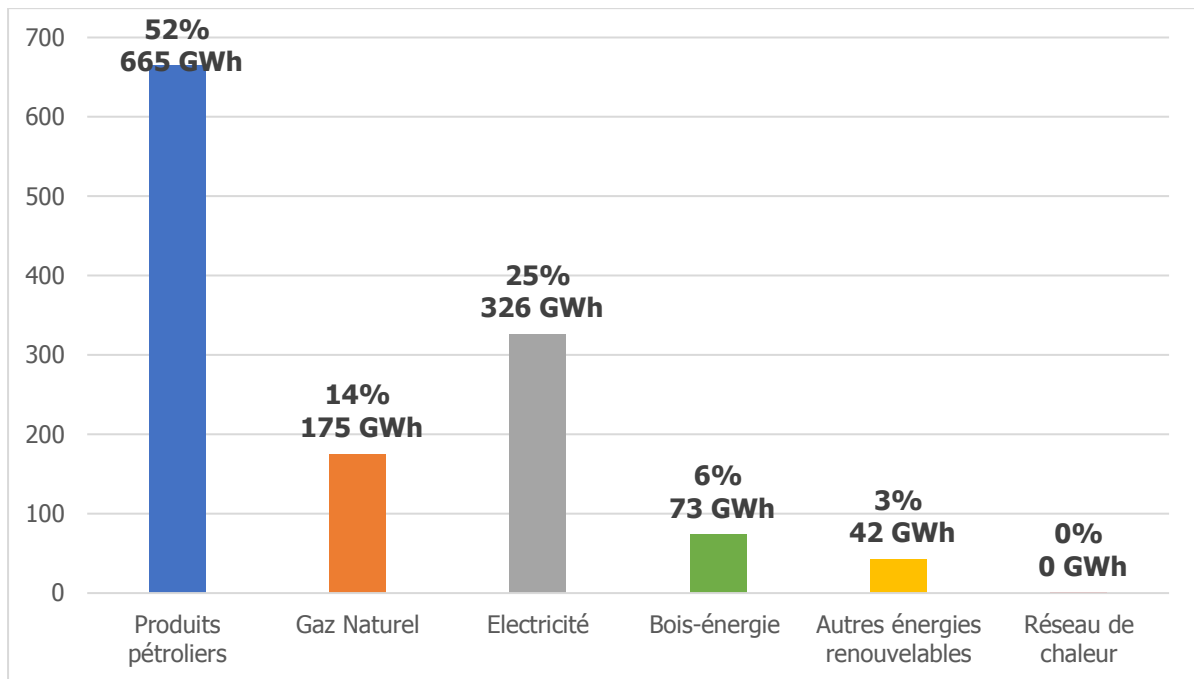


Figure 9 : répartition (en %) des énergies du territoire en GWh pour l'année 2017 (source : CIGALE)

Répartition par secteur d'activités

- Les produits pétroliers sont présents dans les cinq grands secteurs d'activité. Sous forme de carburants (en majeure partie) pour les voitures, camions, engins agricoles et le transport fluvial 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 (GNV¹⁸).
- L'électricité sert également à la fourniture de chaleur mais aussi à l'alimentation des appareils électriques, électroniques, à certains process industriels mais aussi dans le transport ferroviaire

Les énergies renouvelables ont des usages divers :

- Le bois énergie est utilisé quasiment exclusivement pour le chauffage des ménages et de manière plus anecdotique dans le tertiaire et l'industrie.
- Les autres énergies renouvelables sont utilisées dans le secteur transport (biocarburant) et le secteur agricole (utilisation des déchets agricoles).
- Le réseau de chaleur alimente des logements sur la commune de Montoux.

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

	Transport routier	Autres transports	Résidentiel	Tertiaire	Industrie	Agriculture
Produits pétroliers	741	5	26	14	28	21
Gaz Naturel	1	0	55	45	187	2
Electricité	0	22	132	109	181	5
Bois-énergie	0	0	23	0	1	0
Autres énergies renouvelables	54	0	0	0	0	2
Réseau de chaleur	0	0	2	0	0	0

Figure 10 : Consommations énergétiques par secteur et par type d'énergie en GWh en 2017 (Source : CIGALE)

3.1.5 ANALYSE COMMUNALE

L'analyse des consommations énergétiques communales permet de dresser les constats suivants :

- La hiérarchie des communes consommatrices suit la taille de leur population,
- **Sorgues** : ville du territoire la plus peuplée a consommé en 2017 568 GWh soit 44% des consommations du territoire. Le secteur des transports routier est le principal consommateur en raison du passage de l'autoroute A7 sur cette commune. L'industrie a également une part importante. Enfin on retrouve une consommation non négligeable dans le résidentiel et le tertiaire.
- **Monteux** : deuxième ville la plus peuplée est également la seconde consommatrice d'énergie. Les principaux secteurs consommateurs sont l'industrie et les transports routiers.
- **Pernes-les-Fontaines** : le secteur résidentiel représente près de la moitié des consommations. Le secteur des transports routiers est le second secteur consommateur.
- **Bedarrides et Althen-des-Paluds** : le secteur des transports routiers y représente respectivement 70% et 65 % des consommations suivi par le secteur résidentiel.

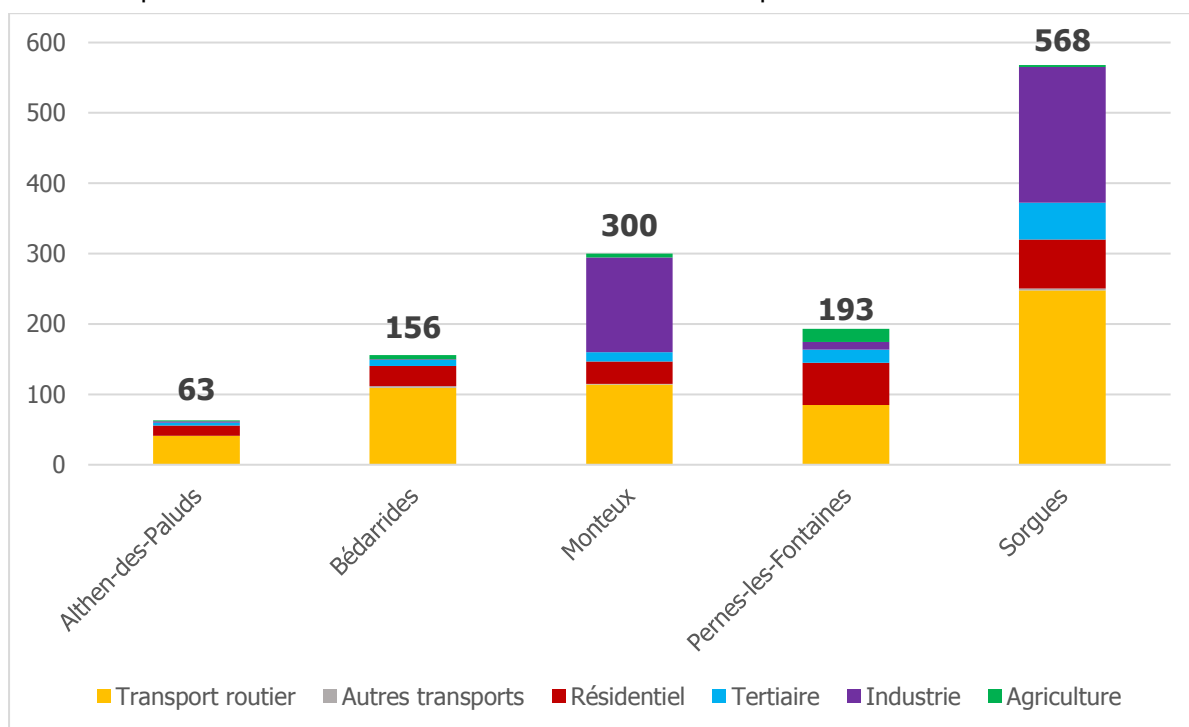


Figure 11 : Consommations énergétiques des communes par secteurs d'activités en GWh en 2017 (Source : CIGALE)

La consommation énergétique communale rapportée à son nombre d'habitant est indiquée dans la figure ci-dessous.

- Sorgues et Bédarrides ont les consommations les plus élevées compte tenu du fait qu'elles sont traversées par l'autoroute,
- Pernes-les-Fontaines est la commune la moins consommatrice.

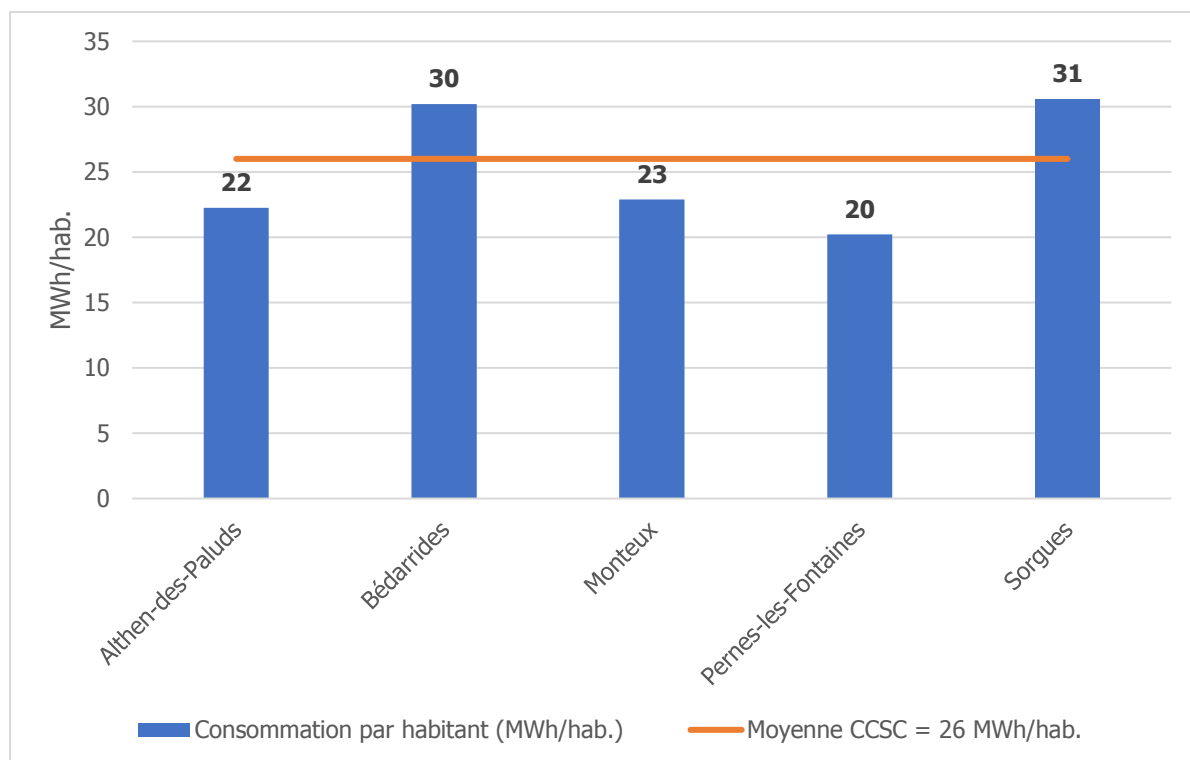


Figure 12 : Consommations énergétiques des communes en MWh par habitant en 2017 (Source : CIGALE)

Les cartes suivantes illustrent ces mêmes données.

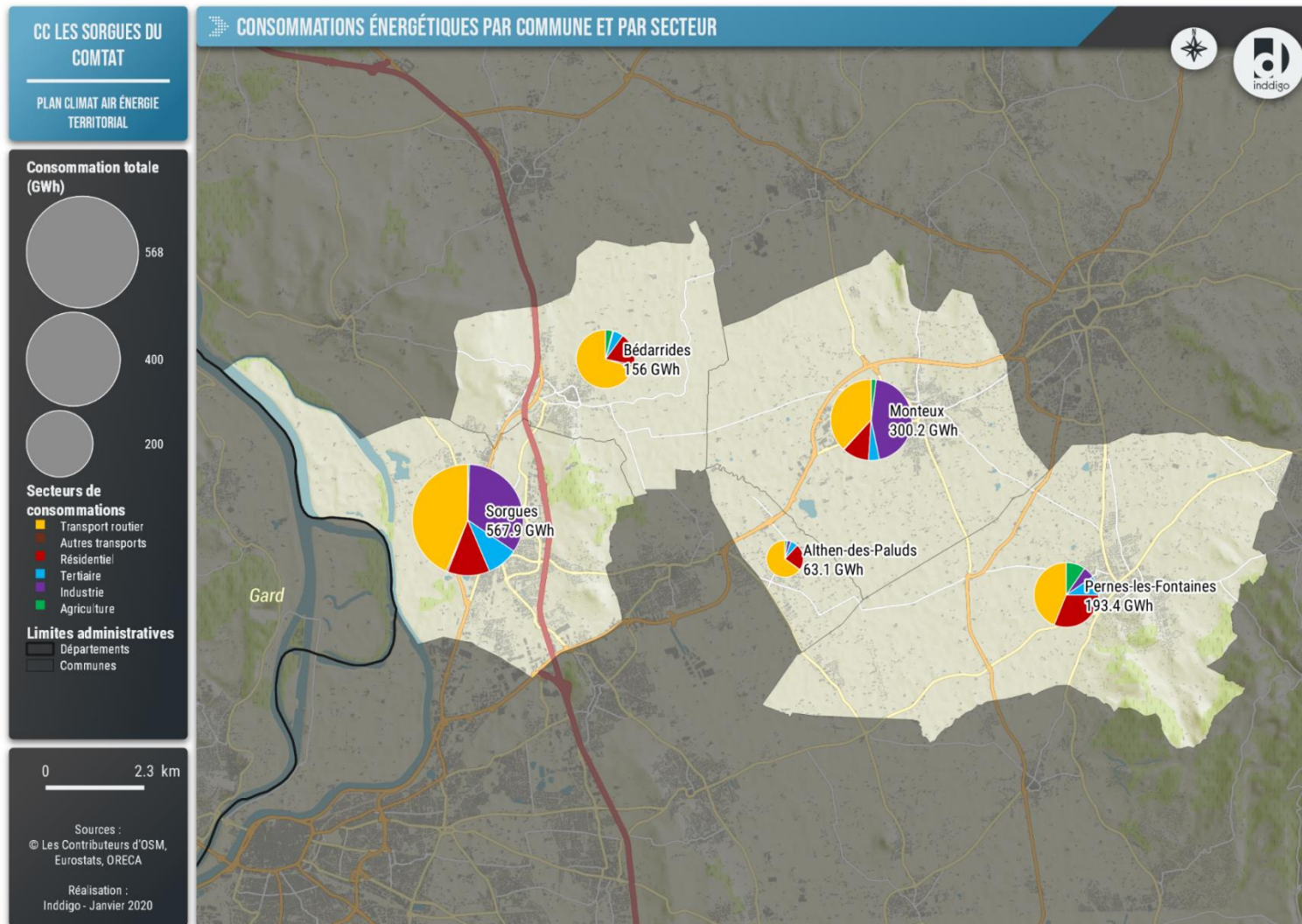


Figure 13 : Consommations énergétiques des communes (en GWh) par secteurs d'activités en 2017 (Sources : Inddigo, CIGALE).

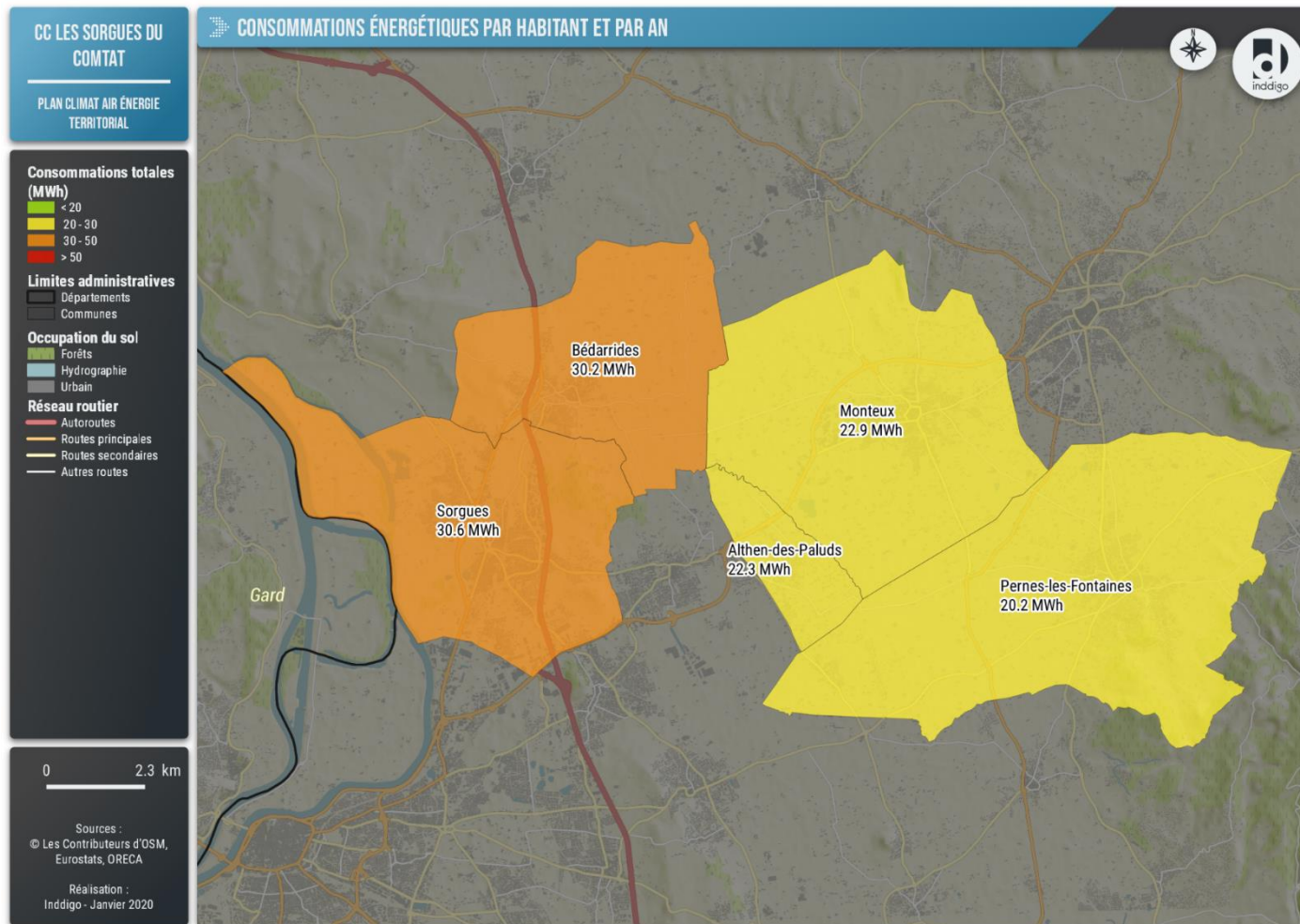


Figure 14 : Consommations énergétiques des communes par habitant en 2017 (Sources : Inddigo, CIGALE).

3.2 EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

3.2.1 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 CITEPA¹⁹.

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.

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 CO₂, CH₄ et N₂O. 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 (eqCO₂). L'équivalent dioxyde de carbone est, pour un gaz à effet de serre, la quantité de CO₂ 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

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

convertir les émissions de chaque GES en équivalent CO₂. Les PRG pour une période de 100 ans des trois GES inventoriés sont les suivants :

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

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

3.2.2 VUE D'ENSEMBLE

Les émissions de GES du territoire s'élèvent à 279 kteqCO₂²⁰ en 2017.

Cela représente 5,7 t eqCO₂/habitant. A titre de comparaison, le ratio départemental est de 5,4 t eqCO₂/habitant et le ratio régional est de 7,8 t eqCO₂/habitant. Ce ratio est en baisse par rapport à 2012 où il s'élevait à 6,5 teqCO₂/hab.

Les émissions de GES du territoire, entre 2007 et 2017, sont en baisse (voir figure suivante). Elles ont connu un maximum en 2010 avec 340 kteqCO₂ et ont baissé de 16% entre 2010 et 2014. Elles sont relativement stables depuis.

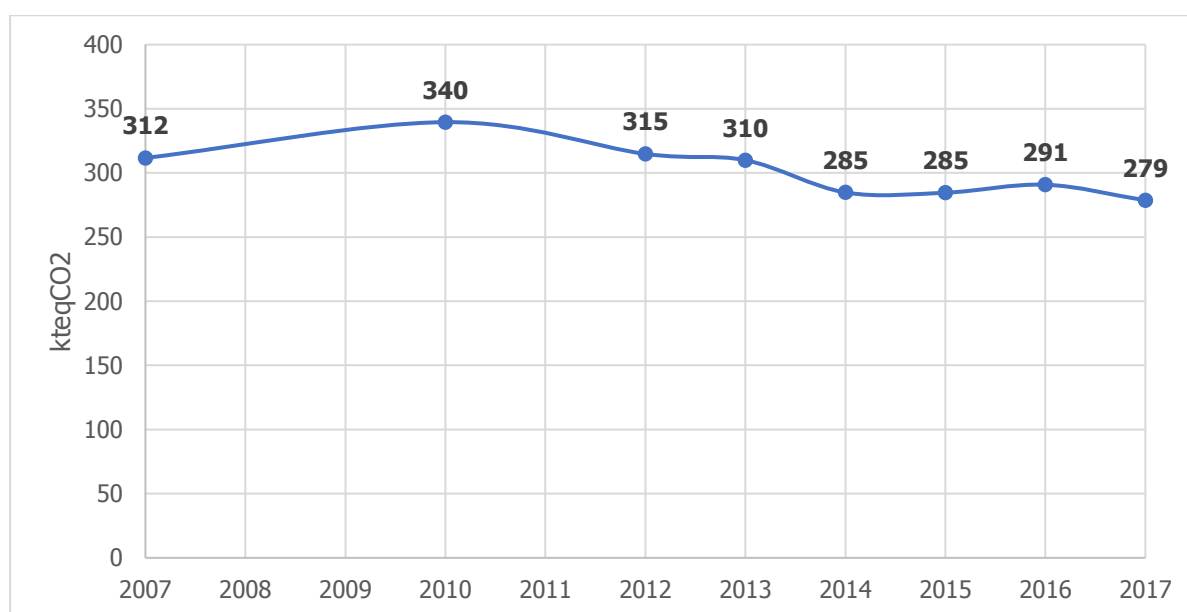


Figure 15 : Evolution des émissions de GES du territoire en kt eqCO₂ entre 2007 et 2017 (source : CIGALE).

3.2.3 ANALYSE SECTORIELLE

La répartition des émissions de GES par secteur d'activités est la suivante (voir figure ci-dessous) :

²⁰ Kilo-tonnes équivalent CO₂ = 1 000 000 kg_{eq}CO₂

- Les transports routiers avec 159 kteqCO₂ représentent 57 % des émissions totales de GES du territoire,
- L'industrie, avec 60 kt eqCO₂, représente 22% du total,
- Le secteur résidentiel, avec 33 kt eqCO₂, représente 12% du total.
- L'agriculture, avec 14 kt eqCO₂, représente 5 % du total : Le secteur agricole a une part plus importante dans les émissions de GES que dans les consommations énergétiques en raison d'émissions non énergétiques provenant du bétail et de la fertilisation des sols.
- Le tertiaire, avec 11 kt eqCO₂, représente 4 % du total : cela est relativement faible en comparaison avec sa consommation d'énergie et résulte de son usage important de l'électricité dont le facteur d'émissions de GES est très faible en France.
- Les déchets, avec 1 kt eqCO₂, représentent moins de 1 % du total.

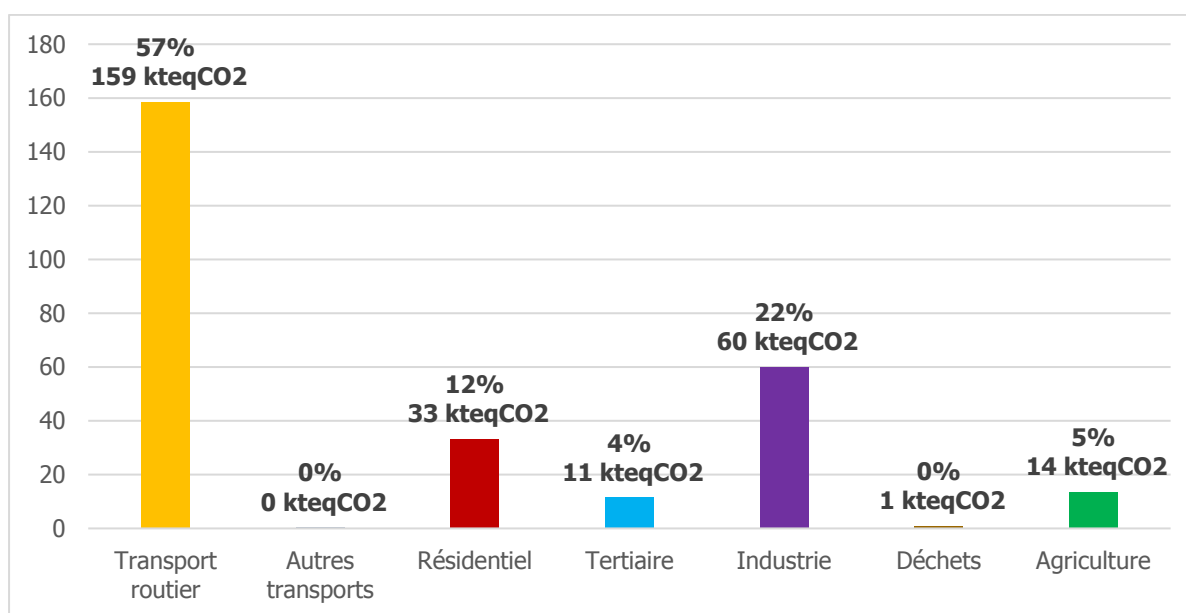


Figure 16 : Répartition sectorielle des émissions de GES en kteqCO₂ sur le territoire en 2017 (source : CIGALE).

L'évolution des émissions de GES du territoire est contrastée selon les secteurs (voir figure suivante) :

- Les secteurs du transport routier, de l'industrie, du résidentiel et du tertiaire, dont les émissions de GES proviennent en grande partie de leur consommation d'énergie, suivent les mêmes variations.
- Les émissions de GES des déchets et de l'agriculture sont stables.

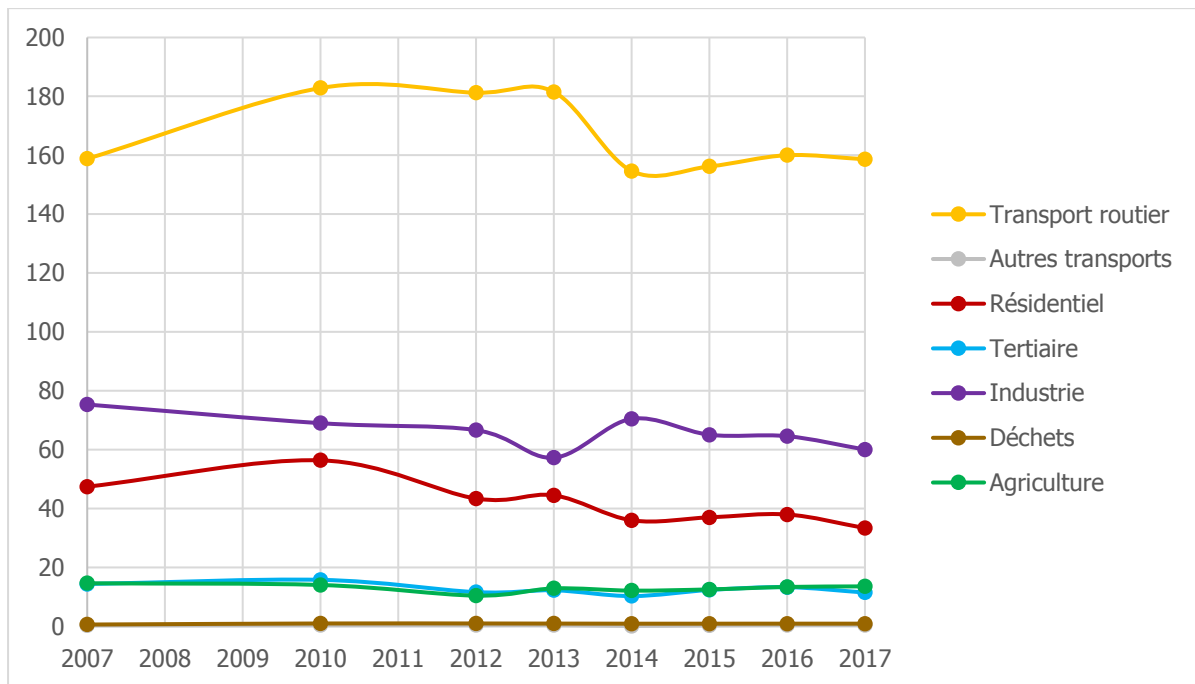


Figure 17 : Evolution 2007/2017 des émissions de gaz à effet de serre du territoire par secteur d'activité (source : CIGALE).

3.2.4 ENERGIES UTILISEES

Les émissions de GES par type d'énergie sont les suivantes (voir figure suivante) :

- Les produits pétroliers représentent 63 % des émissions totale de GES du territoire,
- Le gaz représente 10 % du total,
- Le bois-énergie représente 9 % du total,
- Les émissions non-énergétiques (émissions directes ne provenant pas de la consommation d'énergie) représentent 7% du total. Elles proviennent principalement du secteur industriel et agricole.
- L'électricité représente 6 % du total : la part de l'électricité dans les émissions de GES est bien plus faible que sa part dans 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.

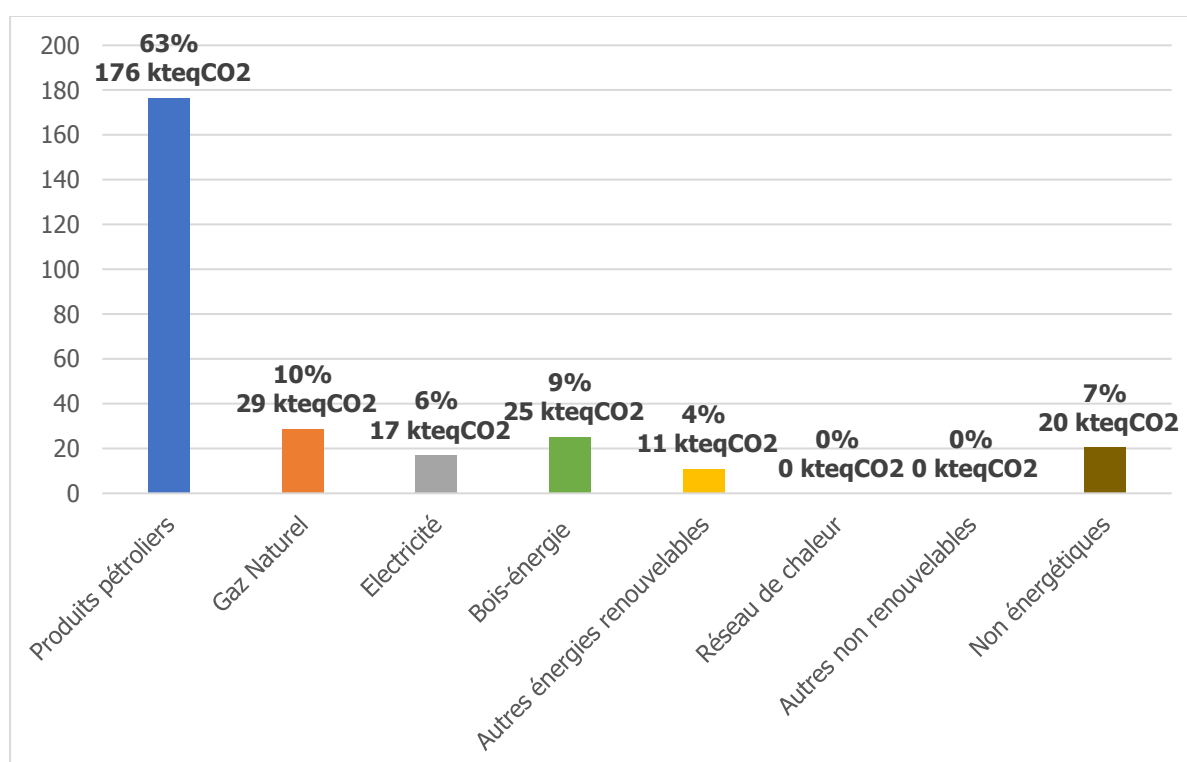


Figure 18 : Emissions de GES par type d'énergie en kteqCO₂ en 2017 (source : CIGALE).

3.2.5 PART DES DIFFERENTS GAZ A EFFET DE SERRE

Les différents gaz à effet de serre sont répartis de la manière suivante (voir figure ci-après) :

- Le dioxyde carbone (CO₂) représente 96% des émissions totales. Il est présent dans tous les secteurs d'activité et provient des six sources citées précédemment. Les principales sont les produits pétroliers dans les transports.
- Le protoxyde d'azote (N₂O) provient quasiment exclusivement du secteur agricole via les engrais utilisés pour la fertilisation des sols. Les autres sources sont la combustion des énergies fossiles et les émissions directes de certains process industriels. Sa part dans les émissions totales de GES est de 3%.

- Le méthane (CH₄) est émis en majeure partie par l'agriculture (déjections animales) mais aussi par la combustion de bois-énergie. Il représente seulement 1% des émissions totales de GES.

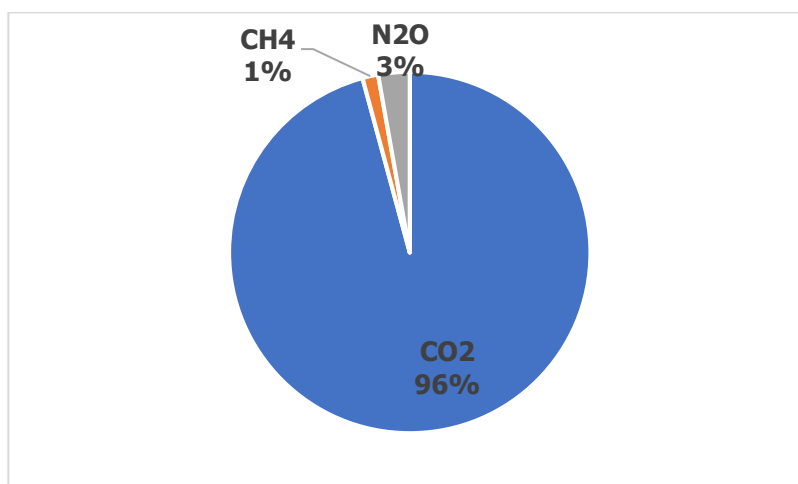


Figure 19 : Part des différents gaz à effet de serre dans les émissions globales de gaz à effet de serre en 2017 (source : CIGALE)

3.2.6 ANALYSE COMMUNALE

L'analyse au niveau communal des émissions des GES indique les éléments suivants (voir figure ci-après) :

- Elle est similaire à la répartition communale des consommations d'énergie,
- Les émissions du secteur agricole sont plus importantes à Pernes-les-Fontaines.

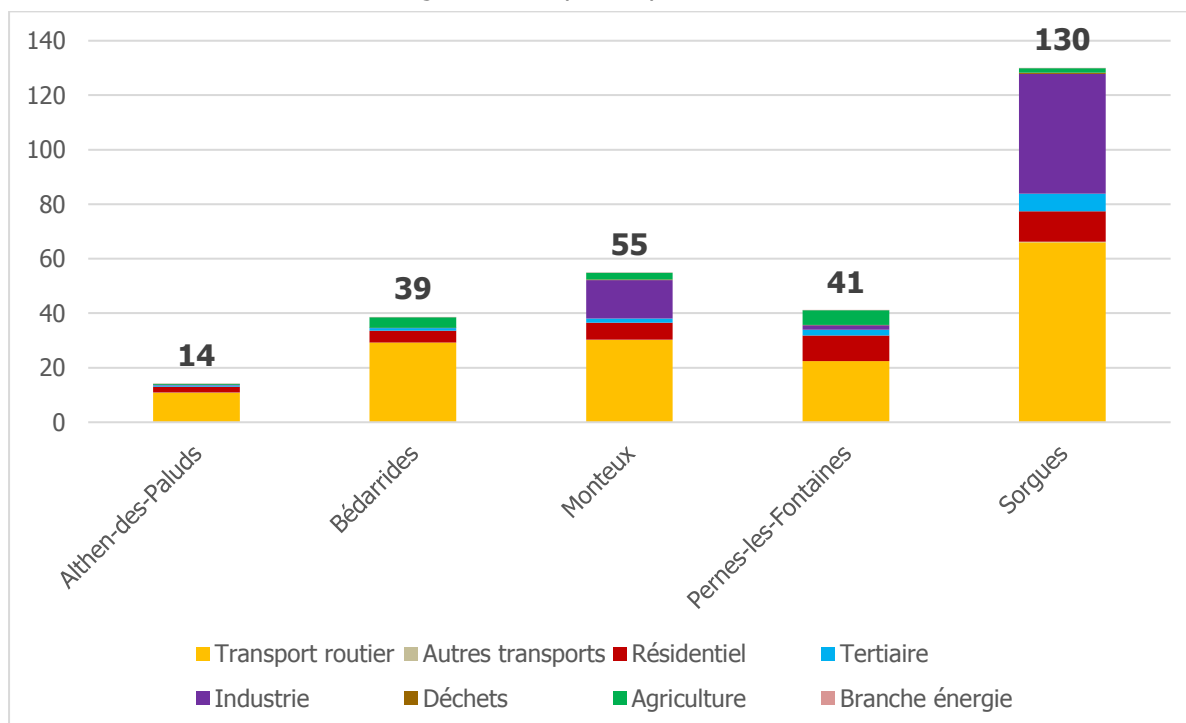


Figure 20 : Emissions GES des communes par secteur d'activité en kteqCO₂ en 2017 (source : CIGALE).

Les émissions de GES au niveau communal rapportées au nombre d'habitants de la commune (Voir figure ci-dessous) indiquent Sorgues et Bédarrides comme plus émettrices compte tenu du fait qu'elles sont traversées par l'autoroute.

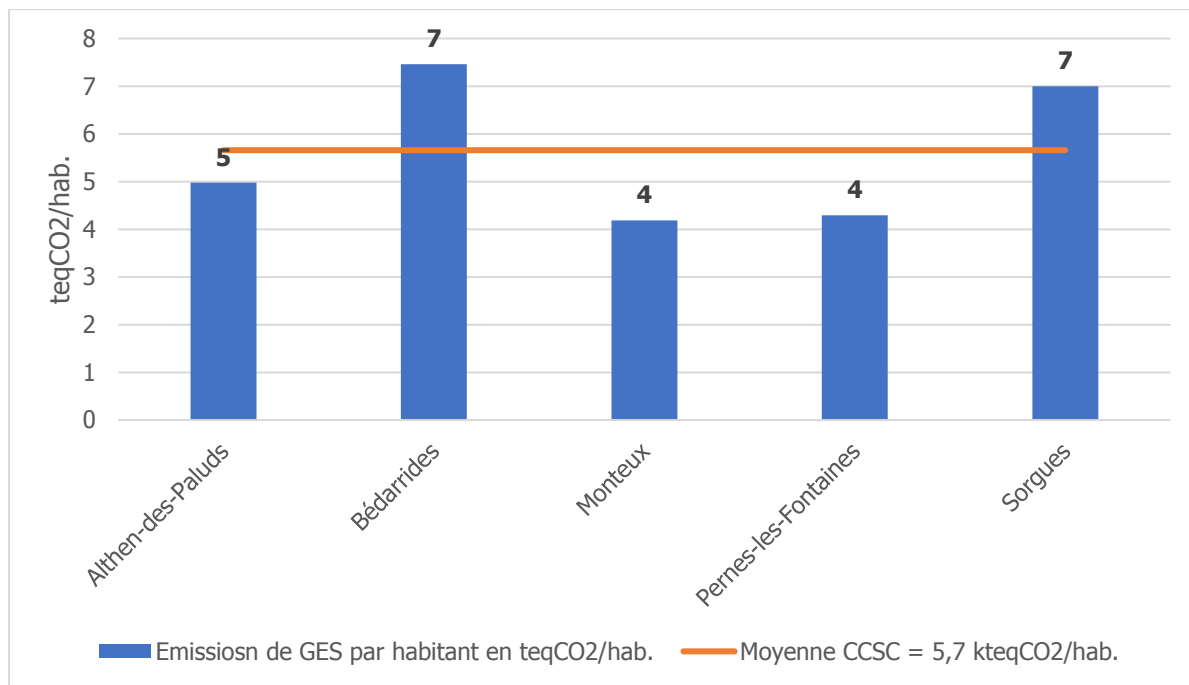


Figure 21 : Emissions de GES par communes en teqCO₂ par habitant en 2017 (source : CIGALE)

Les cartes en pages suivantes illustrent ces mêmes données.

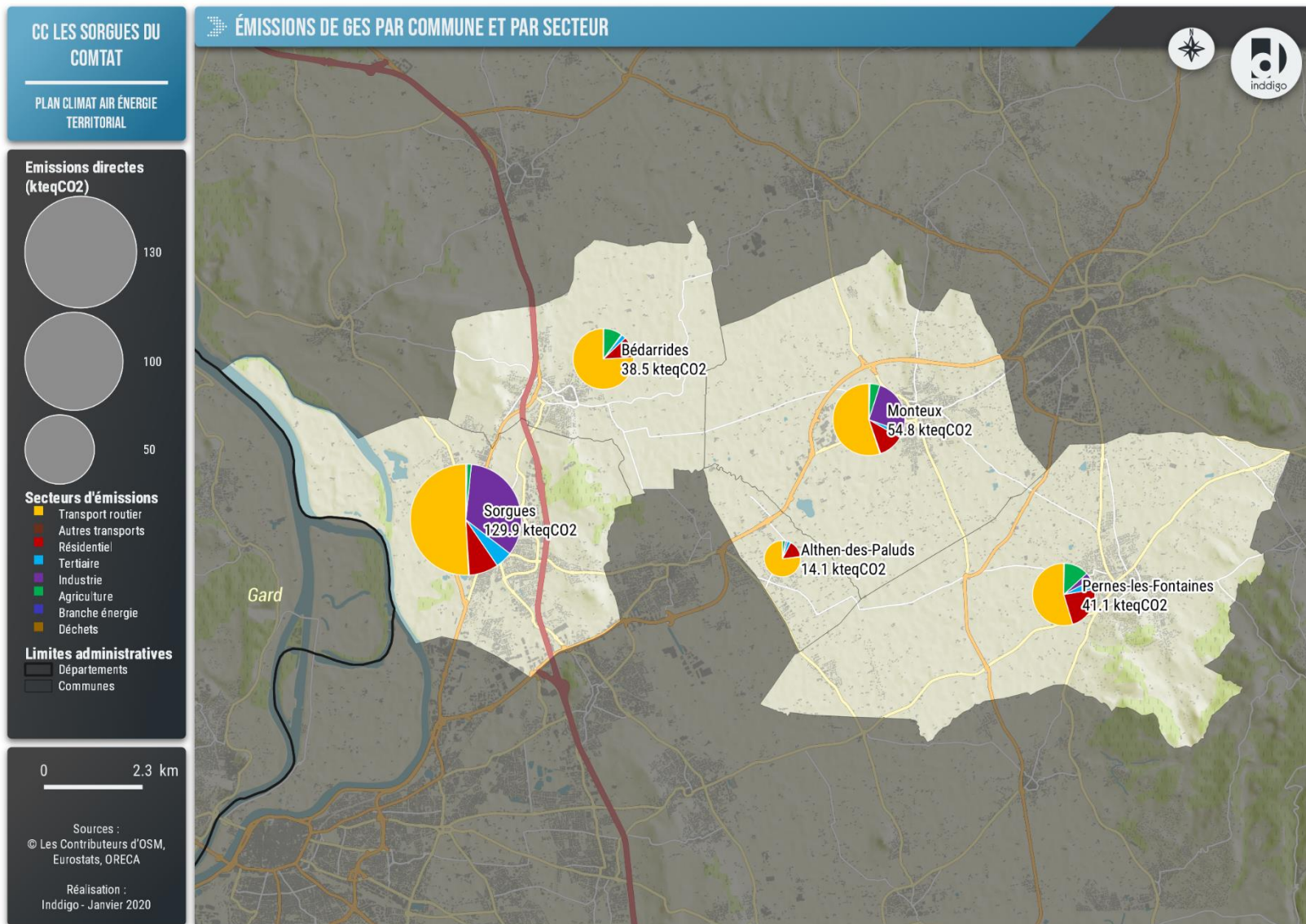


Figure 22 : Carte des émissions de GES (en kteqCO₂) par commune par secteur d'activités en 2017 (sources : Inddigo, CIGALE)

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Énergie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

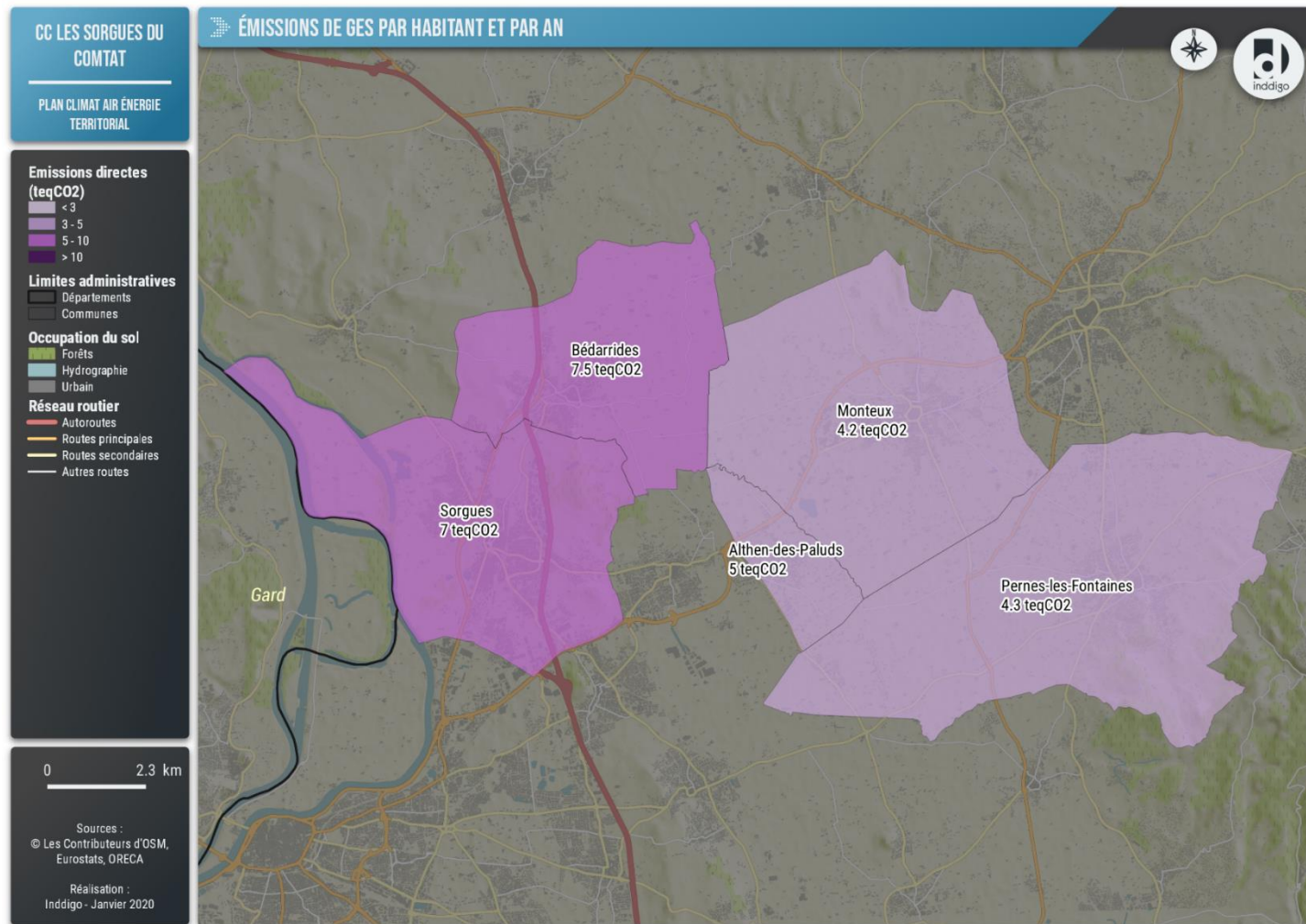


Figure 23 : Carte des émissions de GES (en kt_{eq}CO₂) par commune par habitant en 2017 (sources : Inddigo, CIGALE)

3.3 EMISSIONS DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

3.3.1 METHODE

L'analyse des émissions de polluants atmosphériques est basée sur l'inventaire CIGALE d'AtmoSud. Les émissions des polluants atmosphériques (hors GES) sont comptabilisées 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
- NH₃ : Ammoniac
- SO₂ : Dioxyde de Soufre

3.3.2 VUE D'ENSEMBLE

Sur le territoire, 1915 tonnes de polluants ont été émis en 2017. Ce total est de 1 622 tonnes en retirant les émetteurs non inclus (voir 3.2.1) soit 9 % des émissions du Vaucluse et 1 % de la Région SUD.

La figure ci-dessous compare les émissions des différents polluants atmosphériques pour différentes échelles territoriales :

Polluants (hors Emetteurs non inclus)		PM10	PM2.5	NOx	COVNM	NH ₃	SO ₂
Emissions en tonnes	CCSC	132	99	694	518	125	53
	Vaucluse	1 731	1 320	6 886	4 779	2 325	597
	Région SUD	14 589	10 809	78 260	45 293	9 702	17 630
Poids de la CCSC	Vaucluse	8%	8%	10%	11%	5%	9%
	Région SUD	1%	1%	1%	1%	1%	0%

Figure 24 : Emissions (en tonnes) des principaux polluants atmosphériques en 2017 sur le territoire de la CCSC et comparaison aux émissions départementales et régionales (source : CIGALE)

²¹ 1 μm = 1 micromètre = 10⁻⁶ mètres

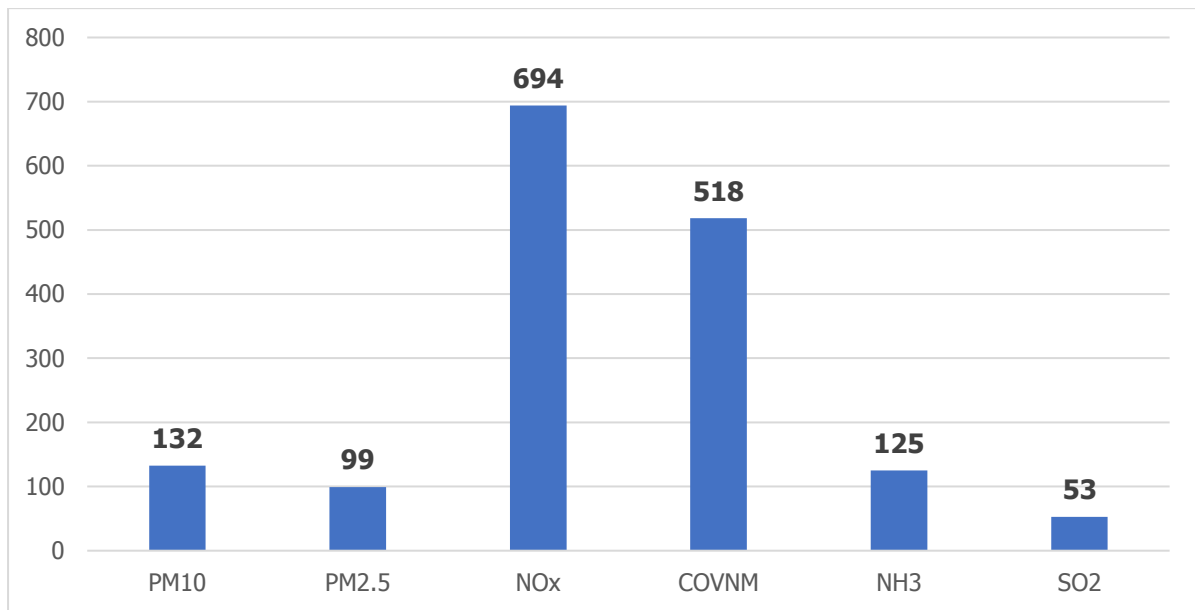


Figure 25 : Emissions (en tonnes) en 2017 des principaux polluants atmosphériques réglementés (Source : CIGALE).

3.3.3 EVOLUTION

Le total des émissions de polluants baisse durant la période 2007/2017, ce qui est similaire aux évolutions départementale et régionale. Toutefois (voir figure suivante) :

- Les émissions de particules fines sont stables au niveau départemental et en baisse sur le territoire et au niveau régional,
- Les émissions de COVNM est plus importante sur le territoire qu'aux niveaux départemental et régional.

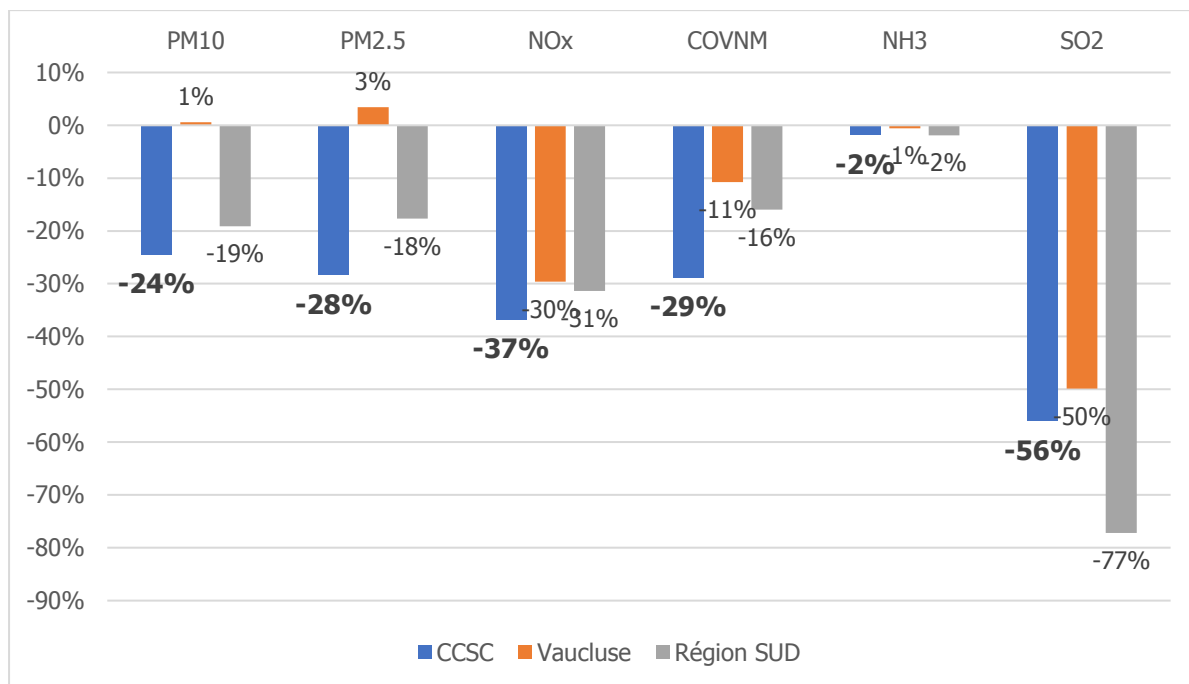


Figure 26 : Evolution des émissions de polluants entre 2007 et 2017 sur le territoire
(source : CIGALE)

3.3.4 ANALYSE SECTORIELLE

La figure ci-dessous présente la part des émissions de polluants atmosphériques par secteur d'activité en 2017. Cette analyse est faite hors émetteurs non inclus qui sont traités à part.

- **Les particules fines (PM10 et PM2.5)** proviennent en majeure partie du secteur résidentiel notamment via la combustion de bois domestique. On les retrouve également dans le secteur industriel (exploitation de mines à ciel ouverts et combustion de bois énergie), dans le secteur agricole (travail du sol de la récolte et gestion des résidus) et le secteur transports routiers (gaz d'échappements).
- **Les oxydes d'azote (NOx)** proviennent à 75% des transports routiers. Le second secteur émetteur est l'industrie avec des émissions non énergétiques provenant des process.
- **Les COVNM** proviennent en majeure partie du secteur industriel (solvant, dégraissant, dissolvant, agent de nettoyage, disperseur, conservateur, agent de synthèse, etc.) et du secteur résidentiel (utilisation de solvants et combustion de bois).
- **L'ammoniac** provient de l'agriculture, il est émis par les déjections des animaux et les engrais azotés utilisés pour la fertilisation des cultures. C'est l'une des premières causes d'acidification et d'eutrophisation des milieux (Apport excessif d'éléments nutritifs dans les eaux, entraînant une prolifération végétale, un appauvrissement en oxygène et un déséquilibre de l'écosystème),
- **Le dioxyde de soufre** est émis à plus de 80% par l'industrie dans les procédés non énergétiques (ex : industrie métallurgique, procédés de fabrication d'acide sulfurique, conversion de pulpe de bois en papier, incinération des ordures et production de soufre

élémentaire). Le résidentiel est le second secteur émetteur principalement à cause du chauffage via des combustibles fossiles comme le fioul.

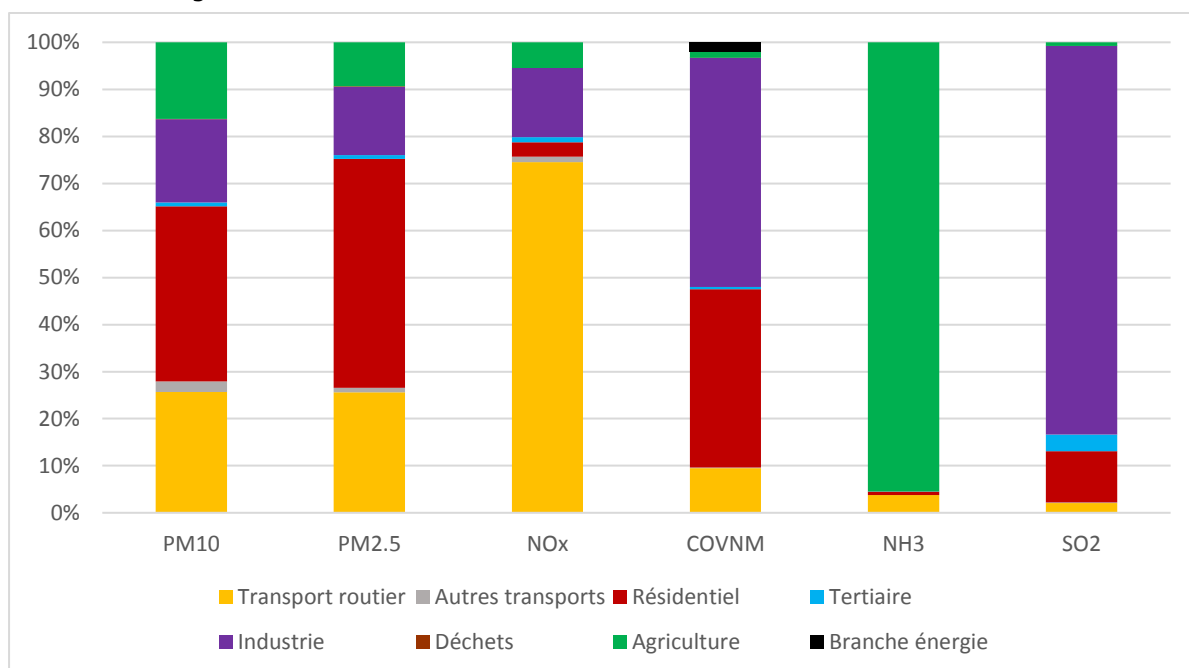


Figure 27 : Part des différents secteurs (hors émetteurs non inclus) dans les émissions de polluants en 2017 (source : CIGALE)

3.3.5 EMETTEURS NON INCLUS

Les émetteurs non inclus dans l'inventaire CIGALE sont définis comme suit :

« 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 émissions représentent 294 tonnes en 2017 dont 70% de COVNM et sont exclusivement d'origine non énergétiques. Elles sont globalement stables depuis 2007 comme cela est observé aux niveaux départemental et régional.

L'analyse par type de polluants indique les éléments suivants :

- Les COVNM représentent plus de 70% des émissions des émetteurs non inclus. Elles représentent 30% des émissions de COVNM tous secteurs confondus.
- Les NOx qui sont le second polluant provenant des émetteurs non inclus avec 43 tonnes en 2017 (694 tonnes pour les autres secteurs) suivent également la tendance globale.
- Les émissions de particules fines : 27 tonnes pour les PM10 et 15 tonnes pour les PM2.5 (contre 133 tonnes et 99 tonnes pour les autres secteurs) sont stables tandis qu'elles sont en forte augmentation au niveaux départemental (+152% et +246%) et régional (+62% et +83%).
- Les émissions d'ammoniac et de dioxyde de soufre représentent des émissions très faibles.

3.4 QUALITE DE L'AIR

3.4.1 POLLUANTS REGLEMENTES

3.4.1.1 Exposition chronique globale

« En 2018, 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 ».²²

La qualité de l'air du territoire est qualifiée de moyenne avec un indice synthétique annuel de qualité de l'air²³ autour de 50/100. Cet indice défini par AtmoSUD combine les concentrations des trois principaux polluants : dioxyde d'azote (NO₂), particules fines (PM10) et Ozone (O₃).

Deux types de zones ont des indices de qualité de l'air moins bons :

- **Les abords des axes routiers à fort trafics** notamment l'autoroute A7 mais aussi les départementales 907 et 942. La concentration de NO_x y est plus élevée.
- **Les zones urbanisées** notamment de Monteux et de Sorgues. Les concentrations de NO_x 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.

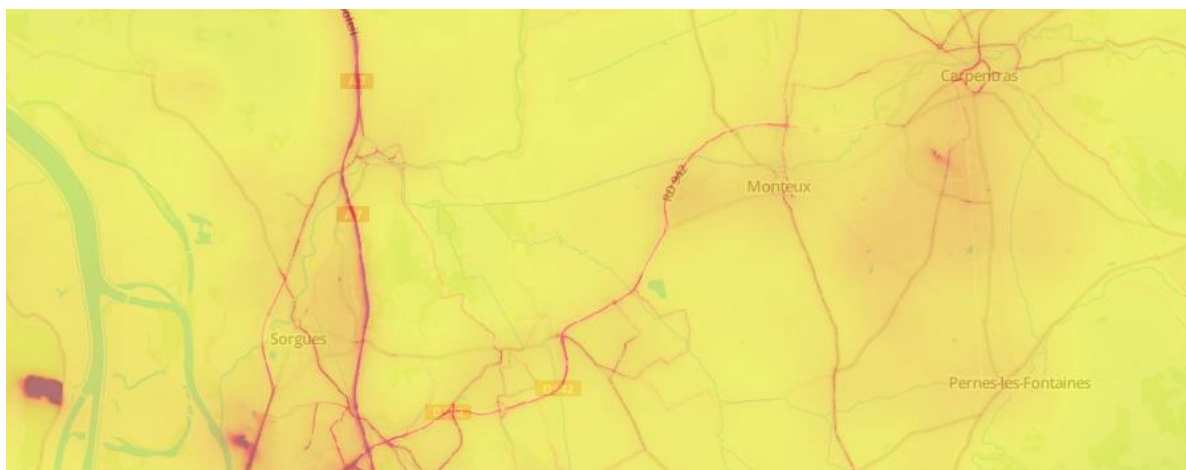









Figure 28 : Indice synthétique annuel de la qualité de l'air en 2018 combinant les concentrations annuelles de trois polluants (NO₂, PM10, O₃) (source : AtmoSud²⁴).

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

²² « **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>

²³ <https://www.atmosud.org/article/comprendre-les-indices-pour-quantifier-lair>

²⁴ <https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-et-tendance-dans-le-vaucluse?bilan=2379>

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

Il n'y a pas de station de surveillance de la qualité de l'air sur le territoire. Les plus proches se trouvent à Carpentras (station de fond périurbaine) et à Avignon (3 stations : 1 de fond urbaine, 1 de fond périurbaine et 1 de trafic urbaine).

3.4.1.2 **Dioxyde d'azote**

Le dioxyde d'azote (NO₂) 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 NO₂ augmentent en règle générale dans les villes aux heures de pointe. Les émissions anthropiques de NO₂ 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 PM_{2.5} et l'ozone.

La population est 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, les centres villes et les départementales 907 et 942.

3.4.1.3 **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 PM_{2.5} 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 11% de la population du département (60 000 personnes) est exposée à des dépassements pour les PM₁₀ et 70% pour les PM_{2.5} (390 000 personnes). Les zones les plus exposés sont les centres urbains.

Focus sur le brûlage des déchets verts et le brûlage agricole

La pratique du brûlage à l'air libre des déchets verts est interdite en France, cadrée par une réglementation restrictive²⁵. Elle constitue pourtant toujours une source non négligeable d'émissions de polluants dans l'air qui n'est actuellement pas recensée dans les inventaires.

De très nombreuses substances chimiques incluant le dioxyde de carbone (CO₂), le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils et semi-volatils, les particules et oxydes d'azote (NOx) sont recensées dans la composition des fumées de biomasse. Du fait de l'importance de leur émission et des effets sur la santé qui leur sont associés, les composés suivants sont considérés par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) comme d'intérêt majeur²⁶ :

- Les particules en suspension,
- Le monoxyde de carbone.

L'ANSES souligne également les points suivants :

▪ Brûlages agricoles

Les pratiques utilisées, la disposition des déchets en piles, en rangées ou étalés, et l'usage d'intrants du végétal⁵, pourraient influencer les émissions. Par exemple, l'application de pesticides organochlorés sur des parcelles cultivées peut contribuer à la formation de polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDDs) et de polychlorodibenzo-furanes (PCDFs) durant le brûlage de résidus de culture.

▪ Brûlage de déchets verts

Il peut occasionner une détérioration locale et transitoire de la qualité de l'air. Dans des conditions météorologiques et/ou topographiques défavorables, cette pratique peut contribuer de façon significative aux niveaux de particules dans l'air, à court terme. Un feu de feuilles ou d'herbes (feu couvant) conduit à des émissions de polluants organiques et de particules plus élevées qu'un feu de branches (feu vif). Le brûlage de déchets verts (biomasse naturelle) est associé à de faibles émissions de PCDD/Fs quelle que soit la qualité de la combustion.

ATMO SUD a réalisé une étude dans les vallées des Paillons (Alpes-Maritimes) qui a identifié le brûlage des déchets verts comme facteur aggravant de la pollution particulaire en tant que source épisodique pouvant représenter jusqu'à 45 % de la masse de particules émises²⁷.

²⁵ 18 novembre 2011, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, « **Circulaire du 18 novembre 2011 relative à l'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts** », 9 p.

http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2011/11/cir_34130.pdf

²⁶ Mai 2012, ANSES, « Effets sanitaires liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre », 208 p.

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0183Ra.pdf>

²⁷ Octobre 2010, ATMO PACA, « Les vallées des Paillons. Caractérisation chimique des particules PM10 et contribution des sources. Mesures d'octobre 2008 à Novembre 2009 », 139 p.

Il existe de nombreuses solutions alternatives à ces brûlages en lien avec les politiques de gestion des déchets (broyage, paillage, compostage, ...) et de développement des énergies renouvelables (méthanisation, biocombustibles, ...) ²⁸.

La sensibilisation des particuliers est également un levier d'action important comme en témoigne la plaquette éditée par l'ARS, l'ADEME et le Préfet de Vaucluse ²⁹.

Dans le Vaucluse un arrêté préfectoral encadre ces pratiques ³⁰.

3.4.1.4 **Ozone**

L'ozone (O₃) 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.

La pollution atmosphérique par l'ozone concerne l'ensemble du territoire national et plus particulièrement la zone méditerranéenne dont les conditions climatiques (fort ensoleillement et chaleur) favorise son apparition. C'est pourquoi, la Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur est particulièrement exposée à cette pollution (voir carte ci-dessous des dépassements de la valeur cible pour l'ozone indicatrice de la pollution de fond).

https://www.atmosud.org/sites/paca/files/publications_import/files/110600_AirPACA_Rapport_Particules_Vallees_Paillons_net.pdf

²⁸ Juillet 2016, ADEME, « Qualité de l'air et solutions alternatives au brûlage à l'air libre des déchets verts – Partie 1 Préfiguration d'un guide et fiches pratiques », 112 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/qualite-air-solutions-au-brulage-dechets-verts_guide-prefiguration_2016.pdf

²⁹ ADEME, Préfet de Vaucluse, ARS, « Ne brûlons plus nos déchets à l'air libre ! », 2 p.

http://www.vaucluse.gouv.fr/IMG/pdf/plaquette_ARS_brulage_dechets_verts_cle243f78.pdf

³⁰ 7 février 2018, Préfet de Vaucluse, « Arrêté du 30 janvier 2013 modifié par arrêté du 7 février 2018 réglementant l'emploi du feu dans le département de Vaucluse », 12 p.

http://www.vaucluse.gouv.fr/IMG/pdf/201806_ap_emploi_du_feu_2013_modifie_2018.pdf

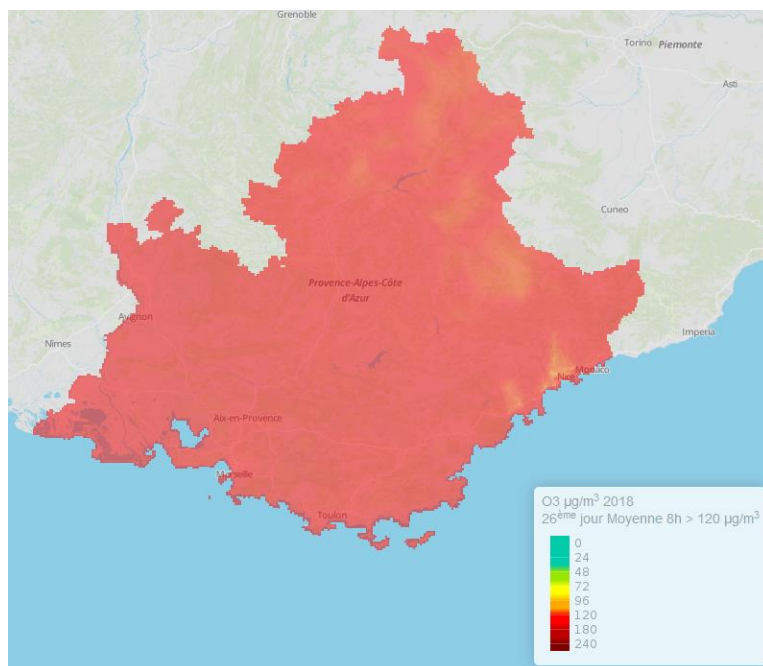


Figure 29 : Dépassement de la valeur cible fixée par la réglementation pour l’ozone en 2018 (En moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (moyenne calculée sur 3 ans) pour la région SUD (Source AtmoSUD).

Le principal levier d’action pour contribuer à limiter la création d’ozone est la réduction des émissions des polluants primaires qui en sont à l’origine (composés organiques volatils et oxydes d’azote).

Il convient de souligner que les niveaux d’ozone constatés sur le territoire résultent également d’émissions de polluants précurseurs venant de l’extérieur ou de masse déjà chargées en ozone arrivant avec les vents depuis d’autres territoires.

3.4.2 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’ANSES³¹, 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

³¹ 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>

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 identifiée³, 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'INSERM³², (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) et l'InVS³³ (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 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,).

Il n'existe pas de données sur ces polluants pour le territoire des Sorgues du Comtat.

Même s'il est difficile de les extrapoler à un autre territoire les résultats de campagnes de mesures réalisées par ATMO Sud et ATMO Auvergne Rhône-Alpes sont présentés, à titre indicatif, ci-après.

Mesures d'ATMO SUD

ATMO SUD a mis en place un observatoire des résidus des pesticides. Elle a réalisé depuis 2012 différentes campagnes de mesures dans la région SUD dont deux sont situées dans le Vaucluse à Avignon (site urbain) et à Cavaillon (Les Vignères, site rural)³⁴.

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

³² 2013, INSERM, Expertise collective, « **Pesticides : Effets sur la santé** », 161 p.

<https://www.inserm.fr/information-en-sante/expertises-collectives/pesticides-effets-sur-sante>

³³ 2016, INVS, « Estimation de l'exposition environnementale aux produits phytosanitaires d'usage agricole -Utilisation des données géographiques nationales disponibles ».

³⁴ 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

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/m³ en 2015, 12 ng/m³ en 2016 et 15 ng/m³ 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, aéroports, 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 chlorpyrifos-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/m³ à Nice en 2017.
- Le site rural de Cavaillon (Les Vignères) a longtemps enregistré les plus forts cumuls de chlorpyrifos-éthyl (de 2012 à 2015). Les concentrations cumulées du chlorpyrifos-éthyl ont considérablement chuté en 2016 et 2017. Enregistré à hauteur de 711 ng/m³ en 2012 sur le site de Cavaillon, le chlorpyrifos-éthyle a été mesuré à 5 ng/m³ en 2016 et 6 ng/m³ en 2017. Ceci correspond à une diminution de -99 % entre 2012 et 2017
- Le lindane, la cyperméthrine, le fenoxycarboéthyle 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/m³ en 2015 à 1,2 ng/m³ en 2016 et 2,2 ng/m³ en 2017. Soit une augmentation de 24 % en 2016 et 83 % en 2017.
- Le lindane est 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 est l'absence du folpel dans tous les 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/m³ à Avignon. Son usage est dominant 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 sont de 6% en 2015, 0 % en 2016 et 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/m³ à Avignon. Les concentrations cumulées de cette substance à Cavaillon varient de 107 ng/m³ en 2012 à 19 ng/m³ en 2017. Soit une diminution, par rapport à 2012, de -82 %.

Mesures d'ATMO Auvergne Rhône-Alpes

Parmi les différentes campagnes de mesure réalisées par ATMO Auvergne Rhône-Alpes soulignons celle réalisée dans l'enceinte d'un établissement scolaire en secteur de viticulture pour documenter les mesures de précaution renforcées mises en œuvre lors de l'application de pesticides à proximité de lieux fréquentés par des personnes vulnérables³⁵.

Dans le cas spécifique de cette étude, il a été constaté les éléments suivants :

- Les concentrations des substances épandues sont faibles, voire très faibles (inférieures à la limite de quantification) dans les prélèvements sur le site de la cour d'école en regard des concentrations déjà mesurées par ailleurs sur des sites plus éloignés des cultures.
- Ponctuellement, la concentration pendant le traitement pourrait être de 10 à 15 fois supérieure à la concentration pendant la journée qui suit, l'adaptation des horaires de traitement semble donc être une mesure à privilégier pour éviter la surexposition des enfants,

Les concentrations les plus élevées observées sur le site ne sont pas celles des substances appliquées sur la parcelle adjacente. L'étude n'ayant pas inclus d'enquêtes de pratiques autour du site de mesures, les facteurs principaux influençant ces concentrations ne peuvent pas être déterminés.

³⁵ Janvier 2019, ATMO Auvergne Rhône-Alpes, « Suivi des pesticides dans l'air ambiant, Evaluation des mesures de précaution mises en œuvre lors de l'application de produits phytopharmaceutiques en proximité d'établissements accueillant des personnes vulnérables, mesures réalisées en 2018 », 34 p.

https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/sites/ra/files/atoms/files/rapport_pesticides_savoie2018_vfjanvier2019.pdf

3.5 PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

3.5.1 METHODE

Les données de production d'énergies renouvelables (ENR) et de récupération sont issues 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).

Il n'y a pas de données relatives au réseau de chaleur qui font l'objet d'un chapitre spécifique du présent rapport.

L'année statistique la plus récente disponible au moment de est l'année 2017.

3.5.2 VUE D'ENSEMBLE

En 2017, la production d'énergies renouvelables du territoire s'élève à 90 GWh. Cela représente 7% de sa consommation énergétique.

Cette énergie est aux trois quarts consommée pour des usages thermiques et un quart pour des usages électriques.

Quatre filières sont présentes sur le territoire (voir figure suivante) :

- **La biomasse (bois-énergie)** avec 67 GWh représente 74 % du total de la production des énergies renouvelables,
- **Le solaire photovoltaïque (PV)** avec 20 GWh représente 22% du total,
- **L'hydro-électricité** avec 2 GWh représente 2 % du total. Il s'agit de « Petite hydraulique » (<10MW) dont la production est localisée à Pernes-les-Fontaines.
- **Le solaire thermique** avec 1,5 GWh représente 2 % du total.

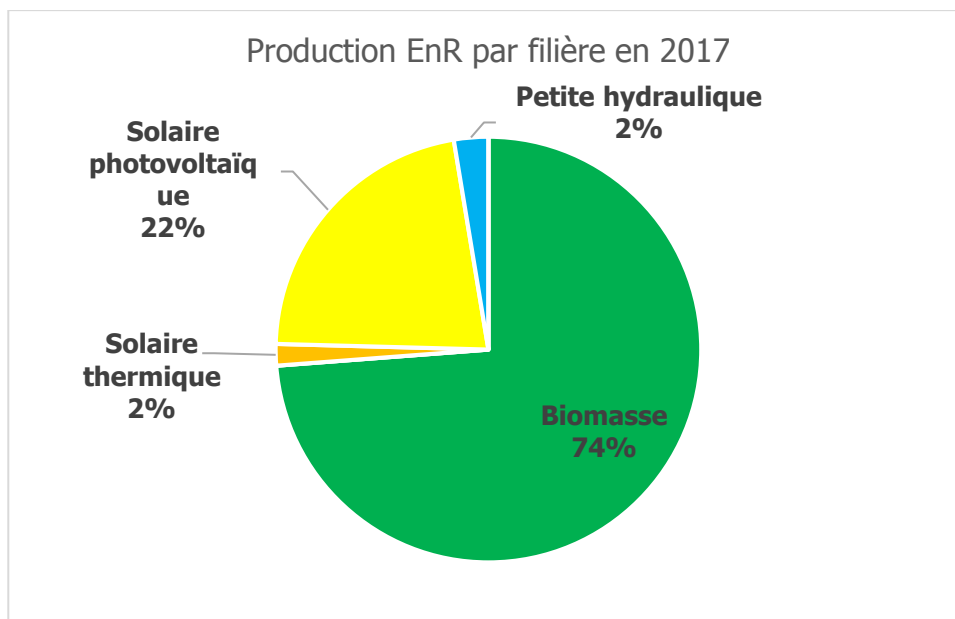


Figure 30 : Répartition de la production d'énergies renouvelables (en %) par filière en GWh en 2017 sur le territoire de la CCSC (source : CIGALE)

La production d'énergies renouvelables sur le territoire est en constante augmentation entre 2007 et 2017 (voir figure suivante) :

- Elle a doublé entre 2007 et 2016,
- L'année 2017 est marquée par une diminution de 17% due à une production biomasse plus faible (voir 3.6.3.1).

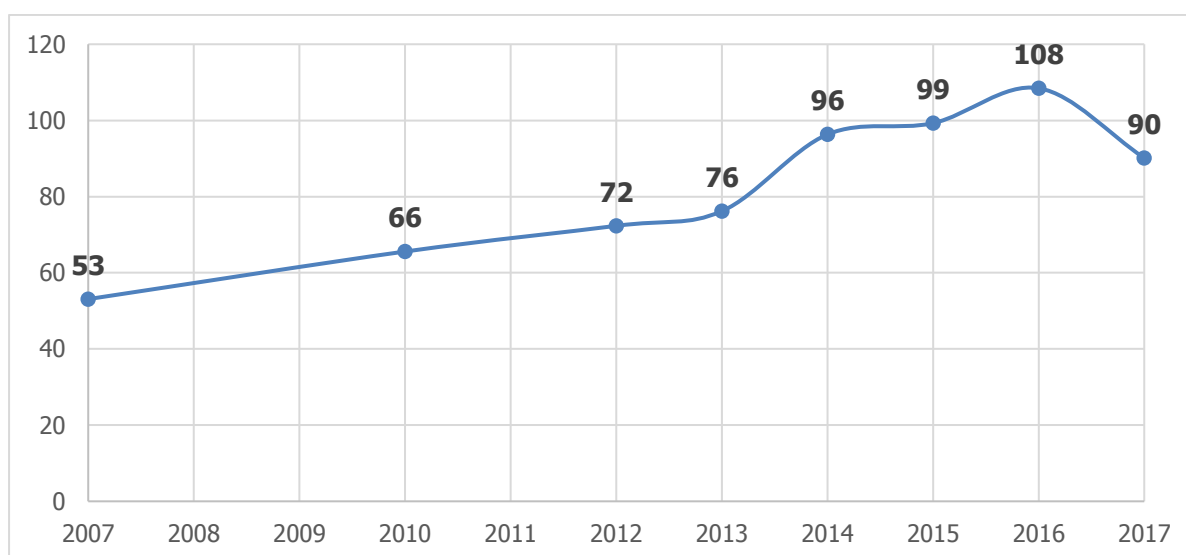


Figure 31 : Evolution de la production d'énergies renouvelables (hors hydro) en GWh entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

3.5.3 BIOMASSE

3.5.3.1 Données CIGALE

La base de données CIGALE recense en 2017 une production de biomasse³⁶ de 67 GWh. Cette consommation a augmenté entre l'année 2013 et 2014 en raison de la mise en œuvre d'une chaudière biomasse de 8,4 MW fournissant 80% des besoins de chaleur du site Eurencos à Sorgues³⁷. On remarque ce pendant une forte diminution entre 2016 et 2017 due certainement à une baisse d'activité ou un besoin de maintenance de cette chaudière.

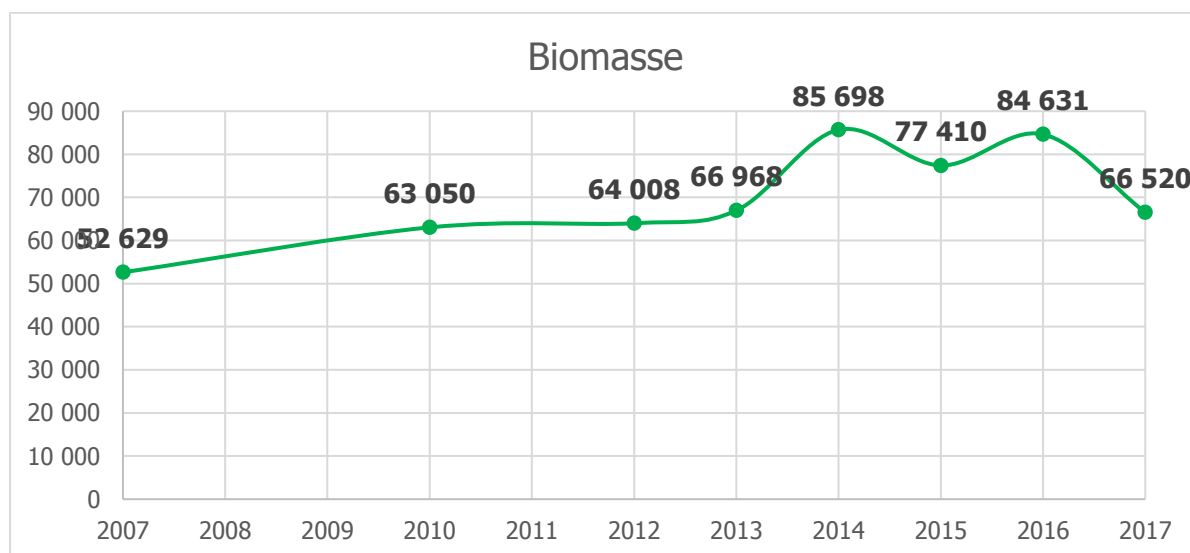


Figure 32 : Evolution de la production de biomasse en MWh entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

L'analyse au niveau communal (voir figure suivante) indique la production de Sorgues qui s'élève à 44 GWh notamment avec la chaufferie industrielle citée ci-dessus.

La consommation moyenne du territoire est de 1,4 MWh/habitant.

³⁶ 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

³⁷ ADEME, « Vapeur issue de biomasse pour le site Eurencos à Sorgues (84) » - Série les exemples à suivre, 2 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/vapeur-issue-biomasse-emr147.pdf>

Commune	Population	Consommation de biomasse (MWh)	Consommation de biomasse par habitant (MWh)
Althen-des-Paluds	2 836	2 349	0,8
Bédarrides	5 167	4 071	0,8
Monteux	13 108	7 749	0,6
Pernes-les-Fontaines	9 566	8 841	0,9
Sorgues	18 568	43 510	2,3
CCSC	49 245	66 520	1,4

Figure 33 : Consommation de biomasse pour les communes en 2017 (source : CIGALE, INSEE)

3.5.3.2 Approche SOLAGRO

Le diagnostic réalisé par SOLAGRO n'est pas tout à fait cohérent avec les données de la base de données CIGALE.

Deux types de consommation de bois énergie, comptabilisés par les observatoires comme « production d'ENR », sont distingués :

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. Il est destiné au chauffage de bâtiments plus importants qu'un simple logement, aux réseaux de chaleur, ou aux équipements agricoles et industriels.

L'inventaire réalisé et mis à jour par la Mission régionale Bois Energie³⁸ mentionne :

- Une chaufferie de moyenne puissance sur la commune de Pernes les Fontaines, 1500 kW, destinée au chauffage de serres agricoles (Serres Allegre) pour une consommation de 400 tonnes par an, soit 1,4 GWh.
- La chaufferie du site Eurenco à Sorgues, fabricant d'explosifs, équipé depuis 2013 d'une puissante chaufferie bois (8400 kW). Cette chaufferie consomme 21 000 tonnes de bois issus à 92 % de bois des forêts régionales, pour une production de 56 GWh thermiques de vapeur. Cette production varie d'une année sur l'autre, elle est responsable des fortes variations de production de biomasse dans les données de la base CIGALE.

Consommation de bois énergie à usage domestique

Il n'existe pas de données locales de consommation de bois domestique (bois bûche, granulés) mais 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 territoire de la CCSC permet de rendre compte des usages locaux de cette énergie :

- 13 % des ménages, soit 2700 ménages environ utiliseraient du bois pour le chauffage de leur logement, en très grande majorité du bois bûche (97 %),

³⁸ <http://bois-energie.ofme.org/chaufferies-en-fonctionnement.php>

- 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-provisionnement représentent 67 % du marché, le reste étant capté par des distributeurs professionnels de bois-bûche.

Cela permet d'estimer la consommation locale à 12,2 GWh pour le bois-bûche, auquel s'ajoute 1,5 GWh pour les granulés.

L'ensemble des consommations domestiques représenterait donc 13,7 GWh. Cette valeur est nettement en dessous des données de la base CIGALE (environ 0,6 MWh/habitant en moyenne, si on enlève les communes où des chaufferies importantes biaisent les résultats), soit environ 30 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.

La consommation par usager baisse, 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 d'anciennes cuisinières à bois.

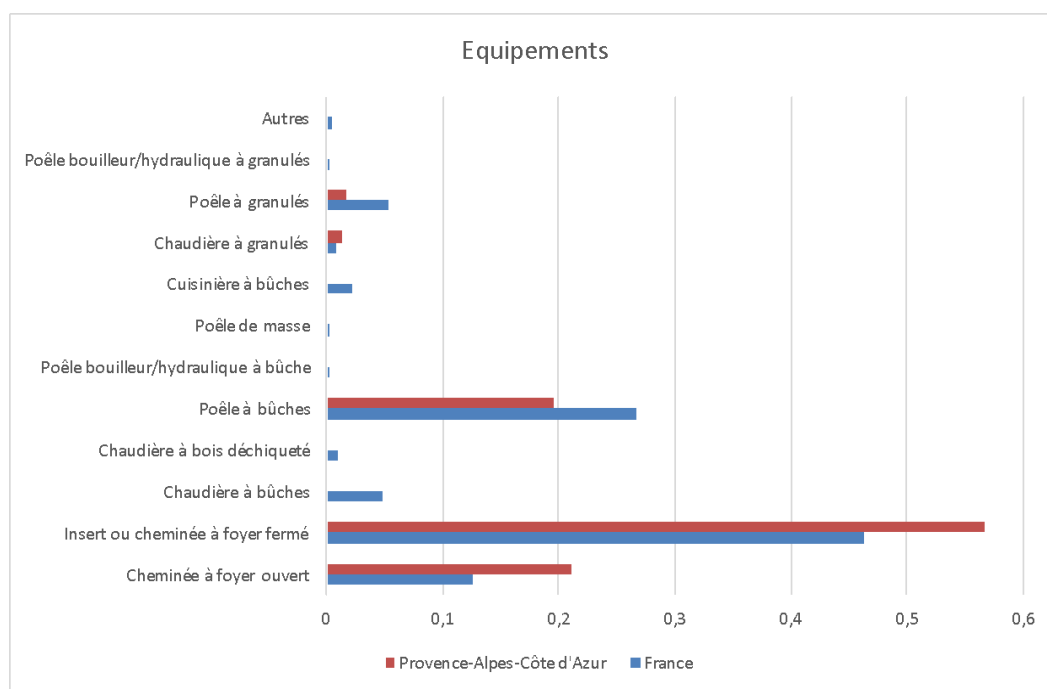


Figure 34 : Equipements bois-énergie au niveau national
(source : Etude ADEME/SOLAGRO/Biomasse Normandie/BVA - 2018³⁹)

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

³⁹ 2018, ADEME, Solagro, Biomasse Normandie, BVA, « Étude sur le chauffage domestique au bois : Marchés et approvisionnement », 97 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/1_chauffage_domestique_ bois_ appro_ ra_ pport.pdf

est beaucoup plus lente en région SUD Provence-Alpes-Côte-d'Azur 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)	CCSC	
	SOLAGRO	CIGALE
Domestique bois bûche	12,2	29,5
Domestique granulés	1,5	
Collective	57	37
Consommation totale de bois énergie	71	66,5

Par cohérence méthodologique avec les autres filières d'énergies renouvelables, nous retiendrons les données de la base CIGALE, avec deux points de vigilance :

- La consommation de bois domestique semble nettement surévaluée,
- Il y a une grande variabilité de consommation d'une année sur l'autre, probablement liée à la consommation de la chaufferie du site Eurengo.

Production locale de bois

Le taux de boisement du territoire est faible (9 % de sa surface), on recense quelques bois de pins à Pernes-les-Fontaines et Sorgues, et des ripisylves de feuillus le long de l'Ouvèze à Bédarrides ou aux alentours de l'étang de la Lionne à Sorgues.

Les données issues d'ALDO⁴⁰ indiquent un faible taux de prélèvement sur les forêts locales :

Type de bois récolté	m ³
Bois d'œuvre	55
Bois d'industrie	147
Bois-énergie	266
Total récolté	468

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 2 300 m³ (tiges et branches). Ces volumes sont produits hors-forêt (ceps de vignes, bois de vergers, entretien

⁴⁰ La récolte théorique est un calcul de l'ADEME considérant un taux de prélèvement égal à celui de la grande région écologique et une répartition entre usage égale à celui de la région administrative

de jardins, parcs et haies...), et du fait du peu de production des espaces boisés, ils représentent la majeure partie du bois produit localement.

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

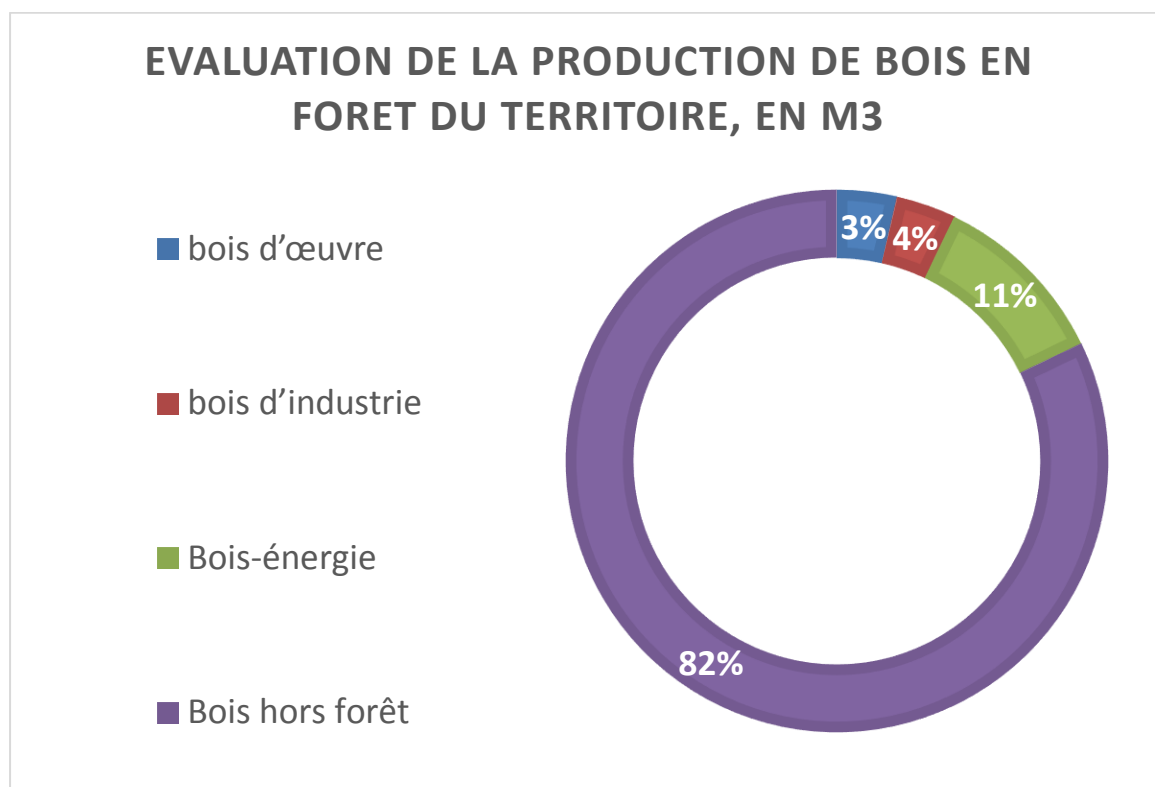


Figure 35 : Production de bois par filières sur le territoire

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 :

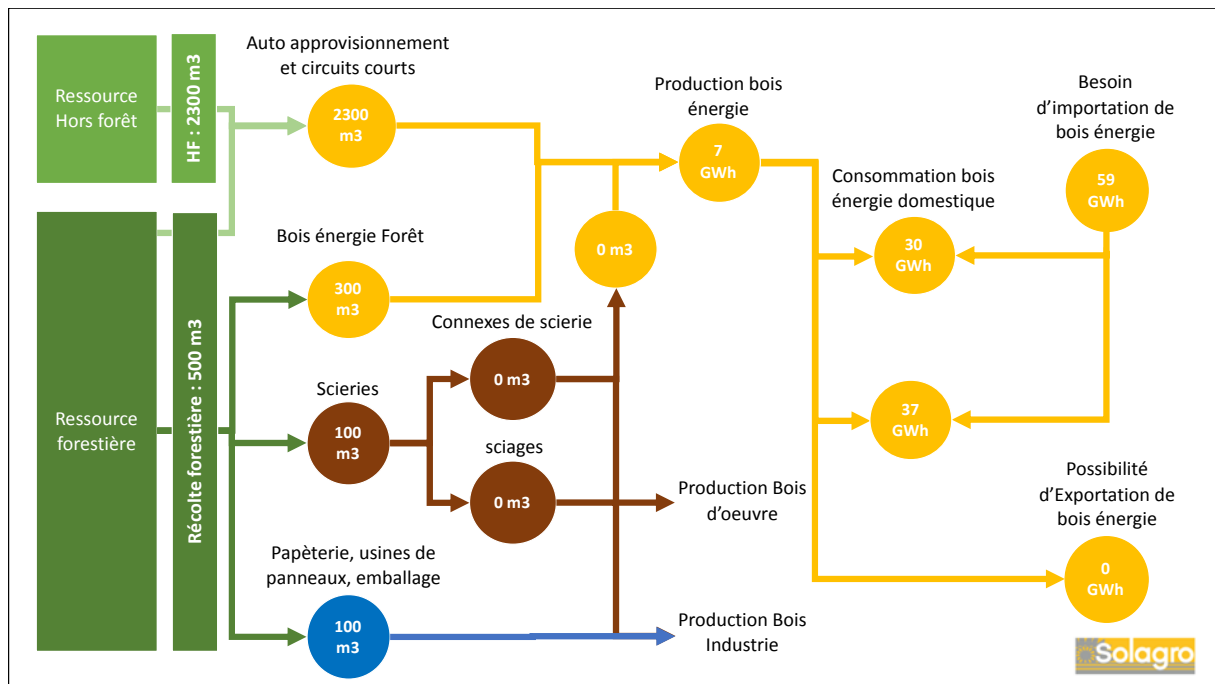


Figure 36 : Modélisation des usages de la ressource bois-énergie (source : SOLAGRO)

Le territoire n'est donc pas en mesure de satisfaire ses besoins en bois énergie, malgré une consommation faible.

3.5.4 BIOGAZ

3.5.4.1 *Données CIGALE*

La base de données CIGALE ne recense aucune production de biogaz sur le territoire en 2017.

3.5.4.2 *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.

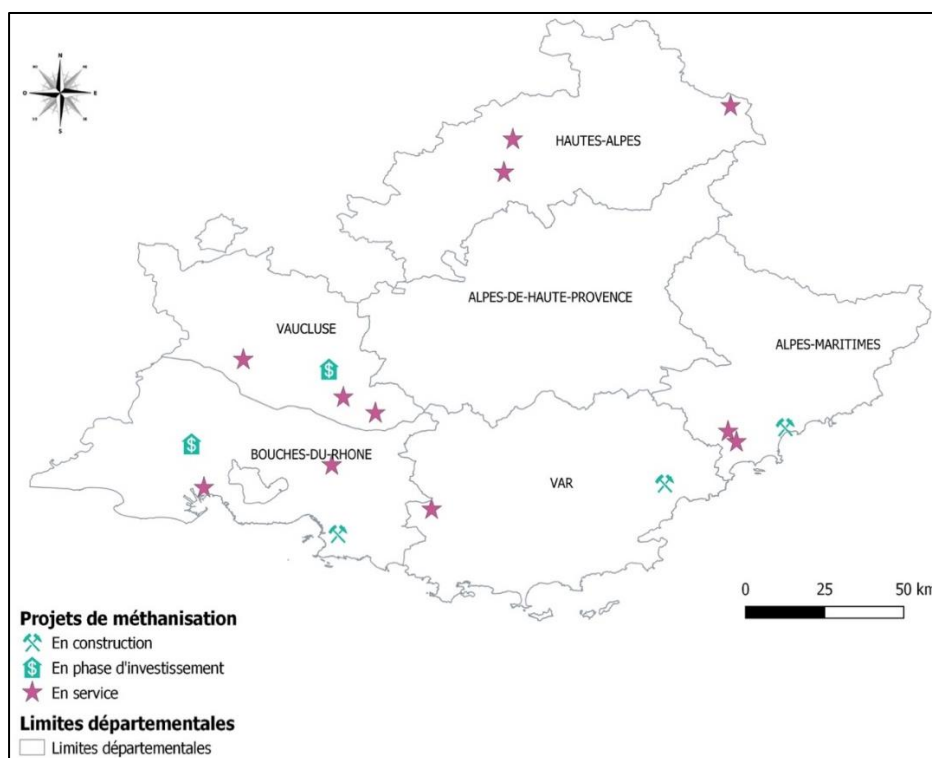


Figure 37 : Carte des installations et projets de méthanisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

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 alimentaires⁴¹.

⁴¹ Voir cartes du site « Solutions de valorisation des matières organiques résiduelles en Provence-Alpes-Côte d'Azur. »

L'unité Tamisier Environnement se situe à 40 km du territoire et valorise 10 000 tonnes de matière, essentiellement les écarts de triage des fruits et légumes⁴².



Figure 38 Tamisier Environnement (Source : VALBIO).

3.5.5 SOLAIRE THERMIQUE

La base de données CIGALE recense en 2017 une production solaire thermique de 1,5 GWh. Cette production est en constante augmentation depuis 2007, elle a été multipliée par plus de trois entre 2007 et 2016.

Le solaire thermique représente 3 % de la production d'énergie renouvelable du territoire.

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 secteurs ayant une forte consommation d'eau chaude sanitaire :

- Tertiaire : Secteur de la santé (hôpitaux, EHPAD) et piscines,
- Industriel : Principalement les industries agro-alimentaires.

<http://www.portail-mo-paca.fr/cartographie/cartographie-centres-paca/>

⁴² <http://www.valbio.com/common/img/CP%20TAMISIER.pdf>

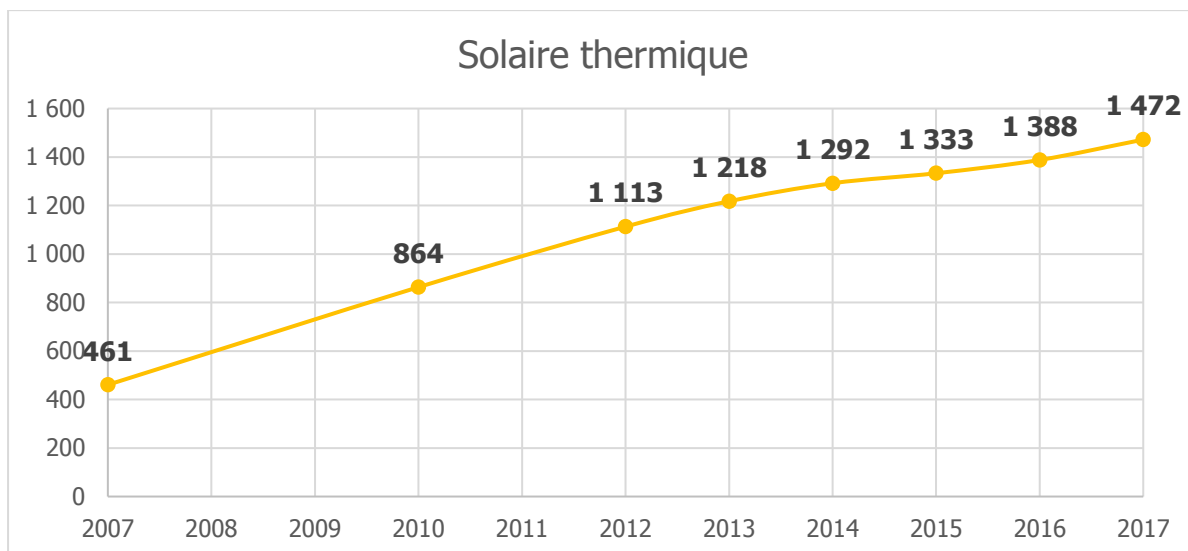


Figure 39 : Evolution de la production solaire thermique en MWh entre 2007 et 2017 sur le territoire
(Source : CIGALE)

Le taux moyen d'équipement solaire thermique moyen sur le territoire est de 72 kWh par résidence principale.

3.5.6 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La base de données CIGALE recense en 2017 une production solaire photovoltaïque (PV) de 19,8 GWh. Cette production est en constante augmentation (voir figure suivante). Quasiment inexistante en 2007, elle s'est développée sur le territoire à partir de 2010 puis de manière encore plus importante entre 2014 et 2015 où elle a quasiment doublé en raison de l'installation de parcs solaires PV de puissances importantes.

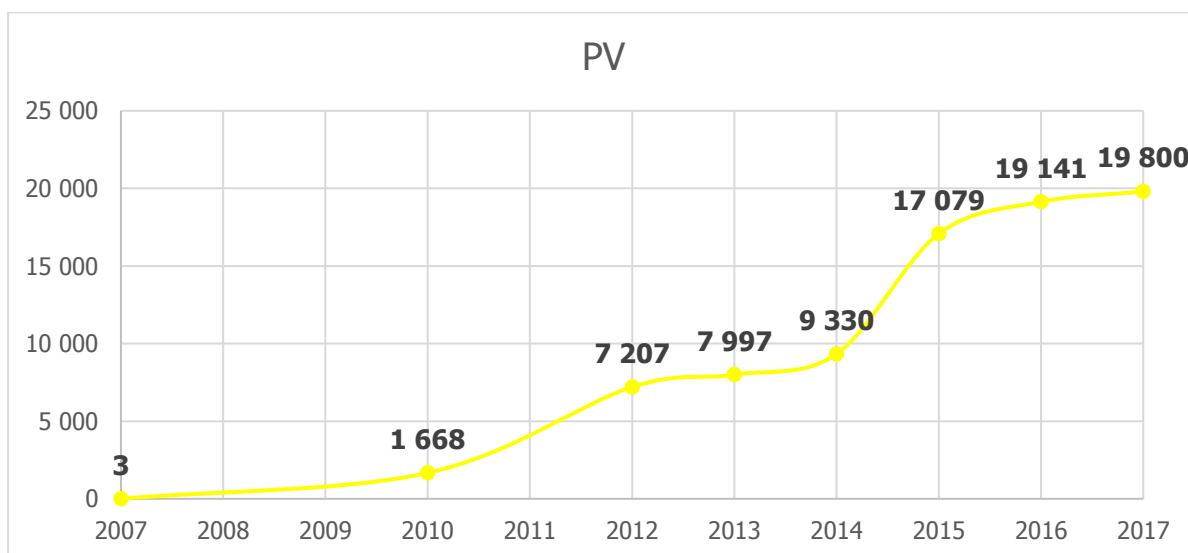


Figure 40 : Evolution de la production solaire photovoltaïque en MWh entre 2007 et 2017 sur le territoire
(source : CIGALE)

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.

L'étude du fichier de production électrique par filière d'Enedis⁴³ permet 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 2017. Cette différence peut s'expliquer par différents éléments :

- Enedis recense la production réelle tandis que CIGALE modélise la production en fonction de la puissance installée. Ainsi, si une installation ne fonctionne pas en raison de maintenance elle ne sera pas comptabilisée par Enedis mais le sera par CIGALE,
- Certaines production solaire PV basses tensions ne sont pas communiquées par pour des raisons de confidentialité,
- L'année de comptabilisation de certaines données peuvent différer entre les deux sources, cela semble être le cas pour l'année 2015 ou les deux sources donnent une production variant du simple à plus du double.

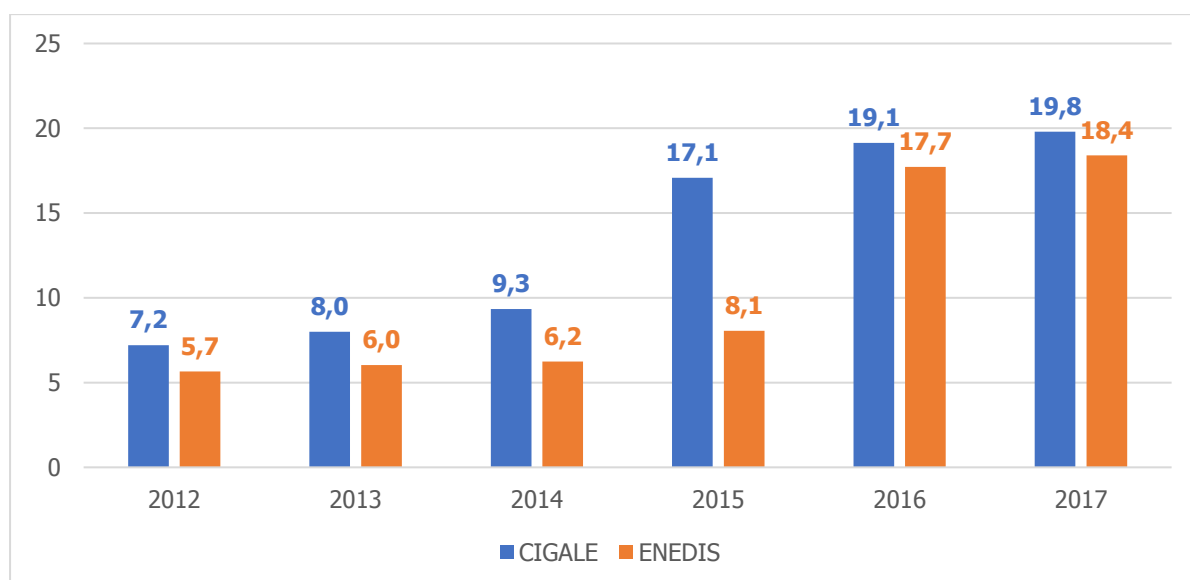


Figure 41 : Comparaison des données de production solaire PV provenant de l'observatoire CIGALE et Enedis en GWh (sources : CIGALE, Enedis)

L'étude du Registre national des installations de production d'électricité et de stockage (au 31 décembre 2018)⁴⁴ permet d'identifier les installations solaires photovoltaïques de plus de 36 kWc (en dessous elles sont agrégées). Ce fichier (voir figure ci-dessous) indique notamment :

⁴³<https://data.enedis.fr/explore/dataset/production-electrique-par-filiere-a-la-maille-commune/information/>

⁴⁴ Registre national des installations de production d'électricité et de stockage (au 31 décembre 2018) – RTE/Enedis – <https://opendata.reseaux-energies.fr/>

- Quatre installations de plus de 1 MW (2 à Pernes-les-Fontaines et 2 à Sorgues),
- Trois de ces installations correspondent à des parcs au sol connus, le nom du quatrième est confidentiel,
- Une installation en toiture, celle de la société Transport Dupoux avec une puissance installée de 844 kWc pour une production 2018 proche d'1 GWh.

Nom de l'installation	Commune	Date de mise en service	Puissance raccordée (kW)	Energie produite en 2018 (MWh)
PARC PHOTOVOLTAIQUE DE SORGUES	Sorgues	06/02/2015	2 520	3 962
CAP SOLAR 39	Pernes-les-Fontaines	17/05/2018	2 194	1 987
PARC PV FONTGAILLARDE	Sorgues	16/12/2015	1 520	2 034
Confidentiel	Pernes-les-Fontaines	25/02/2016	1 494	2 087
SA TRANSPORT DUPOUX	Sorgues	27/03/2012	844	975
Confidentiel	Bédarrides	27/04/2012	248	325
P0211 PRUDHOMME	Sorgues	02/09/2011	241	326
PARKING MC CORMICK MONTEUX	Monteux	03/02/2018	240	304
ARROW AVIGNON - PROLOGIS BAT DC1	Sorgues	23/10/2008	235	103
Confidentiel	Monteux	23/11/2016	231	329
Confidentiel	Monteux	23/11/2016	231	325
Confidentiel	Monteux	23/11/2016	231	324
1378-AOS-SEPT15	Sorgues	19/02/2018	230	285
Confidentiel	Pernes-les-Fontaines	02/10/2012	223	341
Confidentiel	Monteux	01/04/2018	210	327
SCI LES BARETTES	Sorgues	22/03/2011	200	275
JMG	Sorgues	30/08/2010	174	234
1621-SPER-PERNES LES FONTAINES	Pernes-les-Fontaines	19/04/2012	165	239
CHAI DU PETIT BOIS	Sorgues	19/07/2016	140	144
SA HOLDING SOPREMA	Sorgues	21/02/2011	135	164
SARL CVE	Sorgues	03/04/2011	131	173
CENTRE CHRETIEN DU VAUCLUSE	Monteux	03/08/2011	120	145
Confidentiel	Monteux	14/03/2012	108	145
SUN ENERGIE	Sorgues	18/05/2010	106	116
SCI ROLAN	Bédarrides	23/07/2013	99	113
Confidentiel	Pernes-les-Fontaines	30/06/2010	96	118
Confidentiel	Bédarrides	25/11/2010	94	117
Confidentiel	Sorgues	09/05/2014	93	131
LES PERRINES	Pernes-les-Fontaines	22/10/2012	91	143
Confidentiel	Sorgues	25/09/2018	90	15
ECO PROD SOL A / POYNARD 1 BAT A	Monteux	21/01/2016	90	125
ECO PROD SOL A / POYNARD 2 BAT B	Monteux	21/01/2016	90	129
Confidentiel	Pernes-les-Fontaines	25/03/2010	90	133
CPV SUN 23	Monteux	18/01/2016	85	116
SARL PLE	Pernes-les-Fontaines	17/10/2011	74	87
Confidentiel	Monteux	07/11/2012	66	51
ETABLISSEMENTS DAVID ET FILS	Sorgues	13/03/2009	63	79
SCI DU PIGEOLET	Bédarrides	27/10/2009	62	69
Confidentiel	Sorgues	02/08/2010	60	67
Confidentiel	Pernes-les-Fontaines	03/02/2011	58	50
LOCAROF	Sorgues	14/12/2011	58	54
ETABLISSEMENT GAS	Althen-des-Paluds	20/05/2009	54	66
Confidentiel	Sorgues	27/01/2011	48	50
Confidentiel	Pernes-les-Fontaines	16/06/2011	48	69
DOMAINE DU VIEUX TELEGRAPHE	Bédarrides	16/12/2014	48	60
Confidentiel	Monteux	04/11/2012	47	53
SARL PEC	Pernes-les-Fontaines	10/06/2011	47	60
EARL DENIS FABRE	Althen-des-Paluds	31/05/2010	45	54
Confidentiel	Sorgues	15/06/2011	42	32
Confidentiel	Sorgues	09/06/2018	4	0
Confidentiel	Sorgues	07/09/2018	3	0

Rapport Diagnostic Plan Climat-Air-Energie Territorial - CC 79199 de la Région du Comtat

Figure 42 : Installations solaire photovoltaïques d'une puissance supérieure à 36 kWc sur le territoire (source : RTE)



Figure 43 : Parcs photovoltaïques au sol sur le territoire (source : Google Maps)

A gauche : PARC PV Fontgaillarde
En haut à droite PARC PV de Sorgues
En bas à droite : CAP SOLAR 39



Figure 44 : Installation photovoltaïque en toiture de la société Transport Dupoux à Sorgues
(source : Google Maps)

3.5.7 HYDROELECTRICITE

La base de données CIGALE recense une production hydro électrique de 2,4 GWh située à Pernes-les-Fontaines.

Cette centrale qui date du début de la première moitié du XX^e siècle est installée sur la Sorgue de Velleron. Elle a été rénovée dans les années 90 puis de nouveau après 2011. Sa puissance est de 320 kW⁴⁵.

⁴⁵ http://www.eau-zone.eu/pernes_page2.php



Figure 45 : Centrale hydroélectrique sur la Sorgue de Velleron à Pernes-les-Fontaines (source : http://www.eau-zone.eu/pernes_page1.php)

3.6 FOCUS SUR LES SECTEURS D'ACTIVITE

Ce chapitre donne des précisions pour chacun des secteurs d'activités. En plus des données sur les consommations d'énergie et les émissions de GES, des données structurelles et de contexte sont apportées afin d'analyser les enjeux liés à ces secteurs.

3.6.1 RESIDENTIEL

3.6.1.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Poids du secteur :

Le secteur résidentiel représente :

- 16 % des consommations totales d'énergie du territoire avec 205 GWh,
- 12 % des émissions totales de GES avec 33 kt eqCO₂.

Evolution durant la période 2007/2017 :

Les consommations et les émissions du secteur évoluent de la même façon durant la période 2007/2017. Après une augmentation de 20% entre 2007 et 2010, elles ont diminué entre 2010 et 2014 (-30%) et se sont stabilisées à leur niveau de 2017.

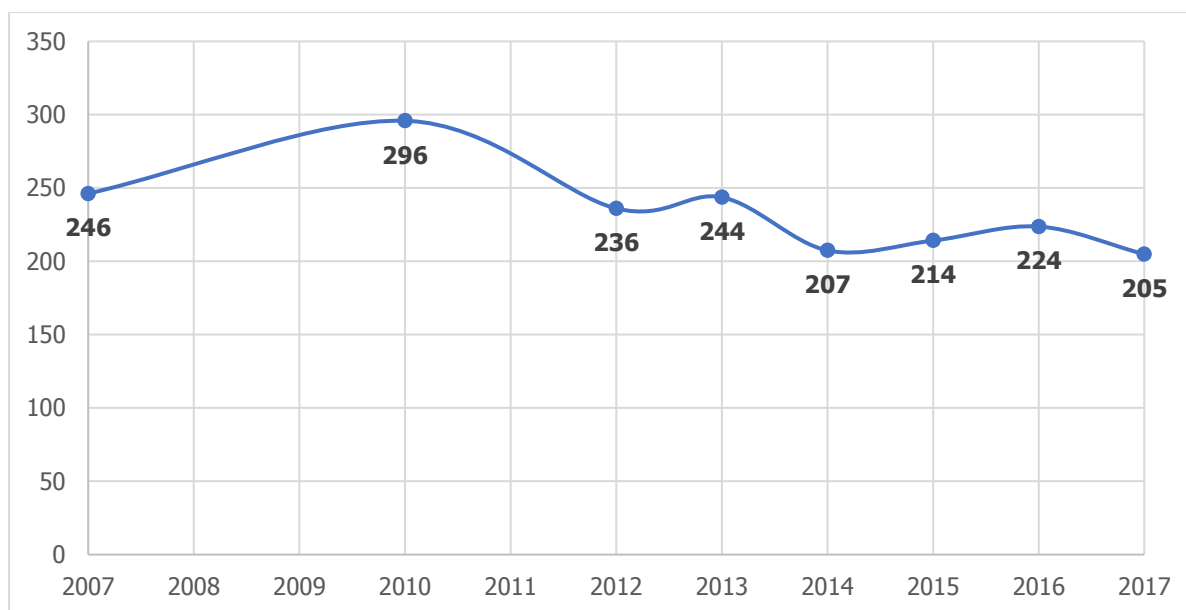


Figure 46 : Evolution des consommations énergétiques en GWh dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

Vecteurs énergétiques utilisés (voir figure suivante) :

- **L'électricité** est l'énergie la plus utilisée dans le secteur résidentiel avec plus de la moitié des consommations (52%). Elle sert à la production de chaleur (chauffage et ECS) mais aussi à l'alimentation des appareils électroménagers.
- **Le gaz naturel** représente 19 % des consommations. Le gaz est utilisé pour la production de chaleur (chauffage et ECS) et alimente les communes desservies par le réseau de distribution (voir chapitre réseau gaz).
- **Le bois-énergie** représente 15 % des consommations. Il est utilisé pour la production de chaleur.

- **Les produits pétroliers** représentent 14% des consommations. On retrouve principalement le fioul domestique et le propane pour la production de chaleur.
- **Le réseau de chaleur** et les autres énergies renouvelables représentent une part anecdotique.

Emissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel sont caractérisées par les éléments suivants :

- Le bois énergie représente 32% des émissions totales du secteur résidentiel (pour 15% de la consommation d'énergie du secteur),
- Le gaz naturel représente 24 % du total,
- Les produits pétroliers représentent 24 % du total,
- L'électricité représente 20 % du total.

Point méthodologique

La base CIGALE comptabilise les émissions de gaz à effet de serre liées à la combustion du bois énergie à environ 0,35 kgeqCO₂/kWh ce qui est plus élevé que le ratio affecté aux produits pétroliers (0,2 à 0,3 kgeqCO₂/kWh) ou le gaz (0,2 kgeqCO₂/kWh).

Notons que d'autres observatoires régionaux comme celui de la Région Auvergne-Rhône-Alpes considère que les émissions de GES lors de la combustion du bois sont nulles car compensées par le cycle de vie du bois qui capte du CO₂ pendant sa croissance. Les émissions résiduelles de GES comptabilisées correspondent aux émissions lors de l'exploitation du bois (transformation, transport, etc. ...)

C'est également l'approche qui est retenue par l'ADEME qui définit dans sa base carbone :

« Le CO₂ "biomasse", intégré au cycle carbone des espaces forestiers et agricoles, ne crée pas de supplément d'effet de serre tant qu'il y a équilibre du cycle, c'est-à-dire que la photosynthèse compense les émissions liées à l'exploitation de cette biomasse et à sa combustion.

Cette hypothèse est vérifiée dans le cas des espaces boisés et forestiers en France, puisqu'ils se renouvellent et sont gérés durablement (0,4% d'augmentation annuelle de la surface forestière sur la dernière décennie, +50% d'espaces boisés depuis la fin du XIX^{ème} siècle). Pour les cultures annuelles, la photosynthèse de l'année compense les émissions de l'année précédente (liées à la combustion du produit de la culture), comme expliqué précédemment ».⁴⁶

Les émissions résiduelles de gaz à effet de serre correspondent à :

- « Des gaz autres que le CO₂ émis lors de la combustion (par exemple du CH₄),
- Des émissions de gaz à effet de serre liées à la production du combustible (fabrication des engrais le cas échéant, conduite de la culture, traitement mécanique ou thermique du produit de la culture ou du bois, etc.)

⁴⁶ Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone ® - ADEME - Mars 2016 – p.48

<http://bilans-ges.ademe.fr/docutheque/docs/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.5.pdf>

- Des émissions de gaz à effet de serre liées au transport du combustible entre son lieu de production et son lieu d'utilisation.

Concernant les émissions de CH₄ lors de la combustion, les calculs montrent que leur impact sur l'effet de serre est négligeable devant les autres sources d'émissions du cycle du combustible (3,2 gCH₄/ GJ de combustible). De ce fait, seules seront prises en compte :

- Les émissions de gaz à effet de serre liées à la production du combustible
- Les émissions de gaz à effet de serre liées au transport du combustible entre son lieu de production et son lieu d'utilisation. »⁴⁷

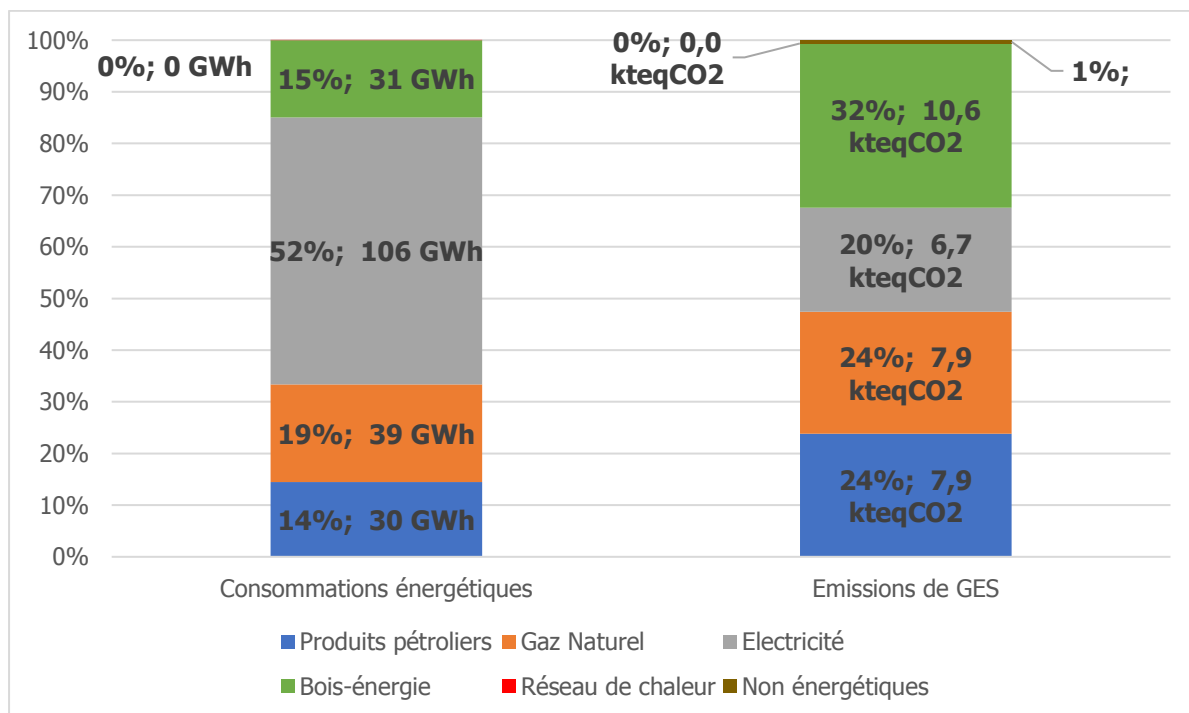


Figure 47 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur résidentiel par source d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

3.6.1.2 Parc résidentiel

L'INSEE recense, en 2016, près de 23 000 logements sur le territoire dont 70% de maisons (environ 16 000) et 30% d'appartements (environ 7 000).

Type de résidences

Les résidences principales représentent 89% du parc. Leur taux moyen d'occupation, correspondant à la population des ménages, est de 2,34 personnes par logement.

Le taux de résidences secondaires est de 2% et le taux de logements vacants est de 9%.

⁴⁷ Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone ® - ADEME - Mars 2016 – p.49

Type d'occupants

Plus de la moitié des résidences principales du territoire (53 %) sont occupées par leur propriétaire. Les locataires représentent 45% des occupants en majorité à titre privé (35%), les logements sociaux (HLM) représente 10% des résidences principales. Monteux et Sorgues ont un taux de locataires en HLM supérieur à 10%. Pernes-les-Fontaines à un taux de locataires en HLM de 3%.

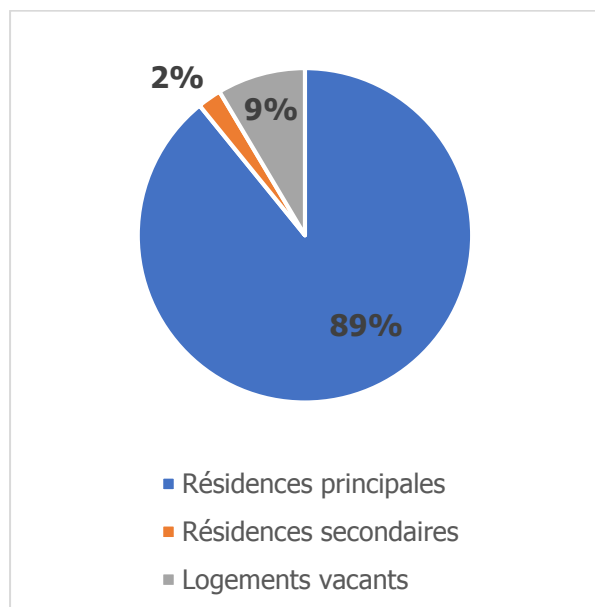


Figure 49 : Type d'occupation des logements en 2016 sur le territoire (source : INSEE)

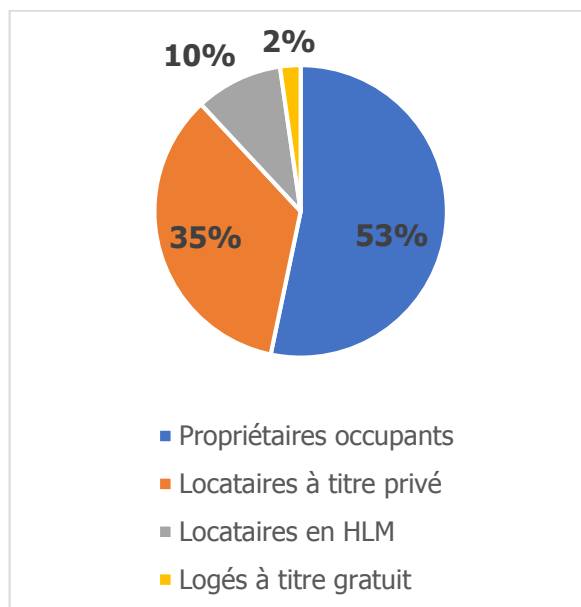


Figure 48 : Occupants des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE)

Date de construction des logements

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

Le parc résidentiel du territoire est globalement ancien (voir figure suivante). Les logements construits avant 1970 représentent 39% du parc. Ces logements ont été construits avant l'apparition des réglementations thermiques⁴⁸ et sont moins performants énergétiquement, ils sont donc des cibles prioritaires pour la rénovation énergétique.

Les logements construits après 2005⁴⁹ représentent 12% des résidences principales du territoire, ces logements sont généralement les plus performants énergétiquement.

⁴⁸ 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.

⁴⁹ La RT 2005 marque un tournant dans la construction neuve en augmentant fortement les objectifs d'efficacité énergétique.

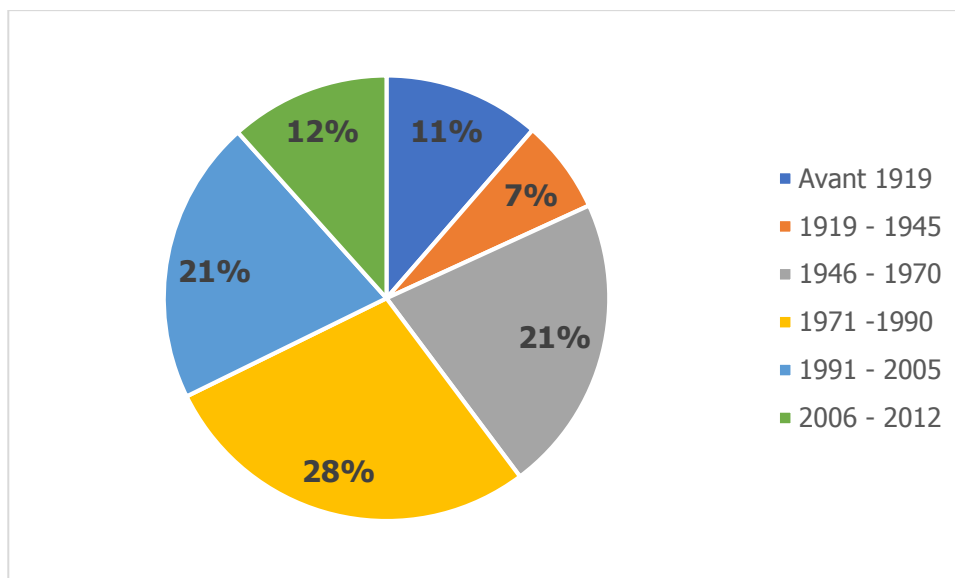


Figure 50 : Date de construction des logements en 2016 (source : INSEE)

Une attention particulière devra être portée à la rénovation des bâtiments les plus anciens. La Chambre des Métiers et de l'Artisanat du Vaucluse fait la remarque suivante lors de la présentation du diagnostic aux partenaires en COPIL :

« Former les professionnels à respecter les caractéristiques techniques et patrimoniales. Ces quelques dernières années, notamment, trop de portes d'entrées de maisons de villes et de villages sont remplacées par des portes des catalogues des industriels qui dénaturent le patrimoine »

Type de chauffage

L'INSEE fournit des statistiques sur le type de chauffage (voir figure suivante) :

- Le type de chauffage est identifié sur 87% des résidences principale,
- Le taux de chauffage collectif est faible (5%),
- Le chauffage individuel électrique et le chauffage central individuel ont globalement la même part avec environ 40% des résidences principales du territoire.

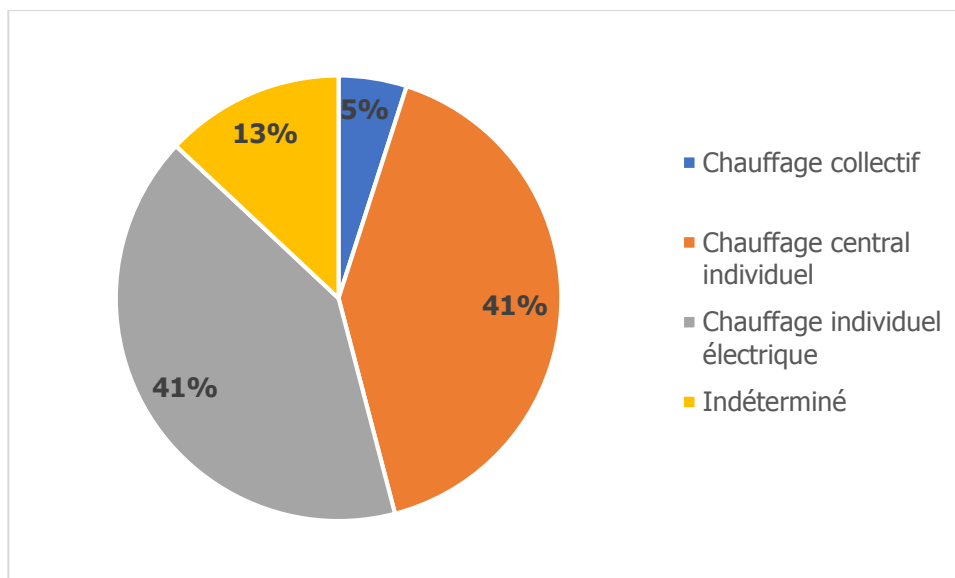


Figure 51 : Type de chauffage des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE)

Taille des logements

Les maisons du territoire possèdent en moyenne 4,6 pièces et les appartements 3,1 (voir figure suivante) :

- Ce taux est similaire aux moyennes départementale et régionale,
- Le nombre de pièces par appartement est plus élevé que la moyenne nationale,
- On n'observe pas de différences importantes concernant la taille des logements sur les différentes communes (voir figure suivante).

Communes	Pièces par maison	Pièces par appart
Althen-des-Paluds	4,8	2,9
Bédarrides	4,6	3,2
Monteux	4,5	3,0
Pernes-les-Fontaines	4,7	3,2
Sorgues	4,5	3,0
CCSC	4,6	3,1
Niveau départemental	4,6	3,0
Niveau régional	4,4	2,9
Niveau national	4,5	2,5

Figure 52 : Nombre moyen de pièce par maison et par appartement sur le territoire en 2016 (source : INSEE)

3.6.1.3 **Rénovation énergétique**

Il n'existe pas de données sur le rythme des rénovations énergétiques du territoire de la CCSC.

Toutefois, il existe une enquête « ménages » sur la rénovation énergétique dans les territoires de la région SUD⁵⁰. 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 leur efficacité.

Les résultats de cette enquête permettent de rendre compte des dynamiques de rénovation sur le département du Vaucluse. Ils donnent un ordre de grandeur du rythme actuel de rénovation qui pourra être comparé à titre indicatif aux objectifs stratégiques que la CCSC fixera pour ce secteur.

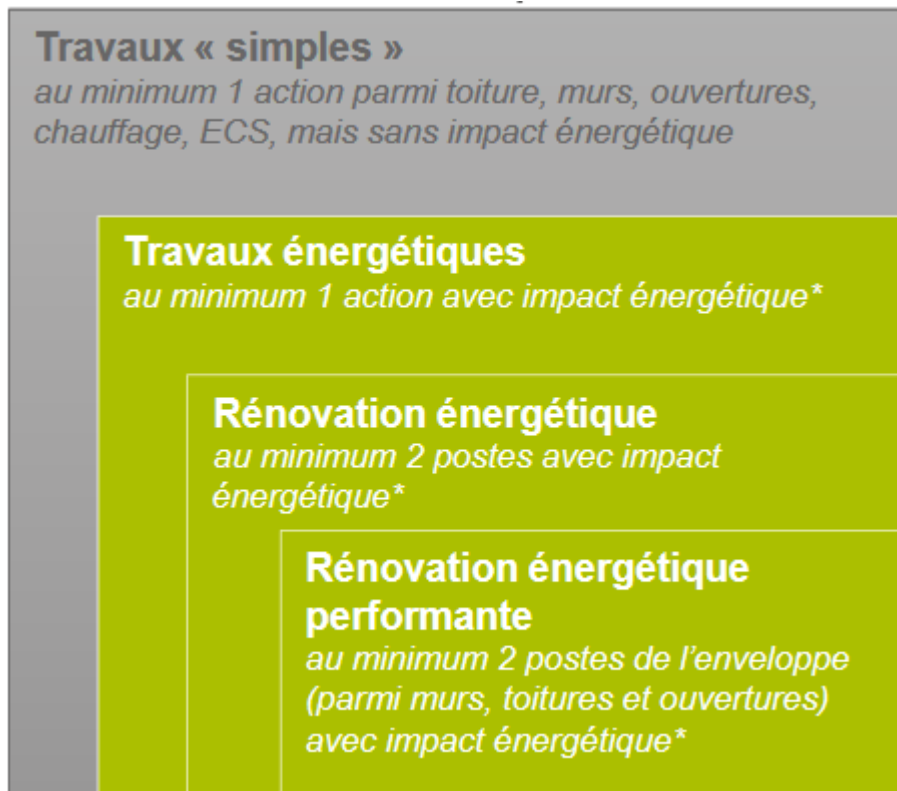
L'enquête identifie les travaux réalisés par les propriétaires occupants leur logement principal entre 2014 et 2016 sur cinq postes (Toiture, murs, ouvertures, chauffage, ECS⁵¹).

Quatre niveaux de travaux sont distingués (voir figure suivante) :

⁵⁰ Février 2018, CERC Provence-Alpes-Côte d'Azur, « Enquête ménage sur la rénovation énergétique dans les territoires de PACA – Fiche territoire- Département de Vaucluse », 4 p.

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

⁵¹ 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 53 : 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 territoire⁵²
- 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),

⁵² INSEE Recensement de la Population 2013 : 127 280 propriétaires occupants dans le Vaucluse.

- ✓ L'isolation des murs extérieurs (poste de rénovation le plus lourd et le plus onéreux) ne représente que 4% des travaux énergétiques.
- 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,
 - ✓ 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.

3.6.1.4 **Actions locales**

Programme Local de l'Habitat

La CC Les Sorgues du Comtat a achevé son second PLH pour la période 2012-2017 pour les communes de Monteux, Pernes-les-Fontaines et Althen-des-Paluds.

Le Conseil Communautaire réunit en séance du 27 février 2017 a approuvé à l'unanimité le lancement de la procédure d'élaboration du 3ème Programme Local de l'Habitat des Sorgues du Comtat⁵³.

Il s'agit un document d'observation, d'orientations et de programmation en matière de politique de logement à l'échelle d'un territoire qui définit, pour une durée de six ans, les objectifs et les principes d'une politique visant à :

- Répondre aux besoins en logements et en hébergement,
- Favoriser le renouvellement urbain et la mixité sociale,
- Améliorer l'accessibilité du cadre bâti aux personnes handicapées, en assurant entre les communes et entre les quartiers d'une même commune une répartition équilibrée et diversifiée de l'offre de logements.

Le PLH comprend :

- Un diagnostic portant sur l'analyse du marché de l'habitat et des évolutions en cours, sur la mise en évidence des besoins, des dysfonctionnements, des déséquilibres et de leurs conséquences
- Des orientations stratégiques : selon le choix de développement, les objectifs stratégiques en matière de production de logements et d'intervention sur le parc existant pour répondre aux dysfonctionnements, et déclinés pour chaque commune
- Un programme d'actions opérationnel qui quantifie et localise la production ou l'intervention ; précise les moyens mis en œuvre, notamment financiers ; identifie les acteurs et leurs rôles dans la réalisation de chaque action ; fixe l'échéancier de mise en œuvre.

Programme d'Intérêt Général (PIG)

Le Département de Vaucluse met en œuvre depuis 2007 avec l'Etat, l'ANAH et la région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur un Programme d'Intérêt Général (PIG) qui vise les objectifs suivants :

- La lutte contre l'habitat indigne et dégradé,

⁵³ <https://www.sorgues-du-comtat.com/images/ConseilsDeliberations/CC27fev17/Dlibration-n5---Elaboration-du-troisime-Programme-Local-de-lHabitat-de-la-Communaut-de-Communes-Les-Sorgues-du-Comtat.pdf>

- La lutte contre la précarité énergétique et la rénovation thermique,
- L'adaptation des logements à la perte d'autonomie (personnes âgées et personnes en situation de handicap),
- Le développement d'un parc locatif privé à loyers et charges maîtrisés.

Le bilan de la participation de l'intercommunalité au PIG départemental en faveur de l'amélioration énergétique des logements des propriétaires occupants modestes (10% du montant des travaux) et des propriétaires bailleurs (8% du montant des travaux) est :

- Bilan 2012-2016 : 21 dossiers de travaux d'économie d'énergie
- Bilan 2016-2018 : 17 dossiers de travaux d'économie d'énergie

Plan Départemental d'Actions pour le Logement et l'Hébergement des Personnes Défavorisées (PDALHPD)

Le département du Vaucluse met en œuvre pour la période 2017-2023 un Plan Départemental d'Actions pour le Logement et l'Hébergement des Personnes Défavorisées (PDALHPD)⁵⁴, contenant des actions de lutte contre la précarité énergétique :

- **Orientation n°5 : Renforcer le repérage et le traitement des situations d'habitat indigne et de précarité énergétique.**

Déclinaison 5-2 « Lutter contre la précarité énergétique dans le parc social et privé »

- Renforcer et diversifier les moyens d'accompagnement et d'information (évaluation technique, réalisation des travaux, travail sur les comportements),
- Coordonner les dispositifs Etat/CAF/collectivités.

Cette orientation se traduit par l'action n°9 du plan : « **Développer des moyens pour lutter contre la précarité énergétique affectant les publics du plan** » qui comprend les sous-volets suivants :

- Créer une plateforme départementale de la rénovation énergétique,
- Créer un comité départemental de la précarité énergétique,
- Améliorer le repérage des ménages,
- Mettre en place un dispositif de prévention,
- Développer les liens avec les aides à la réalisation de rénovation thermique.

Information des particuliers

L'Agence Locale de la Transition Energétique⁵⁵, est partenaire de la Plateforme territoriale de la rénovation énergétique du Vaucluse et dispose d'un espace Info Energie appartenant au service public FAIRE⁵⁶, chargé d'accompagner le grand public notamment pour :

- Informer la population sur la rénovation de l'habitat et la résorption des passoires énergétiques, à travers des campagnes de communication, des événements et l'animation de guichets locaux,

⁵⁴ Département de Vaucluse, Préfet de Vaucluse, « IIIème Plan Départemental d'Actions pour le Logement et l'hébergement des Personnes Défavorisées de Vaucluse », 84 p.

http://www.vaucluse.gouv.fr/IMG/pdf/maquette_cd_pdalhpd.pdf

⁵⁵ <https://alte-provence.org/agence-locale-de-transition-energetique/missions/>

⁵⁶ <https://www.faire.gouv.fr/>

- Accompagner les projets des habitants en animant notamment l'Espace info énergie qui offre des informations gratuites et indépendantes aux habitants sur les questions liées à l'énergie et à la rénovation thermique des logements (solutions techniques, aides financières, professionnels qualifiés...).
- Lutter contre la précarité énergétique grâce à l'animation de divers programmes d'accompagnement des personnes éprouvant des difficultés à se chauffer ou à payer leurs factures d'énergies. L'aide porte sur les aspects techniques (état des lieux du logement et des équipements) et comportementaux (utilisation du logement et des équipements).

3.6.1.5 **Diagnostic de Performance énergétique**

L'analyse des diagnostics de performance énergétique du territoire permet de donner un ordre de grandeur du niveau des performances énergétiques et climatiques des logements du territoire.

Il n'existe pas de données spécifiques au territoire de la CCSC mais des données départementales peuvent être analysées.

A la date du 23/01/2019, 75 738 diagnostics de performance énergétique (DPE) ont été réalisés dans le département du Vaucluse. 62% des bâtiments diagnostiqués sont peu performants d'un point de vue énergétique (étiquettes énergétiques D à G). Pour les émissions de GES, ce taux est plus bas (36%) en raison de la part importante du chauffage électrique.

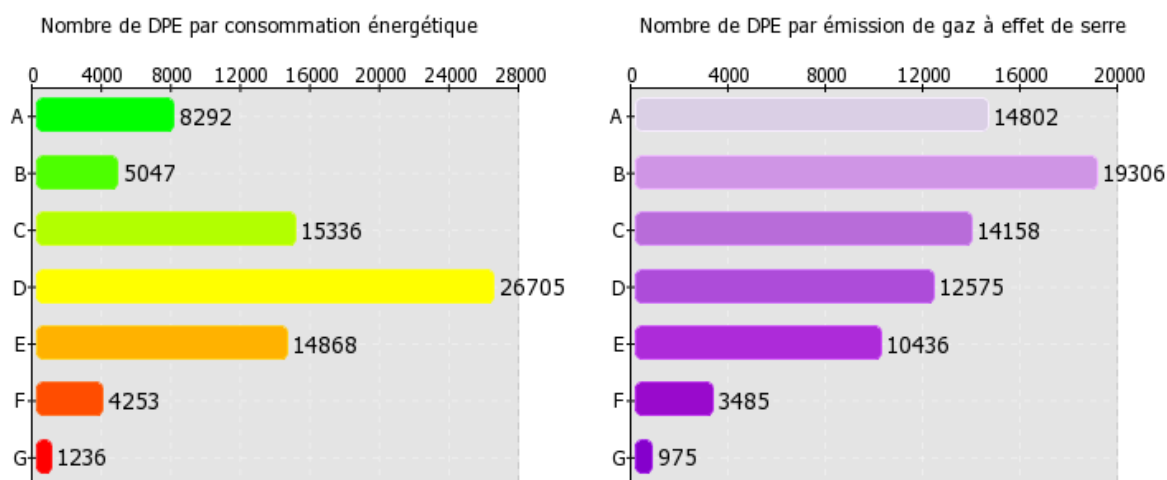


Figure 54 : Etiquettes énergétique et climat des DPE effectués dans le Vaucluse (source : Base DPE ADEME⁵⁷)

3.6.1.6 **Précarité énergétique**

La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement définit 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 ».

⁵⁷ La base DPE de l'ADEME est disponible sur le site de l'observatoire DPE (<https://www.observatoire-dpe.fr/>)

La loi sur la transition énergétique et la croissance verte comporte différentes dispositions pour lutter contre la précarité énergétique⁵⁸.

La précarité énergétique est associée notamment à :

- La situation économique et sociale : les ménages touchés sont souvent à faibles revenus, isolés ou sans emploi,
- L'âge : les jeunes sont souvent touchés,
- L'habitat : il s'agit souvent de logement avec de mauvaises performances énergétiques, des équipements de chauffages inadaptés qui conduisent également à une détérioration de la qualité l'air intérieur du logement.

Notons qu'une étude d'évaluation de la précarité énergétique en Vaucluse a été réalisée par l'Agence d'Urbanisme Rhône Avignon Vaucluse⁵⁹.

- **Méthode**

Quatre indicateurs sont définis par l'ONPE (Observatoire National de la Précarité Energétique⁶⁰) pour analyser le nombre de ménages en situation de précarité énergétique.

Le Taux d'Effort Energétique (TEE) des ménages utilisé ici représente, en pourcentage, la part des dépenses énergétiques du secteur résidentiel rapportée aux revenus déclarés du ménage.

Un ménage est considéré en situation de précarité énergétique si son taux d'effort énergétique est supérieur à 10 % et que son revenu est situé en dessous du troisième décile.

L'estimation du TEE est réalisée en deux temps :

- Evaluation de la facture énergétique des ménages du territoire, c'est-à-dire du coût moyen des consommations énergétiques du secteur résidentiel par ménage,
- Comparaison de ce coût au revenu déclaré des ménages.

Le TEE est ensuite décliné pour chaque décile de la population⁶¹.

On considère qu'un ménage est en situation de précarité énergétique lorsque le TEE est supérieur à 10 %.

⁵⁸ 2016, CEREMA ? « Précarité énergétique : que dit la loi de transition énergétique », 12 p.

<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/decryptage-loi-transition-energetique>

⁵⁹ Juin 2018, AURAV, « Evaluer la précarité énergétique en Vaucluse », 12 p.

⁶⁰ <https://onpe.org/>

⁶¹ Si on ordonne une distribution de salaires, de revenus, de chiffre d'affaires..., les déciles sont les valeurs qui partagent cette distribution en dix parties égales.

Ainsi, pour une distribution de salaires : le premier décile (noté généralement D1) est le salaire au-dessous duquel se situent 10 % des salaires ; le neuvième décile (noté généralement D9) est le salaire au-dessous duquel se situent 90 % des salaires. Le premier décile est, de manière équivalente, le salaire au-dessus duquel se situent 90 % des salaires ; le neuvième décile est le salaire au-dessus duquel se situent 10 % des salaires (source INSEE).

<https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1265>

- **Evaluation de la facture énergétique du secteur résidentiel en fonction des énergies**

Pour évaluer la facture énergétique du secteur résidentiel du territoire en fonction du type d'énergie utilisée, la consommation d'énergie du secteur résidentiel en 2017, est :

- Ventilée par type d'énergie,
- Multipliée par le prix unitaire de l'énergie et ramenée au nombre de ménages fiscaux (données INSEE, 2016).

Cette évaluation indique les éléments suivants :

- L'électricité représente près de 70 % de la facture énergétique pour 52 % de la consommation énergétique avec un prix unitaire deux à trois fois supérieur aux autres énergies,
- Les produits pétroliers représentent 10% de la facture énergétique pour 14 % de la consommation,
- Les énergies renouvelables (principalement le bois énergie) ont à peu près la même part que les produits pétroliers dans la facture énergétique (7 %) avec une part quasi équivalente dans la consommation (15 %),
- Le gaz, représente 12 % de la facture énergétique pour 19 % de la consommation.

Zoom sur le prix des énergies

Les prix unitaires de l'énergie utilisés ci-dessus sont issus de la base de données PEGASE⁶² (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 et les différences de prix entre chaque énergie :

- 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 résidentielle avec un prix unitaire relativement bas comparé aux autres énergies et une volatilité bien moins importante.

⁶² <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 55 : Tableau de comparaison des prix domestiques des différentes énergies (source : Base de données PEGASE – SOeS)

- **Facture énergétique des ménages en fonction des communes**

La facture d'énergie communale ramenée au nombre de ménages de la commune (voir figure suivante) indique les éléments suivants :

- La facture énergétique moyenne des habitants du territoire s'élève à 1 183 € par ménage,
- Elle varie selon les communes, allant de 685 € à Monteux jusqu'à 1 669 € à Pernes-les-Fontaines,
- Elle est plus faible à Monteux et à Sorgues.

Deux facteurs semblent expliquer les faibles factures énergétiques observées à Monteux et à Sorgues :

- Un taux de logements collectifs plus important que sur les autres communes. En effet, les logements collectifs, en général plus petit sont moins énergivores que les maisons individuelles,
- Une part moins importante de l'électricité principalement au profit du bois-énergie à Monteux et du gaz à Sorgues.

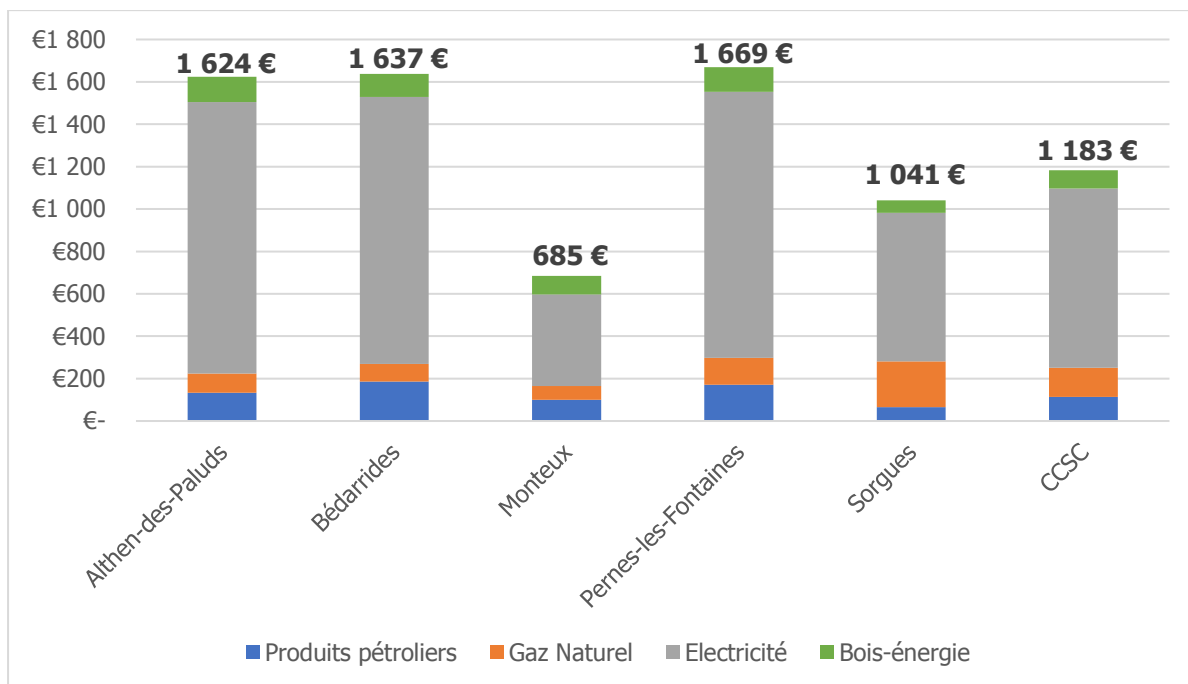


Figure 56 : Facture énergétique domestique au niveau communal et intercommunal en 2017 (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE)

- **Taux d'effort énergétique en fonction des communes**

Les ménages du premier décile sont les plus exposés à la précarité énergétique (voir figure suivante). A Sorgues les ménages du premier décile consacrent en moyenne 13% des leurs revenus déclarés à leurs dépenses d'énergie.

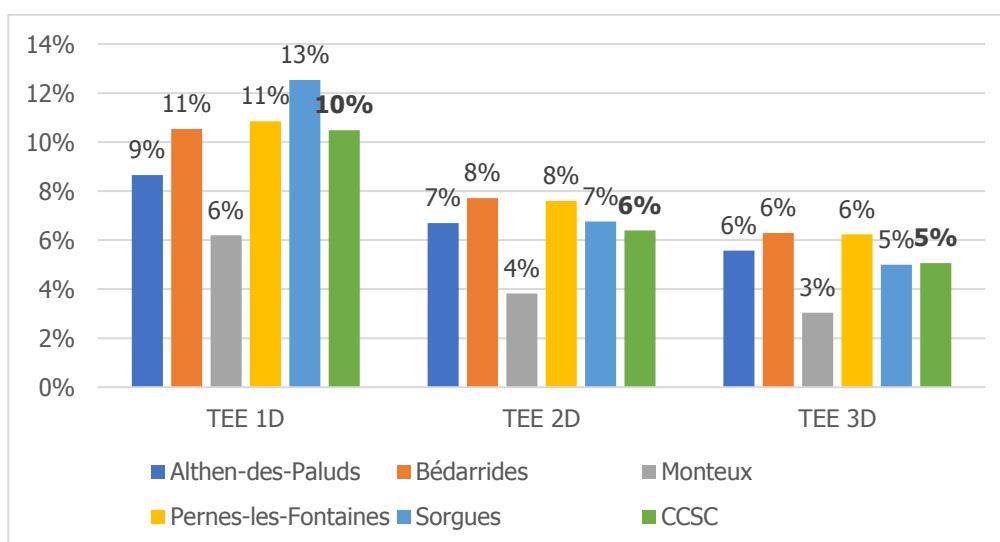


Figure 57 : Taux d'effort énergétique pour les trois premiers déciles de revenu déclaré, pour les 5 communes et leur intercommunalité (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE)

Le tableau suivant indique le taux d'effort énergétique par rapport à la médiane de revenu déclaré.

Il apparaît ainsi que la moitié des ménages du territoire consacre en moyenne 3,7% de leurs revenus déclarés à la consommation énergétique dans leur logement. Les résultats sont contrastés selon les communes :

- **Bédarrides, Althen-des-Paluds et Pernes-les-Fontaines** ont un taux d'effort énergétique (TEE) par rapport à la médiane supérieur à la moyenne intercommunale en raison d'une facture énergétique importante. Bédarrides a un TEE plus élevé en raison d'un revenu médian inférieur aux deux autres communes.
- **Sorgues et Monteux** ont des ménages plus pauvres mais une facture énergétique moins élevée.

Commune	Facture énergétique totale (€/ménage)	Médiane de revenu déclaré	TEE par rapport à la médiane
Althen-des-Paluds	1 624 €	36 876 €	4,4%
Bédarrides	1 637 €	33 019 €	5,0%
Monteux	685 €	30 740 €	2,2%
Pernes-les-Fontaines	1 669 €	35 415 €	4,7%
Sorgues	1 041 €	29 034 €	3,6%
CCSC	1 183 €	31 623 €	3,7%

Figure 58 : Taux d'effort énergétique par rapport au revenu médian déclaré pour les communes du territoire (sources : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE)

- **Pourcentage de ménages en situation de précarité énergétique à l'échelle de la CCSC**

Un peu plus de 11% des ménages de la CCSC sont en situation de précarité énergétique dans leurs logements c'est-à-dire qui consacrent plus de 10 % de leurs revenus aux dépenses énergétiques. Ce taux est plus faible que celui des territoires voisins.

Ce résultat est obtenu par interpolation linéaire entre les deux premiers déciles de revenu (voir schéma ci-dessous).

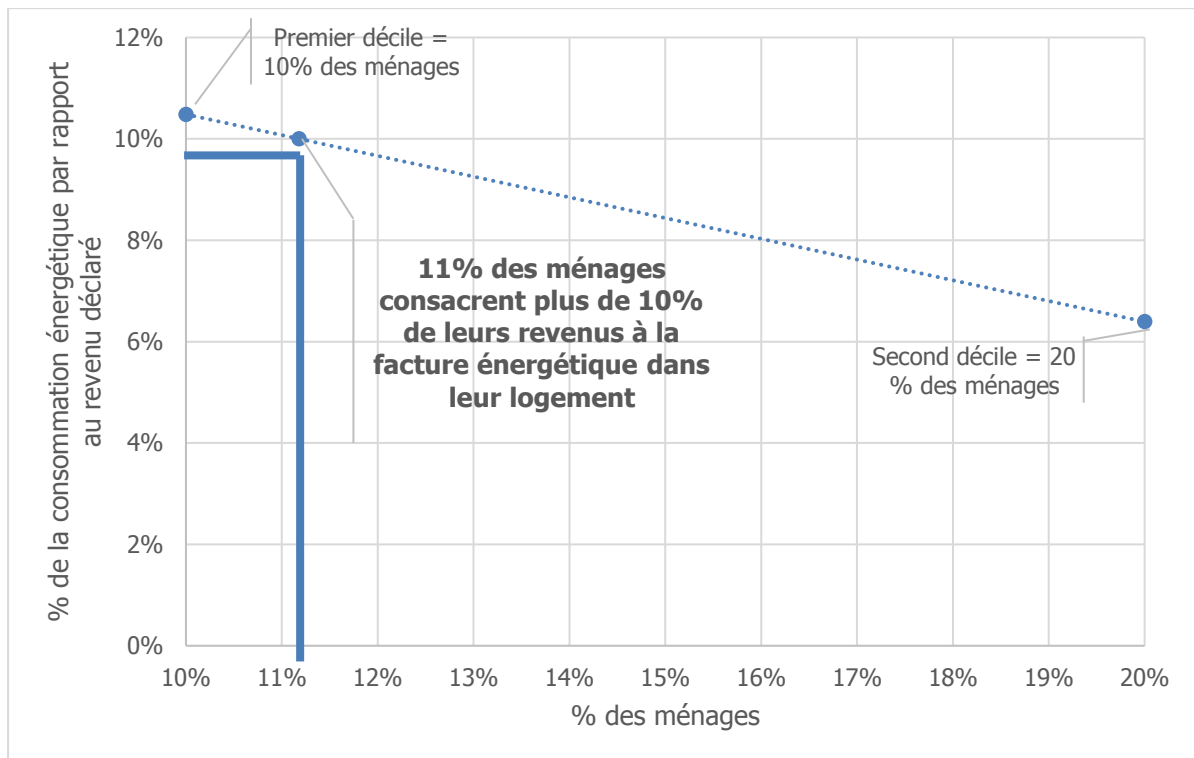


Figure 59 : Interpolation linéaire pour estimer le taux de précarité énergétique des ménages sur le territoire (source : Inddigo)

3.6.2 TRANSPORT

3.6.2.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Poids du secteur :

Le secteur des transports routiers représente :

- 47 % des consommations totales d'énergie du territoire avec 597 GWh,
- 57 % des émissions totales de GES avec 159 kteqCO₂.

Les transports non routiers avec 6 GWh représentent 2% des consommations et 0,5 kt eqCO₂ soit moins de 1% des émissions totales de GES.

Evolution durant la période 2007/2017 (voir figure suivante) :

Les consommations d'énergie et les émissions de GES du secteur des transports routiers sont stables entre 2007 et 2013. Elles diminuent de 15 % entre 2013 et 2014, puis se stabilisent.

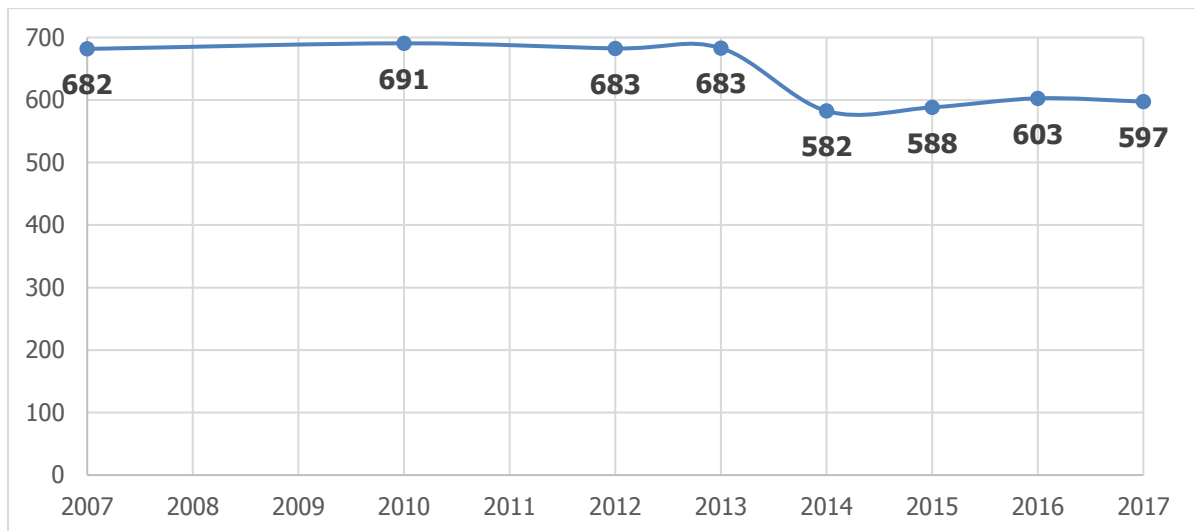


Figure 60 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur des transports routiers en GWh 2007/2017 (source : CIGALE)

Vecteurs énergétiques

- Les produits pétroliers représentent 93 % de la consommation totale du secteur dont 75% de gazole et 18% d'essence,
- Les carburants renouvelables (agrocarburants⁶³) avec 41 GWh représente 7% du total. Le GNV (Gaz naturel pour véhicules), le GPL (gaz de pétrole liquéfié) et l'électricité ont une part marginale.

⁶³ Un biocarburant ou agrocarburant est un carburant (combustible liquide ou gazeux) produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la biomasse (c'est le sens du préfixe « bio » dans biocarburant) et qui vient en complément ou en substitution du combustible fossile.

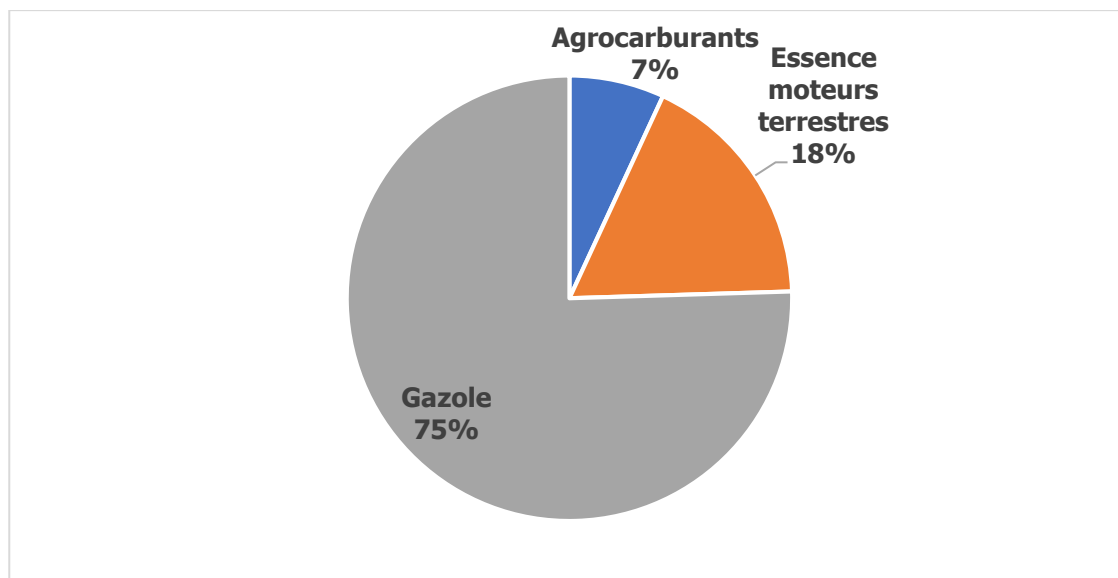


Figure 61 : Part des différents carburants dans la consommation énergétique du territoire (source : CIGALE)

Pour les modes de transport autres que routiers, principalement ferroviaires et fluviaux, l'électricité représente 80% (pour le ferroviaire) et les produits pétroliers 20% (pour le fluvial).

Emissions de gaz à effet de serre et consommations d'énergie par type de véhicules (voir figure suivante)

- Les voitures particulières représentent 60% du total des émissions de GES /consommations d'énergie du secteur en raison de leur plus grand nombre,
- Les utilitaires lourds plus consommateurs et émetteurs à l'unité représentent 20 % des consommations / émissions,
- Les utilitaires légers représentent 19 % des consommations / émissions,
- Les motos représentent 1 % des consommations / émissions.

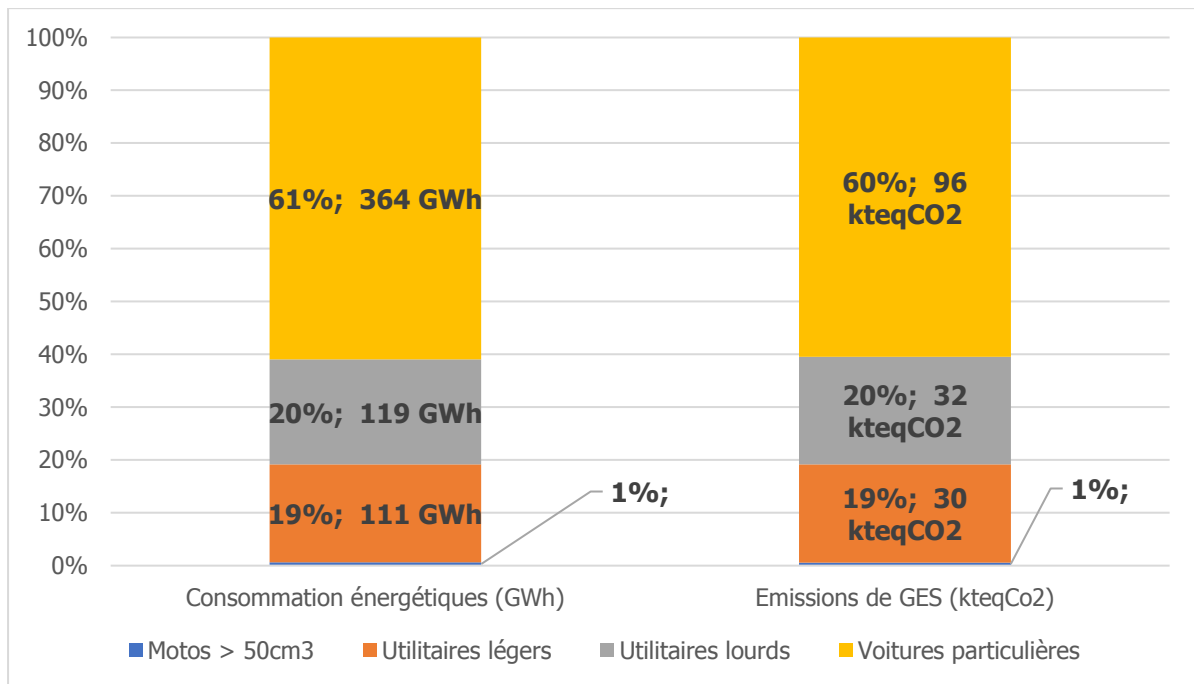


Figure 62 : Consommations énergétiques et émissions de GES par type de véhicule (source : CIGALE)

3.6.2.2 Part des autoroutes

Le territoire est traversé par l'autoroute A7 (autoroute du soleil) qui relie Lyon et Marseille.

Entre Orange et Vienne, le Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA) recense un trafic annuel moyen de 70 000 véhicules par jour avec des pics à 180 000 l'été.

Les données de Trafic Moyen Journalier Annuel disponible en open data et mises à disposition par le Ministère de la Transition écologique et solidaire indiquent une fréquentation moyenne annuelle de 54 237 véhicules par jour.

Aucune sortie de cette autoroute n'est présente sur le territoire, il y a cependant une aire de repos (Aire des Sorgues). La sortie 22 « Orange Sud » au Nord et la sortie 23 « Avignon nord » sont aux portes du territoire.

L'autoroute représente :

- Une consommation d'énergie de 165 GWh soit 27 % de la consommation du secteur routier et 12% des consommations totales du territoire,
- Une émission de 44 kteqCO₂ soit 28% des émissions du secteur routier et 77% des émissions totales du territoire,
- Les émissions de polluants atmosphériques liées à la combustion des carburants par le trafic de l'autoroute sont indiquées dans le tableau suivant :

	PM10	PM2.5	NOx	COVNM	NH ₃	SO ₂
Emissions dues à l'autoroute en tonnes	4	4	149	3	1	0
Part transport routier	11%	15%	29%	7%	30%	0%
Part émissions totales	2%	3%	20%	0%	1%	0%

Figure 63 : Emissions de polluants (en tonnes) dues au trafic autoroutier sur le territoire en 2017
(source : CIGALE)

D'autres polluants sont émis dans l'air mais non imputables spécifiquement à l'autoroute (voir tableau suivant) :

Cause d'émissions	Type de polluants	Emissions 2017 en tonnes
Evaporation d'essence des véhicules	COVNM	13
Plaquettes de freins	PM10	6
	PM2.5	2
Pneus	PM10	6
	PM2.5	5
Remise en suspension	PM10	27
	PM2.5	15
Usure des routes	PM10	6
	PM2.5	3

Figure 64 : Emissions de polluants (en tonnes) du secteur routier hors combustion de carburants en 2017
(source : CIGALE)

Deux routes départementales sont également fortement empruntées :

- La RD907 correspondant à l'ancienne RN 7, déclassée en 2006 reliant Avignon à Orange en longeant l'A7. Elle traverse Sorgues et Bédarrides
- La RD942 reliant Avignon à Carpentras. Elle passe au sud de Sorgues et correspond à la sortie 23 « Avignon nord » de l'A7. Elle traverse ensuite Althen-des-Paluds et Monteux.

Le trafic sur route est responsable de 43% des consommations du transport routier sur le territoire.

3.6.2.3 Taux de motorisation

La figure suivante présente les taux de motorisation des ménages en 2016 des communes du territoire :

- Le taux de motorisation des ménages du territoire est supérieur aux moyennes départementale, régionale et nationale,
- 9 ménages sur 10 possèdent au moins une voiture, plus de 4 sur 10 en possèdent au moins deux,
- Sorgues qui possède une meilleure desserte en transport en commun à un taux de motorisation inférieur à la moyenne intercommunale,
- Le taux de motorisation le plus élevé est observé à Althen-des-Paluds avec 95% des ménages possédant un véhicule.

Communes	Taux de motorisation
Althen-des-Paluds	95%
Bédarrides	92%
Monteux	91%
Pernes-les-Fontaines	91%
Sorgues	88%
CCSC	90%
<i>Niveau départemental</i>	<i>87%</i>
<i>Niveau régional</i>	<i>81%</i>
<i>Niveau national</i>	<i>73%</i>

Figure 65 : Taux de motorisation des ménages des communes du territoire en 2016
(source : INSEE)

3.6.2.4 **Organisation des déplacements domicile – travail**

Les trajets domicile-travail sont des trajets considérés comme contraints. Leur étude (nombre, lieux d'origine et de destination, type de transport utilisé, ...) permet d'identifier les leviers d'actions envisageables pour réduire les consommations d'énergie et les émissions de GES qui y sont associées.

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

On distingue quatre types de déplacements :

- **Intra-communaux** : déplacements à l'intérieur des communes,
- **Internes à l'intercommunalité** : déplacements entre deux communes du territoire,
- **Sortants de l'intercommunalité** : déplacements dont la commune de départ se trouve sur le territoire et la commune d'arrivée est extérieure,
- **Entrants dans l'intercommunalité** : déplacements dont la commune de départ se trouve à l'extérieur du territoire et la commune d'arrivée à l'intérieur.

L'ensemble de ces déplacements représentait, en 2016, environ 28 800 déplacements (et donc 57 600 mouvements journaliers) réparti de la manière suivante (voir figure ci-dessous) :

- 5 800 déplacements intra-communaux (20%),
- 2 700 déplacements internes à l'intercommunalité (9%),
- 11 800 déplacements d'échanges sortants (41%),
- 8 500 déplacements d'échanges entrants (31%).

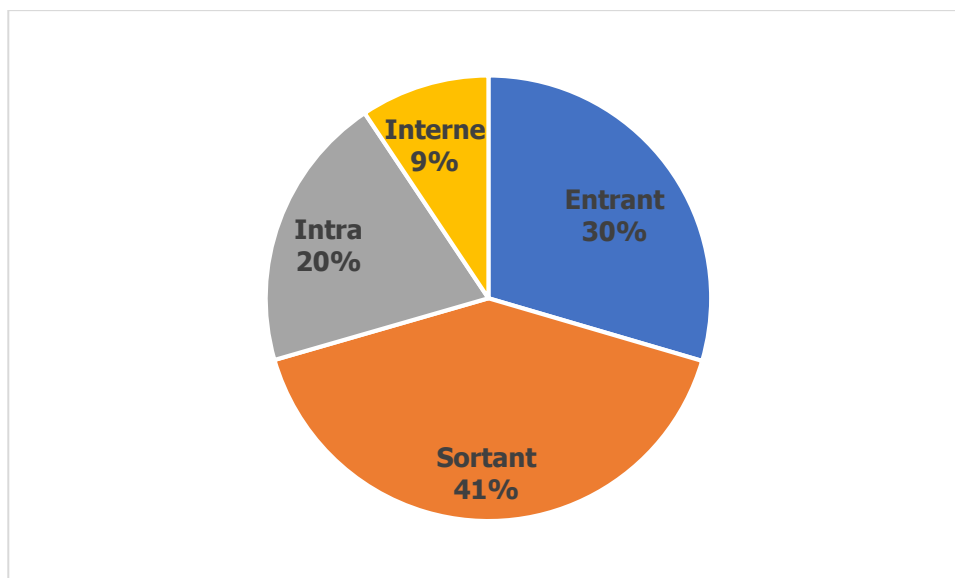


Figure 66 : Flux de déplacements domicile travail (source : INSEE, 2016)

Déplacements au sein de l'intercommunalité

- 29% des déplacements domicile – travail se font dans le territoire. Cela signifie que la majorité des habitants de la communauté de commune travaillent en dehors du territoire.
- Les déplacements intra-communaux représentent 20% des déplacements domicile-travail du territoire. Plus de deux tiers de ces déplacements se font à l'intérieur des communes de Sorgues (41%) et de Monteux (27%).
- Les déplacements entre communes sont à 56% en direction de Sorgues qui est le principal pôle d'attraction du territoire,
- Les départs se font au trois-quarts de trois communes : Monteux (32%), Bédarrides (24%) et Pernes-les-Fontaines (19%), il s'agit de communes à vocation résidentielle.

Déplacements sortants de l'intercommunalité

Les déplacements sortants du territoire représentent 41% des déplacements domicile-travail du territoire :

- Avignon est le principal pôle de destination avec environ 3300 déplacements journaliers soit un quart des déplacements sortants,
- Les deuxièmes pôles de destination sont Carpentras et Le Pontet,
- Les troisièmes pôles de destination sont : Vedène, Entraigues-sur-la-Sorgue, Orange, Cavailon et L'Isle-sur-la-Sorgue.

Déplacements entrants dans l'intercommunalité

Les déplacements entrants du territoire représentent 30% des déplacements domicile-travail :

- Carpentras et Avignon mais aussi des communes limitrophes du territoire telles que Vedène, Orange, Le pontet et Entraigues-sur-la-Sorgue sont les principales communes de départ de ces trajets.

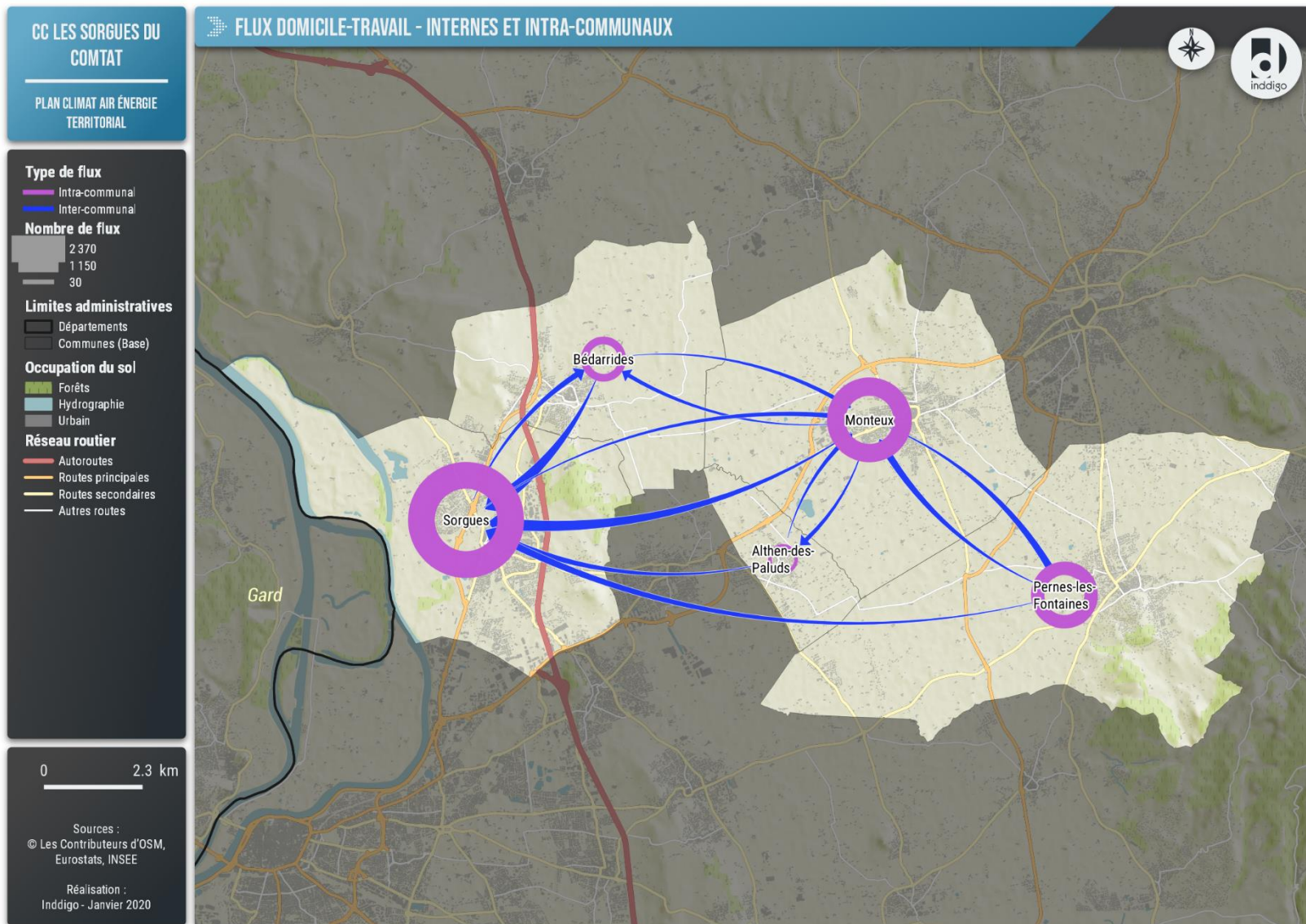


Figure 67 : Flux domicile - travail internes et intra communaux au sein du territoire (sources : INDDIGO, INSEE)

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

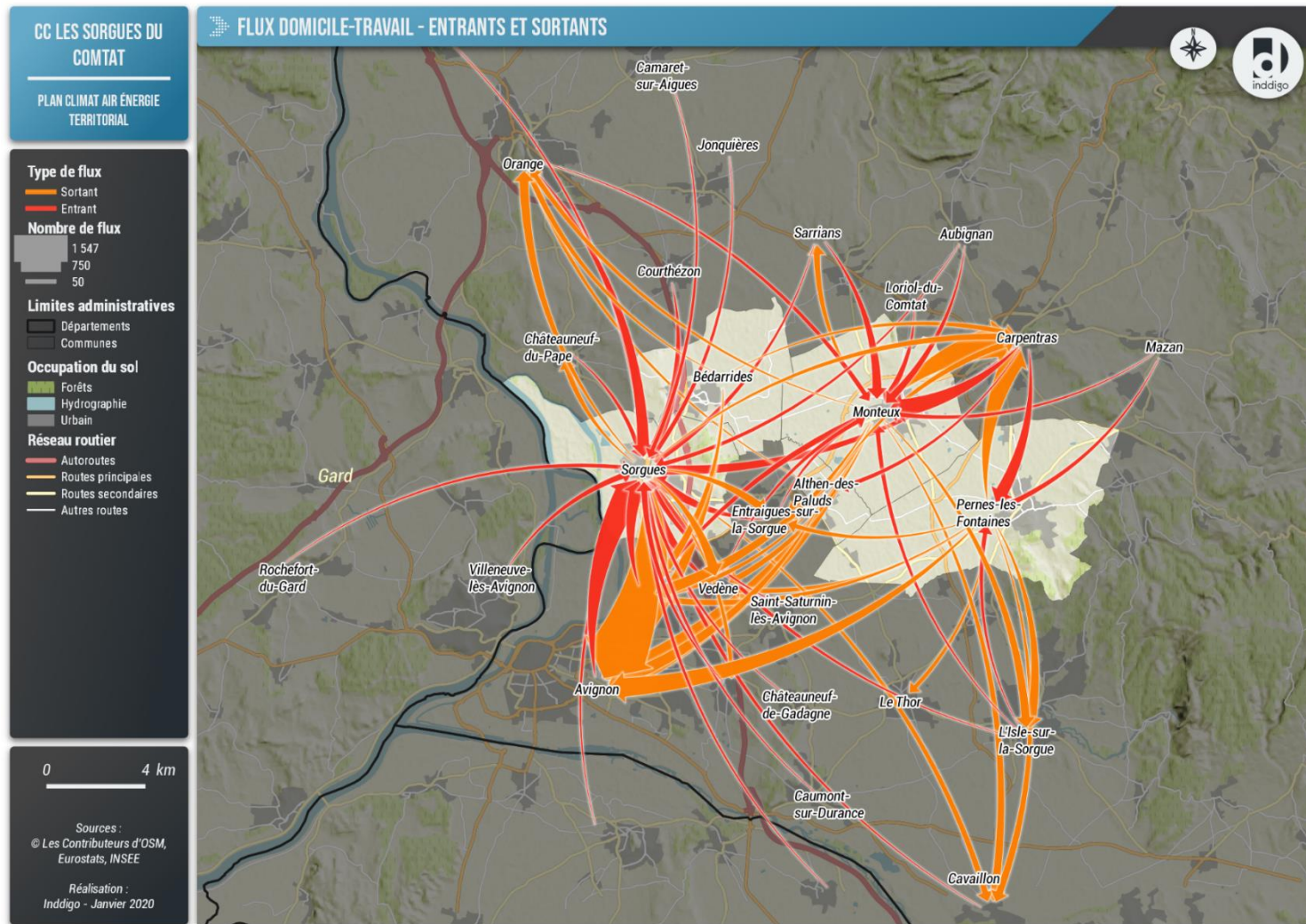


Figure 68 : Flux domicile - travail entrants et sortants à partir du territoire (sources : INDDIGO, INSEE)

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

Répartition modale des déplacements des résidents du territoire

La répartition des parts modales des trajets domicile-travail des résidents (déplacements sortants et internes) est indiquée dans la figure suivante.

La voiture représente 88% de ces déplacements.

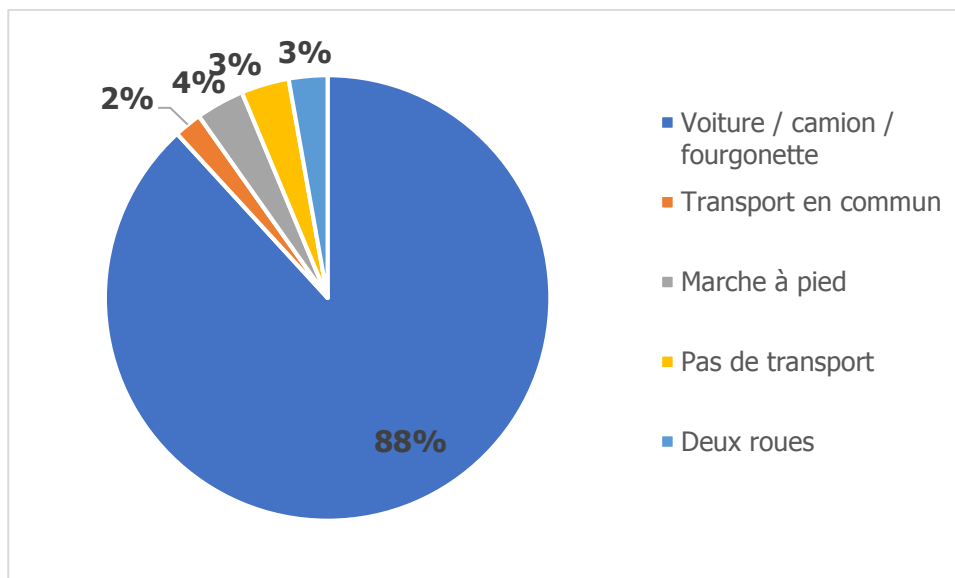


Figure 69 : Parts modales des flux domicile-travail sortants et internes sur le territoire (Source : INSEE)

Répartition modale des déplacements intra-communaux

La répartition des parts modales des trajets domicile-travail intra communaux est indiquée dans la figure suivante.

- La voiture représente 71% de ces déplacements pour des déplacements pourtant inférieurs à quelques kilomètres,
- La marche représente 12% de ces déplacements,
- Le vélo qui est compris dans les deux roues⁶⁴ représente moins de 5% de ces déplacements,
- Les transports en commun représentent 1% de ces déplacements,
- La catégorie « pas de transport » signifie qu'il n'y a pas de déplacements, le travail à domicile représenterait donc 11%.

⁶⁴ Les statistiques de l'INSEE intègrent dans la catégorie « deux roues », les deux roues non motorisées et motorisées.

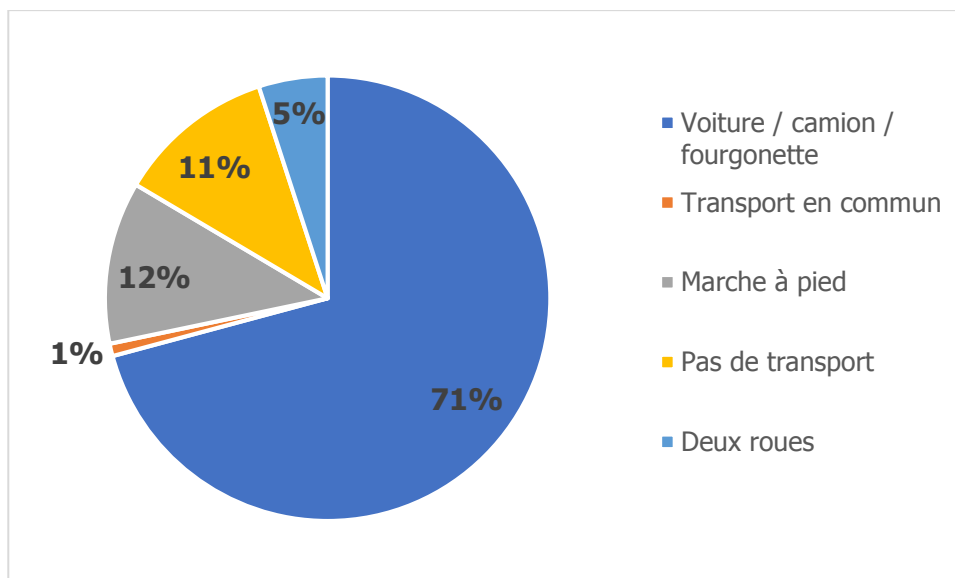


Figure 70 : Parts modales des déplacements domicile – travail intra communaux (source : INSEE)

3.6.2.5 Panorama de l'offre

L'offre de transport et d'équipements liés à la mobilité disponible sur le territoire précisée dans ce chapitre est basée sur les données collectées dans le SCOT du bassin de vie d'Avignon⁶⁵ mis à jour en Novembre 2018 ainsi que sur celles du guide pratique du voyageur TransVaucluse⁶⁶

- **Transport en commun**

Le réseau bus :

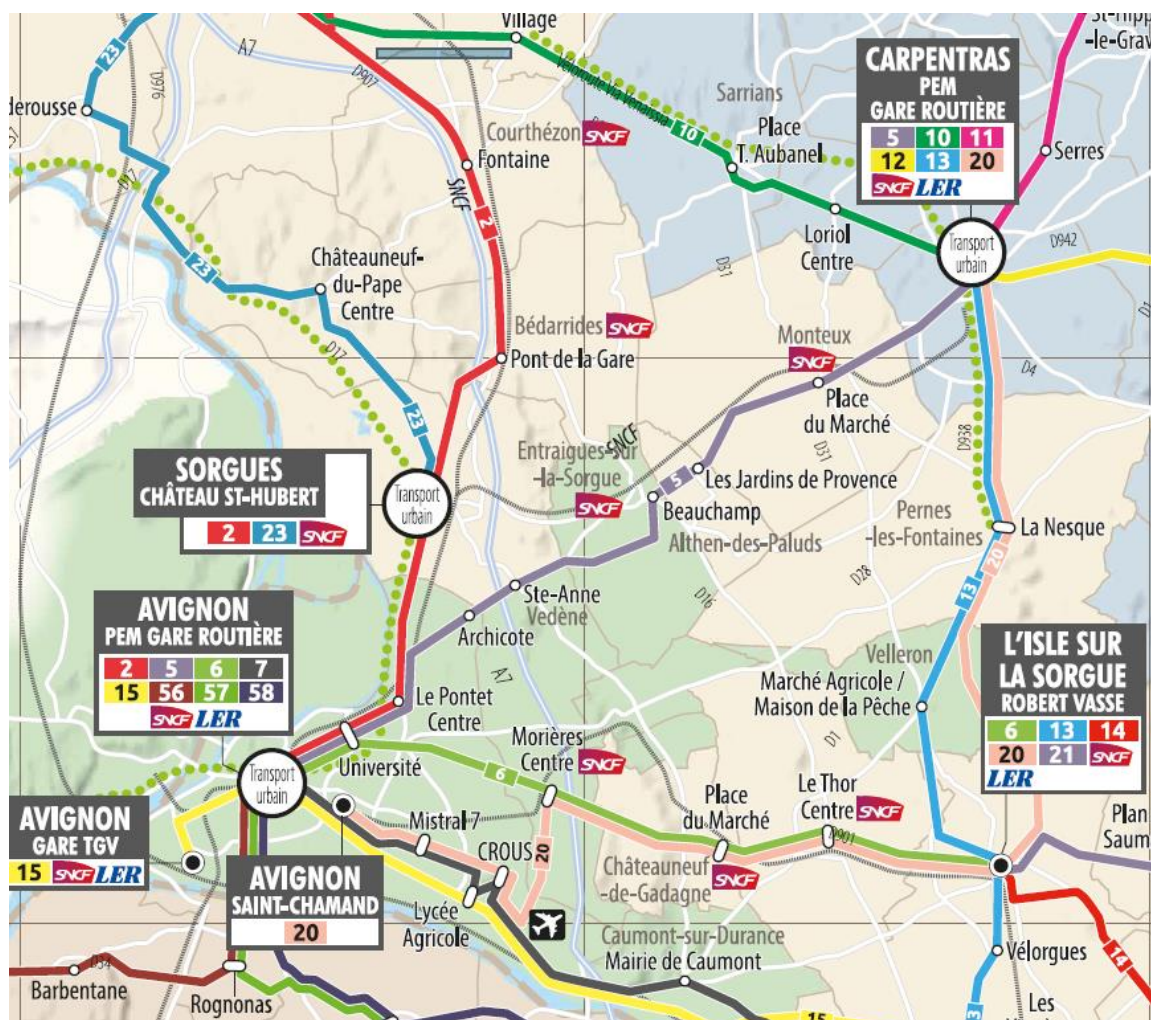


Figure 71 : Carte détaillée du réseau ZOU (source : <https://zou.maregionsud.fr/plans-du-reseau-zou/>)

La ville de **Sorgues** est desservie par deux lignes de bus (ligne 2 et la ligne 23)

⁶⁵ <https://www.sorgues-du-comtat.com/ccsc/presentation/interco-bis/102-scot-du-bassin-de-vie-d-avignon>

⁶⁶ Juillet 2018, Région SUD, « **Guide pratique du voyageur Trans Vaucluse** » https://assets.voyages-arnaud.com/uploads/guides_voyageurs/IJq-M_GuidevoyageurTransVaucluse2018.pdf

La ligne 2 relie Avignon à Orange en passant par Sorgues et Bédarrides. C'est une ligne régulière avec des bus toutes les 15 à 30 minutes aux heures de pointe et toutes les heures le reste de la journée.

Cette ligne permet :

- De relier Sorgues à Bédarrides en moins de 10 minutes,
- De se rendre à Avignon ou Orange en 30 minutes.

La ligne 23 permet de relier la Gare SNCF de Sorgues à Châteauneuf du Pape en ¼ d'heure, ou Orange en 35 minutes. Un bus toutes les 1h30 environ.

Bédarrides est desservi par la ligne 2 (décrite ci-dessus)

Althen-des-Paluds et Monteux sont desservies par la ligne 5 qui permet de rejoindre Carpentras depuis Avignon. Depuis Monteux, cette ligne permet de rejoindre Carpentras en 10 minutes, Althen-des-Paluds en 12 minutes ou encore Avignon en 35 minutes. Un bus toutes les 30 à 40 minutes.

Pernes-les-Fontaines est desservie par deux lignes de bus :

- La ligne 20 qui transite de Avignon à Carpentras par l'Isle sur la Sorgue (4 bus par jour seulement). Cette ligne permet de rejoindre Avignon depuis Pernes-les-Fontaines en 45 minutes environ.
- La ligne 13 qui relie Cavaillon, l'Isle sur la Sorgue et Carpentras en 1 heure environ. Pernes les Fontaines est ainsi à 15 minutes de Carpentras et 35 minutes de Cavaillon (8 bus dans la journée à un pas de temps de 1 à 2h).

En complément, une ligne express régionale (*source : site de l'aéroport de Marseille*) : Ligne de bus n°17 depuis l'aéroport de Marseille jusqu'à Carpentras qui transite par Aix-en-Provence, l'Isle-sur-la-Sorgue et Pernes-les-Fontaines. 4 bus par jour qui permettent de relier Pernes-les-Fontaines à Marseille en 2 heures.

Le transport ferroviaire



Figure 72 : Extrait de la carte du réseau ferré français (source : <https://www.sncf-reseau.com/>)

La gare de Sorgues – Châteauneuf-du-Pape est desservie par une ligne de TER (ligne 10) qui relie Marseille – Avignon – Orange – Valence – Lyon :

- Dans le sens Marseille – Lyon : train qui permet de rejoindre Orange en un peu plus de 20 minutes et Valence en 1h20 (2 trains le matin, 2 le midi et 4 en fin de journée),
- Dans le sens Lyon – Marseille : train qui permet de rejoindre Avignon centre en moins de 10 minutes, puis de reprendre un train pour rejoindre Arles en 20 minutes ou Marseille en 45 minutes (3 trains le matin, 1 le midi et 6 en fin de journée).

La gare de Montoux est desservie par une ligne de TER (ligne 9) qui relie Avignon TGV à Carpentras :

- Dans le sens Avignon TGV Carpentras : train qui permet de rejoindre Carpentras depuis Montoux en 5 minutes (trains réguliers toutes les heures),
- Dans le sens Carpentras – Avignon TGV : train qui permet de rejoindre Avignon centre depuis Montoux en moins de 30 minutes et de rejoindre Avignon TGV en 35 minutes (trains réguliers toutes les heures).

Le territoire est situé à proximité de la gare d'Avignon Centre et de la gare d'Avignon TGV

La gare d'Avignon-Centre permet des liaisons :

- Grandes lignes avec trois aller-retours quotidiens depuis Paris-Gare-de-Lyon et deux continuant vers Miramas.
- Des TER dont des trains Avignon – Lyon via Valence, Avignon – Marseille, Avignon – Miramas via Cavaillon, et Avignon – Montpellier via Nîmes.

- **Mobilités douces**

A noter que les lignes TER accueille les vélos ce qui permet de faciliter et encourager son usage.

Via Venaissia

Cette voie verte, bien jalonnée et sécurisée, dispose d'un revêtement de qualité accessible également aux rollers. Réalisée sur une emprise ferroviaire, elle débute à l'ancienne gare de Jonquières et s'achève à proximité du centre-ville de Carpentras au cœur du Comtat Venaissin, dont la voie verte tire son nom. Le parcours offre de superbes vues sur les vignobles, la rivière Ouvèze et, au loin, sur les falaises des Dentelles de Montmirail et le Mont Ventoux. Cette voie verte constitue un axe de mobilité douce entre villes et villages pour tout public, en lien avec les gares SNCF de Carpentras et d'Orange et représente une alternative sécurisée à la D 950 très circulée. Plusieurs aires de repos ont été créées ainsi que des accès aux villages proches et leurs équipements. Plusieurs circuits et itinéraires vélo en Vaucluse peuvent être empruntés depuis cet itinéraire.⁶⁷

La jonction avec Pernes-les-Fontaines est en projet.

Données extraites du site de la CC Les Sorgues du Comtat.

Pernes-les-Fontaines

Un guide intitulé « Balades à vélo à Pernes les Fontaine » a été édité. Au départ de Pernes, quatre boucles balisées, de 3km (25mn) à 16 km (1h30) sont proposées.

⁶⁷ <https://www.af3v.org/les-voies-vertes/voies/418-veloroute-via-venaissia/>



Figure 73 : Extrait du guide « Balade à vélo à Pernes-les-Fontaines »

Au départ de Pernes, 170 km de berges sont accessibles, en direction de Carpentras, Loriol et Aubignan, jusqu'à Violès et Travaillan, ou en direction de l'Isle sur la Sorgue, Fontaine-de-Vaucluse, Cavillon et Mérindol, pour des balades au fil de l'eau, l'une des deux rives étant au moins toujours accessible.

Monteux

Un parcours relie la plaine des sports Raymond Chabran au Lac de Monteux. Il s'étend sur une distance de 4,2 km et peut être complété par le tour du lac (1,6 km).

Sorgues

Il existe un circuit vers l'île de l'Oiselay

La carte suivante indique les itinéraires de « La Provence à vélo » :

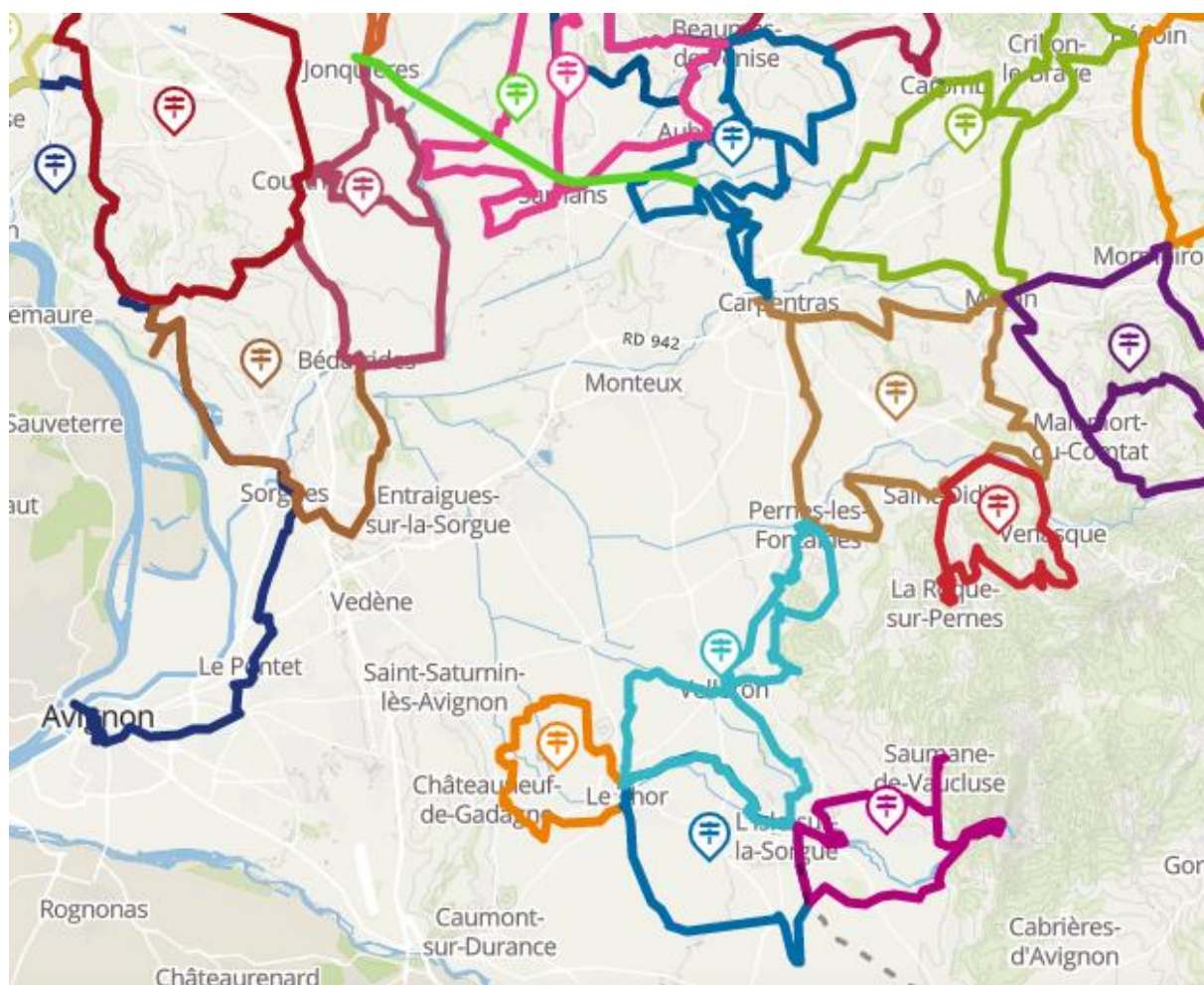


Figure 74 : Itinéraires vélo extraits du site "La Provence à vélo"

Les itinéraires cyclables balisés :

Depuis Sorgues :

- Circuit DU VIGNOBLE DE CHÂTEAUNEUF-DU-PAPE À LA PLAINE DE L'OUVÈZE qui traverse les communes de Sorgues, Bédarrides, Courthézon, Châteauneuf-du-pape (boucle de 28.5 km),
- La ViaRhôna permet de rejoindre Avignon.

Depuis Bédarrides :

- Circuit DU VIGNOBLE DE CHÂTEAUNEUF-DU-PAPE À LA PLAINE DE L'OUVÈZE qui traverse les communes de Sorgues, Bédarrides, Courthézon, Châteauneuf-du-pape (boucle de 28.5 km)
- Circuit PROMENADE SUR LES RIVES DE L'OUVÈZE qui permet de joindre Bédarrides à Courthézon par une petite route paisible sur les bords de l'Ouvèze (25 km)

Depuis Pernes-les-Fontaines :

- Circuit AU FIL DU COMTAT Communes traversées : Carpentras, Mazan, Malemort-du-comtat, Venasque, Saint-Didier, Pernes-les-Fontaines (33.5 km)
- Circuit DU VENTOUX À L'ISLE SUR SORGUE Communes traversées : Velleron, Pernes-les-Fontaines, L'Isle-sur-la-Sorgue, Le Thor (35 km)

- ***Le covoiturage***

Aucun parking de covoiturage n'est recensé sur le secteur.

Le département du Vaucluse a mis en place un schéma départemental de développement du covoiturage adopté le 28 avril 2017⁶⁸. 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 envisagées (à signaler et à mettre en œuvre) :

⁶⁸ Juin 2018, Département de Vaucluse, « Schéma départemental de développement du co-voiturage en Vaucluse », 14 p.

http://www.vaucluse.fr/fileadmin/Documents_PDF/Actualites/Actus_2018/Schema_covoiturage.pdf

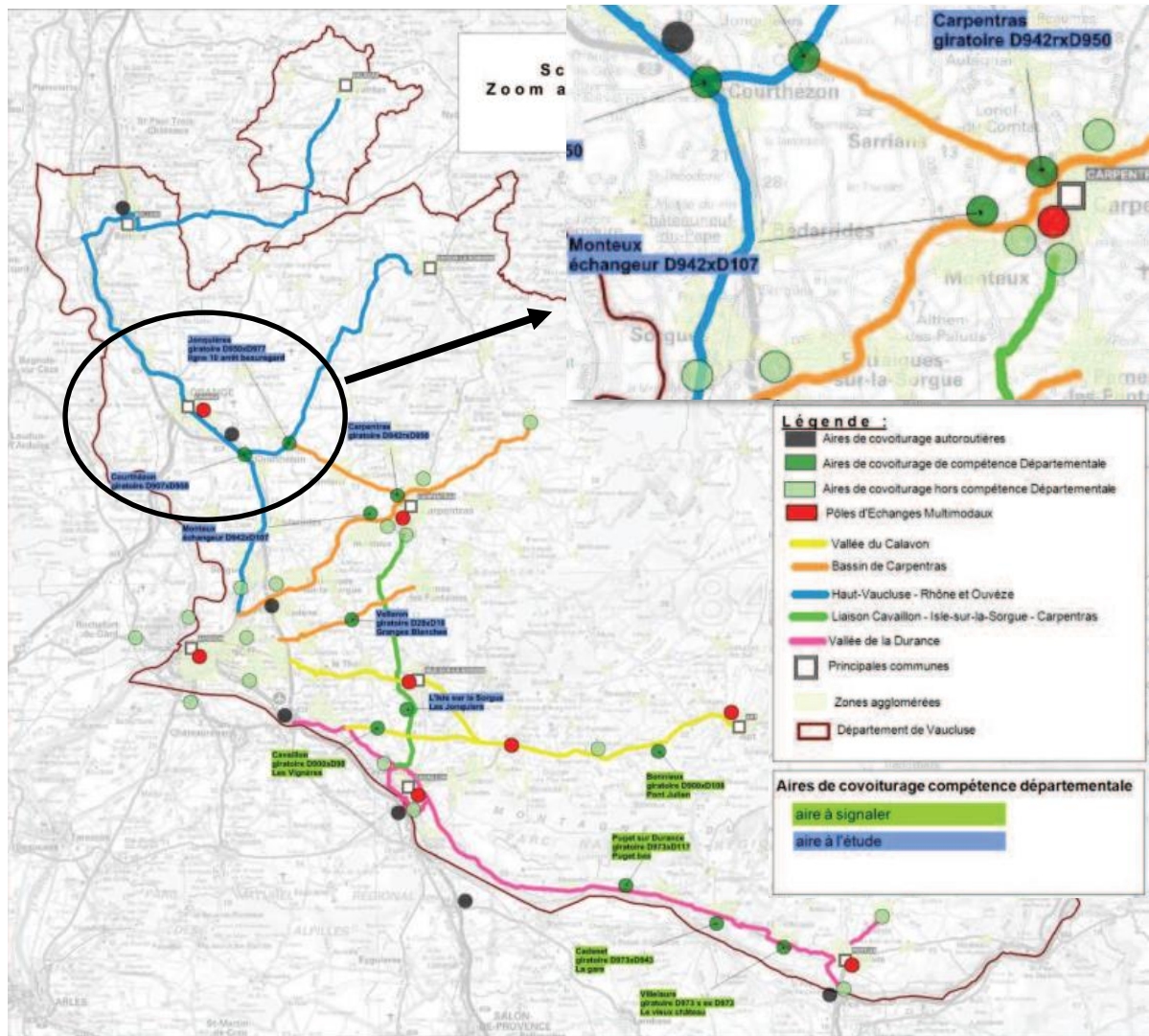


Figure 75 : Aires de covoitages sous compétence départementale à signaler et à mettre en œuvre (source : Schéma départemental de développement du covoiturage – CD84)

Trois aires sont ainsi recensées sur le territoire une de compétence départementale et deux hors compétence départementale.

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

Trois Infrastructures de Recharge des Véhicule Electriques (IRVE) sont recensées sur le territoire par le site chargemap.com (<https://fr.chargemap.com/map>) : à Sorgues, Monteux et Pernes-les-Fontaines.

Le détail des caractéristiques techniques (puissance, nombre de points de recharge, ...) et d'accessibilité (coût, horaires, ...) est disponible sur ce site.

La carte ci-dessous indique les IRVE du territoire.



Figure 76 : Infrastructures de Recharges des Véhicules Electriques sur le territoire (source : <https://fr.chargemap.com/map>)

On en retrouve 14 en bordure du territoire au Pontet, à Vedène et à Carpentras.

3.6.2.6 **Actions de la collectivité**

Parc de véhicules

Un état des lieux du parc de véhicules a été réalisé lors de l'intégration des deux nouvelles communes en 2017 puisque lors du transfert, une partie de la flotte a été récupérée par la CCSC. Sur l'ensemble des véhicules de la collecte et de la propreté urbaine, un renouvellement est nécessaire en raison de leur état et de leur ancienneté. Un plan d'acquisition à court, moyen et long termes doit être réalisé pour doter la CCSC de véhicules moins polluants.

Collecte des déchets

En 2019, la CCSC a fait l'acquisition de trois gloutons électriques pour la propreté urbaine de Montoux, Pernes-les-Fontaines et Sorgues.

La CCSC développe sur tous les véhicules de collecte le système de géolocalisation (13 BOM) dans le but d'optimiser les circuits et assurer une meilleure rentabilité de la collecte. L'objectif recherché est de pouvoir fournir aux usagers de façon simple les informations principales concernant le service public de gestion des déchets ménagers avec une géolocalisation possible des résultats par adresse. L'outil à mettre en place doit permettre :

- La visualisation, sur un fond cartographique et dans des délais très courts de téléchargement, des emplacements des points de collecte situés à proximité de l'adresse sélectionnée,
- L'obtention d'une fiche récapitulative et personnalisée de l'ensemble des solutions de collecte des déchets mises en place sur le secteur interrogé : conteneurs enterrés, bacs de regroupement, colonnes pour le verre et les emballages recyclables, benne à déchets verts, collecte des encombrants, avec les jours de collecte et la localisation des déchetteries
- La valorisation des investissements dédiés à la mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG), en élargissant et généralisant l'accès à cette information géographique au grand public.

Avec une meilleure efficacité des circuits de collecte, l'objectif est de diminuer les consommations de carburants et émission de CO₂ (optimisation énergétique).

3.6.3 TERTIAIRE

3.6.3.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Poids du secteur

Le secteur tertiaire représente :

- 8 % des consommations totales d'énergie du territoire avec 97 GWh,
- 4 % des émissions totales de GES avec 11 kteqCO₂.

Sorgues est le principal pôle d'activité tertiaire qui représente 52 GWh soit plus de la moitié de la consommation du secteur.

Evolution 2007/2017

La consommation du secteur tertiaire a connu un pic en 2010 avec 123 GWh soit 7% de plus qu'en 2007 (voir figure suivante). Elle a ensuite diminué entre 2010 et 2014 (-31%) puis est repartie à la hausse (+14%) entre 2014 et 2017.

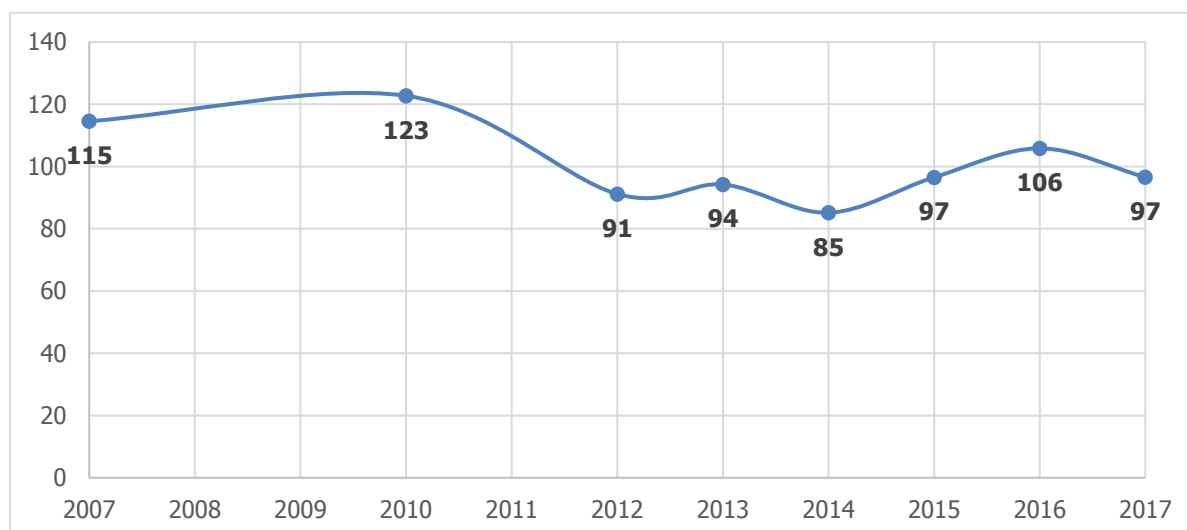


Figure 77 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur tertiaire en GWh entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

Vecteurs énergétiques utilisés

Trois énergies principales sont utilisées dans le secteur tertiaire (voir figure suivante) :

- L'électricité représente 63 % des consommations énergétiques du secteur,
- Le gaz représente 26 %,
- Les produits pétroliers représentent 12 %.

Emissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire sont caractérisées par les éléments suivants (voir figure suivante) :

- Le gaz émet 44 % des GES du secteur,
- L'électricité émet 29 % des GES du secteur,
- Les produits pétroliers émettent 12 % des GES du secteur,
- Les énergies renouvelables émettent très peu de GES pour ce secteur,
- Les émissions de GES non énergétiques sont négligeables.

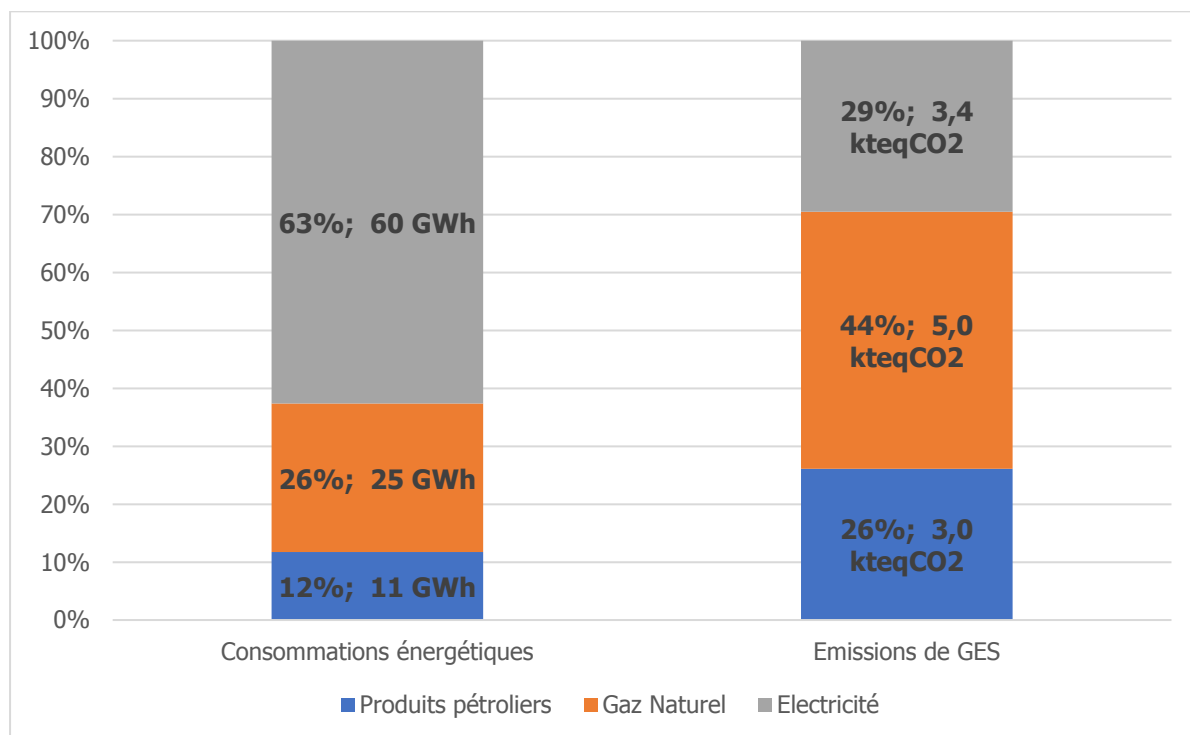


Figure 78 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur tertiaire par type d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

3.6.3.2 **Activités tertiaires**

Les activités tertiaires, issues du fichier INSEE CLAP⁶⁹ 2015, sont classées en deux catégories :

- **Le tertiaire « privé »** comprenant les commerces, les transports et les services. Il représente 82% des établissements tertiaires soit un peu plus de 3 000. Il emploie 5 900 salariés soit 64% des emplois du secteur.
- **Le tertiaire « public »** comprenant les administrations publiques, l'enseignement, la santé et l'action sociale. Avec 18% des établissements tertiaires soit environ 670, il emploie environ 3 300 personnes (36% des emplois du secteur tertiaire).

⁶⁹ Connaissance Locale de l'Appareil Productif

<https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1162>

Le commerce est la principale activité sur le territoire avec près de 2 500 salariés. Les autres activités sont le transport et entreposage (1 300 salariés), l'enseignement (1 200 salariés) et les administrations publiques (1 000 salariés).

Répartition du nombre de salariés et du nombre d'établissements activités en fonction des activités du secteur tertiaire (figure suivante) :

- Sorgues est le principal pôle tertiaire avec 1 400 établissements (37% du territoire) pour près de 5 000 salariés (54% du territoire),
- Les pôles secondaires sont Pernes-les-Fontaines et Monteux.

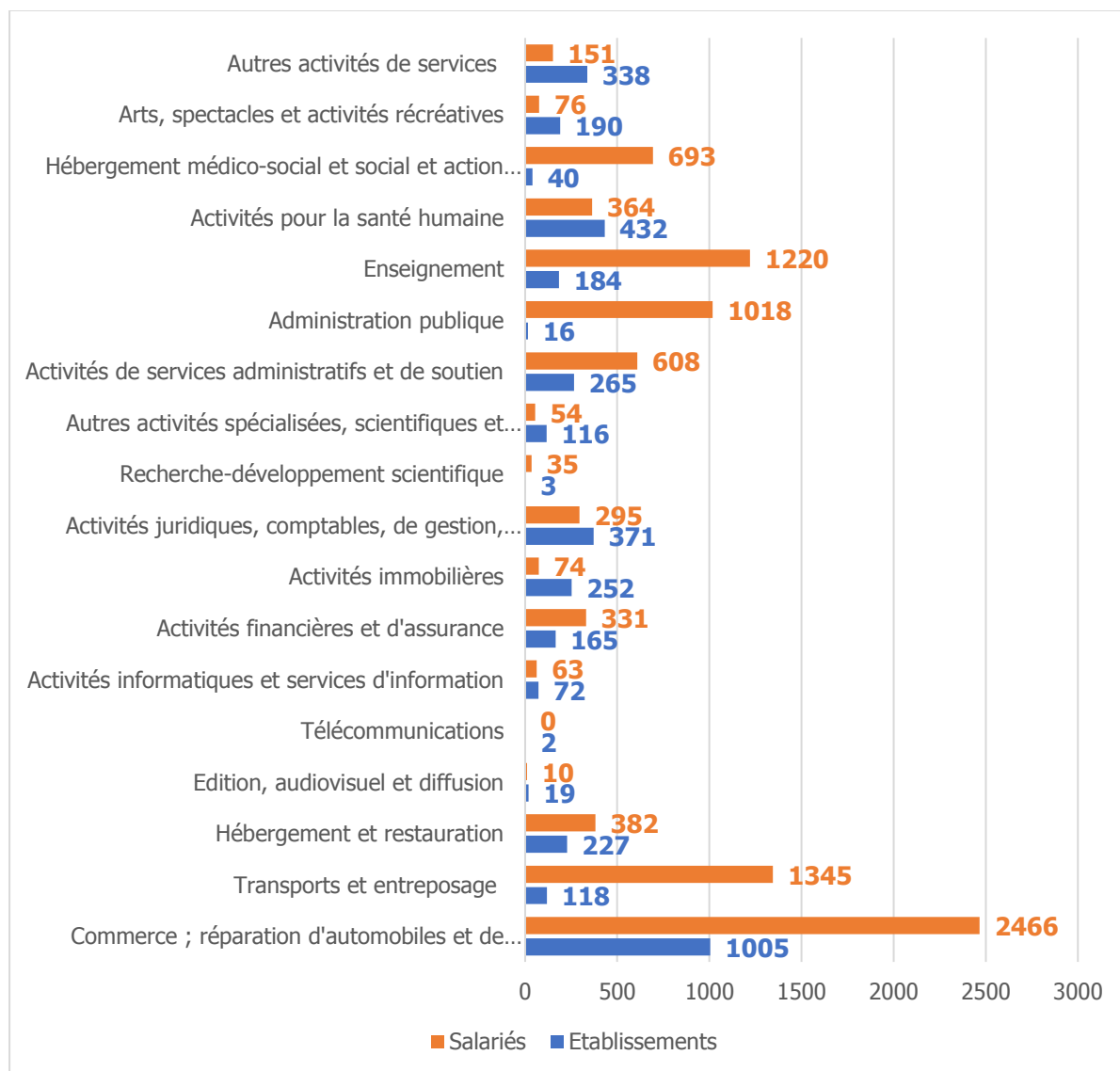


Figure 79 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités tertiaires du territoire (source : INSEE)

Les principaux établissements du territoire (possédant plus de 100 salariés) sont aux nombres de 11.

Etablissements publics :

- Bédarrides : 100 à 200 salariés
- Pernes-les-Fontaines : 200 à 250 salariés
- Monteux : 200 à 500 salariés
- Sorgues : 250 à 500 salariés
- Communauté de Communes Les Sorgues du Comtat : 295 agents
- Centre Gériatrique Intercommunal de l'Ouvèze (CGIO) à Sorgues : 100 à 200 salariés

Etablissements privés :

- Société de transports Malherbe Sud à Monteux : 142 salariés
- STEF Transport Avignon à Sorgues : 100 à 200 salariés
- Clinique Fontvert à Sorgues : 100 à 200 salariés
- Centrale d'achat Biocoop à Sorgues : 100 à 200 salariés
- Vendeur de pièces détachées pour engins roulants Haladjian frères (filiale d'Haleco) : 170 salariés

3.6.3.3 Grands projets

La Cellule Economique Régionale de la Construction de la Région SUD 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 BTP⁷⁰.

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€.

Cette étude ne recense pas de projets bâtiments d'un montant supérieur à 5 millions d'€.

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

⁷⁰<http://www.cerc-paca.fr/>

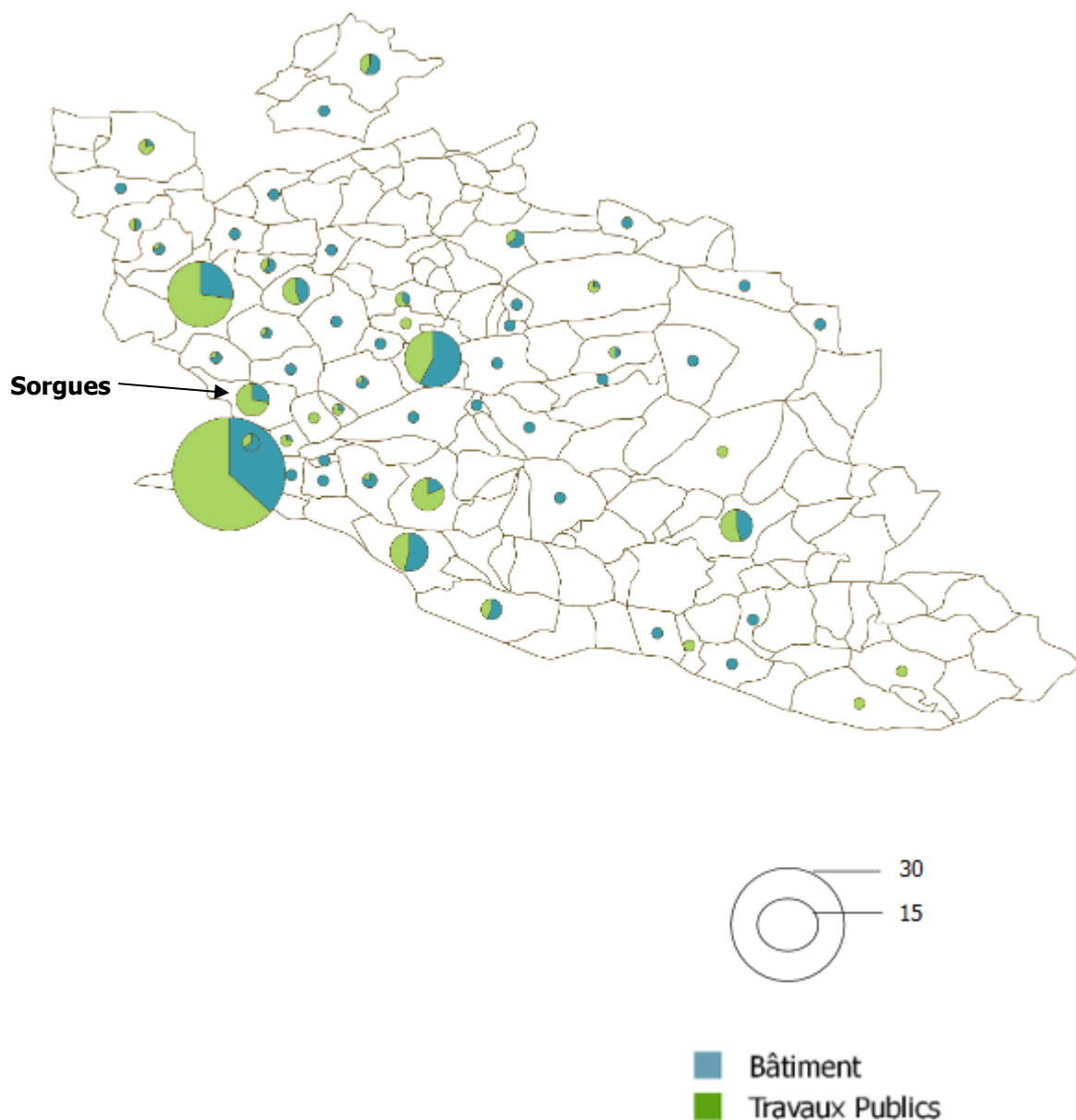


Figure 80 : Projets BTP en cours sur 2018/2019 et portés par des collectivités territoriales sur le département du Vaucluse (source : CERC Provence-Alpes-Côte d'Azur)

3.6.3.4 **Action de la collectivité**

Numérique

Depuis 2018, les actes administratifs tels que les décisions, arrêtés et délibérations sont dématérialisés. Les délibérations du conseil communautaire sont consultables sur le site internet.

Début 2019, la Communauté de Communes a proposé aux élus communautaires la dématérialisation des convocations et documents de travail pour les Conseils Communautaires. Pour les élus non équipés, des tablettes numériques sont fournies afin de consulter ces documents préparatoires.

La dématérialisation du Conseil Communautaire a permis une économie annuelle d'environ 16000 impressions A4, l'équivalent de 2 arbres.

Dans une démarche facilitatrice de gestion de parc, le service informatique déploie exclusivement des clients légers (au détriment de PC) : terminal dépendant d'un serveur pour toutes utilisations (bureautiques, messagerie, ...). L'intérêt écologique et environnemental du client léger est triple : la consommation électrique est 20x moins importante, ce matériel possède une durée de vie 2x plus longue et son recyclage est moins coûteux.

Eclairage public

La CCSC a entamé, depuis 2018, une rénovation de l'ensemble de son parc éclairage public (EP) avec le remplacement des éclairages type « boule » dans les lotissements où la voirie a été rétrocedée par des éclairages économe en énergie. Une étude et analyse du parc est en cours de réalisation :

- Phase 1 : audit des factures ENEDIS EP
- Phase 2 : audit des installations EP
- Phase 3 : propositions de scénarios d'usages
- Phase 4 : proposition de stratégie liée à l'EP et à la smartcity

Enfin, sur l'ensemble du parc EP, la CCSC a diminué l'intensité de l'éclairage pour respecter la vie nocturne des espèces.

Economie d'énergie

Concernant l'éclairage intérieur du siège administratif de la CCSC, un diagnostic de performance énergétique a été réalisé : remplacement de l'ensemble des éclairages NEON en LED avec une économie financière de 2400 € / an pour un investissement de 10 000 euros.

Dans le cadre d'un travail partenarial avec l'ALTE⁷¹, plusieurs réunions de sensibilisation auprès des élus et dirigeants des communes ont été menées sur les économies d'énergie du patrimoine public. Monteux adhère depuis 2018 au dispositif de conseil en énergie partagé (CEP) :

- Bilan énergétique et propositions d'amélioration (bâtiments, véhicules), préconisations pour économiser avec ou sans travaux (hiérarchisation),
- Suivi énergétique sur 3 ans : accompagnement et conseils (suivi des investissements) et bilans annuels des dépenses énergétiques.

3.6.4 INDUSTRIE

3.6.4.1 Consommations énergétiques et émissions de GES

Poids du secteur

Le secteur industriel représente :

- 27 % des consommations totales d'énergie du territoire avec 342 GWh,
- 22 % des émissions totales de GES avec 60 kteqCO₂.

Il est important de noter que les consommations reconstituées (voir 3.2.2) représentent 127 GWh soit 37% des consommations du secteur.

⁷¹ Agence Locale de la Transition Energetique

Deux communes représentent 96% de la consommation énergétique du secteur : Monteux (39%) et Sorgues (57%).

Le fabricant de produits explosifs EURENCO situé à Sorgues est enregistré au registre des émissions polluantes concernant ses rejets de protoxyde d'azote (N₂O) et de dioxyde de carbone (CO₂). Les rejets de CO₂ de l'usine en 2017 s'élevaient à 14 kteqCO₂ soit près d'un quart des émissions de gaz à effet de serre du secteur.

Evolution 2010/2017 (voir figure suivante)

- Les consommations énergétiques du secteur industriel diminuent entre 2007 et 2013 (-15%),
- Elles sont depuis relativement stables oscillant de +/- 5% par rapport au niveau 2017,
- Les émissions de GES diminuent entre 2007 et 2013 (-24%) où elles ont atteint leur minimum.
- Elles ont réaugmenté de 23% entre 2013 et 2014 puis sont reparties à la baisse avec une diminution de 14% enregistrée entre 2014 et 2017.

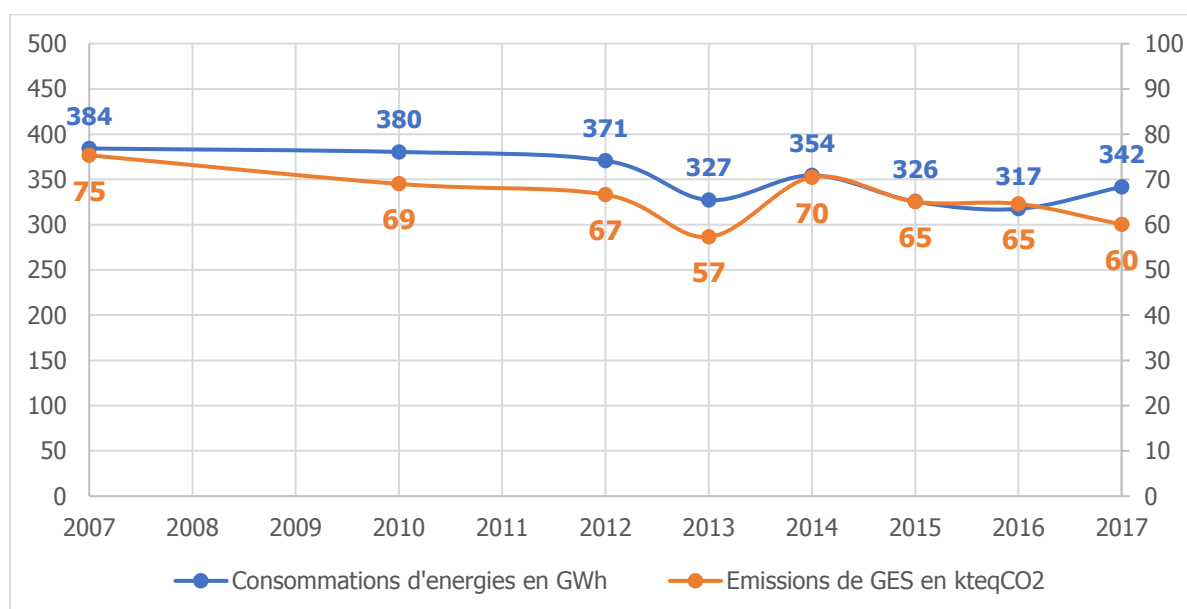


Figure 81 : Evolution des consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur industriel entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

Vecteurs énergétiques utilisés

Les vecteurs énergétiques utilisés dans le secteur industriel (voir figure suivante) sont les suivants :

- L'électricité représente 43% du total des consommations énergétiques du secteur,
- Le gaz représente 30% du total,
- Les produits pétroliers représentent 15 % du total,
- Le bois représente 12% du total.

Emissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel sont caractérisées par les éléments suivants (voir figure suivante) :

- Le bois émet 24 % des émissions totale du secteur (selon la méthode utilisée par CIGALE voir 3.7.1.1.),
- Le gaz émet 23 % du total,
- Les produits pétroliers émettent 21 % du total,
- Les émissions non énergétiques représentent 21 % du total.

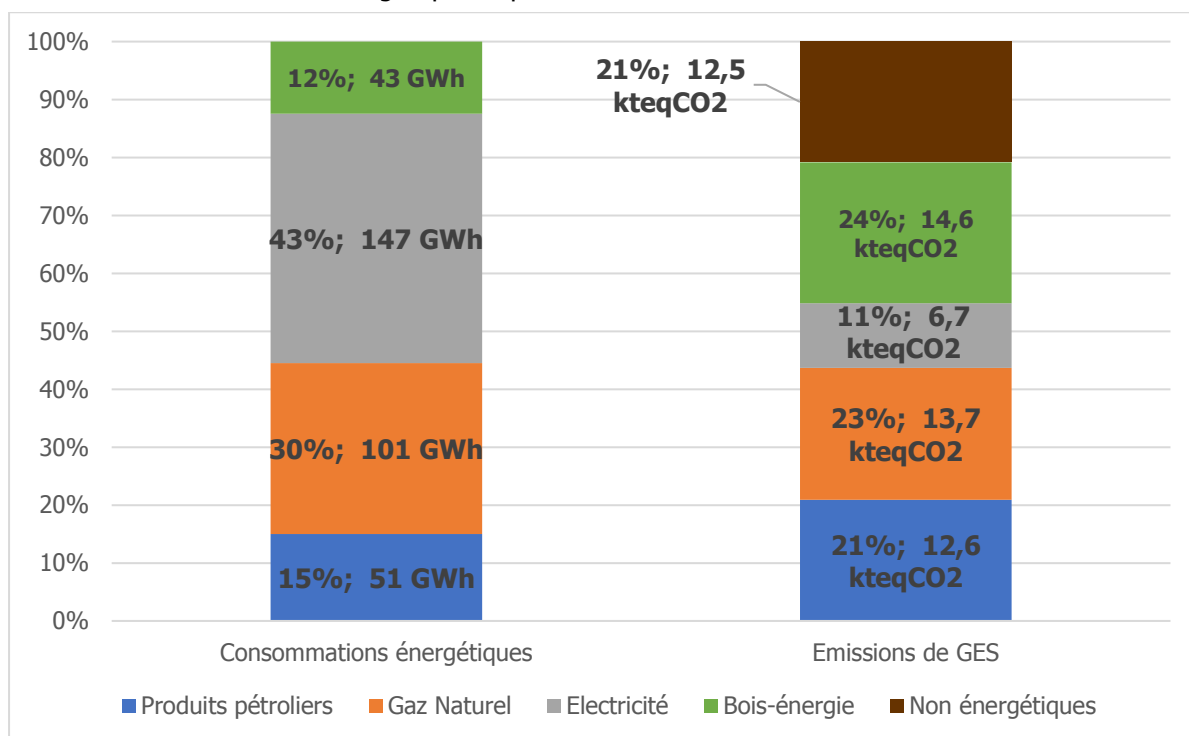


Figure 82 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur industriel par type d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

3.6.4.2 Activités industrielles

Les données étudiées sont issues du fichier INSEE CLAP⁷² 2015.

Le secteur industriel comptabilise 360 établissements pour 2 600 salariés. La figure suivante indique en nombre d'emplois et d'établissements les activités présentes sur le territoire.

Sorgues et Monteux concentrent une grande partie de l'activité industrielle avec respectivement 49% et 41% des salariés du secteur.

Le secteur de la construction, recensé à part, compte 835 établissements et 1 700 salariés dont plus de 70% à Sorgues.

⁷² Connaissance Locale de l'Appareil Productif

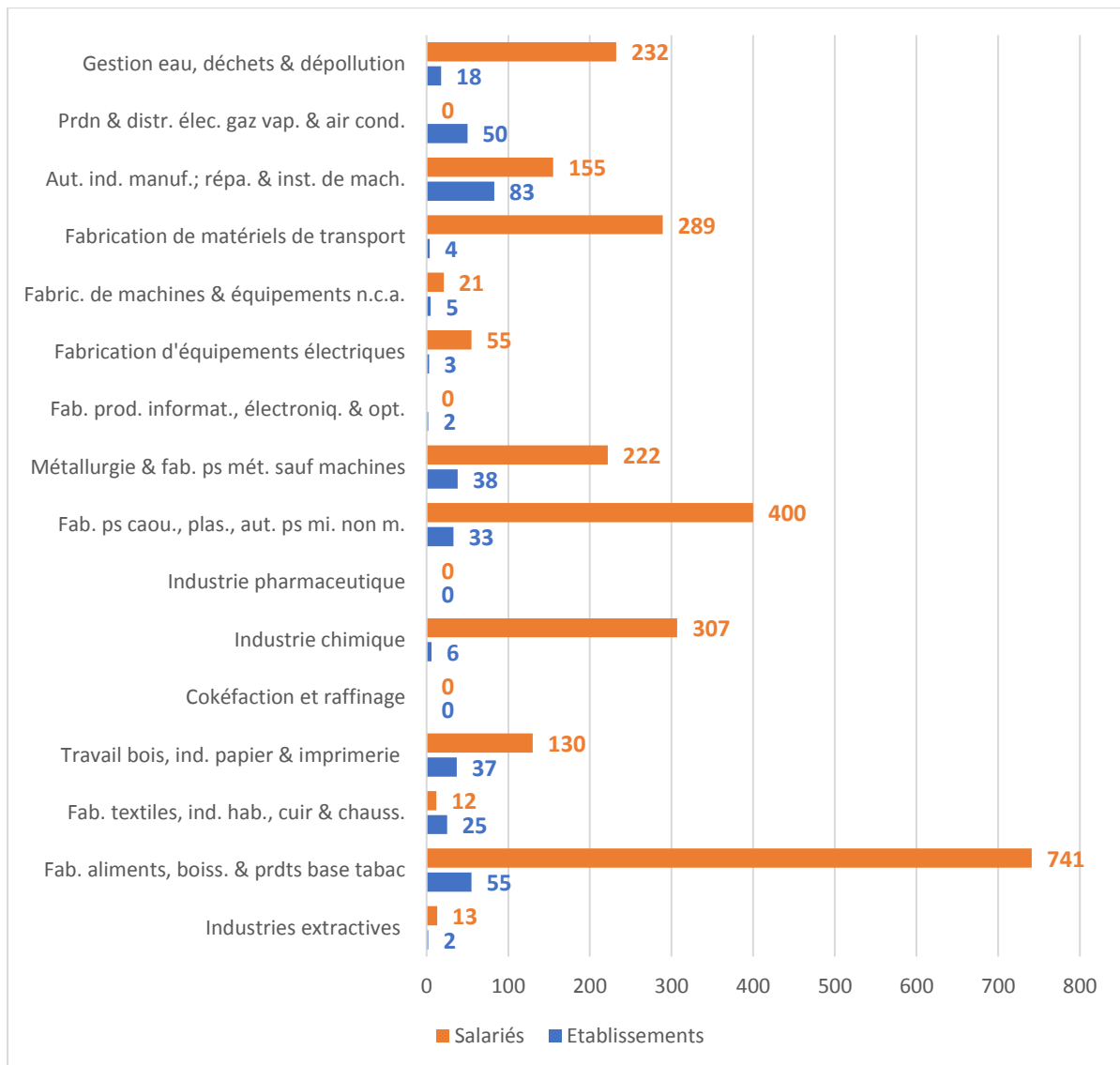


Figure 83 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités industrielles du territoire (source : INSEE CLAP 2015)

Sur le territoire, on compte huit industrie importante (+ de 100 salariés) :

- Entreprise de transformation et conservation de fruits Charles Faraud à Monteux : 100 à 200 salariés
- Fabricant de condiments et assaisonnements McCormick France (filiale de DUCROS) à Monteux : 100 à 200 salariés
- Fabricant de sauce et condiments GYMA à Sorgues : 100 à 200 salariés
- Fabricant de pièces en caoutchouc WATTS Industries à Sorgues : 100 à 200 salariés
- Entreprise de BTP COLAS Midi Méditerranée à Sorgues : 100 à 200 salariés
- Equipementier automobile Akwell (anciennement MGI Coutier) à Monteux : 200 à 500 salariés
- Fabricant de produits explosifs Eurengo à Sorgues : 200 à 500 salariés
- Entreprise de terrassement Spie Batignolles Valérian à Sorgues : Plus de 500 salariés (la plus importantes du Vaucluse).

3.6.5 DECHETS

3.6.5.1 *Consommations énergétiques et émissions de GES*

Le territoire ne possède pas d'installations de traitement des déchets excepté deux déchetteries à Pernes-les-Fontaines et Sorgues. Les déchets sont acheminés au Sidomra⁷³ de Vedène.

Les émissions de GES sont comptabilisées sur leur lieu d'émission (approche cadastrale). Les ordures ménagères étant traitées en dehors du territoire, les émissions de gaz à effet de serre liées à leur traitement sont comptabilisées à Vedène.

Les consommations d'énergie liées au transport des déchets sont comptabilisées dans le secteur du transport des marchandises et ne représente qu'une faible partie.

Le rapport d'activité 2018 transmis par la collectivité⁷⁴ a permis d'évaluer approximativement les émissions de GES liées la production de déchets ménagers par le territoire. Des ratios issus de l'expertise Inddigo ont été utilisés. Ainsi les émissions sont estimées à 3,5 kteqCO₂ soit 1% des émissions de gaz à effet de serre du territoire. La majorité de ces émissions proviennent de l'incinération des déchets qui est le principal poste loin devant la collecte et le transport.

3.6.5.2 *Actions locales*

Mise en place du tri sélectif sur tout le territoire

Trois types de collecte sont organisées : les sacs jaunes, un paquet 25 sacs de 100 litres est distribué gratuitement deux par an à chaque foyer, les bacs individuels dans les zones pavillonnaires et enfin les bacs semi enterrés dans les nouveaux quartiers. En 2019, en moyenne 35 kg de déchets d'emballages par habitant ont été collectés.

Mise à disposition de composteurs pour les particuliers

Le Sidomra met régulièrement à la disposition des habitants des 5 communes deux types de composteurs (bois traité autoclave de 600 litres à 30€ ou plastique recyclé de 445 litres à 24€).

Recyclage du mobilier

Des bennes « Eco-mobilier » sont installées aux deux déchetteries pour la collecte des meubles. En effet, le recyclage et la valorisation énergétique des meubles et matelas usagés est une solution concrète pour préserver les ressources naturelles de notre planète. Ce n'est pas négligeable puisqu'on estime à 1,2 million de tonnes la quantité de meubles usagés dont nous nous séparons chaque année en France.

Plateforme Recup'Agrie

⁷³ <https://sidomra.fr/index.php/le-sidomra>

⁷⁴ 2018, CC Les Sorgues du Comtat, « Traitement des déchets, Rapport annuel 2018 sur le prix et la qualité du service public », 24 p.

RécuPAGRIE⁷⁵ est une plateforme de recyclage principalement de déchets plastiques agricoles qui fonctionne sous la forme associative, dirigée uniquement par des agriculteurs.

L'objectif est de permettre aux agriculteurs du territoire de déposer leurs déchets agricoles (sacs d'engrais, goutte-à-goutte, bâches pour serres, petites chenillettes, sac pour paillage blancs ou de couleurs...) sur le site de récupération. Ces déchets sont ensuite récupérés et compactés par la Société COVED (Site de Monteux) qui les achemine dans les usines de recyclage de la société ADIVALOR⁷⁶ (Agriculteurs, Distributeurs, Industriels pour la valorisation des déchets agricoles) en charge au niveau national de cette filière.

La CCSC a porté le projet de construction de cette plateforme à Pernes-les-Fontaines qui jouxte la déchetterie intercommunale.

Le projet d'accompagnement des territoires pour une meilleure prévention et gestion des déchets verts

Les Sorgues du Comtat ont été retenues dans le cadre d'un accompagnement financé par l'ADEME pour une meilleure prévention et gestion des déchets verts :

- Réduire les déchets verts produits par les territoires (déchets communaux, des particuliers et déchets d'entreprises)
- Améliorer la qualité de l'air en évitant les brûlages
- Trouver des alternatives au brûlage

Ce projet s'inscrit ainsi dans les politiques publiques des Territoires Zéro Déchets Zéro Gaspillage (TZDZG), ainsi que dans les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) et les Plans Climat Air Energie Territoriaux (PCAET) sur le volet Air.

L'état des lieux est en cours de réalisation et sera présenté en septembre 2020.

Mise en place du système CLIINK

Cliink⁷⁷ est une solution innovante constituée de boîtiers connectés et interactifs installés sur des colonnes à verre. L'objectif est d'encourager les citoyens à trier davantage le verre en les récompensant. Il agit pour le commerce local et favorise l'économie circulaire.

Ce projet se réalise en partenariat avec le SIDOMRA. Le territoire va être équipé courant 2019 et 2020.

3.6.6 AGRICULTURE

3.6.6.1 Consommations énergétiques et émissions de GES

Poids du secteur

Le secteur agricole représente :

- 3 % de la consommation d'énergie du territoire avec 34 GWh,
- 5 % des émissions de GES du territoire avec 14 kteqCO₂.

⁷⁵ <https://www.recupagriecomtat.fr/>

⁷⁶ <https://www.adivalor.fr/>

⁷⁷ <https://www.cliink.com/>

Evolution 2007/2017 (voir figure suivante)

Les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole sont relativement stables oscillant entre 28 et 36 GWh.

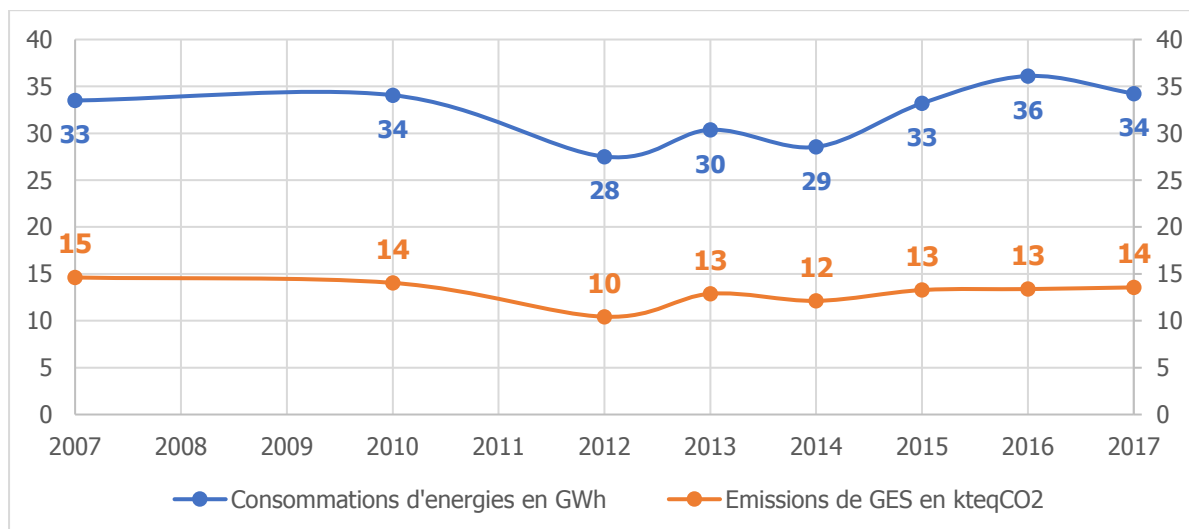


Figure 84 : Evolution des consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur agricole entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

Vecteurs énergétiques utilisés

Les vecteurs énergétiques utilisés dans le secteur agricole (voir figure suivante) sont les suivants :

- Les produits pétroliers représentent 46 % du total des consommations d'énergie du secteur,
- Le gaz naturel représente 29 % du total,
- L'électricité représente 22 % du total,
- Les énergies renouvelables (principalement les agro-carburants) représentent 3 % du total.

Emissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole sont caractérisées par les éléments suivants (voir figure suivante) :

- 48% des émissions de GES sont d'origine non-énergétiques. Elles proviennent principalement des déjections animales et de la fertilisation des cultures,
- 35 % résultent de la consommation des produits pétroliers,
- 15 % résultent de la consommation de gaz naturel.

La présence de cheptel étant très marginale, la majeure partie des émissions de GES sont donc liées aux consommations d'énergie fossiles et à l'utilisation d'engrais azotés (émissions de protoxyde d'azote, N₂O).

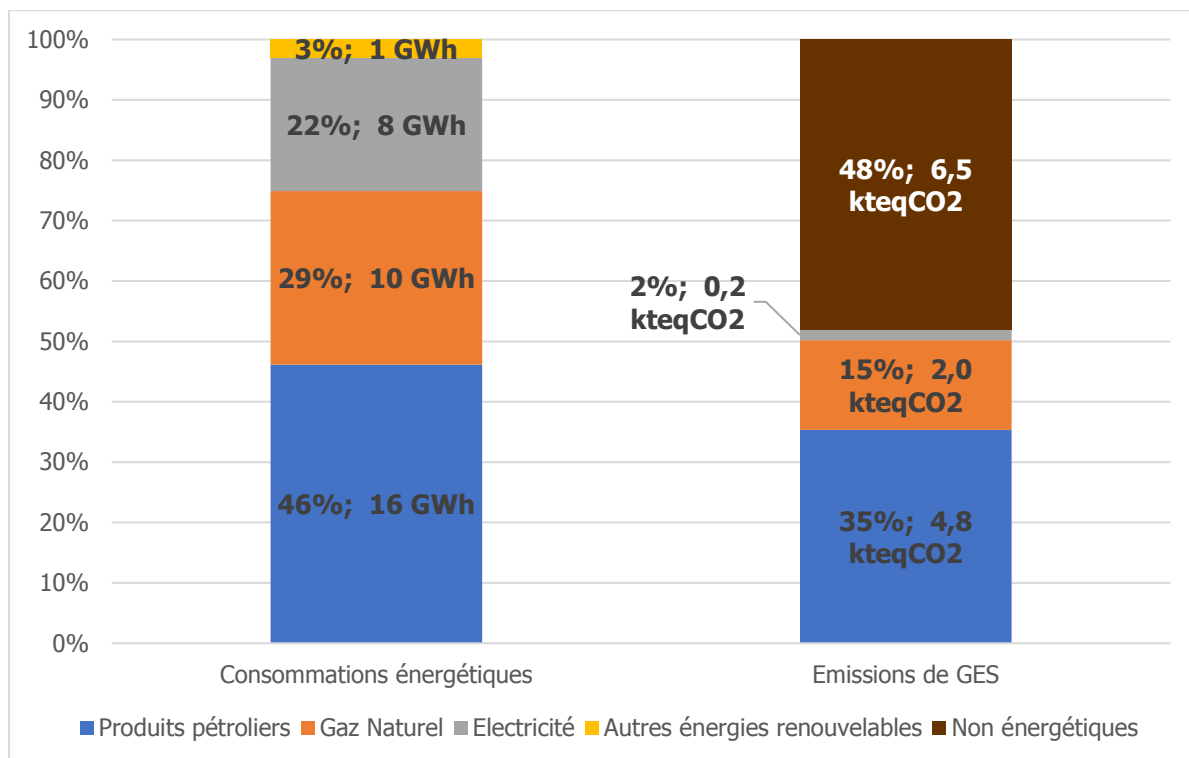


Figure 85 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur agricole par type d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE)

La dépendance de l'agriculture aux produits pétroliers, notamment pour les exploitations maraichères et viticoles les rend vulnérables à l'augmentation du coût des carburants. Celle-ci est plus importante si on intègre les intrants de synthèse, souvent dérivés du pétrole (voir figure suivante).

	Charges totales en énergie moyenne par exploitation		Part de chaque énergie dans la charge totale énergie entre 2012 et 2015			
	2015	Evolution 2015 / 2012	Carburant	Electricité	Gaz naturel	Combustibles
			%			
Grandes cultures	12 710	-15,2	80	17	0	3
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
Polyculture - polyélevage	15 266	-17	76	20	0	4
Ensemble des exploitations	12 971	-9,1	65	23	3	9

Tableau 12 : Évolution des charges totales en énergie par exploitation par OTEX
Source : Microdonnées 2015, RICA

Figure 86 : Part des différentes sources d'énergies dans les besoins des différentes exploitations agricoles (source : RICA - Microdonnées 2015)

Méthode

En l'absence de données plus récentes et/ou locales, le profil agricole présenté dans ce chapitre est basé sur le Recensement agricole (RA) datant de 2010 réalisé par AGRESTE⁷⁸ (RA2010).

Il est important de noter qu'en raison du secret statistique les données à l'échelle communale de ce recensement peuvent être très imprécises.

En effet, le secret statistique s'applique aux communes ayant moins de trois sièges d'exploitation agricole. Soulignons aussi, le léger biais du RA lié au fait que les données d'une exploitation (surface, cheptel...) sont entièrement affectées à la commune sur laquelle se situe son siège d'exploitation.

Le recensement agricole présente toutefois l'intérêt de pouvoir mener une analyse comparative des données 2000 et 2010 qui permet de faire ressortir les tendances générales de l'évolution agricole sur le passé du territoire et donc d'avoir une vision de son état initial.

Pour pouvoir atteindre un niveau d'analyse plus précis et réel (surface agricole par production), il serait nécessaire d'exploiter les données du registre parcellaire graphique (RPG⁷⁹) qui sont des données géolocalisées actualisées annuellement dont la dernière année de mise à jour est 2017.

Analyse du RGA 2010

Le tableau suivant indique l'évolution, entre 1988 et 2010, du nombre d'exploitation, de la superficie agricole utile et du cheptel de la CCEPPG :

- 345 exploitations agricoles sont recensées sur le territoire pour un peu plus de 1 000 unités de travail annuel⁸⁰. Cela représente 6% des exploitations du Vaucluse et 1% de celles de la région.
- La superficie agricole utilisée (SAU) est de 7 123 hectares (6% de la SAU du Vaucluse et 1% de celle de la région).
- 1 545 unités de gros bétail⁸¹ sont recensées soit 10% du département et moins de 1% de la région.
- L'activité agricole du territoire est en baisse depuis 1988 (baisse du nombre d'exploitations agricoles et du cheptel).

⁷⁸ Agreste est le service statistique du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

⁷⁹ <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/registre-parcellaire-graphique-rpg-contours-des-parcelles-et-ilots-cultureaux-et-leur-groupe-de-cultures-majoritaire/>

⁸⁰ 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.

⁸¹ 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 <i>ayant leur siège dans la commune</i>	Travail dans les exploitations agricoles <i>en unité de travail annuel</i>	Superficie agricole utilisée <i>en hectares</i>	Cheptel <i>en unité de gros bétail, tous aliments</i>
1988	834	1 748	7 852	3 723
2000	476	1 171	6 874	2 878
2010	345	1 012	7 123	1 545
<i>2000/2010</i>	<i>-28%</i>	<i>-14%</i>	<i>4%</i>	<i>-46%</i>
<i>1988/2010</i>	<i>-59%</i>	<i>-42%</i>	<i>-9%</i>	<i>-59%</i>
% Vaucluse	6%	8%	6%	10%
% PACA	1%	2%	1%	1%

Figure 87 : Evolution de l'activité agricole et part départementale et régionale selon les différents indicateurs (source : RA2010 – Agreste)

Le tableau suivant indique la principale orientation technico-économique des exploitations de chaque commune :

- Monteux et Pernes-les-Fontaines sont les communes disposant le plus d'exploitations agricoles (plus de deux tiers du total du territoire) ainsi que d'unités de travail agricole,
- Bédarrides et Pernes-les-Fontaines représentent 62% de la superficie agricole utile du territoire,
- Bédarrides, Monteux et Pernes-les-Fontaines possèdent un cheptel important,
- L'horticulture est la principale activité de Monteux,
- Le maraîchage est la principale activité d'Althen-des-Paluds, Les autres communes ont une activité agricole plus diversifiée.

Communes	Exploitations agricoles	Travail dans les exploitations agricoles	Superficie agricole utilisée	Cheptel	Orientation technico-économique de la commune
Althen-des-Paluds	12	36	234	0	Fruits et autres cultures permanentes
Bédarrides	58	125	2 203	624	Polyculture et polyélevage
Monteux	117	419	1 301	535	Fleurs et horticulture diverse
Pernes-les-Fontaines	120	343	2 234	354	Polyculture et polyélevage
Sorgues	38	89	1 151	32	Polyculture et polyélevage
Total CCSC	345	1 012	7 123	1 545	

Figure 88 : Activités agricoles dans les communes du territoire en 2010 (source : RA2010 AGRESTE)

Trois types de surface agricole sont distingués (voir figure suivante) :

- **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 principale utilisation des terres agricoles sur le territoire avec plus de 4 600 hectares soit trois quarts de la surface agricole
- **Superficie en cultures permanentes** : superficie en vignes, vergers, pépinières ornementales, fruitières et forestières. C'est le second type d'utilisation des terres agricoles sur le territoire 1 100 hectares soit 18% de la surface agricoles terres agricoles.
- **Superficie toujours en herbe** : prairies naturelles ou semées depuis six ans ou plus. Minoritaires sur le territoire elle représente 350 hectares soit 6% de la SAU.

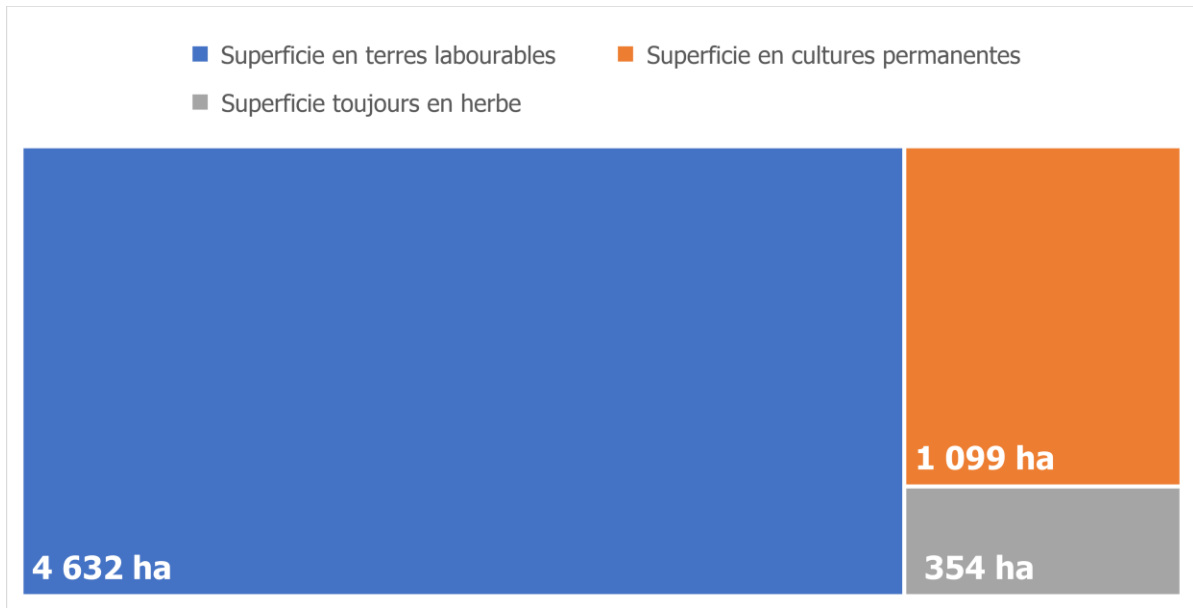
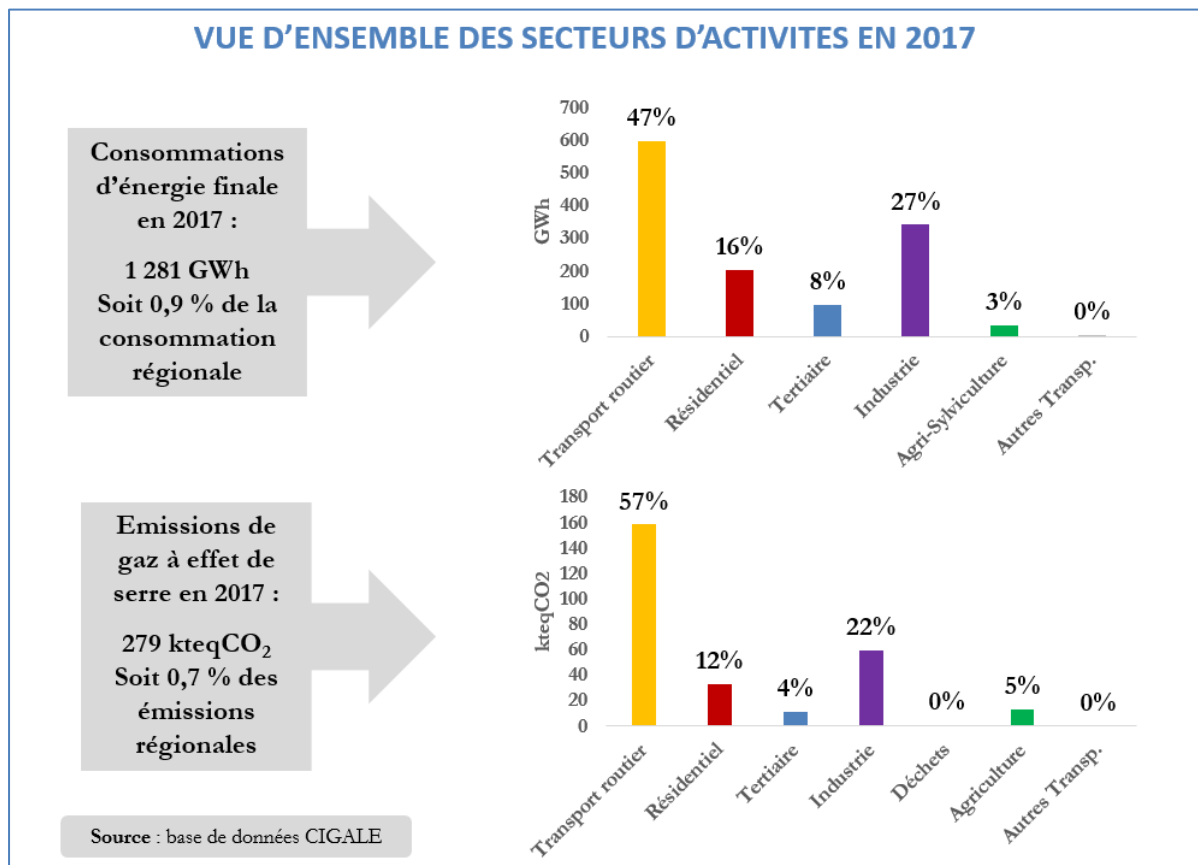


Figure 89 : Part des différents types de surfaces agricoles sur le territoire (RA2010 - AGRESTE)

3.7 SYNTHÈSE



4. VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

4.1 METHODE

L'étude de la vulnérabilité du territoire au changement climatique consiste à :

- Etudier les aléas climatiques passés et futurs sur le territoire,
- Identifier les effets du changement climatique sur différents éléments du territoire classés par catégories (Eau, Milieux naturels et biodiversité, Sols et Sous-sols, Infrastructures et Populations),
- Construire des matrices d'impacts pour caractériser la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique.

La construction de ces matrices repose sur la méthode proposée par l'ADEME⁸² » résumée dans la figure suivante.

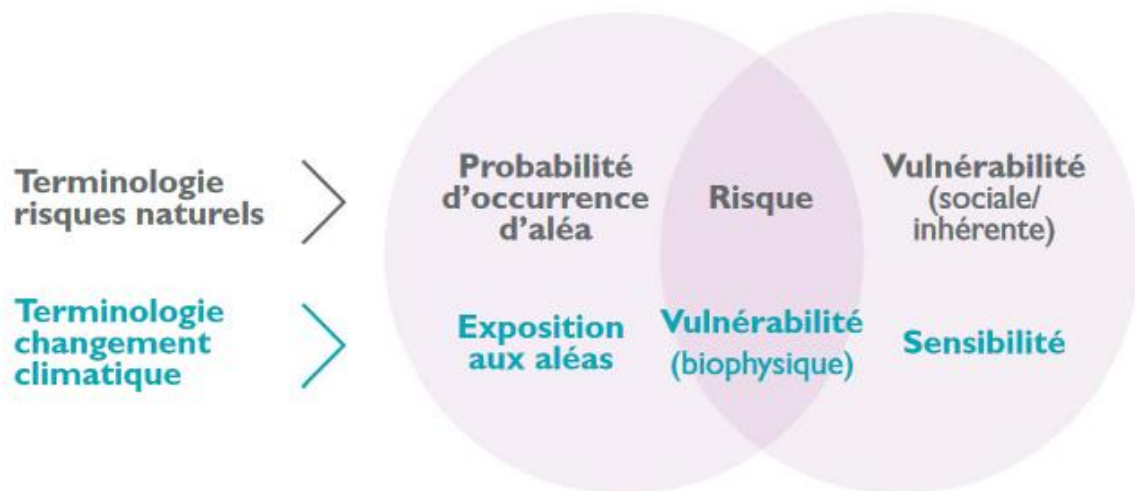


Figure 90 : Comparaison de la terminologie changement climatique et risques naturels
(Source : ADEME)

4.1.1 VULNERABILITE

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

⁸² 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>

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.

4.1.2 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'environnement⁸³.

Les aléas peuvent être décrits selon plusieurs de leurs caractéristiques :

- **Leur origine, naturelle ou anthropique** selon l'agent en cause. Parmi les aléas naturels on peut différencier les aléas d'origine atmosphérique (tempêtes, grêle), hydrologique (inondations, coulées de boue), et lithosphérique (glissement de terrain, séisme). Parmi les aléas d'origine anthropique, on trouve les activités industrielles (chimie, transport de matières dangereuses), les aléas liés à l'existence d'infrastructures spécifiques (rupture de barrage ou de digue) et les aléas impliquant la biosphère (feux de forêt).
- **Leur intensité** (pour les aléas naturels on parle de magnitude) : elle peut être évaluée sur une échelle spécifique à l'aléa (échelle de Richter pour les séismes) ou par le biais d'indicateurs (hauteur d'eau ou débit du cours d'eau pour les crues).
- **Leur probabilité d'occurrence** : elle peut être indiquée de manière probabiliste (en pourcentage ou fraction de risque d'occurrence par an, décennie, ou siècle) ou traduite en termes de fréquence moyenne (événement annuel, décennal, centennal). Ainsi, une crue dont la probabilité d'occurrence est de 1/100 par an sera appelée crue centennale⁸⁴.
- **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)⁸⁵.

⁸³ UNISDR - ONU/Secrétariat Inter-Institutions de la Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes, Genève, 2004

⁸⁴ Cette appellation ne porte aucun caractère prédictif. Une crue centennale se produit en moyenne une fois tous les 100 ans, ce qui signifie que chaque année présente un risque de 1/100 de connaître un tel événement. Il est tout à fait possible que l'évènement se répète deux années de suite, ou ne se produise.

⁸⁵ Concepts de base en sécurité civile, Ministère de la Sécurité Publique du Québec, 2008

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

4.1.3 EXPOSITION

L'exposition au changement climatique correspond à la nature et au degré auxquels un système est exposé à des variations climatiques significatives⁸⁶ 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 climatiques⁸⁷. 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).

4.1.4 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)⁸⁸.

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.

⁸⁶ Troisième rapport d'évaluation du GIEC

⁸⁷ PNUD - Gestion des risques climatiques, Oct 2010

⁸⁸ OCDE, Adaptation au changement climatique et coopération pour le développement, 201.

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.).

4.1.5 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.

4.2 ALEAS CLIMATIQUES

Le profil climatique du territoire 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, entraînant un réchauffement planétaire de 2°C à l'horizon 2100.
 - ✓ **Le scénario RCP 8,5, « pessimiste »**, qui intègre l'absence de politique visant à limiter les émissions de GES, entraînant un réchauffement pouvant dépasser 4°C à l'horizon 2100.

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

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 carte ci-dessous.



Figure 91 : Cinq zones climatiques définies par Météo France en région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur
(source : Météo France⁸⁹)

Le territoire se trouve en majeure partie dans la zone « Vallée du Rhône ». Les deux stations de référence utilisées sont celles d'Orange et de Marignane.

⁸⁹ 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 92 : Stations de référence de la zone climatique "Provence intérieure" (source : Météo France)

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 « Vallée du Rhône »⁹⁰,
- L'évolution du climat au XXI^e siècle sur la zone « Vallée du Rhône »⁹¹.

Ces fiches résument les évolutions passées et futures des différents indicateurs climatiques (températures et précipitations) sur les stations d'Orange et Marignane. 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.

4.2.1 TEMPERATURES

4.2.1.1 *Observations*

La période 1959-2009 est marquée par une augmentation des températures moyennes annuelles de 0,3°C à 0,4°C par décennie. Cette augmentation est plus marquée sur la période estivale (entre 0,5°C et 0,6°C) que sur la période hivernale (0,2°C).

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

⁹⁰ L'évolution du climat sur la zone « **Vallée du Rhône** », Météo France, https://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Vallee_Rhone_passe.pdf

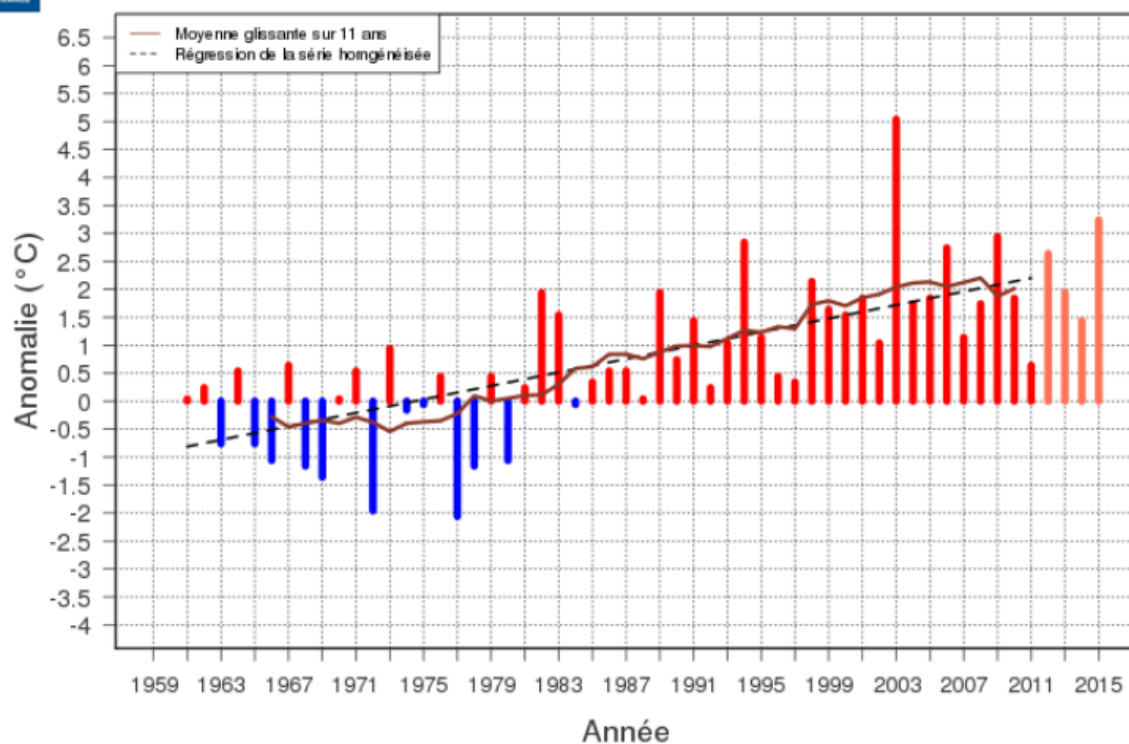
⁹¹ L'évolution du climat au XXI^e siècle sur la zone « Vallée du Rhône », Météo France, https://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Vallee_Rhone_futur_V4.pdf

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	Marignane	1969	-0,70	2014	+2,30
	Orange	1963	-0,89	2014	+2,06
Hiver	Marignane	1963	-3,37	1990	+3,03
	Orange	1963	-3,68	2001	+2,37
Printemps	Marignane	1984	-1,52	2007	+2,73
	Orange	1984	-1,40	2011	+2,90
Été	Marignane	1977	-1,63	2003	+4,52
	Orange	1977	-1,95	2003	+4,80
Automne	Marignane	1974	-2,32	2014	+3,03
	Orange	1974	-2,08	2014	+2,92

*Figure 93 : Anomalies de températures pour les stations de Marignane et Orange
(Sources : ORECA, Météo France)*

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

ANOMALIE DE TEMPERATURE MAXIMALE ESTIVALE - MARIGNANE



ANOMALIE DE TEMPERATURE MINIMALE HIVERNALE - ORANGE

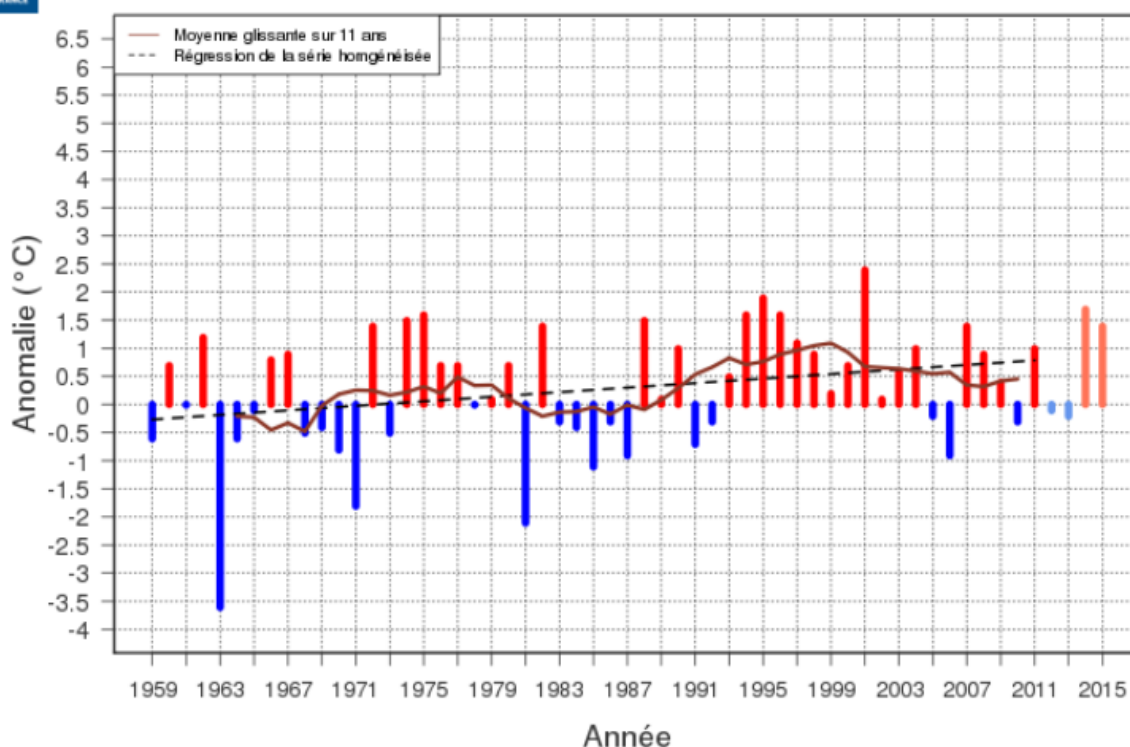


Figure 94 : Anomalies de température maximale estivale et hivernale sur les stations d'Orange et de Marignane (Source : ORECA, Météo France)

4.2.1.2 **Projections**

Pour la période 2020/2100 :

- Le scénario médian (RCP 4.5) prévoit une augmentation de température de 0,2°C par décennie,
- Le scénario le plus défavorable, (RCP 8.5) de 0,45°C par décennie,
- La différence entre les deux scénarii est de plus en plus marquée au cours des années,
- La période estivale connaît une augmentation des températures plus importantes que la période hivernale.

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

- 2°C pour le scénario médian (RCP 4.5) pouvant aller de 3 à 4°C en été,
- 5°C pour le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) pouvant aller de 6 à 7°C en été.

Le tableau suivant résume les augmentations de température moyennes annuelles et saisonnières à l'horizon 2050 sur les deux 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 2085	RCP 8.5 autour de 2085
T. moyenne / Année	Marignane	0,4 / 1,4 / 2,1	0,8 / 1,8 / 2,8	1,0 / 1,8 / 2,7	2,6 / 3,6 / 4,8
	Orange	0,4 / 1,4 / 2,3	0,8 / 1,8 / 2,9	1,0 / 1,8 / 2,8	2,6 / 3,7 / 4,9
T. Minimale / Hiver	Marignane	- 0,3 / 1,2 / 2,6	0,8 / 2,2 / 3,7	0,1 / 1,9 / 3,2	2,9 / 4,5 / 6,2
	Orange	- 0,3 / 1,2 / 2,7	0,8 / 2,2 / 4,0	0,1 / 1,8 / 3,2	2,9 / 4,7 / 6,6
T. maximale / Été	Marignane	0,3 / 1,8 / 3,3	0,5 / 2,2 / 4,1	0,7 / 2,0 / 3,8	2,9 / 4,8 / 6,5
	Orange	- 0,1 / 2,0 / 3,8	0,3 / 2,2 / 4,7	0,6 / 2,1 / 4,2	2,8 / 5,1 / 7,3

Figure 95 : Anomalies de températures par rapport à la période de références 1976-2005 sur la zone climatique "Provence intérieure" (sources : ORECA, Météo France⁹²)

Les graphiques de la page suivante visualisent l'évolution des projections climatiques pour la température maximale estivale à Marignane et de la température minimale hivernale à Orange.

⁹² L'évolution du climat au XXI^e siècle sur la zone « **Provence intérieure** », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_interieur_e_futur_V4.pdf

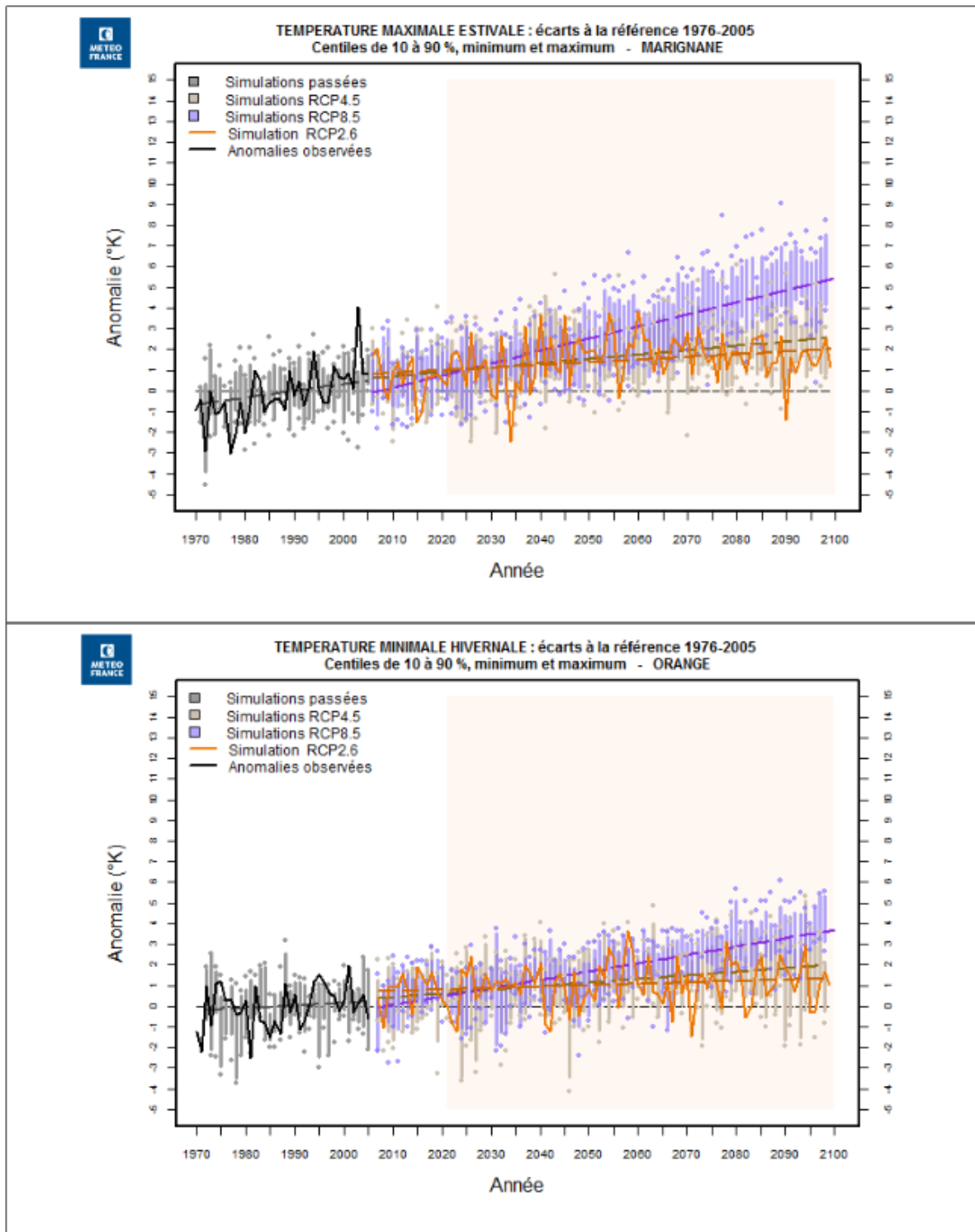


Figure 96 : Evolution des projections climatiques pour les températures maximales estivales à Marignane et les températures maximale hivernales à Orange (source : ORECA, Météo France⁹³)

4.2.2 JOURNEES CHAUDES

4.2.2.1 *Observations*

Le nombre de journées chaudes (jour avec une température maximale supérieure à 30°C), qui est corrélé avec l'augmentation de température moyenne, est en constante augmentation depuis 1959.

Il est passé d'une vingtaine de jours dans les années 60 à Orange à presque 60 aujourd'hui. De même le nombre de nuits tropicales (jours avec une température minimale supérieure à 20°C) augmente passant de 10 à 15 sur la même période.

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 Orange, il était quasiment nul dans les années 60. En 2015, plus de 15 journées anormalement chaudes ont été enregistrées.

Le nombre de jours de gel (jour avec une température minimale inférieure ou égale à 0°C) est quant à lui en diminution. Il passe de 40 jours dans les années 60 à moins de 30 actuellement.

4.2.2.2 *Projections*

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

Les projections pour Orange prévoient pour la fin du siècle :

- 70 journées chaudes selon le scénario médian (RCP 4.5) et plus de 100 pour le scénario pessimiste (RCP 8.5). On observe une quarantaine de journées chaudes par an aujourd'hui.

⁹³ L'évolution du climat au XXI^e siècle sur la zone « Provence intérieure », Météo France, http://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/Meteo_France/Fiche_Provence_interieur_e_futur_V4.pdf

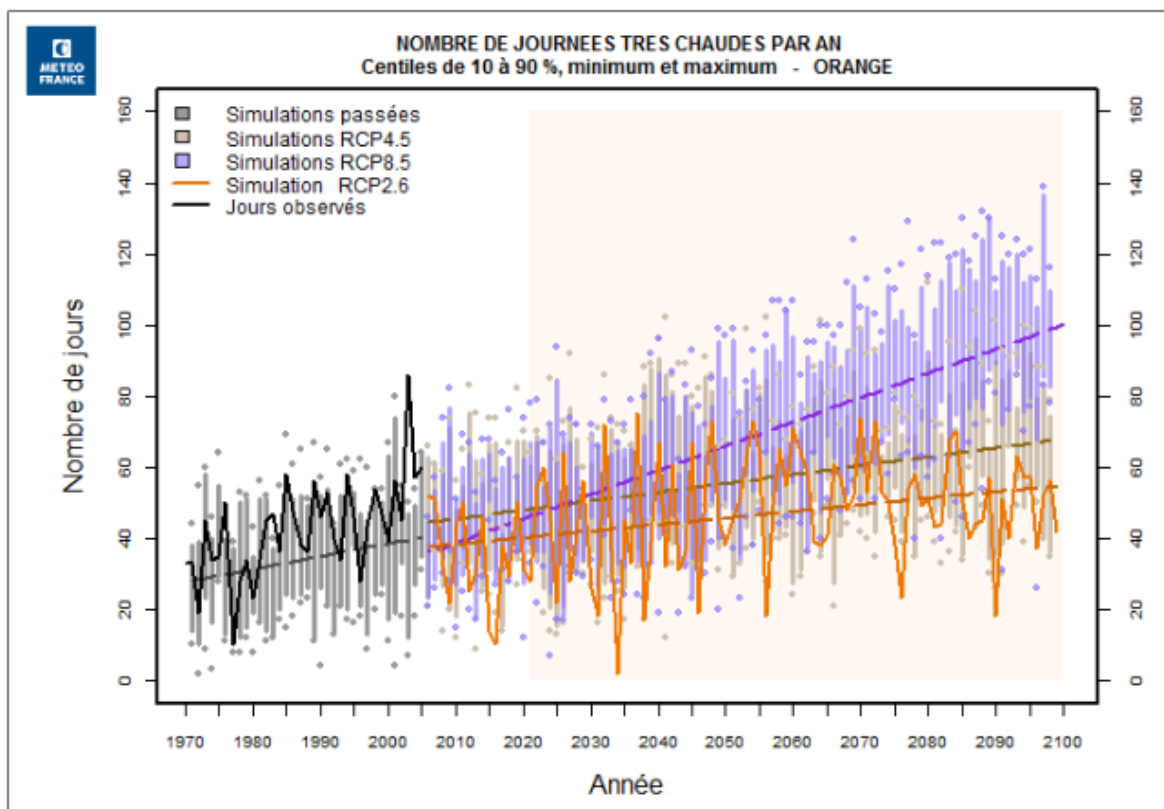


Figure 97 : Evolution du nombre jours anormalement chauds au cours du XXIe siècle à Orange selon les scénarii de projections (source : ORECA, Météo France)

Le tableau suivant résume l'évolution selon les deux scénarii de projections du nombre de nuits tropicales et de jours de gel sur les deux stations de référence.

A Orange :

- Le nombre de nuits tropicales serait multiplié par 3 selon le scénario médian (RCP 4.5) et par 5 selon le scénario pessimiste (RCP 8.5) à l'horizon 2085.
- Le nombre de jours de gel diminuerait de 10 à 18 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)	Marignane	30	65	105
	Orange	18	55	95
Jours de gel (minimales <0 °C)	Marignane	20	10	5
	Orange	25	15	7

Figure 98 : Evolution du nombre de nuits tropicales et de jours de gel selon les 2 scénarii à Orange et Marignane entre 2015 et 2085 (source : ORECA, Météo France)

4.2.3 PRECIPITATIONS

4.2.3.1 Observations

La figure suivante indique l'évolution du cumul des précipitations annuelles entre 1959 et 2017.

- Cette évolution varie d'une année sur l'autre,
- On observe une légère tendance à la baisse sur la période 1959/2015 à Orange.

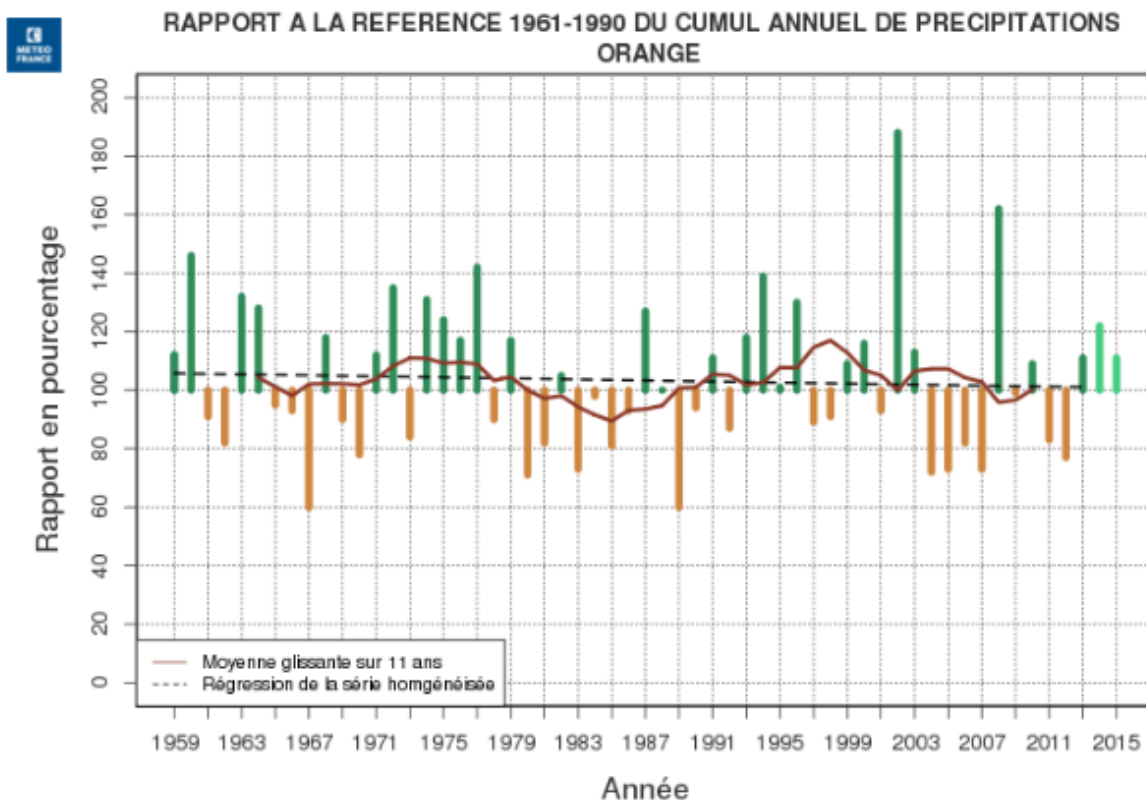


Figure 99 : Evolution du cumul annuel de précipitations à Orange entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France)

4.2.3.2 Projections

Les projections climatiques pour le XXIe siècle des précipitations (voir figure suivante) indiquent :

- Une forte variabilité d'une année sans qu'il soit possible de conclure à une évolution tendancielle particulière.
- Une augmentation des phénomènes extrêmes (fortes précipitations et longues périodes de sécheresse) est cependant prévue.

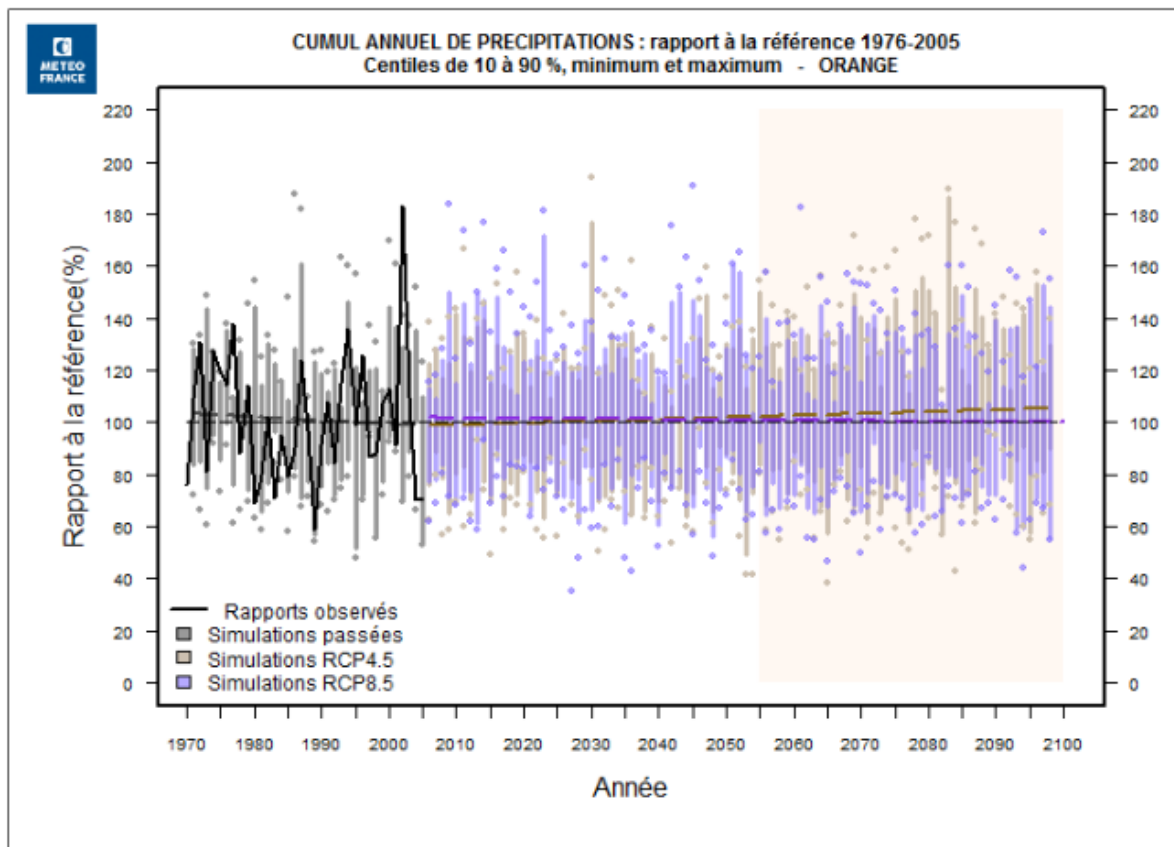


Figure 100 : Evolution du cumul annuel de précipitations selon les différents scénarii de projection à Orange (source : ORECA, Météo France)

4.2.4 SECHERESSE

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

Les figures suivantes indiquent les projections pour les différents scénarios climatiques à différents horizons temporels :

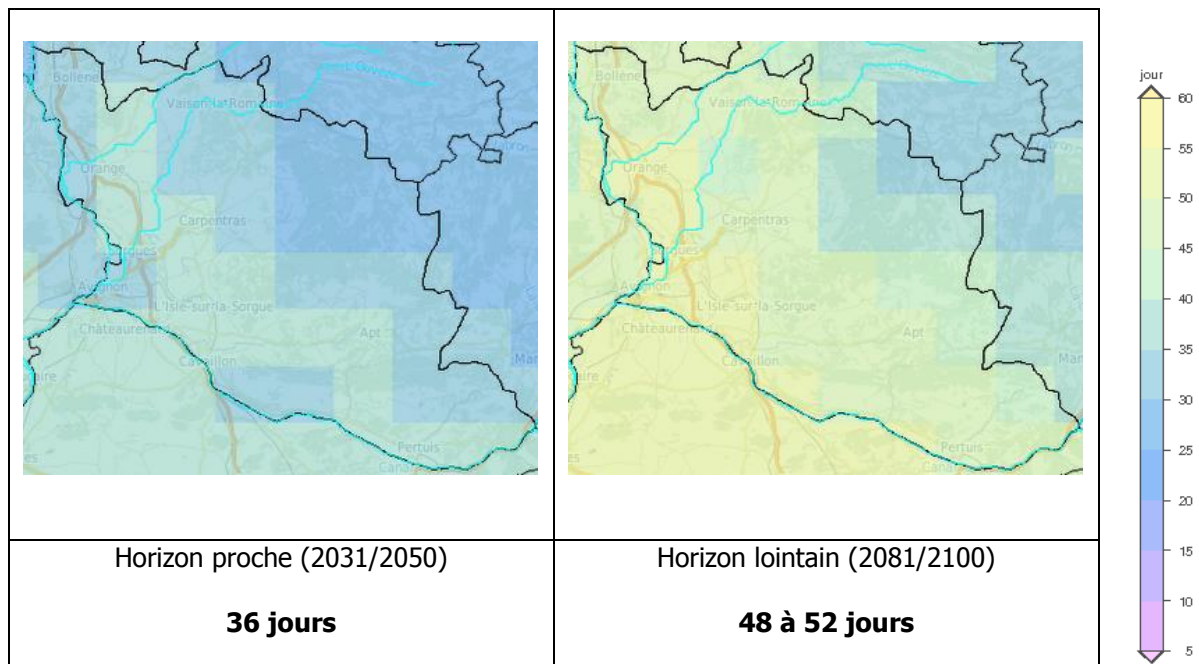


Figure 101 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS⁹⁴)

Ces projections indiquent les éléments suivants :

- La valeur moyenne pour la période de référence 1976-2005 est de 38 jours de sécheresse consécutive,
- Cette valeur est en légère diminution (36 jours) à l'horizon proche selon le scénario pessimiste,
- A long terme (horizon 2100), l'augmentation du nombre de jours de sécheresse atteint 52 jours en bordure du Rhône et 48 jours à l'Est du territoire.

4.2.5 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).

Les figures suivantes indiquent les projections selon le scénario pessimiste à différents horizons temporels :

- Sur la période de référence 1989/2008, l'indice est entre 14 (à Montoux) et 16 (à Pernes-les-Fontaines),
- Sur la période de référence 1989/2008, l'indice est entre 14,5 (Montoux) et 18,5 (Sorgues) à l'horizon 2050 et entre 21,3 (Montoux) et 25,6 (Sorgues) à l'horizon 2100.

⁹⁴ <http://www.drias-climat.fr/>

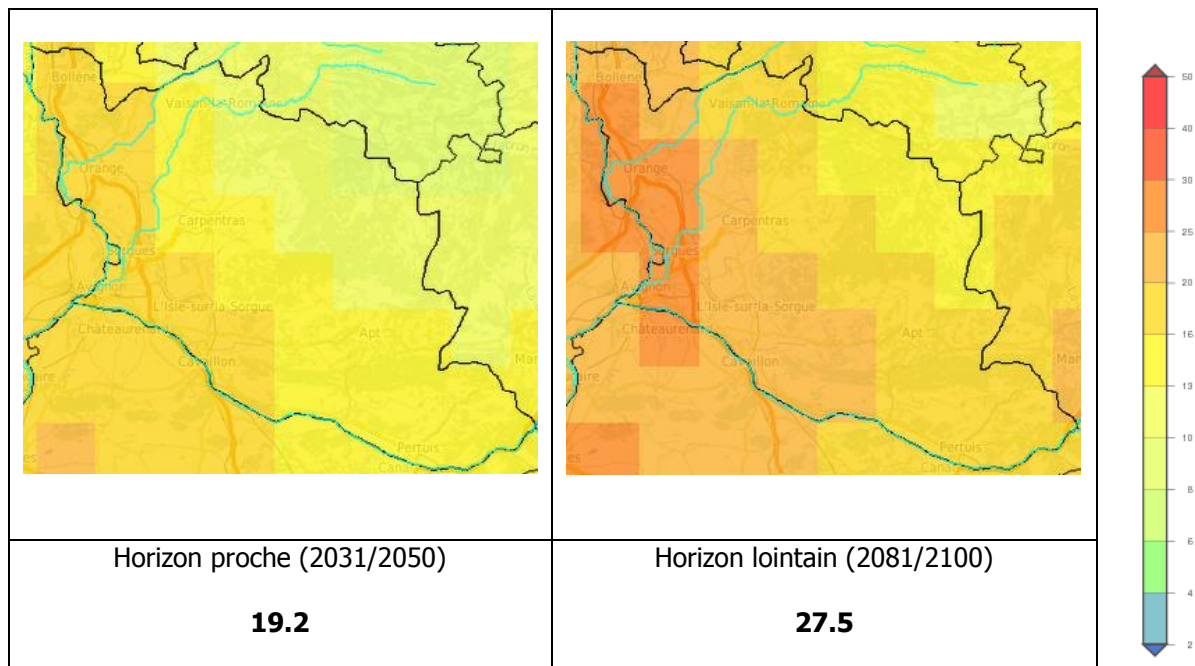


Figure 102 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario pessimiste (source : DRIAS)

4.2.6 HUMIDITE DES SOLS

4.2.6.1 Observations

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

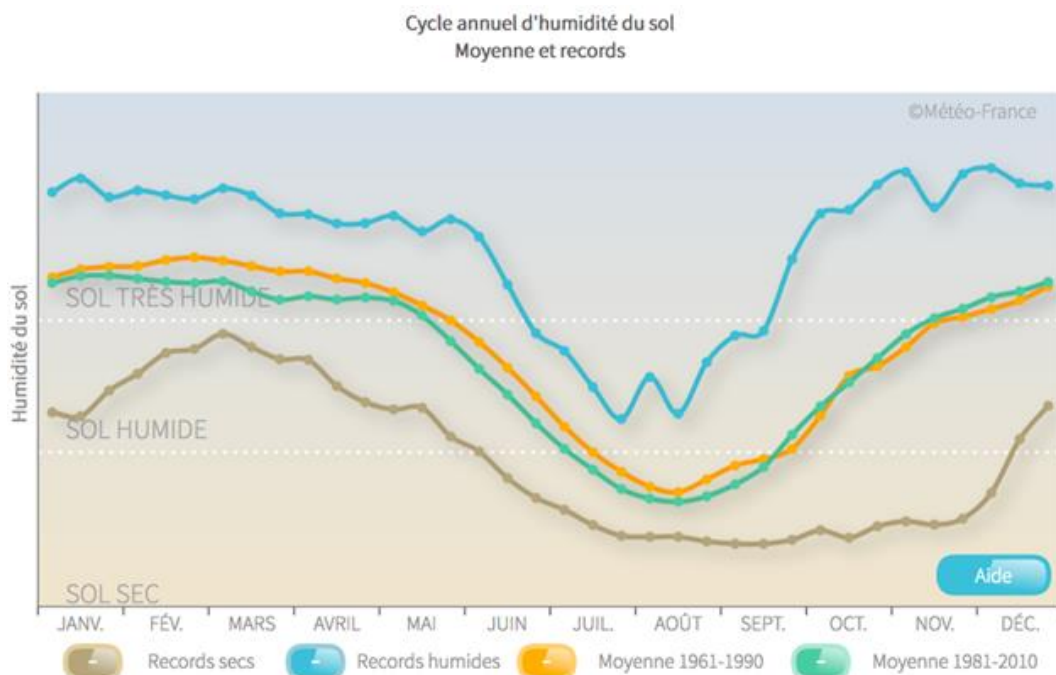


Figure 103 : Cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Météo France)

Le pourcentage annuel de surface touchée par la sécheresse en région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur est en augmentation régulière depuis les années 1990 (voir figure suivante).

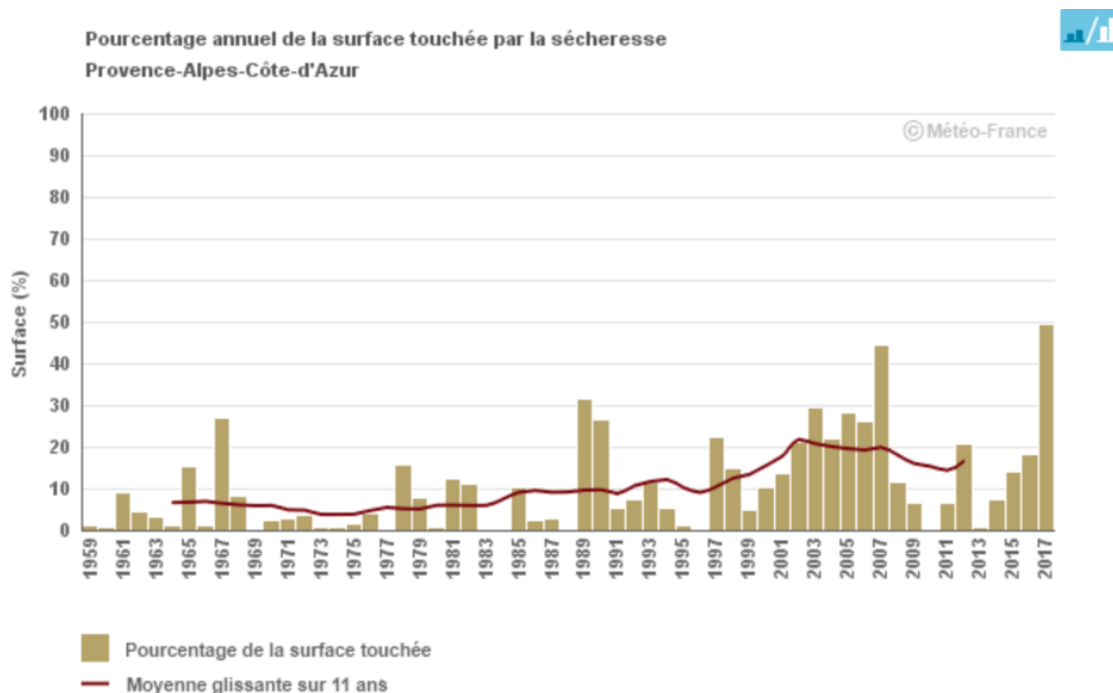


Figure 104 : Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse au niveau régional (source : Météo France)

4.2.6.2 **Projections**

La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur entre la période de référence climatique 1961-1990 et les horizons temporels proches (2021-2050) ou lointains (2071-2100) sur le XXI^e siècle montre un assèchement important en toute saison (voir figure suivante).

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.

Cycle annuel d'humidité du sol
Moyenne 1961-1990, records et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution SRES A2)

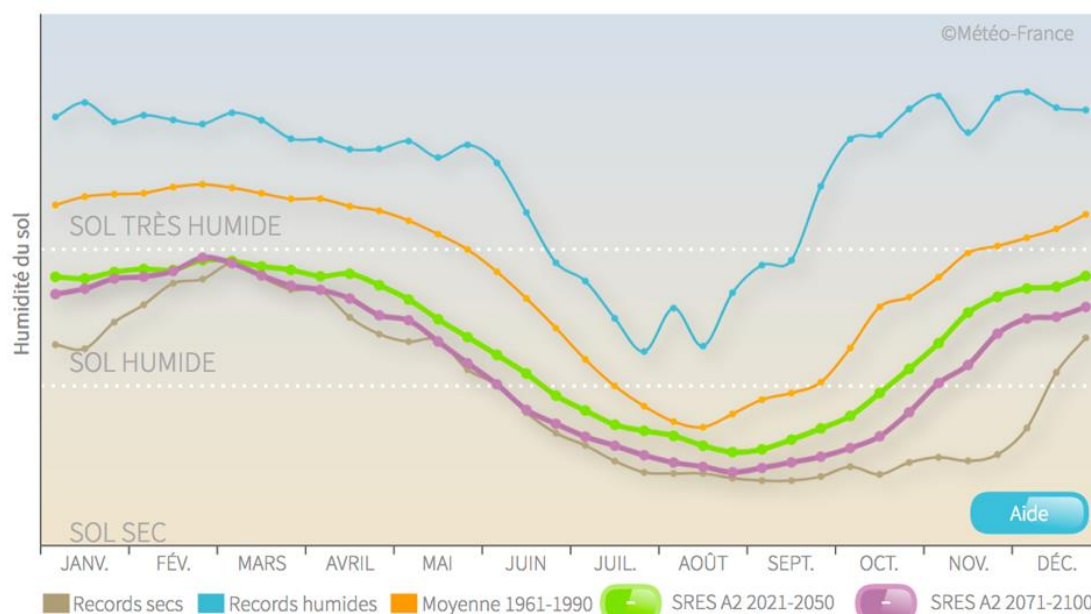


Figure 105 : Projections du cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Météo France)

4.2.7 SYNTHÈSE

Les données présentées précédemment sont synthétisées ci-après. Elles correspondent aux principaux aléas climatiques retenus pour le territoire :

- **Augmentation de la température moyenne annuelle** : jusqu'à +2°C d'ici 2050, et jusqu'à + 5°C d'ici à 2100,
- **Augmentation du nombre de journées chaudes** (température maximale supérieure à 30°C) : elle pourrait atteindre 70 j à 2050 et 100 j d'ici la fin du siècle, pour environ 40 actuellement **et du nombre de nuits tropicales** (jour avec une température minimale supérieure à 20°C) : multipliée par 3 d'ici 2050 et par 5 à la fin du siècle,
- **Diminution significative du nombre de jours de gel** : de 10 à 18 jours par rapport à aujourd'hui,
- **Légère tendance à la baisse du cumul de précipitations** et augmentation des phénomènes,
- **Augmentation des périodes de sécheresse** d'une dizaine de jours d'ici 2100
- **Augmentation de l'Indice de Feux Météo,**
- **Fort assèchement des sols.**

4.3 EAU

4.3.1 COURS D'EAU ET SOUS BASSINS VERSANTS

Le territoire se trouve au cœur d'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, on retrouve une dizaine de cours d'eau se trouvant dans 6 sous-bassins versants distincts. Les cartographies ci-dessous repèrent ces sous bassins versants et ces cours d'eau.

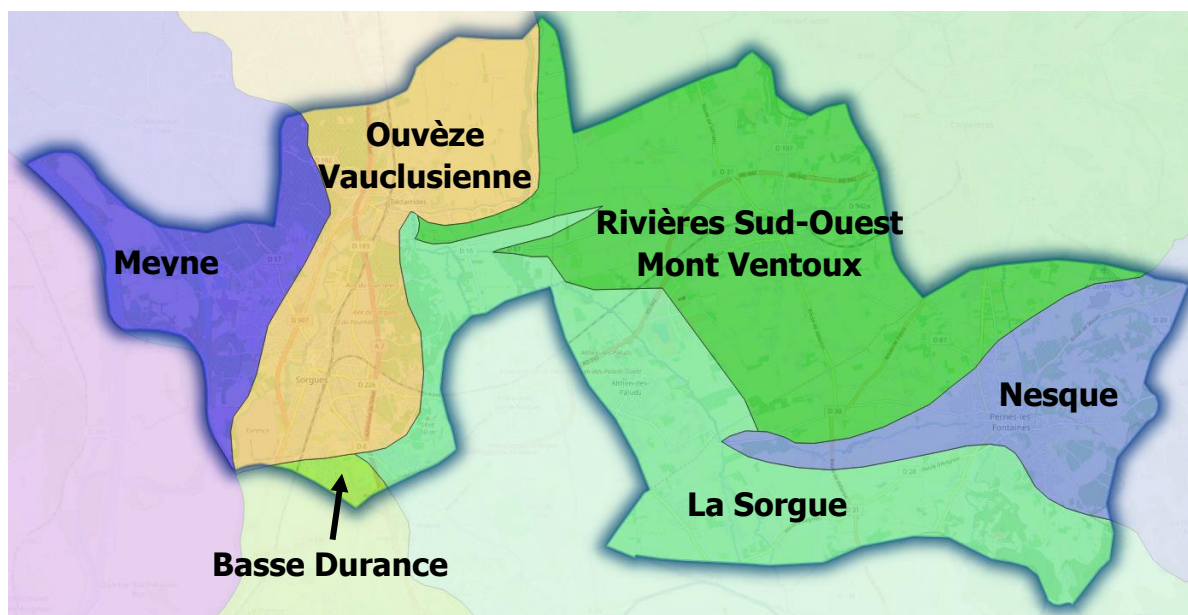


Figure 106 : Cartographie des sous bassins versants sur le territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée)

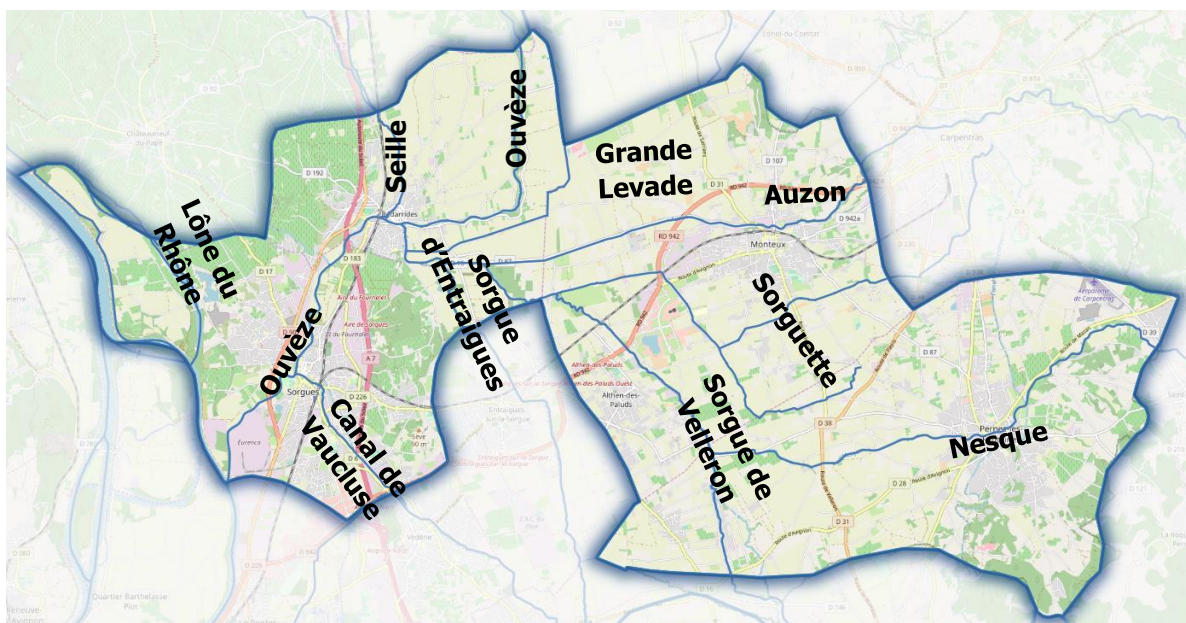


Figure 107 : Cartographie des cours d'eau du territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée)

4.3.1.1 **La Meyne**

Le sous bassin versant (SBV) de la Meyne et des annexes du Rhône a une superficie de 144 km².

Il couvre l'extrême Ouest du territoire à Sorgues. On retrouve un cours d'eau de ce SBV s'écoulant sur le territoire, la Lône⁹⁵ de Caderousse et du bras des Arméniers.

Ce sous bassin a fait l'objet d'un premier contrat de rivière (Meyne et annexes du Rhône) sur la période 2003-2008⁹⁶ qui a été renouvelé mais mis en standby entre 2013 et 2017. Une réunion de relance s'est tenue en fin du mois de juin 2017. L'élaboration du dossier est prévue courant 2018 et la mise en œuvre est prévue entre 2019 et 2025⁹⁷. Ce contrat est porté par la CC du Pays Réuni d'Orange.

4.3.1.2 **L'Ouvèze Vauclusienne**

Le sous bassin versant de l'Ouvèze Vauclusienne, d'une superficie de 799 km² comprend deux cours d'eau sur le territoire, l'Ouvèze et la Seille.

Il s'étend sur deux communes de la CCSC, Bédarrides et Sorgues. Le Syndicat mixte de l'Ouvèze provençale porte un contrat de rivière signé en 2015 qui est en cours d'exécution⁹⁸.

⁹⁵ Bras d'un fleuve qui reste en retrait du lit principal, ici le Rhône.

⁹⁶ Mai 2010, « Contrat de rivière Meyne et annexes du Rhône, bilan du contrat de rivière année 2003/2008 », 46 p.

<https://www.ccprou.fr/Ressources/Files/bilancrmar1.pdf>

⁹⁷ <https://www.gesteau.fr/contrat/meyne-et-annexes-du-rhone-2ieme-contrat>

⁹⁸ Septembre 2015, « Contrat de rivière Ouvèze provençale, Programme d'actions », 264 p.

- **L'Ouvèze** : de 93 km de longueur, l'Ouvèze prend sa source dans le massif des Baronnies. Elle se jette dans le Rhône au niveau de Sorgues.
- **Le canal de Vaucluse** : Le canal de Vaucluse prend naissance à la Prise du Prévôt, dite aussi « La Croupière », sur la commune du Thor. Ses eaux proviennent d'une dérivation de la Sorgue d'Entraigues, via la Sorgue du Trentin à l'aval de la prise 1. Ce canal appartient intégralement au réseau des Sorgues. Il s'écoule sur 15 km.
- **La Seille** : La Seille est un sous affluent du Rhône, elle prend sa source à Jonquières, traverse Courthézon, pour se jeter dans l'Ouvèze à Bédarrides. Sa longueur est de 13 km.

4.3.1.3 **Les rivières Sud-Ouest Mont Ventoux**

Ce sous bassin versant s'étend sur une superficie de 528 km². Il se trouve au Nord-Est du territoire sur les communes de Bédarrides, Monteux et Pernes-les-Fontaines.

Il a fait l'objet du contrat de rivière signé en 2008 et achevé en 2013 porté par l'Etablissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Sud-Ouest Mont Ventoux qui est également l'organisme gestionnaire du SBV. La phase de bilan s'est terminée en Juin 2015⁹⁹.

Trois cours d'eau y sont intégrés :

- **La Grande Levade** : Ce cours d'eau est issu de la jonction entre la Mède et le Brégoux à la frontière Nord de Monteux. Il se jette dans la Sorgue au sud de Bédarrides.
- **L'Auzon** : L'Auzon, long de 35 km, prend sa source entre Villes-sur-Auzon et Flassan. C'est un affluent de la Sorgue où il se jette à Bédarrides.
- **La Sorguette** : est un très petit cours d'eau de 9 km qui prend sa source à Pernes-les-Fontaines et se jette dans la Sorgue de Velleron au niveau de Monteux.

4.3.1.4 **La Nesque**

Le sous bassin versant de la Nesque, d'une superficie de 401 km² est géré par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Nesque.

Il se trouve à l'Est du territoire sur la commune de Pernes-les-Fontaines. Seule la Nesque s'écoule sur le périmètre du sous bassin versant sur le territoire. Cette rivière de 53 km prend sa source dans les Monts de Vaucluse. C'est un affluent rive droite de la Sorgue de Velleron où elle se jette à Pernes-les-Fontaines.

4.3.1.5 **La Sorgue**

Ce sous bassin versant d'une superficie de 227 km² s'étend au sud du territoire sur les cinq communes de la communauté de communes.

https://www.gesteau.fr/sites/default/files/gesteau/content_files/document/corivouv_dossdef_tome2_actions_sept2015.pdf

⁹⁹ Juillet 2015, EPAGE Sud-Ouest Mont Ventoux, « Le contrat de rivière du Sud-Ouest Mont Ventoux. Bilan et perspectives pour demain », 4 p.

https://www.gesteau.fr/sites/default/files/gesteau/content_files/document/plaquette_1.pdf

Il est géré par le Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues qui porte un troisième contrat de milieux en émergence. Une décision de principe est intervenue pour ce troisième contrat, qui n'en est qu'aux prémices de son élaboration. Le premier ayant été signé en 2004 et achevé en 2009 et le second portant sur la période 2010/2015 avec un bilan définitif validé en 2017.

La Sorgue prend sa source à Fontaine-de-Vaucluse qui est la plus importante exurgence¹⁰⁰ de la France métropolitaine.

Les deux branches de la Sorgue (Sorgue de Velleron et Sorgue d'Entraigues) qui se séparent au niveau du partage des Eaux à l'Isle sur la Sorgue confluent à la frontière entre Sorgues et Bédarrides avant de se jeter dans l'Ouvèze quelques centaines de mètres au nord.

La Sorgue de Velleron a une longueur de 30 km et la Sorgue d'Entraigues est longue de 25km.

Le canal de Vaucluse prend naissance à la Prise du Prévôt, dite aussi « La Croupière », sur la commune du Thor. Ses eaux proviennent d'une dérivation de la Sorgue d'Entraigues, via la Sorgue du Trentin à l'aval de la prise 1. Ce canal appartient intégralement au réseau des Sorgues. Il s'écoule sur 15 km.

Le sous bassin versant de la basse Durance n'est pas décrit ici car il n'occupe qu'une faible surface sur le territoire et aucun cours d'eau ne s'y écoule sur le périmètre considéré.

4.3.2 EAUX SOUTERRAINES

Il existe cinq nappes d'eau sous-terraines qui sont présentées sur la carte suivante.

¹⁰⁰ Source d'un cours d'eau provenant de masses d'eau souterraines

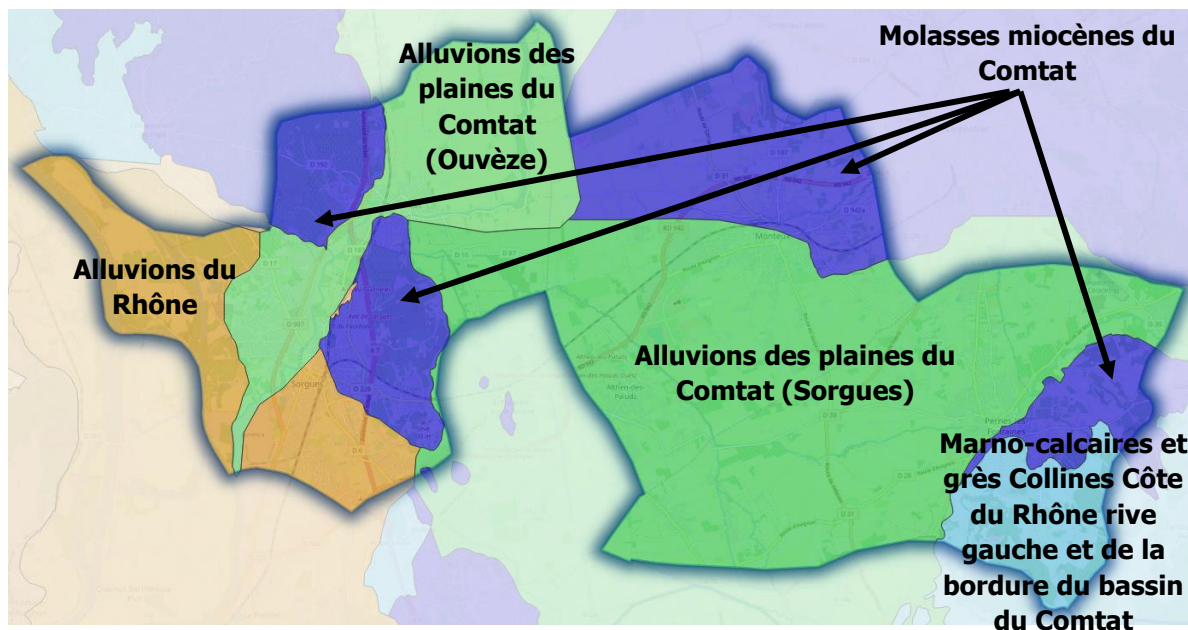


Figure 108 : Nappes d'eaux souterraines sur le territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée)

4.3.3 QUALITE DES EAUX

4.3.3.1 *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 versant	Etat ou potentiel écologique	Etat chimique
Lône de Caderousse et bras des arméniers	Rhone aval	Moyen	Bon
L'Ouvèze de la Sorgue de Velleron à la confluence avec le Rhône	Ouvèze vauclusienne	Moyen	Bon
L'Ouvèze du ruisseau de Toulourenc à la Sorgue	Ouvèze vauclusienne	Bon	Bon
rivière la seille	Ouvèze vauclusienne	Bon	Bon
La Grande Levade	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	Bon	Bon
L'Auzon du pont de la RD 974 à la confluence avec la Sorgue de Velleron	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	Moyen	Bon
rivière la sorguette	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	Moyen	Bon
La Nesque du vallon de Saume Morte à la confluence avec la Sorgue de Velleron	Nesque	Moyen	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 109: Etat des eaux de surface du territoire (source : SDAGE 2016-2021)

L'état des eaux superficielles est plutôt bon sur le territoire.

- Quatre cours d'eau sont en bon état écologique et chimique : L'Ouvèze (du ruisseau de Toulourenc à la Sorgue), la Seille, la Grande Levade et le canal de Vaucluse,
- L'Ouvèze et la seille sont en bon état écologique et chimique sur le territoire.

L'état écologique est moyen sur les autres cours d'eau. Le paramètre déclassant est connu pour trois d'entre eux :

- La Lône du Rhône a une saturation en oxygène dissous insuffisante¹⁰¹
- L'Auzon en raison d'un manque de nutriments (Ammonium, Nitrites, Phosphores),
- La Nesque en raison d'une saturation en oxygène dissous insuffisante et d'un manque de nutriment (Nitrites, phosphores, phosphates).

¹⁰¹ La concentration en oxygène dissous dans l'eau résulte de paramètres physiques (température, salinité, mélange de la masse d'eau), chimiques et biologiques : échanges à l'interface terre-mer (gain ou perte), diffusion et mélanges au sein de la masse d'eau, photo-oxydation (perte), respiration des organismes aquatiques (perte), nitrification (perte), photosynthèse (gain). En son absence ou en dessous de certaines concentrations, des conséquences pouvant aller jusqu'à la mort des espèces vivantes sont observées.

4.3.3.2 *Qualité des eaux souterraines*

Les masses d'eaux souterraines montrent un bon état qualitatif et quantitatif exceptée pour une nappe :

- **Molasses miocènes du Comtat** en raison de la présence de pesticides et d'un taux trop élevé de nitrates

L'état qualitatif et quantitatif de cette masse d'eau est important car les captages en eau potable de la communauté de commune se font sur cette nappe.

Libellé masse d'eau souterraine	Etat chimique	Etat quantitatif
Molasses miocènes du Comtat	Médiocre	Médiocre
Alluvions des plaines du Comtat (Ouvèze)	Bon	Bon
Alluvions des plaines du Comtat (Sorgues)	Bon	Bon
Alluvions du Rhône du défilé de Donzère au confluent de la Durance et alluvions de la basse vallée Ardèche	Bon	Bon
Marno-calcaires et grès Collines Côte du Rhône rive gauche et de la bordure du bassin du Comtat	Bon	Bon

Figure 110: Etat des eaux souterraines sur le territoire (source : SDAGE 2016-2020)

4.3.3.3 *Qualité des eaux de baignade*

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

Le territoire comporte deux plans d'eau de baignade dont la qualité est suivie :

- Le lac de Montoux où la qualité de l'eau est considérée comme excellente,
- Prato Plage où la qualité de l'eau est considérée comme excellente.

4.3.4 **ZONE DE REPARTITION DES EAUX**

Le classement en zone de répartition des eaux (ZRE) est un indicateur du déséquilibre durablement installé entre la ressource et les prélèvements en eau existants. Il suppose en préalable à la délivrance de nouvelles autorisations, l'engagement d'une démarche d'évaluation précise du déséquilibre constaté, de la répartition spatiale des prélèvements et si nécessaire de la réduction de ce déficit en concertation avec les différents usagers, dans un souci d'équité et dans un objectif de restauration durable d'un équilibre quantitatif.

Cet outil participe à la démarche globale à mettre en place suite aux études d'évaluation des volumes prélevables globaux (EVPG) : élaboration du plan de gestion quantitative des ressources en eau (PGRE), établissement des règles de répartition des volumes prélevés et révision des autorisations.

Une ZRE est donc caractérisée par une insuffisance chronique des ressources en eaux par rapport aux besoins.

L'inscription d'une ressource (bassin hydrologique ou système aquifère) en ZRE constitue le moyen d'assurer une gestion plus fine et renforcée des demandes de prélèvements dans cette ressource.

Dans les zones classées ZRE, tout prélèvement supérieur ou égal à 8 m³/h dans les eaux souterraines, les eaux de surface et leurs nappes d'accompagnement est soumis à autorisation, à l'exception :

- Des prélèvements soumis à une convention relative au débit affecté (art. R211-73),
- Des prélèvements inférieurs à 1000 m³/an réputés domestiques.

Deux ZRE sont présentes sur le territoire dont une pour des eaux superficielles et une pour des eaux souterraines :

- Ouvèze provençale¹⁰² (en vert clair) -> Superficielle
- Alluvions des plaines du Comtat Ouvèze¹⁰³ (en vert foncé) -> Souterraine

Ces zones sont donc soumises à un Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE)¹⁰⁴. Celui-ci fixe des objectifs pour la gestion quantitative de l'eau, des règles de répartition de la ressource et définit un plan d'action d'économies sur la période 2018-2022.

Point de vigilance :

Il sera important de prendre en compte ces zonages en cas d'installation géothermique mobilisant des nappes souterraines.

¹⁰² 23 décembre 2016, « Arrêté inter-préfectoral du classement en Zone de répartition des eaux du sous bassin hydrographique de l'Ouvèze provençale et d'une partie du système aquifère des alluvions des plaines du Comtat-Ouvèze », 8 p.

<https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/les-arretes-departementaux-de-classement-en-zre>

¹⁰³ voir ci-dessus.

¹⁰⁴ Juin 2018, Préfet de Vaucluse, Préfet de la Drôme, « Plan de Gestion de la Ressource en Eau de l'Ouvèze provençale », 103 p.

http://www.vaucluse.gouv.fr/IMG/pdf/pgre_ouveze_provencale-v5_validee.pdf

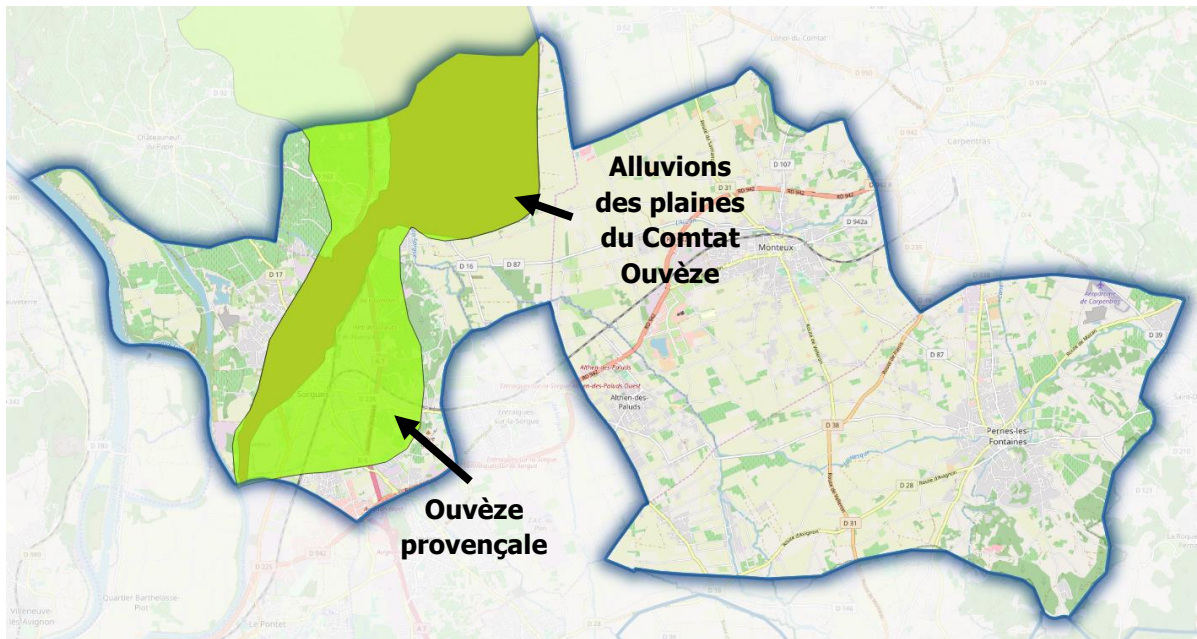


Figure 111 : Cartographie des ZRE sur le territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée)

4.3.5 EAU POTABLE

La quantité d'eau potable disponible est sensible aux effets du changement climatique :

L'augmentation des températures et des périodes de sécheresse couplées à un besoin en augmentation (irrigation, usages industriels, consommation domestique) entraînent une tension forte sur la ressource.

4.3.5.1 *Captages prioritaires*

Sur le bassin Rhône-Méditerranée, des objectifs de restauration de la qualité de l'eau des captages ont été définis. Une liste de captages « prioritaires » a été établie dans chaque département et est inscrite dans le SDAGE 2016-2021.

Cette liste recense 269 ouvrages d'eau potable qui doivent faire l'objet de programmes de lutte contre les pollutions (nitrates et/ou pesticides) conformément aux exigences européennes (sur environ 13 000 captages d'eau potable que compte le bassin).

Aucun captage prioritaire ne se trouve sur le territoire. Le tableau suivant présente les quatre se trouvant dans le département du Vaucluse.

libellé captage	commune implantation captage	sensibilité captage
Source de la Nesque	AUREL	pesticides
SOURCE DE SAINT-JEAN-LES-COURTOIS	SAULT	pesticides
SOURCE-DES-NAISSES-FORAGE MERLE	CASENEUVE	NO3
Forage des neuf fonts	COURTHEZON	pesticides

Figure 112 : Captages prioritaires dans le département du Vaucluse (source : <https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/captages-prioritaires>)

4.3.5.2 Aires d’Alimentation de Captage

Une AAC (aire d’alimentation de captage) ou un BAC (bassin d’alimentation de captage) représente l’ensemble des surfaces où toute goutte d’eau tombée au sol est susceptible de parvenir jusqu’au captage, que ce soit par infiltration ou par ruissellement.

Cette zone est délimitée dans le but principal de lutter contre les pollutions diffuses risquant d’altérer la qualité de l’eau prélevée par le captage. Elle ne se substitue pas aux périmètres de protection dont l’objectif est d’éviter toute pollution ponctuelle, accidentelle.

On ne retrouve aucune aire d’alimentation de captage protégée par arrêté préfectoral sur le territoire, mais une à proximité sur les communes de Jonquières et Courthézon il s’agit du forage des neuf fonts¹⁰⁵.

4.3.6 ASSAINISSEMENT

Sept stations d’épuration sont installées sur le territoire dont la plus grosse est située sur la commune de Sorgues avec une capacité de 63 000 EH.

- En 2017, la capacité nominale d’assainissement collectif atteint 119 020 EH¹⁰⁶ pour une charge maximale entrante de 91 376 EH soit un taux de charge de 77%.
- Les stations de traitement des eaux ne sont pas en surcharge.
- La station de Bédarrides « Collège Saint-Exupéry » n’a pas été utilisée en 2018
- La station de Montoux nécessite une mise en conformité de ses performances

Le tableau suivant résume les caractéristiques de ces stations d’épuration.

¹⁰⁵ <https://aires-captages.fr/aires-alimentation-captages/carte-des-aac>

¹⁰⁶ Equivalent Habitant

Station d'épuration	Capacité nominale (EH)	Charge maximale entrante en 2017 (EH)	Capacité résiduelle (EH)	Taux de charge maximale 2017	Conformité qualité rejets
SORGUES SITTEU	63 000	41 391	21 609	66%	Oui
MONTEUX	36 000	33 765	2 235	94%	Non
PERNES LES FONTAINES VILLE	10 800	9 548	1 252	88%	Oui
BEDARRIDES	5 920	4 387	1 533	74%	Oui
ALTHEN-DES-PALUDS	2 100	1 939	161	92%	Oui
PERNES - HAMEAU DES VALAYANS	600	346	254	58%	Oui
BEDARRIDES COLLÈGE SAINT EXUPÉRY	600	0	600	0%	Oui
Total	119 020	91 376	27 644	77%	

Figure 113 : Caractéristiques des stations d'épuration du territoire (source : <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>)

4.3.7 RISQUE INONDATION

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

Les cinq communes se trouvent dans le Territoire à Risque d'Inondation (TRI) d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse vallée de la Durance¹⁰⁷.

Ce dernier a été défini par le PGRI¹⁰⁸ Rhône-Méditerranée, initié en 2013 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 :

- 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*
- 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*
- Améliorer la résilience des territoires exposés :
 - *Déclinaison TRI : Surveiller, alerter et gérer la crise*
- Organiser les acteurs et les compétences :
 - *Déclinaison TRI : pas de déclinaison*
- Développer la connaissance sur les phénomènes et les risques d'inondation :
 - *Déclinaison TRI : Amélioration et partage de la connaissance sur le risque d'inondation*

¹⁰⁷ http://observatoire-regional-risques-paca.fr/sites/default/files/information/TRI_Avignon_Fiche.pdf

¹⁰⁸ Plan de Gestion des Risques d'Inondation

Par ailleurs, trois PPRI¹⁰⁹ ont été mis en place sur le territoire du SCoT :

- PPRI du Rhône approuvé en 2000 puis révisé en 2019 (Sorgues)
- PPRI Sud-Ouest du Mont Ventoux approuvé en 2007 (Monteux)
- PPRI de l'Ouvèze approuvé en 2009 (Bédarrides et Sorgues)

Enfin un PAPI¹¹⁰ a été signé en 2017 dans le cadre du contrat de rivière de l'Ouvèze provençale, il est porté par le Syndicat Mixte de l'Ouvèze Provençale.

L'annexe 5 recense les événements passés et classés en risques naturels.

4.3.8 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 objectifé, mais dégâts des inondations plus élevés avec l'urbanisation				

Légende :

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

4.3.9 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.

Deux contrats de rivière ont en cours d'exécution sur le territoire et un en cours d'élaboration :

- **Meyne et annexes du Rhône**, ce contrat est porté par la CC Pays Réuni d'Orange. Après un premier contrat mis en œuvre sur la période 2003/2008, le contrat de rivière a été mis en standby de 2013 à 2017. Une réunion de relance s'est tenue en fin du mois de juin 2017. L'élaboration du dossier est prévue courant 2018 et la mise en œuvre est prévue entre 2019 et 2025. Les objectifs sont :

¹⁰⁹ Plan de Prévention des Risques d'Inondations

¹¹⁰ Programmes d'Actions de Prévention des Inondations

- Améliorer la qualité des eaux superficielles, avec le retour d'une eau dite « qualité eau de baignade »
- Restaurer et valoriser les milieux aquatiques et les milieux terrestres associés, avec :
 - La réhabilitation du fonctionnement du système, la restauration des milieux aquatiques et la préservation des milieux naturels,
 - Le développement des activités de loisirs autour des milieux aquatiques et des milieux terrestres associés
 - La gestion du risque inondation avec comme priorité la protection des personnes et des biens
- **L'Ouvèze Provençale**, ce contrat validé en 2015 est porté par le Syndicat mixte de l'Ouvèze Provençale. Les principales actions sont :
 - Volet A - Qualité des eaux
Améliorer la collecte des eaux usées, traiter et éliminer les dépôts sauvages de déchets, compléter le réseau de suivi des eaux souterraines etc.
 - Volet B1 - Gestion et valorisation des milieux aquatiques et terrestres
Diagnostic piscicole, lutte contre les espèces exotiques invasives, stratégie de gestion globale des zones humides etc.
 - Volet B2 - Gestion du risque inondation
Mise en place de dispositifs de surveillance hydrologie et d'alerte, élaborer/réviser les Plans Communaux de Sauvegarde (PCS) et les Documents d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM), protéger et conforter les berges, réaliser des études sur les digues etc.
 - Volet B3 - Gestion quantitative de la ressource en eau
Améliorer le suivi des prélèvements agricoles et équiper les prises d'eau, améliorer le réseau d'eau potable etc.
 - Volet C – Communication
Créer un observatoire de l'eau, valoriser le patrimoine écologique, sensibiliser à la réduction des produits phytosanitaires etc.
- **Sud-Ouest Mont Ventoux**, un contrat de rivière a été signé en 2008 et s'est achevé en 2013. Il est porté par l'Etablissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Sud-Ouest Mont Ventoux qui est également l'organisme gestionnaire du SBV. La phase de bilan s'est, elle, terminée en Juin 2015. Ces enjeux sont les suivants :
 - Mise en sécurité des personnes et des biens
 - Lutte contre les pollutions domestiques et agricoles
 - Qualité des eaux
 - Préservation des eaux superficielles
 - Restauration du patrimoine naturel et culturel (comprend l'Auzon et la Grande Levade)
 - Sensibilisation et information de la population
- **Sorgues**, le Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues porte un troisième contrat de milieux qui est en émergence. Une décision de principe est intervenue concernant ce troisième contrat, qui n'en est qu'aux prémices de son élaboration. Le premier ayant été signé en 2004 et achevé en 2009 et le second portant sur la période 2010/2015 avec un bilan définitif validé en 2017. Pour ce second contrat de rivière, 25,9 M€ ont été investis¹¹¹. Les taux de réalisation en nombre d'opérations sont très variables en fonction du volet concerné.

¹¹¹ 2017, Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues, « Contrat de rivière « Les Sorgues » 2010-2015 Etude bilan, évaluation et prospective ».

- Le volet A1 (Améliorer l'assainissement collectif), qui concerne la modernisation des stations d'épuration et des réseaux d'assainissement collectifs, *70 % des opérations ont été menées ou engagées.*
- Le volet A2 (Améliorer l'assainissement autonome), qui concerne le recensement et la réhabilitation des installations d'assainissement autonomes, *70 % des opérations ont été menées ou engagées.*
- Le volet A3 (Améliorer la qualité des eaux), qui concerne principalement le suivi annuel de la qualité des eaux, *100 % des opérations prévues ont été menées.*
- Le volet B3 (Restaurer et gérer le milieu naturel, mettre en valeur le cours d'eau et le patrimoine lié à l'eau) qui regroupe un grand nombre d'actions variées, *70 % des opérations prévues ont été menées.*
- Le volet C1 (Coordonner et suivre le Contrat de rivière), qui vise à l'évaluation des démarches engagées et à assurer le fonctionnement de la structure animatrice, *100 % des opérations ont été menées ou engagées*
- Le volet C2 (Appuyer la gestion concertée), qui regroupe les actions d'information et de sensibilisation, *84 % des opérations ont été menées.*
- Le volet B1 (Gérer la ressource en eau), qui vise principalement à réhabiliter les ouvrages hydrauliques structurants du réseau, afin de pérenniser l'architecture de ce dernier et de maintenir les zones humides associées, *40 % des opérations prévues ont été menées ou engagées. Les autres actions ont été reportées ou annulées, suite à des contraintes techniques et/ou financières.*
- Le volet B2 (Gérer les inondations), qui concerne principalement la mise en œuvre du Schéma d'Aménagement Hydraulique du Canal de Vaucluse, *29 % des opérations prévues ont été menées ou engagées. A noter que suite au bilan à mi-parcours, une grande partie des actions prévues ont été différées hors contrat, soit au-delà de 2015, compte tenu des nouvelles modalités de financement de l'Etat (PAPI).*

Enfin, la communauté de communes a pris la compétence GEMAPI¹¹² dont les actions à entreprendre sont :

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

4.3.10 **SYNTHESE**

La pression sur la ressource en eau est très forte et, est appelée à se renforcer avec le changement climatique.

Des actions sont entreprises via les différents documents de gestion de l'eau (SDAGE, SAGE, compétence GEMAPI, trames bleues) pour :

- Partager et préserver la ressource,
- Restaurer des milieux tampons et les continuités écologiques,
- Limiter les apports de polluants dans les rivières et les milieux naturels.

¹¹² Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations

Les risques d'inondations sont présents en raison des crues possibles des nombreux cours d'eau et principalement du Rhône et de l'Ouvèze.

4.4 MILIEUX NATURELS ET BIODIVERSITE

4.4.1 ENTITES PAYSAGERES

L'Atlas des paysages de Vaucluse 2017¹¹³ permet d'identifier deux entités paysagères principales sur le territoire, le couloir Rhodanien ainsi que la plaine Comtadine, dans laquelle on retrouve la sous entité paysagère du pays des Sorgues. Une partie Nord du territoire est recensés dans les terrasses de Châteauneuf-du-Pape et l'extrême Sud-Est dans les Monts de Vaucluse. Elles sont résumées et décrites dans le tableau ci-dessous.

Les enjeux paysagers sur chacune de ces entités sont déclinés selon cinq grands axes :

- Gérer durablement les grandes structures du paysage
- Valoriser les paysages fortement perçus
- Prendre en compte les enjeux paysagers liés à l'urbanisation et aux grands projets
- Préserver les sites de richesse paysagère ou écologique
- Les grands projets, enjeux paysagers à court terme

¹¹³ <http://paysages.vaucluse.fr/>

Entité paysagère	Description Atlas Paysages 2017	Caractéristiques	Enjeux paysagers	Communes concernées
La Plaine Comtadine	<i>"Au cœur du département, s'étend ce paysage bocager de huerta méditerranéenne, modèle des livres de géographie. La trame des haies brise-vent et des canaux d'irrigation structure et compartimentent la plaine. Ce territoire est très habité. L'éclatement urbain concurrence aujourd'hui l'agriculture spécialisée."</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Villages groupés - Domaines et mas - Trame de haies - Ripisylves - Parcellaire souligné par le réseau d'irrigation - Végétation en abords de routes 	L'extension des lotissements et de l'habitat diffus, le développement des agglomérations au travers de nombreuses zones commerciales et d'activités engendrent une banalisation du paysage. Les structures végétales sont souvent ignorées dans les extensions récentes : peu d'entrées de ville sont plantées. La ville marque sa présence y compris au milieu des zones rurales : des bâtiments isolés abritant des jardineries, des garages, etc. se signalent au milieu des cultures. Les constructions anciennes, mas, grangeons, sont transformés, agrandis, et abritent de nouveaux usages.	Althen-des-Paluds Bédarrides Monteux Pernes-les-Fontaines
Sous entité du Pays des Sorgues	<i>"Le bassin des Sorgues s'étend entre la Sorgue d'Entraigues et la Sorgue de Velleron, depuis la Fontaine de Vaucluse jusqu'au confluent avec l'Ouvèze à Bédarrides. Ce paysage n'a pas de limites marquées : dès que l'on s'éloigne de l'eau, à la moindre ondulation du sol, on retrouve le paysage caractéristique de la plaine comtadine. Les traversées des zones urbaines par les Sorgues créent des ambiances particulièrement agréables."</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Forte présence d'arbres - Patrimoine bâti lié à l'eau - Réseau complexe de Sorgues et de Mayre 	Le principal enjeu sur ce paysage et la préservation des espaces caractéristiques liés à l'eau ainsi que la conservation des espaces boisés contribuant à la sensation de fraîcheur.	Althen-des-Paluds Bédarrides Monteux Pernes-les-Fontaines
Le couloir Rhodanien	<i>"Le fleuve, aujourd'hui canalisé, est bordé de collines calcaires qui forment plusieurs seuils. Dans cet espace intensivement mis en valeur, seules quelques îles ont encore un caractère naturel. Ce couloir a attiré les grandes infrastructures et les centres urbains."</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Concentration d'espaces rectilignes - Vastes parcelles agricoles - Présence du Rhône et du Canal - Voies rapides - Habitat dispersé - Villages en hauteur - Ripisylve parfois épaisse 	Cette unité ne cesse d'être le lieu d'implantation de grands projets, avec un paysage en transformation continue. De nouveaux projets d'infrastructures sont prévus : échangeur autoroutier à Piolenc, véloroute Via Rhône du Léman à la Méditerranée, poursuite de la LEO à Avignon. Des projets industriels ont vu le jour : implantation d'éoliennes, fermes photovoltaïques. De nouvelles zones d'activités et des quartiers d'habitation sont envisagés.	Sorgues
La terrasse de Châteauneuf-du-Pape	<i>"Cette ancienne terrasse du Rhône constitue un îlot jardiné, très soigné. La trame des vignes sur les galets de couleur ocre, les lignes de cyprès vert sombre, composent un paysage au caractère toscan."</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Vignoble - Châteaux viticoles - Village de Châteauneuf-du-Pape - Routes discrètes - Présence arborée 	La renommée du vignoble a protégé les terres de l'urbanisation. Les domaines maintiennent un paysage de qualité, favorable à leur image. Un enjeu fort concerne le développement des carrières du Lampourdier. L'urbanisation aux abords du village et sur les franges de l'unité crée également une pression.	Bédarrides
Les Monts de Vaucluse	<i>"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."</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Massif peu habité - Habitat isolé rare - Vastet massif forestier - Petites routes sinueuses - Cultures "en timbre poste" - Riche patrimoine de pierres sèches 	Ce paysage semble se maintenir, sans pression particulière. Le relief et la faible accessibilité, le tiennent à l'écart de l'urbanisation et des fortes fréquentations. La gestion forestière est l'enjeu principal. La pression de l'urbanisation est sensible au pourtour de l'unité et aux abords de Murs.	Pernes-les-Fontaines

Figure 114 : Caractéristiques des entités paysagères du territoire (source : Atlas des paysages de Vaucluse 2017)

4.4.2 MILIEUX NATURELS PROTEGES

Le territoire est concerné par différents types de zonage de protection des milieux naturels et de la biodiversité.

4.4.2.1 *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 réglementaire directe, mais uniquement une fonction d'inventaire, mises en place à partir de 1982. On distingue deux types de ZNIEFF :

- **Les ZNIEFF de type 1**, espaces de taille réduits, homogènes d'un point de vue écologique, présentant un intérêt spécifique par la présence d'une ou plusieurs population(s) d'espèces menacées. Deux ZNIEFF de même type ne peuvent pas se recouper.
- **Les ZNIEFF de type 2**, espaces de taille beaucoup plus 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 deux ZNIEFF de type 1 et trois ZNIEFF de type 2 (voir figure suivante).

Type	Code MNHN	Nom	Superficie (hectares)	Communes concernées
Type 1	930012355	Le vieux rhône des arméniens	152	Sorgues
	930020308	Les Sorgues	409	5 communes
Type2	930012343	Le Rhône	7 654	Sorgues
	930012347	L'Ouvèze	688	Bédarrides
	930020322	Prairies de Monteux	290	Monteux

Figure 115 : ZNIEFF de type 1 et 2 sur le territoire (source : DREAL Provence-Alpes Côte d'Azur¹¹⁴)

4.4.2.2 *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 réglementaire, qui va au-delà du simple inventaire, à contrario des ZNIEFF. Comme pour les ZNIEFF, deux sites Natura 2000 de la même directive ne peuvent pas se recouper.

Le territoire comporte trois zones Natura 2000, toutes sont des ZSC (voir figure suivante) :

¹¹⁴ BATRAME BAsE Territoriale Régionale AMénagement Environnement, <https://www.batrame-paca.fr/>

Type	Code MNHN	Nom	Superficie (hectares)	Communes concernées
ZSC	FR9301578	LA SORGUE ET L'AUZON	2 555	5 communes
	FR9301577	L'OUVEZE ET LE TOULOURENC	1 245	Bédarrides
	FR9301590	LE RHONE AVAL	12 579	Sorgues

Figure 116 : Zones Natura 2000 sur le territoire (source : DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur¹¹⁵)

4.4.2.3 **La Trame Verte et bleue**

La Trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de planification de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements.

La Trame verte et bleue contribue à l'amélioration de l'état de conservation des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'applique à l'ensemble du territoire national à l'exception du milieu marin¹¹⁶.

Le code de l'environnement (article L. 371-1 I) assigne à la Trame verte et bleue les objectifs suivants :

- Diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces et prendre en compte leur déplacement dans le contexte du changement climatique ;
- Identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques ;
- Mettre en œuvre les objectifs visés au IV de l'article L. 212-1 et préserver les zones humides visées aux 2° et 3° du III du présent article ;
- Mettre en oeuvre les objectifs de qualité et de quantité des eaux que fixent les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux ;
- Prendre en compte la biologie des espèces sauvages ;
- Faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvages ;
- Améliorer la qualité et la diversité des paysages.

La Trame verte et bleue doit également contribuer à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau (article R. 371-17 du code de l'environnement) et l'identification et la délimitation des continuités écologiques de la Trame verte et bleue doivent notamment permettre aux espèces animales et végétales dont la préservation ou la

¹¹⁵ BATRAME BAsE Territoriale Régionale AMénagement Environnement, <https://www.batrame-paca.fr/>

¹¹⁶ Définition de la Trame Verte et Bleue, <http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/qu-est-ce-que-trame-verte-bleue/definitions-trame-verte-bleue?language%3Den=fr>

remise en bon état constitue un enjeu national ou régional de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation (article R. 371-18 du code de l'environnement).¹¹⁷

La Trame Verte et Bleue du territoire de la CCSC est intégrée à celle du SCoT du Bassin de Vie d'Avignon. La carte ci-dessous présente cette TVB sur le territoire du SCoT ainsi qu'un zoom sur le territoire de la CCSC.

¹¹⁷ Objectifs de la Trame Verte et Bleue, <http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/qu-est-ce-que-trame-verte-bleue/objectifs-trame-verte-bleue?language%3Den=fr>

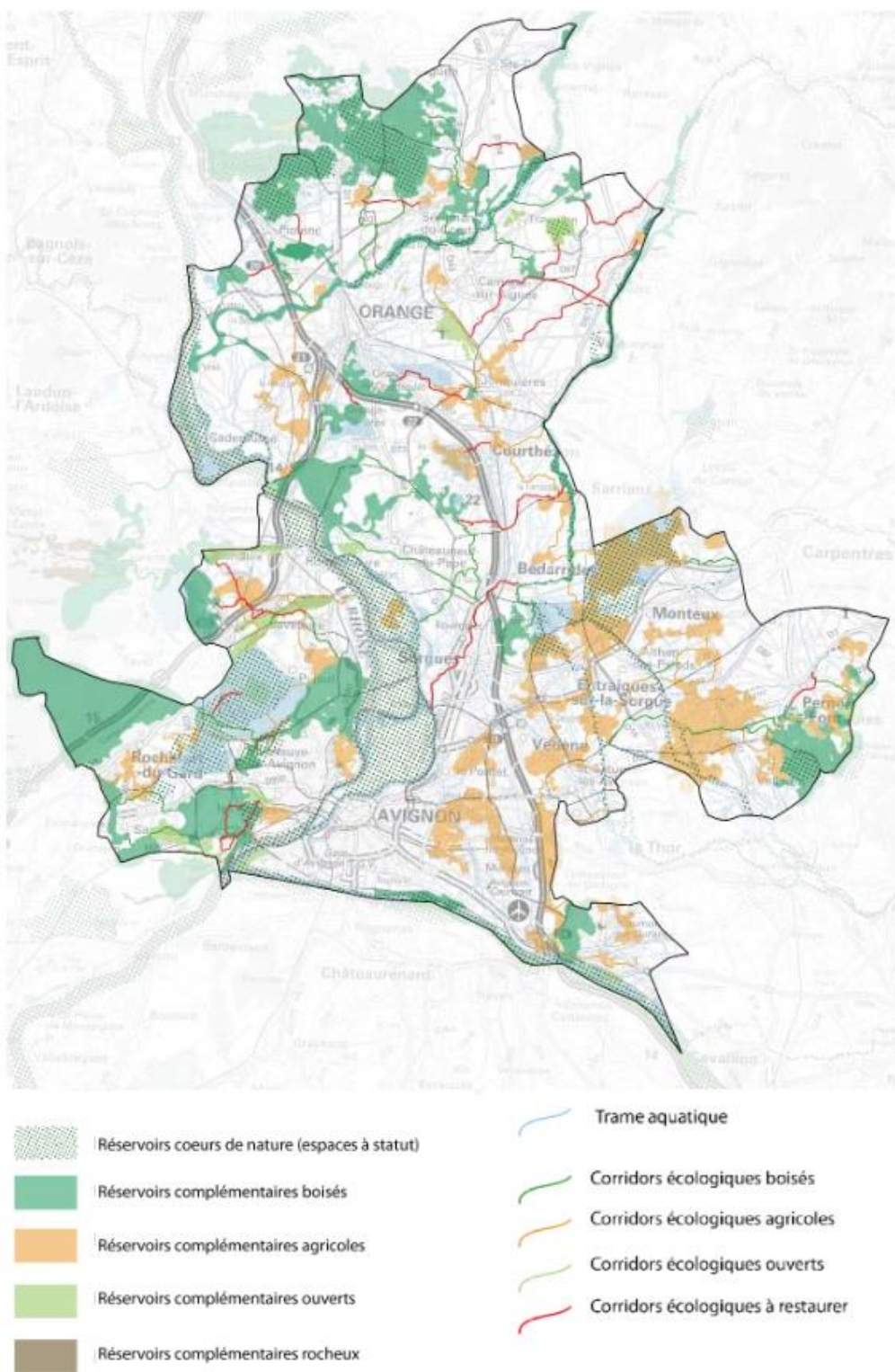


Figure 117 : La trame verte et bleue du SCOT du Bassin de Vie d'Avignon (source : SCOT du Bassin de vie d'Avignon¹¹⁸, p. 292)

¹¹⁸ 9 décembre 2019, Syndicat Mixte pour le SCOT du Bassin de Vie d'Avignon, « **SCOT BASSIN DE VIE D'AVIGNON Tome 1 : Rapport de Présentation** », 367 p.

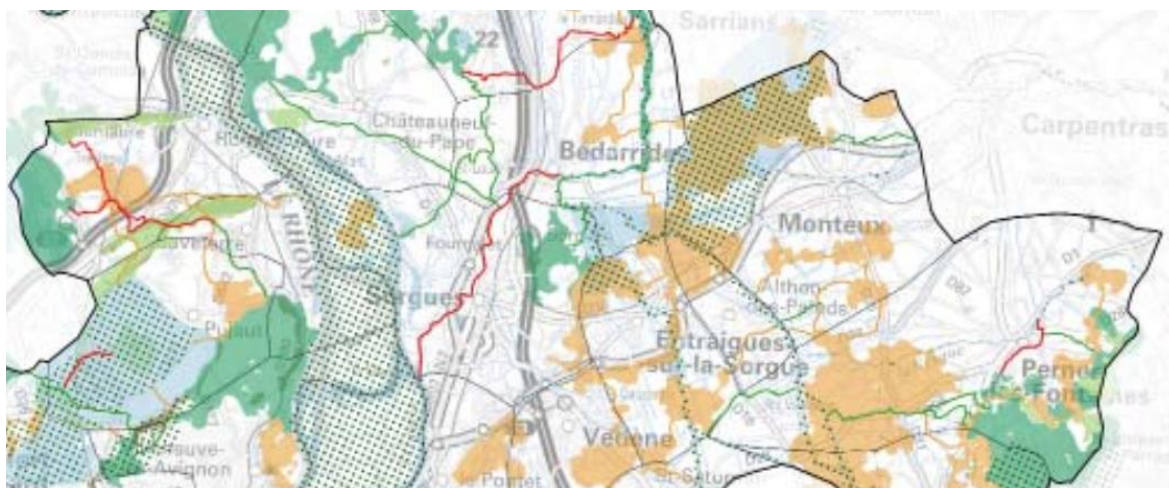


Figure 118 : Trame Verte et Bleue du SCoT BVA, zoom sur le territoire de la CCSC
(source : SCoT du Bassin de vie d'Avignon, p. 292)

4.4.2.4 **Autres zones protégées**

Espaces Naturels sensibles

2 zones sont classées comme Espace Naturel Sensible sur le territoire :

- La zone humide des Confines d'une superficie de 37 hectares sur la commune de Montoux est gérée par le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur¹¹⁹
- Le site des platrières d'une superficie de 19 hectares à cheval sur les communes de Pernes-les-Fontaines, La Roque-sur-Pernes et L'Isle-sur-la-Sorgues est géré par ces 3 communes et le CAUE 84.

4.4.3 **MATRICE DES IMPACTS**

Une publication scientifique réalisée par 18 experts de l'IUCN (International Union for Conservation of Nature) a évalué la vulnérabilité des espèces face aux changements climatiques et indique que le temps est compté pour la survie de nombreuses espèces¹²⁰.

En France, les évolutions constatées au sein des systèmes naturels sont nombreuses. Néanmoins, pour l'instant, le changement climatique n'est pas systématiquement le facteur prépondérant en cause, leur attribution au changement climatique reste donc toujours très difficile du fait du manque de connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes¹²¹.

¹¹⁹ Le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur est une association à but non lucratif, reconnue d'intérêt général, qui a pour mission la préservation du patrimoine naturel de la région PACA.

¹²⁰ <https://www.iucn.org/news/secretariat/201810/escalating-climate-change-impacts-species-prompt-iucn-review-emerging-field>

¹²¹ Mars 2011, ECOFOR, « Connaissance des impacts du changements climatiques sur la biodiversité en France métropolitaine », synthèse de la bibliographie, 184 p.

http://docs.gip-ecofor.org/libre/CCBio_SyntheseFinale_112011.pdf

Le tableau suivant donne les tendances des principaux impacts :

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

Légende :

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

4.4.4 SYNTHÈSE

Les impacts du changement climatique 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),
- La limitation des ressources en eau.

4.5 AGRICULTURE ET FORETS

4.5.1 PROFIL AGRICOLE ET FORESTIER

4.5.1.1 *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. Les données présentées ici sont issues de la base de données Corine Land Cover (basée sur des observations satellites) qui restent relativement grossières et ne préjugent pas de l'utilisation des terres à proprement parler.

	Surface	Part du territoire
	ha	%
Cultures	10 964	70%
Prairies	-	0%
Vergers	187	1%
Vignes	1 170	7%
Total	12 321	79%

Figure 119 : Surfaces agricoles du territoire, données Corine Land Cover, 2012

Sur le territoire de la CCSC, la surface agricole représente plus de 12 000 ha soit 79 % du territoire.

Les grandes cultures dominent avec les céréales, vignes et vergers sont aussi présents. Les prairies sont marginales et sont principalement des friches suite à l'abandon de terres agricoles.

Le Recensement Général Agricole de 2010 identifie plus de 700 ha consacrés au maraîchage.

4.5.1.2 *Forêt*

Le territoire est très peu boisé. On note néanmoins quelques bois de pins à Pernes-les-Fontaines et Sorgues, et des ripisylves de feuillus le long de l'Ouvèze à Bédarrides ou aux alentours de l'étang de la Lionne à Sorgues.

La répartition par grand types de peuplement est la suivante :

	Surface	Part du territoire
	ha	%
Feuillus	209	1%
Mixtes	285	2%
Conifères	83	1%
Peupleraies	11	0%
Total	590	4%

Figure 120 : Surfaces forestières, données Corine Land Cover, 2012

4.5.2 MATRICE DES IMPACTS

Le climat méditerranéen est favorable à 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 pratiques¹²².

4.5.2.1 *Impacts sur les grandes cultures*

Les impacts du changement climatique sur ces cultures sont les suivants :

- Augmentation du stress hydrique,
- Réduction de la durée des cycles,
- 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).

4.5.2.2 *Impacts sur les cultures maraîchères*

Les impacts du changement climatique sur ces cultures sont les suivants :

- 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, liée à une diminution des précipitations et à une augmentation des conflits d'usages liée à la croissance démographique. Il s'agit, à titre d'exemple, de l'optimisation de l'irrigation par goutte à goutte pour la culture de la tomate¹²³.

4.5.2.3 *Impacts sur la vigne*

Les impacts du changement climatique sur la viticulture sont les suivants :

- Productivité potentiellement en diminution (déficit hydrique) impliquant un éventuel recours à l'irrigation,

¹²² 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

¹²³ 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>

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

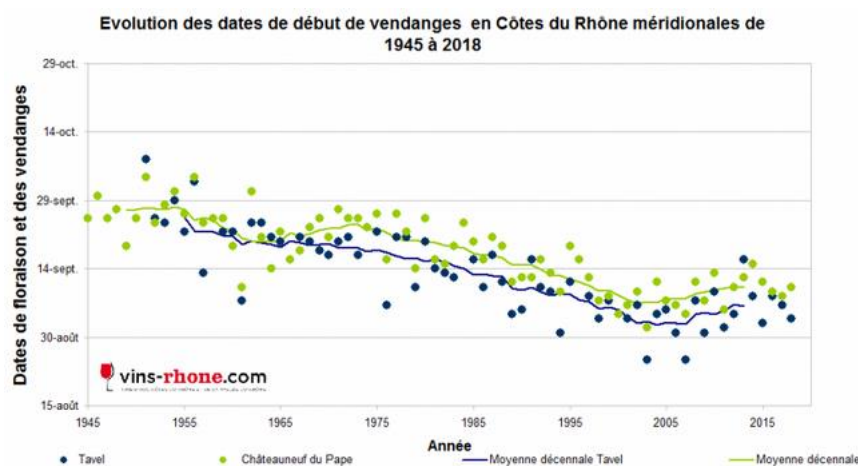


Figure 121 : Evolution des dates de début de vendages en Côtes du Rhône méridionales entre 1945 et 2018 (source : ONERC¹²⁴)

Différents leviers d'adaptation sont envisagés par les organismes techniques et de recherche¹²⁵ :

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

¹²⁴ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-agriculture-et-foret>

¹²⁵ 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>

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 adaptées¹²⁶.

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 méditerranéenne¹²⁷.

4.5.2.4 ***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'abricotier¹²⁸.

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

¹²⁶ 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>

¹²⁷ 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

¹²⁸ 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>

Des adaptations des itinéraires culturels pour le pommier sont, d'ores et déjà envisagées, notamment face à la raréfaction des ressources en eau.¹²⁹

4.5.2.5 **Impacts sur les forêts**

Le territoire est peu boisé. Il n'existe pas de données publiées sur l'impact du changement climatique sur les forêts du territoire. On indique malgré tout ci-après les principaux impacts du changement climatique sur les milieux forestiers.

Ces milieux 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.

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

¹²⁹ Décembre 2008, GRAB, « Adaptation des itinéraires culturels 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>

4.6 TOURISME

4.6.1 PROFIL TOURISTIQUE

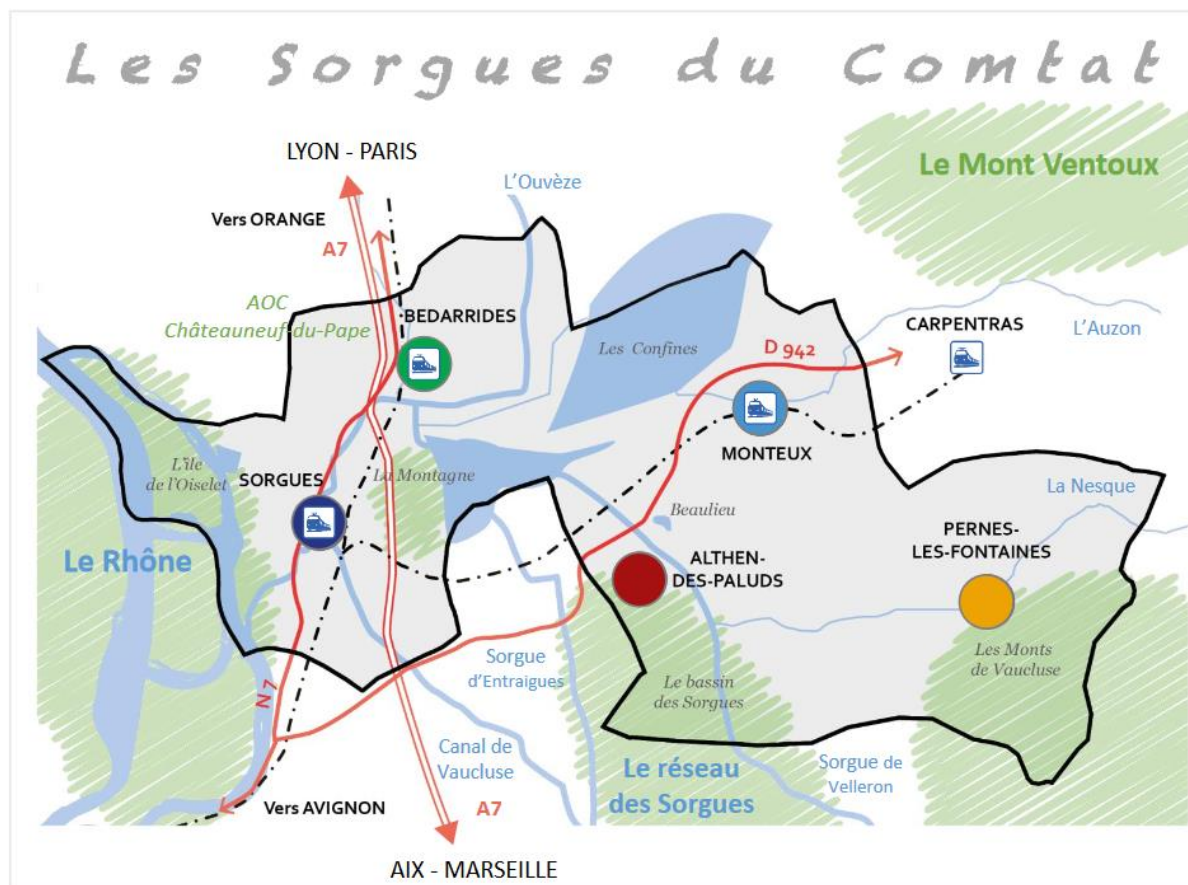


Figure 122 : Carte touristique de la CC des Sorgues du Comtat (source : Site de la CCSC¹³⁰)

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

- Le patrimoine naturel (Mons de Vaucluse, réseau hydrographique du bassin des sorgues),
- Les plans d'eau et le complexe d'attraction du parc de Beaulieu à Monteux (parc aquatique et parc Spirou),
- Le patrimoine bâti des villes et villages,
- La gastronomie et les cultures maraichères.

Le centre ancien de Pernes-les-Fontaines est classé en site inscrit.

De nombreux hébergements touristiques sont disponibles :

- Les campings : 45 emplacements à Monteux, 179 emplacements et 24 mobil homes à Pernes-les-Fontaines, 50 emplacements et 25 mobil homes à Sorgues,
- Un hôtel à Sorgues avec 100 chambres,

¹³⁰ <https://www.sorgues-du-comtat.com/images/Presentation/Carte-CC-2018.pdf>

- De nombreux gîtes sur tout le territoire.

La préservation de ces atouts est donc un enjeu fort pour l'économie du territoire.

Le développement du cyclo-tourisme (facilité par les infrastructures présentes sur le territoire) constitue également un enjeu important quant à la limitation de l'impact GES de ce secteur.

4.6.2 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 climatique¹³¹.

Ces rencontres ont permis de faire émerger des pistes d'actions¹³² :

- 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.

¹³¹ 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/>

¹³² https://www.parcduluberon.fr/wp-content/uploads/2019/06/Atelier_2_Changements_climatiques_et_tourisme_quelles_actions.pdf

4.7 SOLS ET SOUS-SOLS

4.7.1 CARACTERISTIQUES ET OCCUPATION DES SOLS

4.7.1.1 *Paysages*

Pour une description précise des paysages, se reporter au chapitre consacré aux « Milieux naturels ».

4.7.1.2 *Sous-sol et géomorphologie*

Les informations présentées ici sont extraites de la description du cadre géologique départemental du schéma départemental des carrières réalisé 1994 par le BRGM.

Le sous-sol du département de Vaucluse est constitué de terrains très variés d'origine sédimentaire, s'étageant du Trias au Quaternaire, avec une exception très marginale la Lherzolite du Luberon qui est une roche endogène basique d'origine volcanique.

Le département couvre deux grands domaines géologiques bien distincts :

- Le couloir rhodanien à l'Ouest,
- La Provence subalpine, à l'est.

Le territoire se trouve dans le domaine géologique du couloir Rhodanien.

Il est largement occupé par les alluvions récentes ou anciennes du Rhône, de la Basse-Durance et de leurs affluents (Lez, Aigues, Ouvèze, Sorgues, Coulon), qui reposent généralement sur des terrains tertiaires (principalement miocènes ou oligocènes). Ceux-ci constituent des bassins (bassins de Carpentras, Valréas) dont l'auréole borde les reliefs de l'unité Mont-Ventoux/Monts de Vaucluse et des Baronnies. Ces bassins sont principalement détritiques : argiles, marnes, sables, molasses avec deux faciès particuliers à la région (la pierre du Midi, molasse miocène et le safre, sable marneux miocène). Ces terrains tertiaires reposent sur un substratum crétacé calcaire qui constitue localement des paléo reliefs émergeant des formations plus récentes (rocher des Doms à Avignon, rocher de Cavaillon, collines de Mont-de-Vergues, Caumont, Thouzon, Vedène et Châteauneuf-du-Pape).

A l'intérieur du couloir rhodanien, on peut distinguer quatre grandes unités structurales correspondant aux bassins néogènes de :

- Valréas-Vaison,
- Carpentras,
- Massifs d'Uchaux,
- Suzette.

Le territoire se trouve dans le bassin de Carpentras.

Le bassin de Carpentras correspond à la région du bas Comtat Venaissin et comporte quelques buttes témoins miocènes reposant sur un substratum crétacé (collines de Châteauneuf-du-Pape -Courthézon, de Bédarrides-Sorgues, de Saint Saturnin-lès-Avignon - Caumont) recouvertes en partie de terrasses anciennes. Il est limité à l'est et au N.E. par le rebord des plateaux de Vaucluse et les pentes du Mont-Ventoux. Le Miocène s'enfonce graduellement sous les alluvions de la plaine rhodanienne et dépasse 300 m d'épaisseur au centre du bassin (nord de Monteux) ; ses faciès sont surtout marneux et sableux (safre). Sur les bordures est et sud du bassin, dans les parties où affleurent les terrains anté-miocènes, on peut distinguer :

- **Les collines de Mormoiron** constituées de Crétacé moyen, d'Eocène et d'Oligocène dont les bancs de pendage ouest s'envoient sous le Miocène
- **Le massif de Pernes-les-Fontaines**, dont la structure anticlinale profonde a été démontrée par géophysique pétrolière et qui est constitué d'Oligocène (argiles, sables, grès, conglomérats, calcaires plus ou moins argileux, argiles sableuses à niveau de lignite, gypse), surmonté de terrains miocènes burdigaliens (molasse et calcaire argileux)

4.7.1.3 **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 liste des carrières du Vaucluse disponible sur le site de la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur ¹³³, une seule carrière est en exploitation sur le territoire.

COMMUNE	EXPLOITANT	NATURE MATERIAU	Quantité autorisée (T/an)	EXPIRATION EXPLOITATION
Pernes-les-Fontaines	Sainte Marie	Alluvions (granulats)	100 000	11/12/2022

Figure 123 : Exploitations minérales au sein du territoire (Source : Installations Classées)

4.7.2 **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.

¹³³ <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-carrieres-en-region-paca-r502.html>

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

4.7.2.1 **Risques naturels mouvements de terrain**

La base de données mouvements de terrain (BDMVT, <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/mouvements-de-terrain#/>) a recensé dix mouvements de terrain sur le territoire répartis sur trois communes (voir tableau ci-dessous). Sept de ces mouvements de terrain ont été recensés à Monteux.

Communes	Nombre de mouvements de terrain
Althen-des-Paluds	0
Bédarrides	0
Monteux	7
Pernes-les-Fontaines	1
Sorgues	2
Total	10

Figure 124 : Mouvements de terrains recensés sur le territoire (source : BDMVT)

Selon Géorisques, les communes de Monteux, Pernes-les-Fontaines et Sorgues sont soumises au risque mouvements 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
Althen-des-Paluds	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Bédarrides	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Monteux	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Pernes-les-Fontaines	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Sorgues	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992

5 arrêtés de catastrophe naturelle ont été pris concernant des inondations, coulées de boue et mouvements de terrain. Ils relèvent tous du même évènement qui s'est déroulé du 21/09/1992 au 23/09/1992 et concerne les 5 communes du territoire.

Effondrements de cavités souterraines :

Le territoire n'est pas exposé à ce risque.

Chutes de blocs :

Aucune commune du territoire n'est exposée à ce risque.

Evènements passés :

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

Glissements de terrain :

Bédarrides, Pernes-les-Fontaines et Sorgues sont exposées à ce risque.

Evènements passés :

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

Tassement différentiel :

Bédarrides, Pernes-les-Fontaines et Sorgues sont exposées à ce risque.

Evènements passés :

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

4.7.2.2 **Risque sismique**

Le territoire se trouve en zone où le risque sismique est modéré (3)

Evènements passés :

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

4.7.2.3 **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 moyen sur sa quasi-totalité (voir figure suivante). Il existe quelques zones d'aléas forts à Sorgues et Bédarrides ainsi que dans les Monts de Vaucluse au Sud-Ouest de Pernes-les-Fontaines.

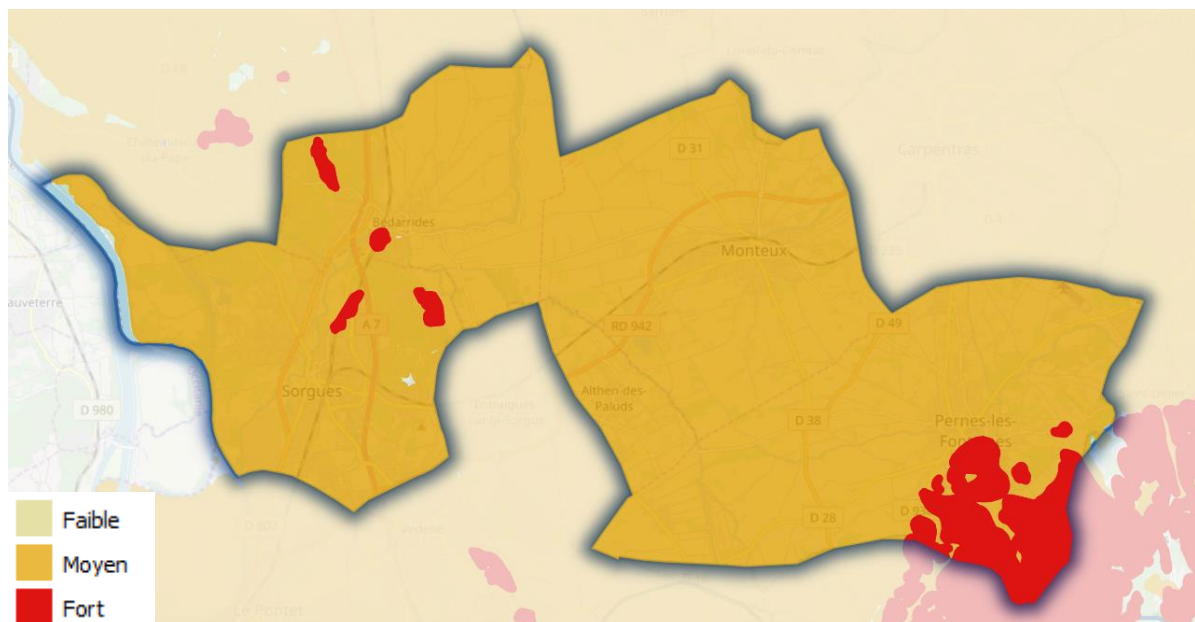


Figure 125 : Carte du risque de retrait gonflement des argiles (source : Géorisques)

Evènements passés :

Trois arrêtés de catastrophe naturelle ont été pris pour des « Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols » :

Commune	Date début	Date fin
Pernes-les-Fontaines	01/07/2016	30/09/2016
Monteux	01/04/1995	31/10/1995
Monteux	01/01/2012	30/09/2012

Figure 126 : Arrêtés de catastrophes naturelles liés aux retraits-gonflements des sols (source : <http://www.georisques.gouv.fr/>)

4.7.3 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 nombre de cycle gel/dégel (plus important en plus haute altitude)				
Diminution des précipitations en été, augmentation des vagues de chaleur, déficit hydrique	Renforcement du risque retrait gonflement des argiles				

Légende :

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

4.7.4 SYNTHÈSE

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) 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	Glissement de terrain	Tassements différentiels	Sismique	Retraits-gonflements
Althen-des-Paluds	N	N	N	3	0
Bédarrides	N	0	0	3	0
Monteux	0	N	N	3	0
Pernes-les-Fontaines	0	0	0	3	0
Sorgues	0	0	0	3	0

Figure 127 : Synthèse des risques liés aux sols et sous-sols sur les communes du territoire

(Source : <http://www.georisques.gouv.fr/>)

4.8 INFRASTRUCTURES

4.8.1 INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES



Figure 128 : Ligne de chemin de fer sur le territoire (source : SNCF - Atlas 2019 du réseau ferré¹³⁴)

Le territoire est traversé :

- Par la ligne PLM Paris-Lyon à Marseille-Saint-Charles (830)
- Par la ligne TER Sorgues – Châteauneuf-du-Pape à Carpentras (927)

4.8.2 INFRASTRUCTURES ROUTIERES

Le réseau routier et autoroutier du territoire est le suivant :

- L'autoroute A7 avec un Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) de plus de 54 000 véhicules (voir 3.7.2.2)
- La RD907 correspondant à l'ancienne RN 7, déclassée en 2006 reliant Avignon à Orange et longeant l'A7. Elle traverse Sorgues et Bédarrides
- La RD942 reliant Avignon à Carpentras. Elle passe au sud de Sorgues et correspond à la sortie 23 « Avignon nord » de l'A7. Elle traverse ensuite Althen-des-Paluds et Montoux.

Le reste du territoire est maillé par un réseau de routes départementales reliant entre elles les communes de la CCSC et les communes limitrophes.

Ces différentes infrastructures routières peuvent être impactés par le changement climatique créant ainsi des dépenses importantes d'entretien ainsi que des risques pour la sécurité des usagers¹³⁵.

Il s'agit notamment de :

- L'augmentation du risque de « verglas d'été », augmentant le risque accidentogène,
- La dégradation des voiries, sous l'effet de phénomènes plus fréquents de gels-dégel-regel,

¹³⁴ <https://flipbook.sncf-reseau.fr/atlas-rfn#p=0&z=0>

¹³⁵ 2019, CEREMA, Collection connaissances, ISBN : 978-2637180-426-5, « Vulnérabilité et risques : les infrastructures de transport face au climat », 58 p.

- Le développement de plantes invasives augmentant les besoins en entretien de bords des routes,
- L'augmentation du risque de fonte du goudron, augmentant le risque accidentogène et les besoins en réfection de chaussée.

Ces différents impacts engendrent un surcoût d'entretien.

4.8.3 **INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE**

Le territoire ne compte pas de centrale nucléaire. Cependant, le site nucléaire de Marcoule se trouve à une quinzaine de kilomètres de Bédarrides.

Les évolutions des conditions de production d'énergie nucléaire sont à prendre en compte (augmentation des besoins en rafraîchissement), car elles impactent le coût de l'énergie.

Les lignes aériennes de transport et distribution d'électricité présentes sur le territoire peuvent être impactées :

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

4.8.4 **INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION, DE DISTRIBUTION ET DE TRAITEMENT D'EAU**

Il n'existe pas de données sur l'impact du changement climatique sur les infrastructures de production, de distribution et de traitement d'eau du territoire.

D'un point de vue général, il est considéré les points suivants :

- Les zones de captage peuvent être plus vulnérables au changement climatique, par augmentation du phénomène d'érosion des sols.
- L'efficacité des infrastructures de distribution d'eau est essentielle dans un contexte de diminution de la ressource en eau : recherche de fuites, solidité des ouvrages...
- Pour gérer le risque inondation 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 à un coût très variable allant de 200 à 2000 €/m³ ¹³⁶ d'eau à collecter.

4.8.5 **MATRICE DES IMPACTS**

¹³⁶https://www.cerema.fr/system/files/documents/2017/11/sequence3_3_171010_rex-bo_jt-elements_de_couts_cle1c3a7d.pdf

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

Légende :

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

4.8.6 SYNTHÈSE

Les différentes infrastructures du territoire (routières, de production et de distribution d'eau et d'énergie) peuvent être impactées par les effets du changement climatique.

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

4.9 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'Azur¹³⁷ 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 entraînant 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.

4.9.1 DEMOGRAPHIE

4.9.1.1 *Evolution démographique globale*

La croissance démographique du territoire est positive, avec un taux de croissance d'environ 0,26% par an entre 2011 et 2016, ce qui est légèrement inférieur aux niveaux départemental et régional.

Deux communes ont une croissance négative :

- Bédarrides (-0,37%),
- Pernes-les-Fontaines (-2,31%).

A l'inverse, Monteux a vu sa population augmenter de plus de 3% par an entre 2011 et 2016.

¹³⁷ 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

Commune	Taux de croissance démographique annuel
Althen-des-Paluds	0,76%
Bédarrides	-0,37%
Monteux	3,14%
Pernes-les-Fontaines	-2,31%
Sorgues	0,09%
CCSC	0,26%

Figure 129 : Taux de croissance démographique annuel entre 2011 et 2016 sur le territoire (source : INSEE)

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

- Préserver la ressource en eau, sur laquelle la pression est déjà forte, dans un contexte où le changement climatique tend à diminuer cette ressource,
- Anticiper les nouveaux besoins d'énergie qui résulteraient de l'augmentation des besoins de climatisation liés à l'augmentation de la température.

4.9.1.2 **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 population¹³⁸

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 estimée 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.

¹³⁸ Octobre 2019, INSEE, « **Vieillesse 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>

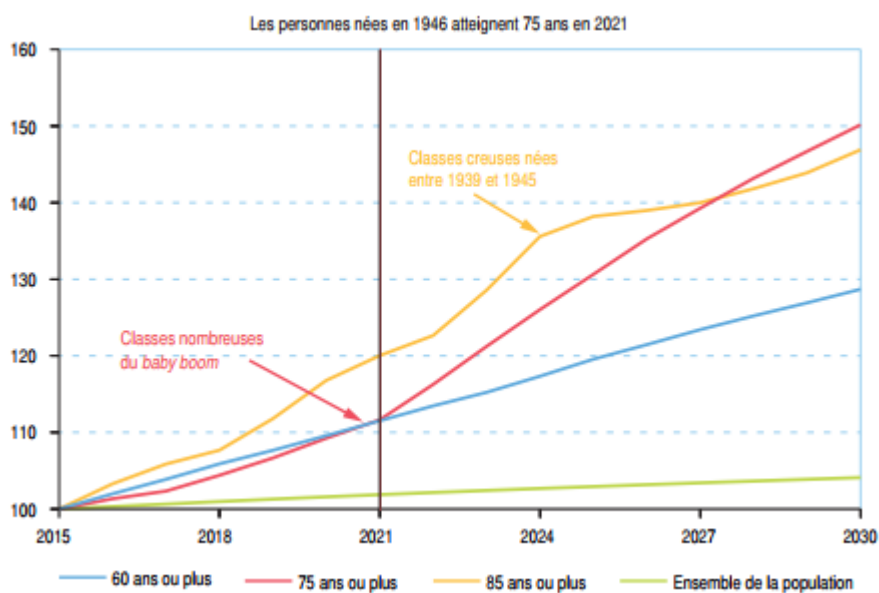


Figure 130 : Évolution de la population de Vaucluse à l'horizon 2030 (scénario central), par classe d'âges (base 100 en 2015) – source : Insee, Omphale 2017

L'isolement des personnes sensibles aux fortes chaleurs :

Au niveau départemental, 3 seniors sur 10 vivent seuls. Le niveau de vie des seniors en Vaucluse est également le plus bas parmi les départements de la région. Le revenu médian des ménages seniors (plus de 60 ans) s'élève à 20 470 € contre 21 460 € au niveau national et 21 580 € au niveau régional.

Cela peut se traduire pour une partie de la population par un accès aux soins et/ou aux aides à domicile plus difficile qu'ailleurs.

4.9.2 CANICULES

Les épisodes de canicule pourraient devenir plus fréquents à l'avenir.

- En 2003, outre les fortes chaleurs, la canicule s'est accompagnée d'une pollution par l'ozone importante tant en durée qu'en intensité. Le nombre des décès au niveau national en excès par rapport aux années précédentes a été estimé à 14 800 entre le 1er et le 20 août 2003, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue. L'ensemble de la France a été touché, et globalement la surmortalité a été plus importante dans les zones urbaines¹³⁹.
- En 2006, sur les deux canicules observées, 11 494 décès ont été recensés au niveau national dont 1 048 décès en excès, soit une augmentation de 10 % de la mortalité¹⁴⁰,

¹³⁹ 26 octobre 2004, INSERM, « **Surmortalité liée à la canicule d'août 2003** », 76 p.

https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm_RapportThematique_SurmortaliteCaniculeAout2003_RapportFinal.pdf

[11/Inserm_RapportThematique_SurmortaliteCaniculeAout2003_RapportFinal.pdf](https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm_RapportThematique_SurmortaliteCaniculeAout2003_RapportFinal.pdf)

¹⁴⁰ Avril 2019, Santé publique France, « **Études et enquêtes : évaluation de la surmortalité pendant les canicules des étés 2006 et 2015 en France métropolitaine** », 47 p.

<https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/documents/rapport-synthese/evaluation-de-la-surmortalite-pendant-les-canicules-des-etes-2006-et-2015-en-france-metropolitaine>

- En 2015, sur l'ensemble des quatre canicules observées, 11 636 décès ont été recensés dont 1 722 décès en excès soit une augmentation de plus de 17 % de la mortalité.
- En 2018, lors de la canicule qui a été légèrement moins forte en intensité que celle de 2003 mais plus longue, les chiffres font état d'une surmortalité de 1500 personnes.

Quel que soit le sexe, cet excès de décès s'observe principalement dans les classes d'âge élevées, et ce, à partir de 45 ans.

4.9.3 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 bâtiments,**
- **Dans l'espace public des zones urbanisées.**

4.9.3.1 Bâtiments

La croissance globale du parc de logements sur le territoire est nettement supérieure à celle de la population (environ 0,3% de croissance démographique annuelle sur la période 2011-2016, contre 1% annuel pour le parc de logement sur la même période). Ce phénomène se retrouve sur la plupart des communes (excepté Monteux). Il est important à Althen-des-Paluds.

Les résidences secondaires augmentent annuellement moyenne de plus de 5% entre 2011 et 2016. Les logements vacants augmentent de 23% entre 2011 et 2016 soit de 367 logements.

Commune	Taux de croissance démographique annuel	Taux d'augmentation du nombre de logement
Althen-des-Paluds	0,76%	2,50%
Bédarrides	-0,37%	0,16%
Monteux	3,14%	2,43%
Pernes-les-Fontaines	-2,31%	0,15%
Sorgues	0,09%	0,68%
CCSC	0,26%	1,01%

Figure 131 : Comparaison du taux de croissance démographique et d'augmentation du nombre de logements entre 2011 et 2016 (source : INSEE)

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 XXI^e 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.

Degrés-jour annuels de climatisation en Provence-Alpes-Côte d'Azur
Simulations climatiques sur passé et futur pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5

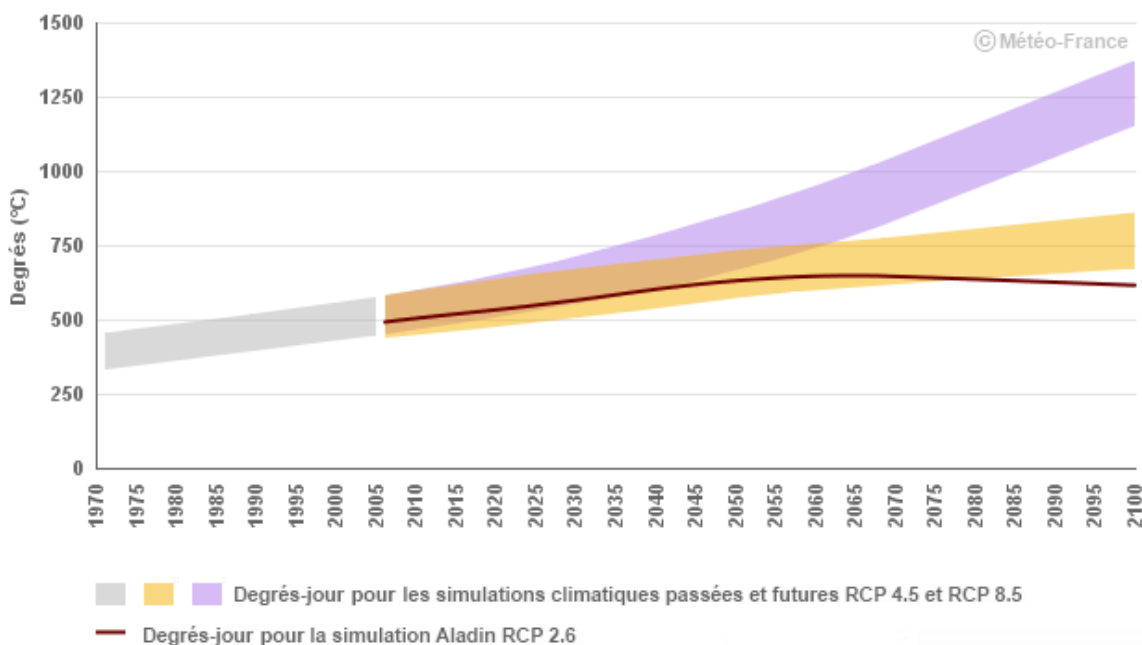


Figure 132 : Evolution attendue du besoin en climatisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur au XXIème siècle, exprimé en degrés-jour annuels de climatisation (Source : Météo-France, Climat HD¹⁴¹)

L'ADEME estime que les consommations d'énergie pour climatiser les logements devraient être multipliées tendanciellement par trois d'ici 2030 (+180 % entre 2010 et 2030)¹⁴². Les préconisations indiquées au chapitre 5.2.1.3 méritent d'être considérées. De plus le CAUE fait remarquer qu'une isolation mal pensée peut accentuer la demande en rafraîchissement, l'importance du conseil aux ménages et maîtres d'ouvrage tertiaire constitue un véritable enjeu.

4.9.3.2 **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 urbain¹⁴³.

¹⁴¹ <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>

¹⁴² Septembre 2016, ADEME, « Nos logements en 2050, quelles évolutions pour notre habitat ? », 16 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-evolution-habitat-2050.pdf>

¹⁴³ 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

L'effet îlot de chaleur urbain¹⁴⁴ 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 surfaces¹⁴⁵ 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 peuvent aggraver les 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 Paris¹⁴⁶.

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 en évidence les zones les plus urbanisées.

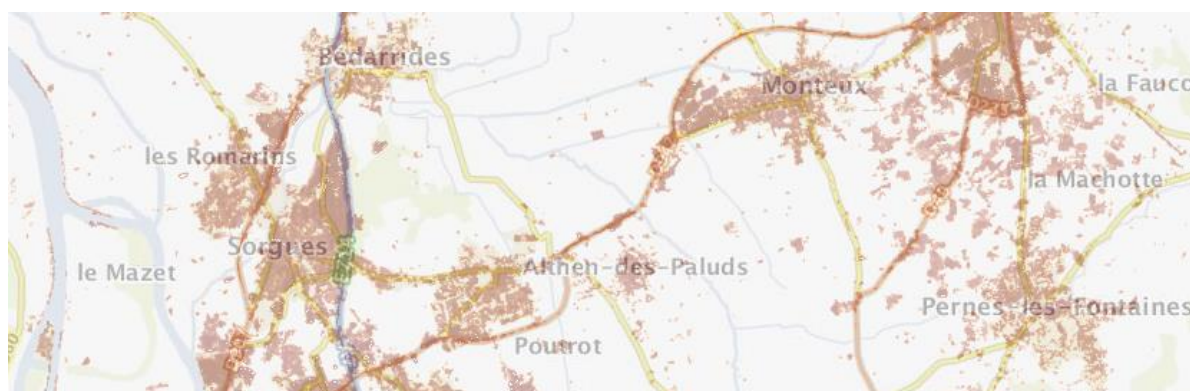


Figure 133 : Taux d'imperméabilisation des sols sur le territoire (source : Corine Land Cover 2015)

Dans ce contexte, la maîtrise de la chaleur en milieu urbain devra être prise en compte dans les documents d'urbanisme. Dans ce sens, des recommandations qui sont à adapter au contexte local sont proposées par l'ADEME¹⁴⁷ à différentes échelles urbaines (la ville, le quartier, l'îlot et le bâtiment).

¹⁴⁴ <http://collectivitesviables.org/articles/ilots-de-chaleur-urbains.aspx>

¹⁴⁵ 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.

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

¹⁴⁷ Octobre 2012, ADEME, « Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales », 69 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-lutte-effet-ilot-chaleur-urbain.pdf>

4.9.4 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 futur¹⁴⁸.

Il existe en France un réseau de surveillance des pollens dans l'air ambiant¹⁴⁹.

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

<i>Arbres</i>		<i>Herbacées spontanées</i>	
Espèce	Familles	Espèce	Familles
Cyprès commun	Cupressacées	Ambrosies	Composées
Chênes	Fagacées	Graminées	Poacées
Frênes et Olivier	Oléacées	Pariétaires	Urticacées
Platanes	Platanacées		

- **Les principaux symptômes sont les suivants¹⁵⁰ :**
 - ✓ 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,

¹⁴⁸ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-sante-et-societe>

¹⁴⁹ 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

¹⁵⁰ <https://www.atmosud.org/article/les-pollens>

- ✓ 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 Vaucluse¹⁵¹ prescrit la destruction de l'ambroisie compte-tenu de son caractère envahissant, allergisant et le risque qu'elle constitue pour la santé publique.

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'euros¹⁵².

4.9.5 POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

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

4.9.6 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 Europe¹⁵³.

¹⁵¹ 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

¹⁵² 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

¹⁵³ 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

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 développement¹⁵⁴.

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.

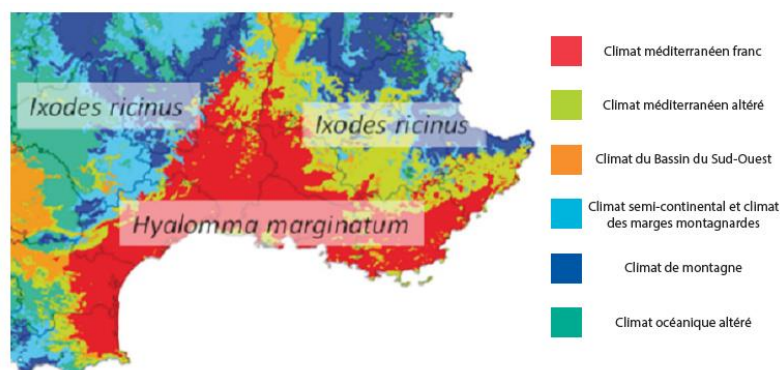


Figure 134 : Zones préférentielles des tiques dans le Sud-Est de la France (Source : Climatik, 2019¹⁵⁵).

- **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.

¹⁵⁴ 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

¹⁵⁵ <http://www.accaf.inra.fr/Actions-et-Projets/Adaptation-et-sante-animale-et-vegetale/CLIMATICK/>

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.

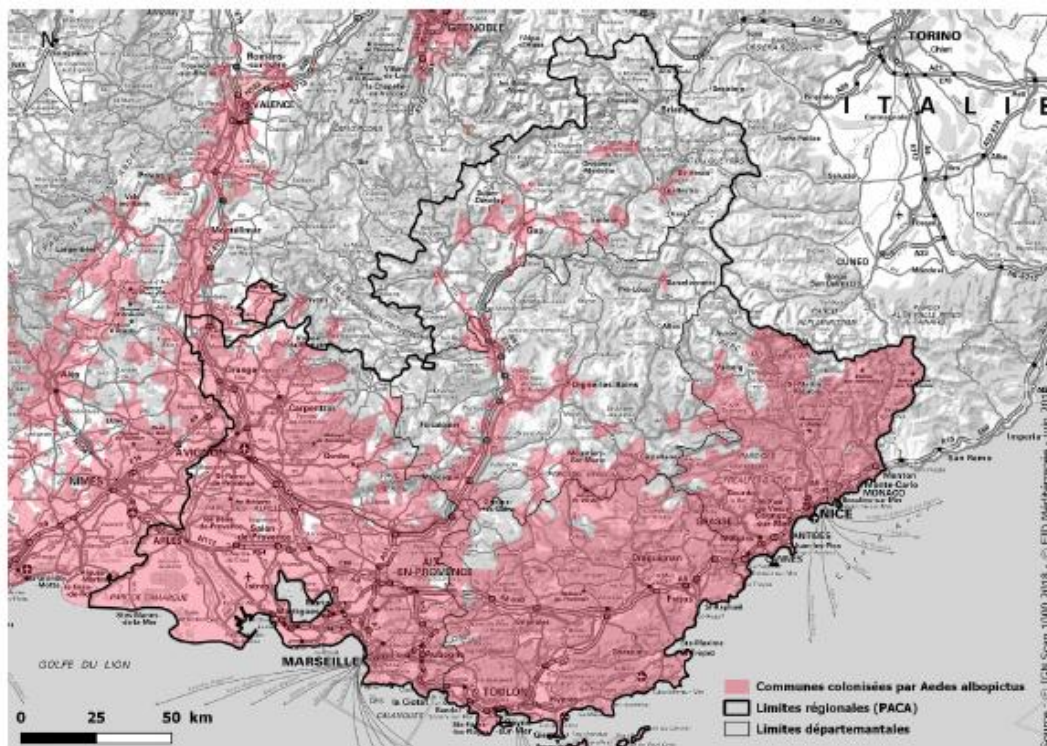


Figure 135 : Carte de la colonisation par *Aedes albopictus* en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : EID Méditerranée¹⁵⁶, 2019).

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 lutte¹⁵⁷.

¹⁵⁶ <http://www.eid-med.org/>

¹⁵⁷ 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

4.9.7 MATRICE DES IMPACTS

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

Légende :

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

4.9.8 SYNTHÈSE

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 avec des effets sur la surmortalité de la population et l'augmentation du phénomène d'îlot de chaleur en ville, renforce l'inconfort de la population et impacte donc le bien-être des habitants.

L'élévation de la température favorise :

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

l'augmentation de la teneur en CO₂ dans l'air renforce le pouvoir allergisant de certaines plantes (telles que l'ambrosie).

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 suivante¹⁵⁸. 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).

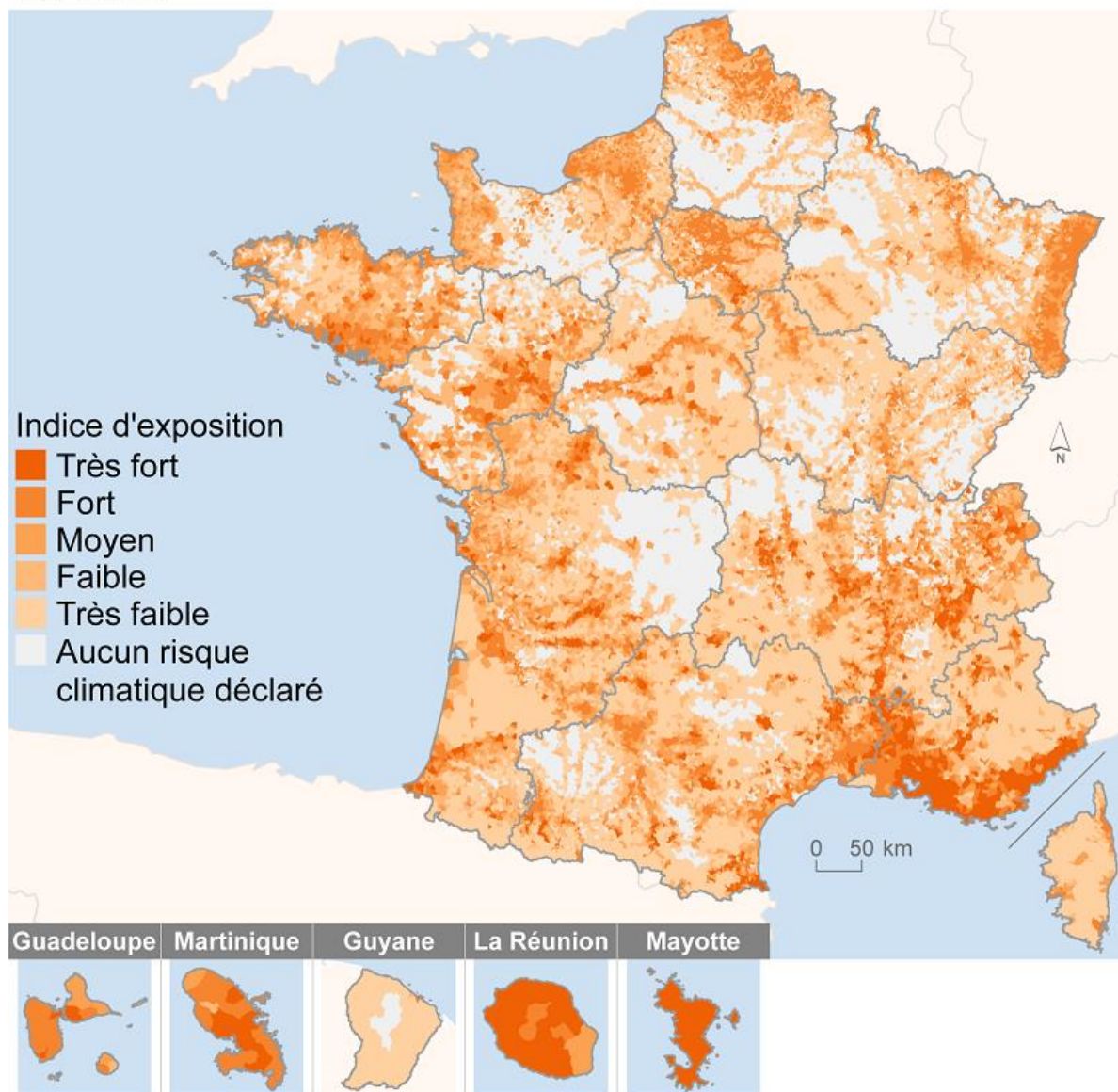
Cette carte illustre le niveau d'exposition de la population française aux risques naturels liés au climat (inondations, avalanches, tempêtes et cyclones, feux de forêt, mouvements de terrain). Plus la densité de population est forte et plus le nombre de risques climatiques identifiés par commune est 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 %), Provence-Alpes-Côte d'Azur (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.

¹⁵⁸ <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

4.10 SYNTHÈSE

Compte-tenu des éléments détaillés dans le présent chapitre, les enjeux d'adaptation au changement climatiques identifiés pour le territoire de la CCSC sont les suivants :

DOMAINES	ENJEUX
Eau	La gestion concertée des usages de l'eau et l'économie de la ressource en eau
Risques naturels	La prévention des risques associés au retrait gonflement des argiles
	La prévention du risque inondation
Agriculture	L'adaptation des productions agricoles
Tourisme	L'évolution des activités touristiques
Santé et qualité de vie de la population	La maîtrise de l'augmentation des températures en milieu urbanisé et dans les bâtiments

Les domaines et milieux de vulnérabilité du territoire, selon le cadre de dépôt des PCAET de l'ADEME sont les suivants :

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

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** (2017 année la plus récente disponible au moment de la rédaction de cette étude) fournies par la base de données CIGALE d'ATMO SUD¹⁵⁹,
- **Différentes hypothèses de réduction des consommations à l'horizon 2050** identifiées comme des leviers d'actions dans les scénarios négaWatt (notamment via l'outil Destination TEPOS) et Afterres2050.

Destination TEPOS est une méthode de sensibilisation et d'appropriation des enjeux de la transition énergétique par les collectivités locales et acteurs locaux, en vue de la construction de plans d'action énergie sur les territoires. L'outil Diag flash de Destination TEPOS propose une déclinaison des objectifs nationaux du scénario négawatt (en termes de maîtrise de l'énergie et de production d'énergie renouvelable) permettant d'évaluer la contribution du territoire à l'atteinte de ces objectifs.

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.

¹⁵⁹ **Voir note méthodologique :**

https://cigale.atmosud.org/img/171030_Methodo_TDB_conso_prod_cigale.pdf

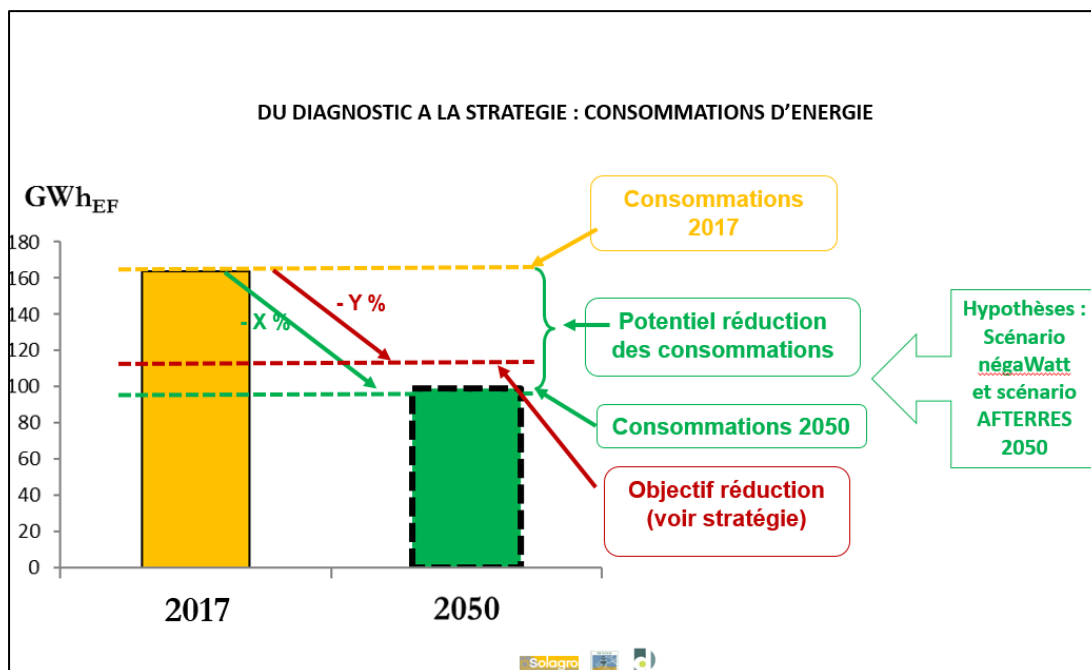


Figure 137 : Articulation des différentes estimations de consommations d'énergie et des potentiels de leur réduction (Source : IN VIVO)

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).

5.2 RESIDENTIEL

5.2.1 METHODE ET ANALYSE

5.2.1.1 *Potentiel d'économie d'énergie pour le chauffage des résidences principales*

Consommations actuelles liées au chauffage

Les données de l'INSEE (2016) indiquent le nombre de résidences principales :

	Nombre	Pourcentage	
Résidences principales	20 300	100%	Surface moyenne
Maisons individuelles	14 400	71%	101,2
Appartements	5 900	29%	68,2

*Figure 138 : 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 pièce¹⁶⁰. 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 3,1, ce qui correspond à une surface moyenne de 68 m².

La consommation du secteur résidentiel s'élève à 205 GWh (CIGALE) sur le territoire. Cette consommation d'énergie est répartie pour les différents usages de l'énergie du secteur résidentiel selon les ratios nationaux moyens suivants¹⁶¹ :

- 75 % pour le chauffage -> 154 GWh
- 8 % pour l'eau chaude sanitaire -> 16 GWh
- 17 % pour l'électricité spécifique -> 35 GWh

En ramenant la consommation du poste chauffage à la surface totale des logements du territoire on obtient un ratio moyen de 83 kWh/m²/an. En considérant que les maisons sont plus énergivores que les appartements en raison d'une surface de déperdition thermique plus importante, on obtient les ratios suivants :

- 85 kWh/m²/an pour les maisons
- 75 kWh/m²/an pour les appartements

¹⁶⁰ INSEE, Edition 2017, « Les conditions de logement en France », 224 p.

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2586377>

¹⁶¹ CEREN, « Données énergie 1990-2018 du secteur résidentiel ».

<https://www.ceren.fr/publications/les-publications-du-ceren/>

Hypothèses de consommations liées au chauffage après rénovation

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 2018¹⁶²).

Rappelons que la loi pour la transition énergétique pour la croissance verte impose un niveau de performance énergétique au niveau Bâtiment Basse Consommation pour l'ensemble du parc à l'horizon 2050.

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 en raison de contraintes techniques et/ou financières selon le scénario négaWatt) avec ces valeurs cibles, la consommation de chauffage des résidences principales en 2050 est estimée à **79 GWh**.

La différence entre la consommation d'énergie en 2017 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 **75 GWh** soit une division par deux des consommations observées en 2017.

5.2.1.2 *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'eau chaude sanitaire (ECS) et aux usages spécifiques de l'électricité¹⁶³.

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 2017 et celle estimée en 2050, selon les hypothèses décrites ci-dessus, permet d'estimer à cet horizon les potentiels d'économies d'énergie suivants :

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

¹⁶² Effinergie, Observatoire BBC, « Observatoire BBC : Etude sur les bâtiments rénovés à basse consommation », 45 p.

https://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/2336/20180701etude-sur-les-projets-renoves-bbc.pdf

¹⁶³ L'électricité spécifique correspond à l'électricité utilisée pour les services qui ne peuvent être rendus que par l'électricité (éclairage, lave-linge et lave-vaisselle, appareils producteurs de froid, équipements numériques, ...).

5.2.1.3 *Besoins de froid*

Les besoins de rafraichissements augmenteront avec le réchauffement climatique et l'augmentation des températures. Cette augmentation est difficilement quantifiable avec les données disponibles. Au niveau national, le scénario négawatt prévoit :

- Un besoin en énergie et climatisation quasiment constant d'ici 2050 s'élevant à environ 1 TWh,
- Un taux d'équipement pour la climatisation résidentielle qui passe de 12% en 2010 à 20 % en 2050 mais avec un coefficient de performance (COP) qui double.

Le besoin croissant de climatisation est donc pris en compte mais sans y associer une augmentation de la consommation énergétique en raison de la prise en compte du confort d'été lors des rénovations et des constructions par, selon les cas, :

- Une augmentation de l'inertie thermique des bâtiments, une limitation de la taille des surfaces vitrées, l'utilisation de protections solaires, la maîtrise les apports de chaleur interne et la maîtrise de l'étanchéité à l'air¹⁶⁴,
- L'utilisation des matériaux d'isolation performants en été et en hiver¹⁶⁵ (matériaux denses biosourcés, ...)
- La sensibilisation aux gestes permettant la conservation de la fraîcheur dans les logements :
 - Fermeture des volets et fenêtres le jour,
 - Limitation des apports internes (appareils électroménagers, cuissons),
 - Ventilation nocturne,
 - Humidification de l'air.

L'objectif général est, dans la mesure du possible, de privilégier un confort d'été passif qui permettent un rafraichissement des bâtiments sans recours à des systèmes de climatisation énérgivore¹⁶⁶.

Au total, le potentiel de réduction de consommation d'énergie finale du secteur résidentiel à l'horizon 2050 est estimé à 96 GWh/an soit 47 % de la consommation de ce secteur en 2017.

¹⁶⁴ Février 2013, Mutuelle des architectes français assurances, « *Le confort d'été* », fiche élaborée par Olivier Sidler, 8 p.

https://www.enertech.fr/modules/catalogue/pdf/44/T18_confort%20ete.pdf

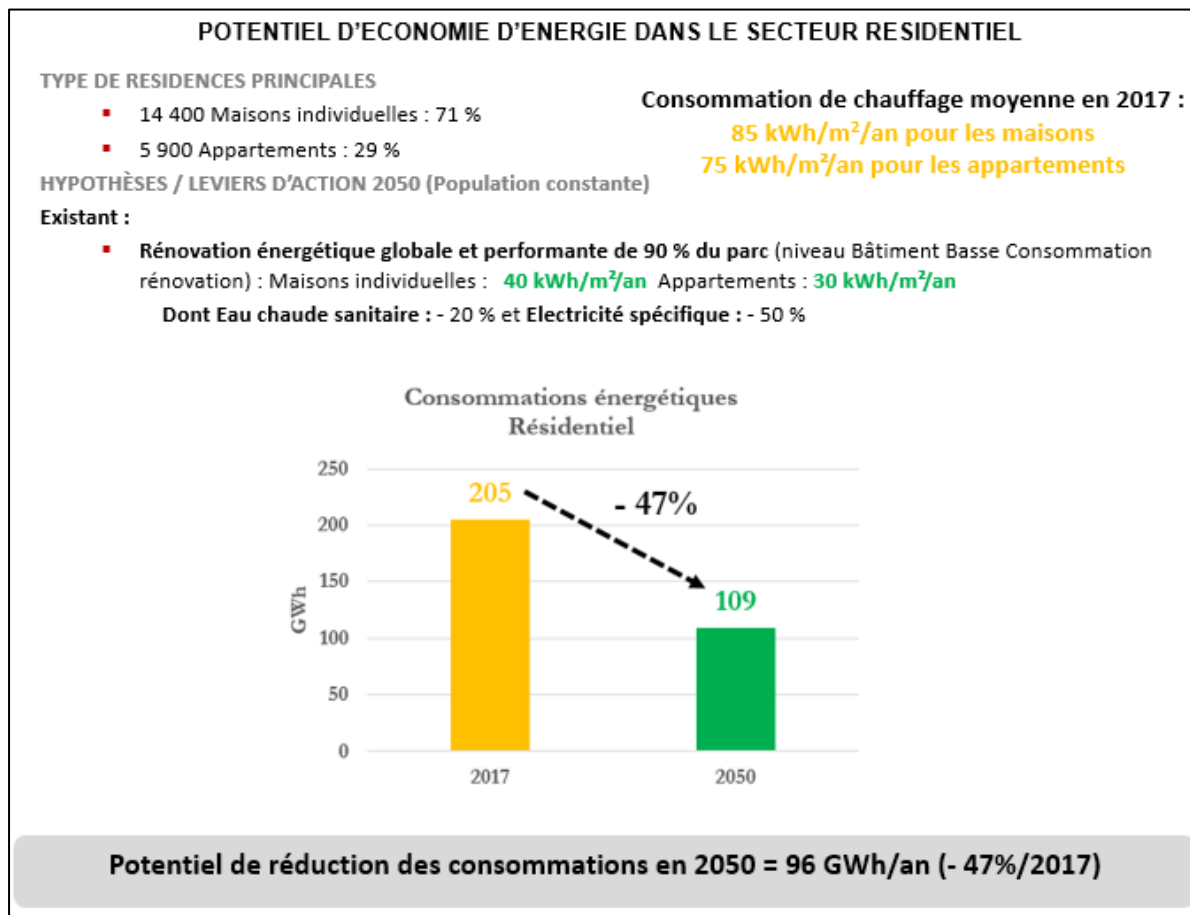
¹⁶⁵ Info énergie Auvergne-Rhône-Alpes, « Guide des matériaux isolants pour une isolation efficace et durable », 27 p.

http://www.infoenergie69-grandlyon.org/wp-content/uploads/sites/68/2018/12/guide_isolant_IERA-bd.pdf

¹⁶⁶ Avril 2014, ARENE Ile de France, « *Confort d'été passif* », Les guides Bio-tech, 72 p.

https://www.asso-iceb.org/wp-content/uploads/2014/04/guide_bio_tech_confort_d_ete_passif.pdf

5.2.2 SYNTHÈSE



5.3 TERTIAIRE

5.3.1 METHODE ET ANALYSE

En 2017, le secteur tertiaire a consommé 97 GWh d'énergie (Source : CIGALE, ATMO SUD). 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 26 GWh,
- Réduction de 32 % de la consommation actuelle liée aux usages spécifiques de l'électricité soit un potentiel d'économie d'énergie estimé à 19 GWh.

La réduction des consommations liées aux usages spécifiques de l'électricité est plus aisément réalisable, car elle concerne notamment des actions de sobriété à temps de retour nul ou faible (par exemple arrêt d'appareils en veille).

A titre d'exemple, une expérience d'Enertech montre que 25% à 40% d'économies sont en moyenne possibles dans le secteur tertiaire avec des temps de retour très faibles (<3 ans étude incluse)¹⁶⁷.

Il est important de rappeler que la rénovation des bâtiments tertiaire est encadrée par des dispositifs réglementaires. La loi ELAN n° 2018-1021 du 23 novembre 2018¹⁶⁸ et le décret « rénovation tertiaire » tertiaire du 1^{er} Octobre 2019¹⁶⁹ impose que les bâtiments tertiaires de plus de 1000 m² atteignent pour chacune des années 2030, 2040 et 2050 les objectifs suivants¹⁷⁰ :

- Option 1 : Soit un niveau de consommation d'énergie finale réduit, respectivement, de 40 %, 50 % et 60 % par rapport à une consommation énergétique de référence qui ne peut être antérieure à 2010 tous usages confondus,
- Option 2 : Soit un niveau de consommation d'énergie finale fixé en valeur absolue, en fonction de la consommation énergétique des bâtiments nouveaux de leur catégorie. Cette valeur sera définie par arrêté et exprimée en kWh/ m²/ an et sera égale à la somme de deux composantes d'usages économes de l'énergie : Chauffage Ventilation Climatisation (CVC) et usage spécifique de l'électricité.

Un kit pour les démarches d'économies d'énergies dans le parc tertiaire est mis à disposition par le CEREMA¹⁷¹.

Comme pour le secteur résidentiel, les besoins de froids vont augmenter dans le secteur tertiaire le scénario négawatt prévoit :

- Un besoin en énergie qui décroît légèrement passant de 17 TWh aujourd'hui à 15 TWh à 2050,
- Une consommation surfacique de climatisation environ divisée par deux.

Là encore il n'est considéré aucune augmentation de consommation. Les mêmes actions que citées dans le chapitre 5.2.1.3 sont recommandées.

Au total, Le potentiel de réduction des consommations d'énergie du secteur tertiaire, à l'horizon 2050, est estimé à 45 GWh/an soit 46 % de la consommation de ce secteur en 2017.

¹⁶⁷ 2005, ADEME, « Diagnostic énergétique de l'hôtel du département du Bas-Rhin », 173 p.

<http://www.enertech.fr/modules/catalogue/pdf/69/Diagnostic%20instrumente%20CG67.pdf>

¹⁶⁸ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000037639478&categorieLien=id>

¹⁶⁹ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000038812251&categorieLien=id>

¹⁷⁰ FNCCR, « Décret tertiaire : quelles obligations pour vos bâtiments », 2 p.

http://www.fnccr.asso.fr/wp-content/uploads/2019/11/fnccr_decret_tertiaire_3.pdf

¹⁷¹ Avril 2019, CEREMA, « Kit pour les démarches d'économies d'énergie dans le parc tertiaire », 21 p.

https://www.cerema.fr/system/files/documents/2019/06/cerema_kit_economies_denergie_v20190627.pdf

5.3.2 SYNTHÈSE

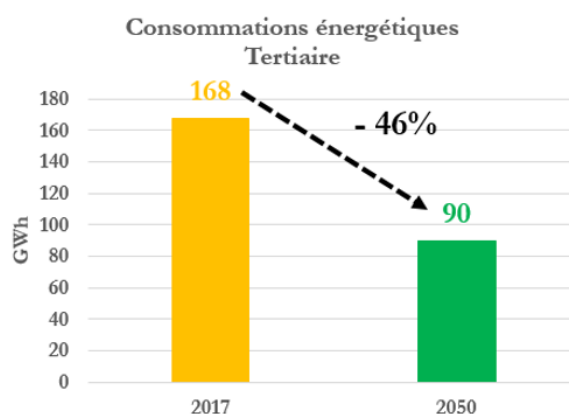
POTENTIEL D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE

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 = 78 GWh/an (-46%/2017)

5.4 DEPLACEMENT DES PERSONNES

5.4.1 MÉTHODE ET ANALYSE

5.4.1.1 Hypothèses et sources de données

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

- Données INSEE (RP2016) relatives aux déplacements domicile travail,
- Données CIGALE (ATMO SUD,2017) pour le transport,
- Données consolidées par INDDIGO et l'Institut négaWatt.

L'observatoire indique une consommation du secteur transport (routier et autres) de 603 GWh.

L'outil diagflash de la méthode Destination TEPos donne des ratios permettant de ventiler la consommation selon les différents usages de mobilité. Cette ventilation est déterminée par des observations nationales ainsi que les typologies des communes du territoire. La part du déplacement de personnes s'élève ainsi à 375 GWh sur le territoire dont :

- 106 GWh pour la mobilité régulière et locale,
- 269 GWh pour les déplacements longue distance et de transit.

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

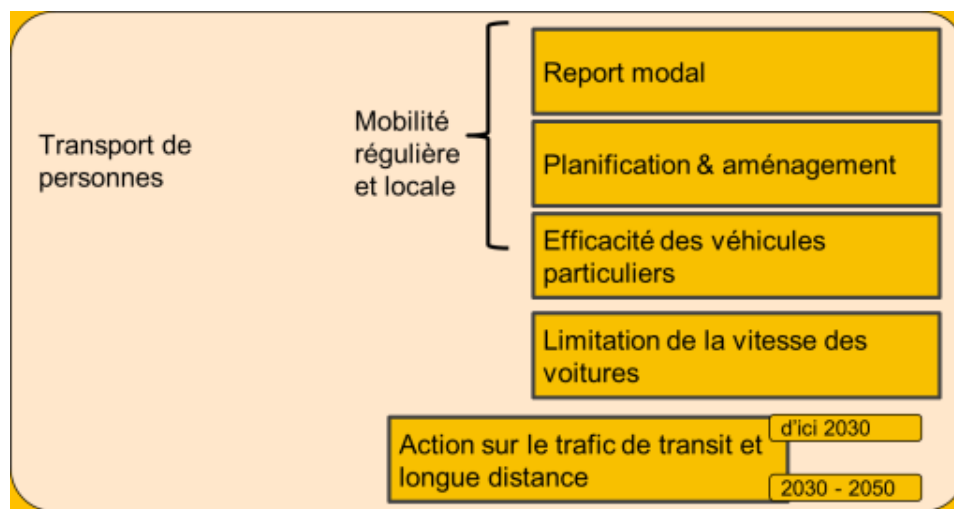


Figure 139 : Types de mesures prises en compte dans l'estimation du potentiel de réduction des consommations d'énergie pour le déplacement des personnes

5.4.1.2 **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 : Sorgues/Monteux = 24 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 de partage de la voirie, du développement des cheminements piétons et cyclables, d'une généralisation des pédibus 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.voyageur¹⁷²) qui ont été retenues sont les suivantes :

	Part modale 2017 (Reconstitution Négawatt)	Hypothèses à l'horizon 2050	
		Part modale	Potentiel réduction GWh/an
Modes actifs (vélo et marche à pied)	0,8%	10,0%	2,8
Transport collectif	7%	23%	6,1
Voiture particulière (covoiturage)	89%	57%	20,7

Le potentiel d'économies d'énergie dans le secteur du transport des personnes, à l'horizon 2050, est estimé à environ 28 GWh/an sur la base des trajets domicile-travail des actifs ayant un emploi¹⁷³.

► 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 »),

¹⁷² **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.

¹⁷³ **La population active occupée** (ou population active ayant un emploi) comprend, au sens du recensement de la population, les personnes qui déclarent être dans l'une des situations suivantes :

- Exercer une profession (salariée ou non), même à temps partiel,
- Aider une personne dans son travail (même sans rémunération),
- Être apprenti, stagiaire rémunéré,
- Être chômeur tout en exerçant une activité réduite,

Être étudiant ou retraité mais occupant un emploi.

- ✓ Eventuellement, des techniques d'hybridation, 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 13 000 voitures consommant 3l/100 km.

Le potentiel d'économies d'énergie pour les trajets réguliers et locaux lié à l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, à l'horizon 2050, est estimé à 34 GWh/an.

5.4.1.3 *Déplacements de transit et de longue distance*

► **Report modal et efficacité des véhicules**

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

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

Les leviers d'action locaux pour ce type de déplacement sont relativement limités et concernent essentiellement l'offre locale de transports en commun pour les 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 200 GWh/an.

5.4.1.4 *Actions de sobriété dans les déplacements*

► **Réduction de la vitesse**

La réduction des vitesses de circulation sur route est une mesure qui permet de réduire les consommations¹⁷⁴.

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

¹⁷⁴ Février 2014, ADEME, « Impact des limitations de vitesse sur la qualité de l'air, le climat, l'énergie et le bruit », 55 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/adm00013623_synthese_etude-limitation-de-vitesse_fev2014.pdf

Le potentiel d'économies d'énergie, à l'horizon 2050, lié à la réduction de vitesse est estimé à 26 GWh/an.

► **Aménagement du territoire**

La réduction des besoins de déplacement par une augmentation de la densité de l'habitat et une meilleure mixité fonctionnelle sont des facteurs 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)¹⁷⁵.

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 de réduction de 6% des déplacements en voiture associés à ces mesures a été considérée.

Le potentiel d'économies d'énergie, à l'horizon 2050, lié à la réduction du besoin des déplacements par des mesures d'aménagement du territoire est estimé à environ 6 GWh/an.

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

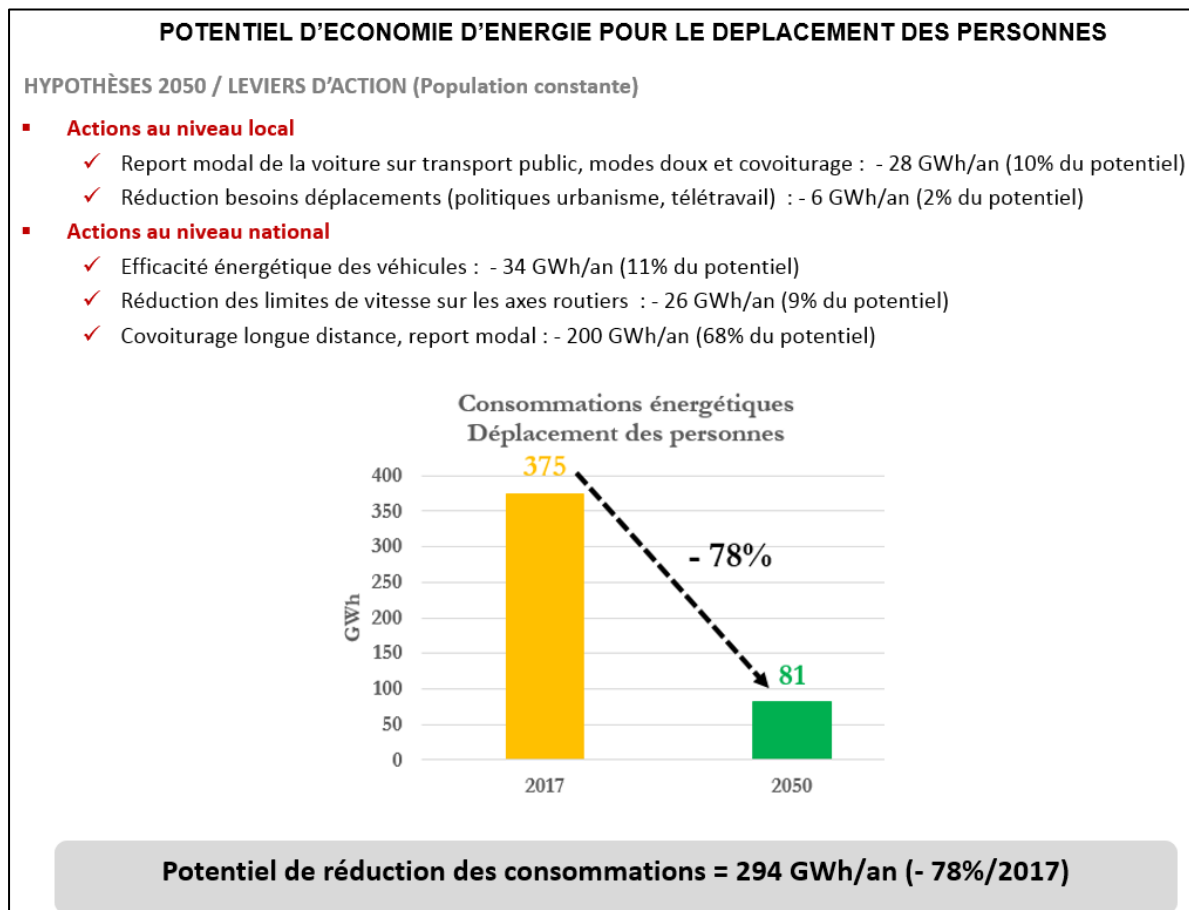
Type de déplacement ou d'actions	Mesures de réduction des consommations d'énergie	Potentiel de réduction des consommations d'énergie à l'horizon 2050 (en GWh/an)
Déplacements locaux et réguliers	Report modal	28
	Efficacité énergétique des véhicules	34
Déplacements de transit et de longue distance	Report modal et efficacité énergétique des véhicules	200
Actions ciblées de sobriété	Réduction de la vitesse	26
	Aménagement du territoire	6
Total		294

¹⁷⁵ Juillet 2016, Rhône Alpes Energie Environnement, « Faire des documents d'urbanisme des outils de la transition énergétique, retour d'expérience », 40 p.

http://www.ddrhonealpesraee.org/fileadmin/user_upload/mediatheque/dd/Documents/2_Autres_politiques/urbanisme/BROCHURE_URBANISME_COOPENERGY_V6_21sept16_BASSE_DEF.pdf

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie du secteur du déplacement des personnes, à l'horizon 2050, est estimé à 294 GWh/an.

5.4.2 SYNTHÈSE



5.5 TRANSPORT DE MARCHANDISES

5.5.1 MÉTHODE ET ANALYSE

L'observatoire indique une consommation du secteur transport (routier et autres) de 603 GWh.

L'outil diagflash de la méthode Destination TEPos donne des ratios permettant de ventiler la consommation selon les différents usages de mobilité. Cette ventilation est déterminée par des observations nationales ainsi que les typologies des communes du territoire. La part du transport de marchandises sur le territoire est estimée à 228 GWh (ratios négaWatt).

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 ferroutage¹⁷⁶,

¹⁷⁶ Le ferroutage, aussi appelé transport rail-route, ou transport « combiné accompagné », consiste à charger des camions complets sur un train : le tracteur, la remorque et le chauffeur.

- 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 50 % des consommations actuelles.

A noter que les transports routiers et ferroviaires sont pris en compte mais pas les transports maritimes et aériens ni le transport par oléoducs.

Les collectivités peuvent intervenir auprès de ce secteur notamment via :

- La commande publique en prenant en compte le bilan carbone des marchandises achetées pour favoriser les approvisionnements locaux acheminés via des transports moins énergivores,
- L'optimisation du transport des marchandises en ville pour améliorer la performance des chaînes logistiques¹⁷⁷,
- L'incitation à la démarche objectif CO₂ auprès des entreprises de transport pour compte d'autrui¹⁷⁸.

Rappelons que les transporteurs de personnes et de marchandises ont l'obligation d'informer leurs clients sur la quantité de gaz à effet de serre émise à l'occasion de leur prestation de transport¹⁷⁹.

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le secteur du transport de marchandises est estimé, à l'horizon 2050, à 114 GWh/an.

¹⁷⁷ Octobre 2011, ADEME, « Feuille de route sur les approches intégrées des chaînes logistiques et des systèmes de mobilité des personnes – synthèse », 2 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/20140411_Mobilite-Interurbaine-synthese.pdf

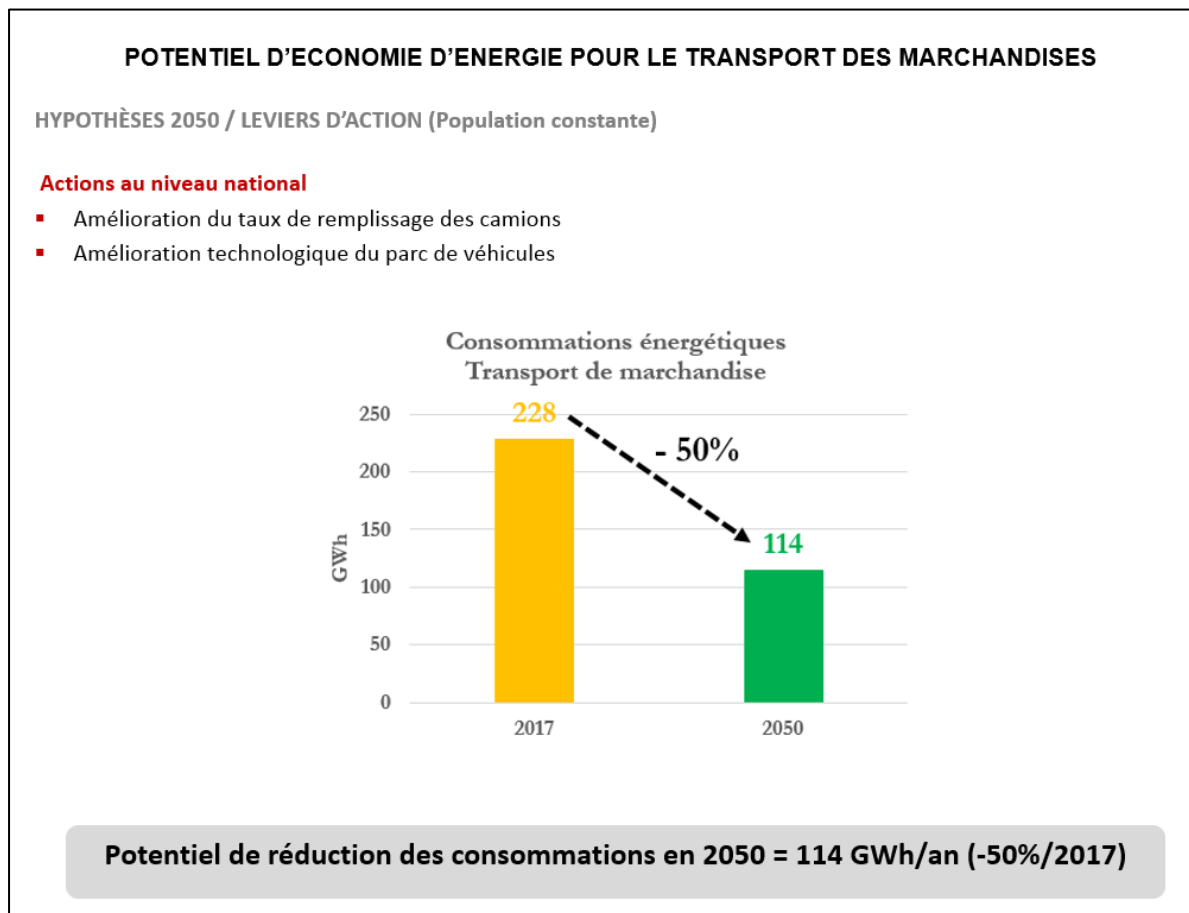
¹⁷⁸ Décembre 2012, ADEME, « Guide général de la démarche objectif CO₂, charte d'engagements volontaires de réduction des émissions de CO₂ du transport routier de marchandises », 34 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/20140403_Charte-engagement-volontaire.pdf

¹⁷⁹ Septembre 2018, Ministère de la transition écologique et solidaire, « **Information GES des prestations de transport, guide méthodologique** », 238 p.

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Info%20GES_Guide%20m%C3%A9thodo.pdf

5.5.2 SYNTHÈSE



5.6 INDUSTRIE

5.6.1 MÉTHODE ET ANALYSE

L'énergie consommée en 2017 par le secteur industriel est de 342 GWh (Source : CIGALE, ATMO SUD).

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 153 GWh.

Focus sur les opérations dites « transverses »

Un focus a été établi pour les actions d'économie d'énergie sur les opérations dites « transverses ». Il s'agit des usages de l'énergie non spécifiques que l'on retrouve dans la majorité des secteurs industriels (moteur, éclairage, pompe, ventilateur...).

Le Centre d'Études et de Recherches économiques sur l'Énergie (CEREN) évalue régulièrement les consommations d'énergie propres à ces postes-là dans l'industrie, au niveau national, ainsi que les gisements d'économie d'énergie, en termes de consommation d'électricité et de combustible.

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

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

En 2007	Total industrie	Opération transverses de l'industrie			
	Consommation	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 103 GWh, et les économies d'énergies, à l'horizon 2050, sont estimées à 44 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 une économie de 26 GWh.

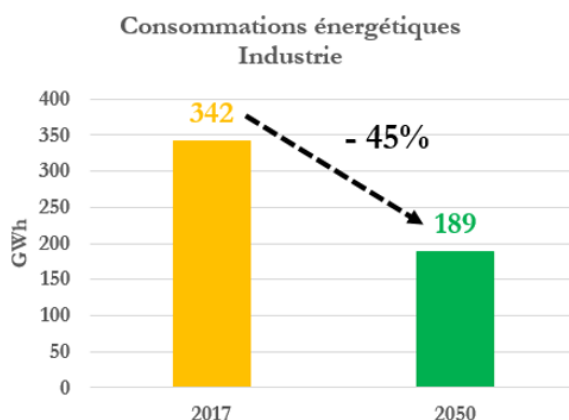
Le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le secteur industriel est estimé, à l'horizon 2050, à 153 GWh soit 45 % des consommations de ce secteur en 2017.

5.6.2 SYNTHÈSE

POTENTIEL D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE DANS LE SECTEUR DE L'INDUSTRIE

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 = 153 GWh/an (- 45%/2017)

5.7 DECHETS

Pour rappel, les consommations énergétiques et émissions de GES du territoire ont une part plutôt faible au regard des autres secteurs (voir 3.6.5)

Il reste toutefois nécessaire de réduire les volumes de déchets afin de participer aux objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La réduction du volume des déchets est encadrée par plusieurs réglementations :

- **Programme National de Prévention des Déchets (PNPD) 2014-2020¹⁸⁰** dont les principaux objectifs sont :
 - Diminution de 7 % de l'ensemble des déchets ménagers et assimilés (DMA) par habitant par an à horizon 2020 par rapport à 2010, dans la continuité du précédent plan national (limité aux ordures ménagères),

¹⁸⁰ Juin 2014, Ministère de l'Écologie, « Programme national de prévention des déchets 2014-2020 », 146 p.

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Programme_national_prevention_dechets_2014-2020.pdf

- Stabilisation au minimum de la production de déchets des activités économiques (DAE) d'ici à 2020,
 - Stabilisation au minimum de la production de déchets du BTP d'ici à 2020, avec un objectif de réduction plus précis à définir.
- **La Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte** qui vise à :
 - Réduire de 50% la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 par rapport à 2010
 - Réduire de 50% les produits manufacturés non recyclables avant 2020 par rapport à 2010
 - Réduire de 30% les déchets non dangereux non inertes envoyés en décharge d'ici à 2020 et de 50% d'ici à 2025 par rapport à 2010
 - Valoriser 55% des déchets non dangereux non inertes, notamment organiques, en 2020 et 65% en 2025, via notamment la généralisation du tri à la source des biodéchets
 - Découpler progressivement la croissance économique et la consommation de matières premières
 - Valoriser énergétiquement les déchets qui ne peuvent être recyclés en l'état des techniques disponibles et qui résultent d'une collecte séparée ou d'une opération de tri réalisée dans une installation prévue à cet effet.
 - **La feuille de route économie circulaire (2018)**, visant à mieux produire (éco-conception, incorporation de matières recyclées), mieux consommer (développement du réemploi et de la réparation, allongement de la durée de vie des produits), mieux gérer nos déchets (optimisation du tri des déchets, développement du recyclage et de valorisation) et mobiliser tous les acteurs, dont les principaux objectifs sont :
 - Réduire la consommation de ressources liée à la consommation française : réduire de 30% la consommation de ressources par rapport au PIB d'ici à 2030 par rapport à 2010.
 - Réduire de 50% les quantités de déchets non dangereux mis en décharge en 2025 par rapport à 2010 (objectif LTECV)
 - Tendre vers 100% de plastiques recyclés en 2025
 - Réduire les émissions de gaz à effet de serre : économiser l'émission de 8 millions de tonnes de CO₂ supplémentaires chaque année grâce au recyclage du plastique
 - **La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)** vise une réduction de 38% des émissions du secteur à 2033 et de 66% à l'horizon 2050 par rapport à 2015.
 - **Le Plan régional de Prévention et de Gestion des Déchets qui a été intégré au SRADDET approuvé par le Préfet le 15 octobre 2019**

Les objectifs régionaux sont les suivants¹⁸¹ :

¹⁸¹ Région SUD, extrait du SRADDET, Règles en matière de prévention et de gestion des déchets, « **Planification régionale en matière de prévention et de gestion des déchets** », 66 p.

[https://www.maregionsud.fr/fileadmin/user_upload/Documents/Amenagement_et_dev_durable/Gestion_des_dechets/FASICULE_SRADDET - DECHETS Chapitre 3-4.pdf](https://www.maregionsud.fr/fileadmin/user_upload/Documents/Amenagement_et_dev_durable/Gestion_des_dechets/FASICULE_SRADDET_-_DECHETS_Chapitre_3-4.pdf)

- Réduire de 10 % la production de l'ensemble des déchets non dangereux ménagers et d'activités économiques, dès 2025 par rapport à 2015. Cela représente un évitement de l'ordre de 600 000 tonnes en 2025 et 2031 ;
- Développer le réemploi et augmenter de 10 % la quantité des déchets non dangereux non inertes faisant l'objet de préparation à la réutilisation ;
- Valoriser 65 % des déchets non dangereux non inertes en 2025 ;
- Valoriser 70 % des déchets issus de chantiers du BTP d'ici 2020 ;
- Limiter en 2020 et 2025 les capacités de stockage ou d'incinération sans production d'énergie des déchets non dangereux non inertes (- 30 % en 2020, puis - 50 % en 2025 par rapport à 2010)

5.8 AGRICULTURE ET SYLVICULTURE

5.8.1 METHODE ET ANALYSE

L'estimation du potentiel de réduction des consommations d'énergie dans le secteur agricole est basée sur les retours d'expérience de Solagro sur tous les postes de consommation d'énergie sans modifier la SAU ni le nombre et la conduite des animaux. Le gain est obtenu par :

- 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,
- 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 140 : Potentiel de réduction des consommations énergétiques pour les différentes activités agricoles (Source : ADEME, Rapport agriculture et efficacité énergétique, 2019, Solagro¹⁸²)

Compte-tenu de la typologie de l'agriculture locale, à prédominance de grandes cultures et de vignes, 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 10 GWh.

Focus sur les émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole, avec 14 kteqCO₂/an, représentent 5 % des émissions du territoire.

L'agriculture émet différents gaz à effet de serre d'origine énergétique et non énergétique¹⁸³. Il existe différentes pratiques pour réduire ces émissions¹⁸⁴.

¹⁸² 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>

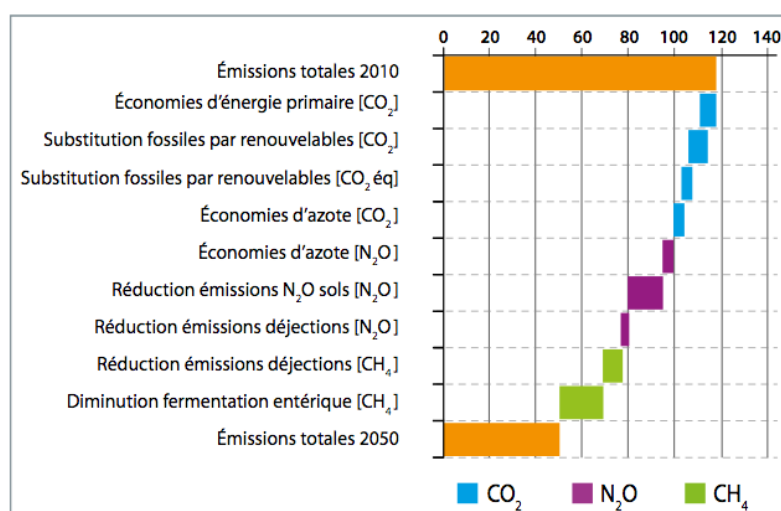
¹⁸³ Septembre 2010, Réseau Action Climat France, « **Agriculture et gaz à effet de serre : Etat des lieux et perspectives** », 72 p.

http://www.fondation-nature-homme.org/sites/default/files/publications/101110_agriculture_et_gaz_a_effet_de_serre-etat_des_lieux_et_perspectives.pdf

¹⁸⁴ Septembre 2010, Réseau Action Climat France, « Atténuer les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole en France, recueil d'expériences territoriales », 60 p.

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 Afterre2050¹⁸⁵ sont globalement les suivantes (voir figure ci-dessous) :

- 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 levier ne concerne pas le territoire.



- Réduction des émissions de GES par poste en MteqCO₂.

Figure 141 : Potentiel de réduction des émissions de GES de l'agriculture par poste au niveau national
(source : Afterres 2050)

Le potentiel de réduction des gaz à effet de serre du secteur agricole est estimé à 35 % soit 5 kteqCO₂/an.

<https://reseauactionclimat.org/wp-content/uploads/2017/04/Atte%CC%81nuer-les-e%CC%81missions-de-GES-du-secteur-agricole-en-France-Recueil-d%E2%80%99expe%CC%81riences-territoriales.pdf>

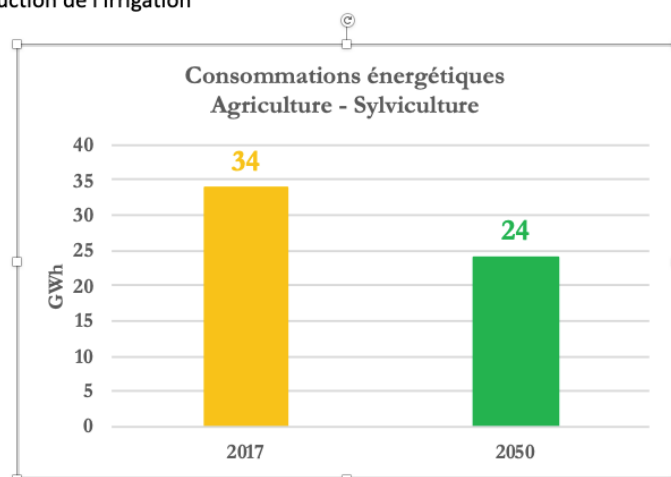
¹⁸⁵ Solagro est à l'origine du scénario AFTERRES2050, un scénario de transition agricole et alimentaire basé sur les besoins, en alimentation, en énergie et pour l'habitat à l'horizon 2050.

5.8.2 SYNTHÈSE

POTENTIEL D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE 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 = 10 GWh/an (-30%/2017)

5.9 VISION GLOBALE DES SECTEURS D'ACTIVITES

5.9.1 SYNTHÈSE

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

Secteurs	Consommation en 2017 (GWh) <i>Source : Cigale</i>	Potentiel de réduction à l'horizon 2050 (GWh)	Baisse des consommations par rapport à 2017 (%)	Hypothèses
Résidentiel	205	97	-47%	Rénovation thermique BBC des bâtiments, sobriété et efficacité des équipements
Tertiaire	97	45	-46%	Rénovation thermique BBC des bâtiments, sobriété et efficacité des équipements
Déplacement des personnes	375	294	-78%	Efficacité des véhicules, report modal, covoiturage, planification de l'espace, réduction des vitesses
Transport de marchandises	228	114	-50%	Amélioration de l'efficacité des véhicules, taux de remplissage des camions, ferroutage, réduction des distances de transport, etc.
Industrie	342	153	-45%	Efficacité des procédés, éco-conception, recyclage matière, etc.
Agriculture	34	10	-30%	Réglage véhicules, éco-conduite, isolation et efficacité énergétique
Total	1281	712	-56%	

A l'horizon 2050, le potentiel de réduction de consommation d'énergie dans le territoire est estimé à environ 712 GWh, soit 56% de sa consommation en 2017.

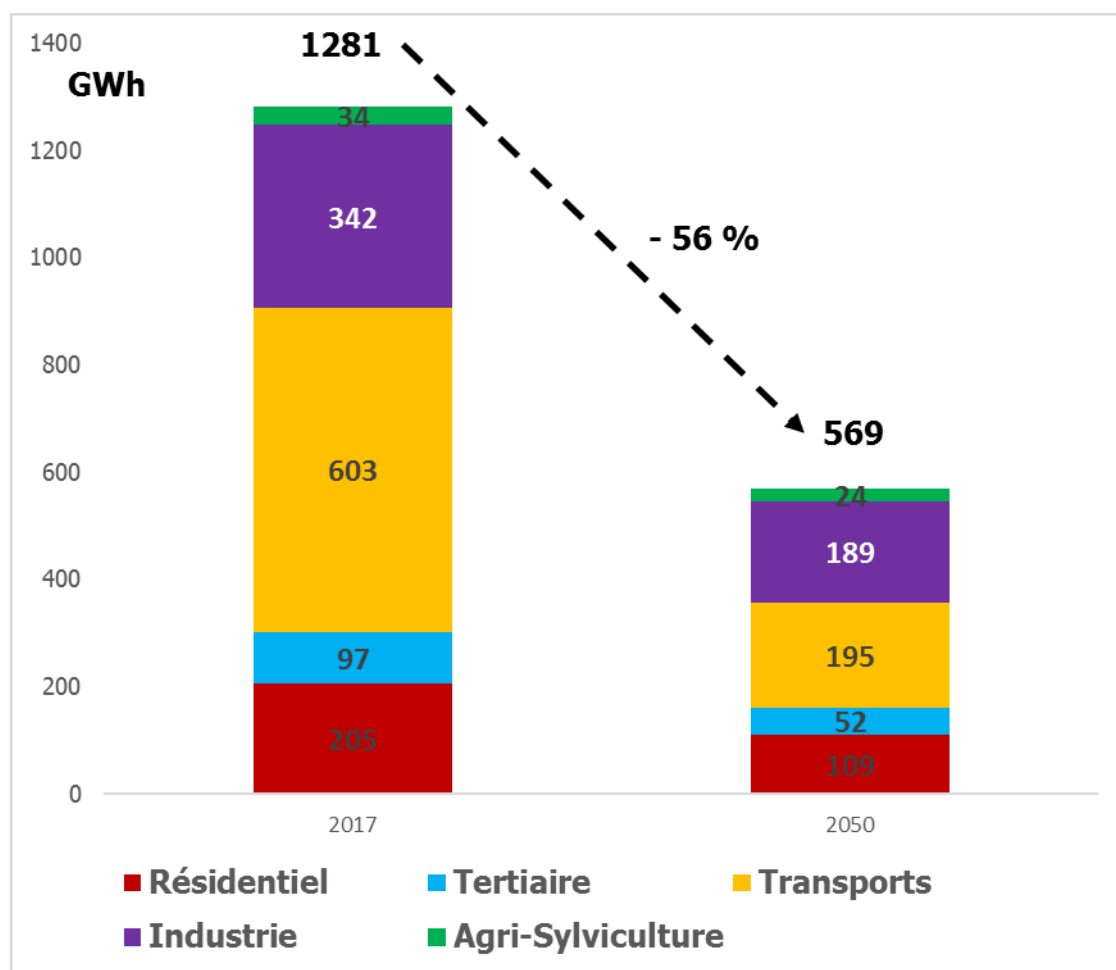


Figure 142 : Consommations d'énergie en 2017 et potentiels de réduction à l'horizon 2050
(source : Inddigo, Scénario Négawatt, CIGALE)

5.9.2 SECTEURS A ENJEUX

Le secteur du transport de personnes représente près de la moitié du potentiel de réduction des consommations énergétiques à l'horizon 2050. L'industrie, le transport de marchandise et le résidentiel représente les trois autres secteurs les plus importants.

Ce constat a été relativisé en distinguant la part de potentiel de réduction dépendant en grande partie de leviers d'actions locaux et nationaux (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, par exemple, 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, l'industrie devient le principal potentiel d'économie d'énergie suivie par le résidentiel et dans une moindre mesure le tertiaire et le transport de personnes.

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	294	41%	34	10%
Résidentiel	97	14%	97	29%
Industrie-déchets	153	21%	153	45%
Tertiaire	45	6%	45	13%
Transport marchandises	114	16%	0	0%
Agriculture-Sylviculture	10	1%	10	3%
Total	713	100	339	100

Figure 143 : 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'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION

6.1 METHODE

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

- **Les productions actuelles** (2017 année la plus récente disponible au moment de la rédaction de cette étude) fournies par la base de données CIGALE d'ATMO SUD¹⁸⁶,
- **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.

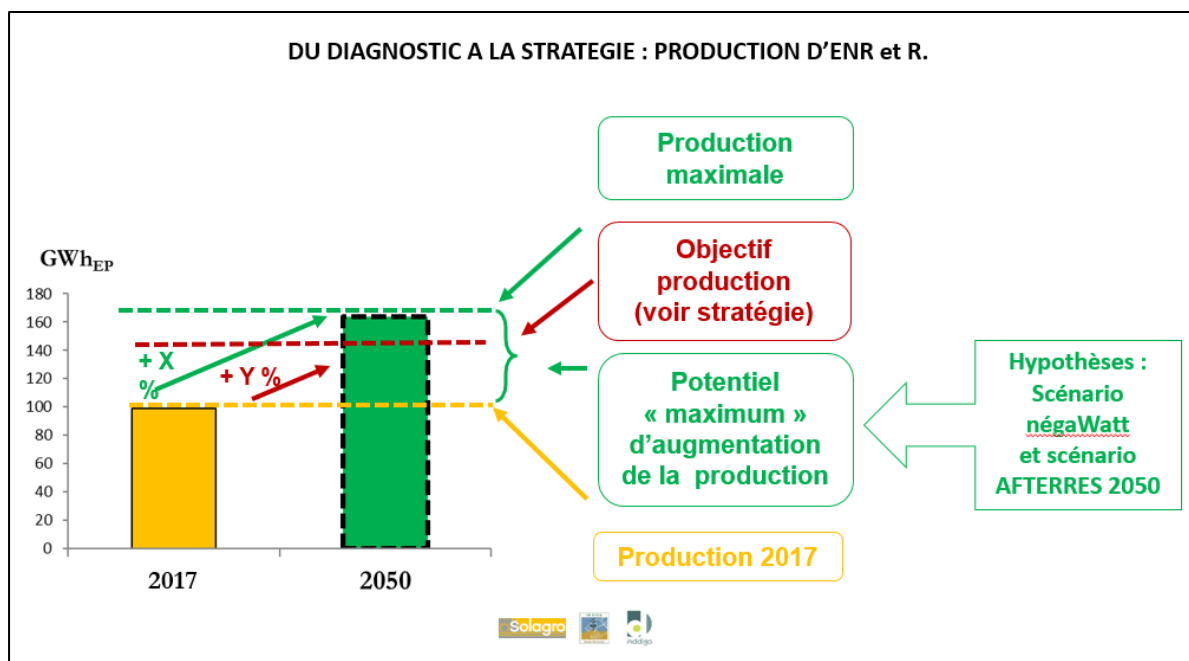


Figure 144 : Articulation des différentes estimations de production d'énergies renouvelable et de récupération et des potentiels de leur production (Source : IN VIVO).

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

¹⁸⁶ Voir note méthodologique :

https://cigale.atmosud.org/img/171030_Methodo_TDB_conso_prod_cigale.pdf

(aujourd'hui, le coefficient de conversion physique entre énergie finale et énergie primaire est proche de 3).

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

- **La ressource** qui correspond au flux annuel d'énergie primaire présent dans le périmètre du territoire. Elle peut être de nature très différente suivant les filières : irradiation solaire, vitesse moyenne du vent, accroissement forestier, tonnage de bois recyclé, nombre d'UGB, nombre d'équivalent-habitant des stations d'épurations, etc.
- **Le potentiel brut ou maximal** qui correspond à la part maximale de la ressource mobilisable par filière au sein du territoire compte-tenu des contraintes physiques et de certains arbitrages préalables (par exemple pas de 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/FROID RENEUVELABLE ET DE RECUPERATION	
Solaire thermique	
Bois-énergie	
Méthanisation	Power-to-gas, Pyrogazéification
Géothermie	
Récupération de chaleur fatale	
Aérothermie	
ELECTRICITE RENEUVELABLE	
Solaire photovoltaïque	
Eolien	
Hydro-électricité	

	Stockage
CARBURANT RENOUVELABLE	
	Bio-carburants liquides
	Bio-carburants gazeux
	Hydrogène mobilité
	Electro-mobilité
RESEAUX DE CHALEUR	

6.2 CHALEUR RENOUVELABLE ET DE RECUPERATION

6.2.1 SOLAIRE THERMIQUE

6.2.1.1 *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 71% 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 100 logements individuel/an¹⁸⁷.

Logements collectifs

Pour les logements collectifs (à chauffage collectif), il a été considéré que 50% de leurs toitures pouvaient disposer d'une installation solaire thermique avec une hypothèse d'augmentation du parc de 100 logements collectifs par an.

Tertiaire

Pour le tertiaire, il a été considéré :

- **Les établissements de santé** (hôpitaux, EHPAD) : au nombre de 6 sur le territoire. Il s'agit d'EHPAD (5) et de la clinique Fontvert à sorgues. Il a été estimé que tous ces établissements pouvaient disposer d'une installation solaire thermique à raison d'une installation solaire de 0,5 m²/lit,
- **Les piscines** : Deux sont recensées sur le territoire à Pernes-les-Fontaines et Sorgues.

N'ont pas été considérés :

- **Les bâtiments de bureaux** car étant peu consommateurs d'eau chaude sanitaire, le solaire thermique n'y est pas pertinent.
- **Les établissements d'enseignement**. 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.

Industrie

Les industries agroalimentaires de plus de 20 salariés, qui sont les plus susceptibles de rentabiliser une installation solaire thermique, sont considérées. 7 ont été identifiées, 5 à Montoux, 1 à Althen-des-Paluds et 1 à Sorgues. On considère ici une installation de 300 m² de panneaux solaires thermiques par établissement.

¹⁸⁷ 1265 logements sur le second PLH -> On considère une construction de 200 nouveaux logements par an réparti équitablement entre maisons individuelles et logements collectifs.

Le tableau suivant résume les hypothèses utilisées :

Hypothèses entrée		
Résidentiel Résidences principales		
Nombre maisons	14 400	
Nombre appartement	5 900	
%apparts chauffage collectif	5%	
Tertiaire		
Santé (hôpitaux, EHPAD...)	6	www.sanitaire-social.com
Nbre lits	495	
Industries agro-alimentaires	7	> 20 employés (Source CLAP 2015)
Piscines	2	guide-piscines.fr
Surfaces bassins piscines	1 000 m ²	500 m ² /piscines
Coefficient toiture % de toitures compatibles solaire		
Maisons	50%	
Appartements	50%	
Santé	75%	
Renouvellement nombre de logements neufs/an		
Maisons	100	
Appartements	100	
Productivité		
CESI	500 kWh/kWc	
CSV	1 000 kWh/kWc	
CESC	700 kWh/kWc	
Moquette solaire	350 kWh/kWc	
m² solaire / installation		
CESI	4 m ²	
CESC	1,2 m ² /lgt	
Santé	0,5 m ² /lit	
Industrie	300 m ²	
Année actuelle 2017		

Figure 145 : Hypothèses retenues pour la détermination du potentiel de production solaire thermique (Source : Inddigo)

Solaire thermique Gisement net		Maisons individuelles (CESI)	Habitat collectif (CESC)	Tertiaire (CESC)	Industriel et Agricole (CSV)	Piscines	TOTAL
Existant	Surface totale (m ²)	28 800	177	186	2 100	500	31 263
	Production (MWh/an)	14 400	124	130	2 100	175	16 754
Neuf à horizon 2050	Surface totale (m ²)	6 600	1 980				8 580
	Production (MWh/an)	3 300	1 386				4 686

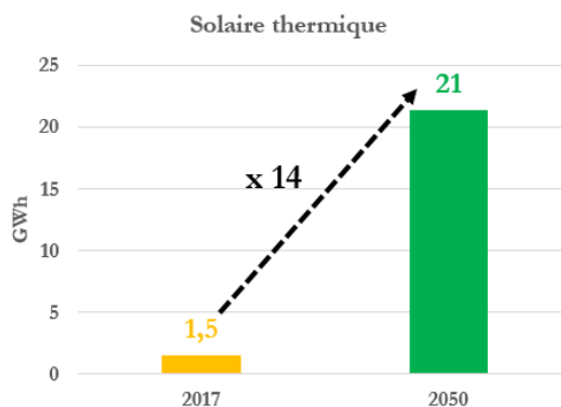
Figure 146 : Production d'énergie par type d'installations solaire thermique (Source : Inddigo)

Le potentiel de production d'énergie à partir de solaire thermique, à l'horizon 2050, est estimé à 21 GWh/an.

SOLAIRE THERMIQUE

HYPOTHÈSES 2050

- **Maisons individuelles** : 50% équipées (Chauffe Eau Solaire individuel) et augmentation du parc de 100 logements / an
- **Logements collectifs** : 50% équipés (Chauffe Eau Solaire Collectif) et augmentation du parc de 100 logements / an
- **Tertiaire/Industrie** (Piscines, établissements de santé et IAA) : 100 % équipés.



Potentiel maximal de production en 2050 = 21 GWh/an

6.2.2 BIOCOMBUSTIBLES

6.2.2.1 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 :

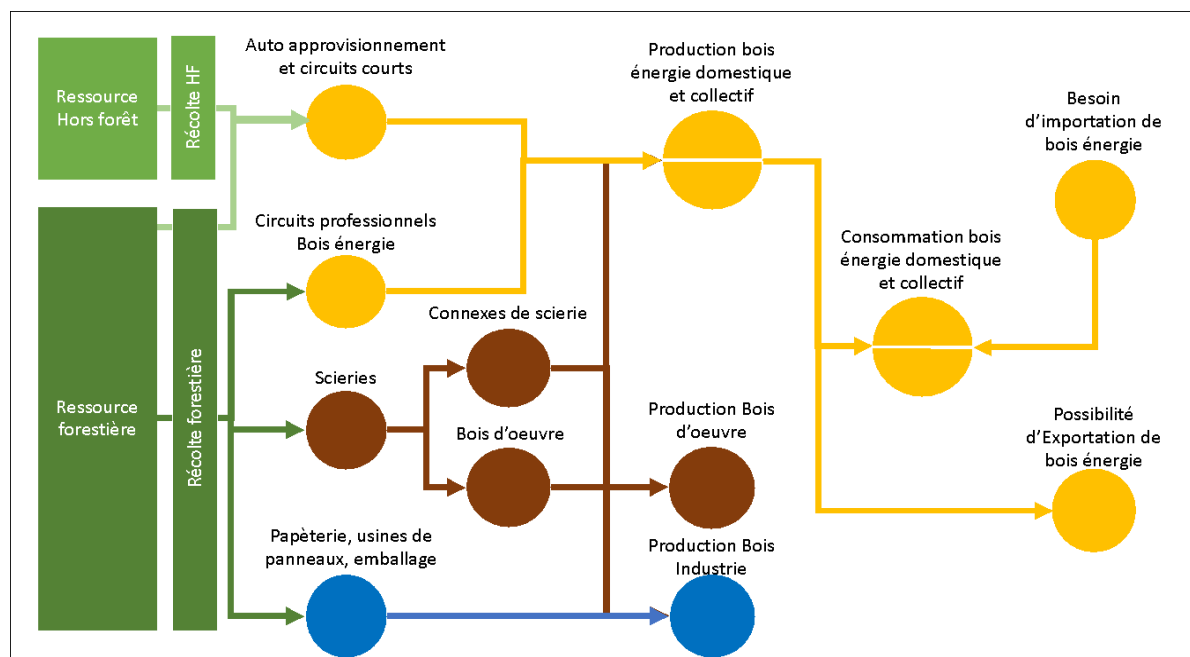


Figure 147 : Filière bois simplifiée au niveau local (Source : SOLAGRO)

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 » dans la base CIGALE),
- **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'oeuvre (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 (EAB¹⁸⁸)** 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 régional¹⁸⁹.
- **Données de consommation de bois calculées par l'observatoire régional** au niveau communal.
- **Données d'accroissement naturel de la BD IGN Forêt¹⁹⁰** par sous ensemble écologique, et rapportées à l'EPCI.
- **Données de potentiel bois hors forêt**, étude réalisée par SOLAGRO pour l'ADEME en 2009¹⁹¹.

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.

¹⁸⁸ 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/>

¹⁸⁹ 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_ra_pport.pdf

¹⁹⁰ <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique252>

¹⁹¹ 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>

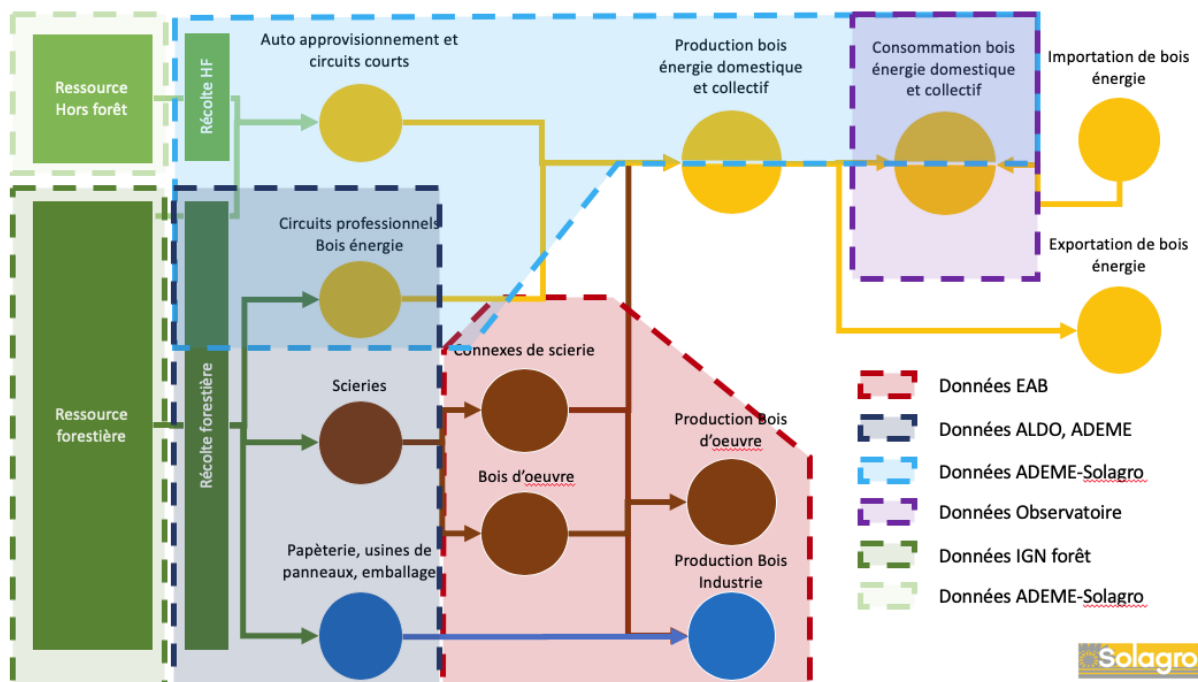


Figure 93 : Articulation des différentes sources de données utilisées dans la modélisation de la filière bois locale (Source : SOLAGRO).

6.2.2.2 Potentiel de développement de la filière bois énergie

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 de prix intéressante¹⁹².

- **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 par¹⁹³ :

¹⁹² 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>

¹⁹³ 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'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, ...),
- 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 au 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 atmosphériques¹⁹⁴.

- **Évolution 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 de bois par foyer.

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 dans la consommation de bois énergie¹⁹⁵.

La consommation de bois énergie domestique retenue pour 2050 se maintient à 30 GWh. Elle intègre un développement du bois énergie par augmentation du nombre de ménages l'utilisant mais pour des consommations plus faibles par ménage.

En estimant la réduction de consommation énergétique (couplée à une meilleure efficacité des appareils de chauffage) de 50 %, 26 % des ménages pourraient avoir recours au bois énergie pour leur chaleur sans augmenter les prélèvements, soit près de 5200 ménages.

Potentiel de consommation de bois pour les chaufferies et réseaux de chaleur

Le scénario négaWatt à l'horizon 2050 utilisé ici repose sur les hypothèses suivantes :

- 80 % des consommations de bois énergie dans les réseaux de chauffage urbain,
- 30% des logements collectifs alimentés en chaleur par chaufferies bois collectives.

¹⁹⁴ 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>

¹⁹⁵ Mars 2018, Observ'ER, « **Suivi 2017 du marché des appareils domestiques de chauffage au bois** ».

<https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-30956-observer-chauffage-bois.pdf>

Cela permet d'évaluer le potentiel de consommations énergétiques du bois énergie pour le chauffage collectif en 2050 à 25 GWh.

Cette évaluation ne tient pas compte de la présence sur le territoire du site d'Eurenco et de sa consommation. En estimant que cet équipement réduise ses consommations énergétiques sa consommation pourrait être réduite de manière significative, d'abord sur ses consommations de gaz, mais aussi de bois, pour atteindre 27 GWh (réduction par deux).

Ainsi, nous évaluons le potentiel de développement de la consommation de bois collectif de 37 à 52 GWh, en réduisant de manière importante les consommations industrielles actuelles.

- **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'ADEME¹⁹⁶ 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 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 NOx et le SO₂ 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 SO₂.

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 accueillants des populations sensibles comme les établissements scolaires ou de santé.

Au total, le potentiel brut total de consommation de bois énergie, à l'horizon 2050, est estimé à 82 GWh / an.

Potentiel de production de biocombustible d'origine forestière

La forêt locale est peu abondante, mais aussi peu exploitée. Cela laisse une marge de progression, impliquant 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, représenterai 6 GWh, contre 2 aujourd'hui.

¹⁹⁶ ADEME, Janvier 2019, « **Chaufferies biomasse et émissions atmosphériques, collecte des rapports d'émissions des chaufferies biomasse du Fonds chaleur** », Expertises, 14 p.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/synthese-chaufferies-biomasse-emissions-atmospheriques-2018.pdf>

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

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.

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	drèches 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	Malucène				35		154		531	82		450				1252
8415	Morlaire						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 148 : Quantité de biomasse agricole valorisable par combustion par cantons du Vaucluse

(Source, SRB Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2017).

Le schéma régional Biomasse de la Région SUD Provence Alpes-Côte d'Azur a quantifié sur les anciens cantons les potentiels de biomasse agricole valorisables aujourd'hui¹⁹⁷.

Les cantons de Bédarrides et Pernes Les Fontaines disposent d'un potentiel de valorisation de plus de 5349 t de matière brute, représentant près de 19 GWh de potentiel de biomasse agricole, même si le découpage cantonal ne correspond pas tout à fait au territoire de l'EPCI.

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

¹⁹⁷ 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&Hash=d8d14c51ce20b56c7b8a615eda976dda#.XcU66zNceUk

agro-forestiers. 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.

Nous évaluons ainsi un potentiel maximal hors forêt en 2050 de 15 GWh.

Potentiel de production lié aux connexes de scierie

Il est peu probable au vu de la typologie forestière locale d'envisager 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, et que le recours au bois dans la construction reste un moyen indirect de favoriser le bois énergie, même si ce n'est pas sur le territoire.

Au total, le potentiel brut total de production de bois énergie, à l'horizon 2050, est estimé à 21 GWh / an.

Il s'agit d'une donnée théorique impliquant l'exploitation maximale de la ressource (tout en garantissant bien sûr son renouvellement) qu'il convient donc d'affiner en fonction des conditions locales de faisabilité.

Il ne couvre pas les 71 GWh de consommation potentielle du territoire et implique nécessairement des importations importantes, comme c'est le cas aujourd'hui. La grande partie du potentiel provenant des zones hors forêt, il semble préférable de favoriser l'entretien et la préservation des espaces forestiers plutôt que de rechercher une production de bois.

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 sylvicole¹⁹⁸.

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

Ce cycle du carbone est modifié par l'exploitation forestière, qu'il est possible de conduire selon les standards de la sylviculture durable : sylviculture irrégulière, coupes d'éclaircies, en proscrivant les coupes rases au maximum, et en limitant les prélèvements de rémanents lors des coupes¹⁹⁹.

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

¹⁹⁸ 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

¹⁹⁹ 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

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

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

Bilan des consommations et productions, actuelles et potentielles

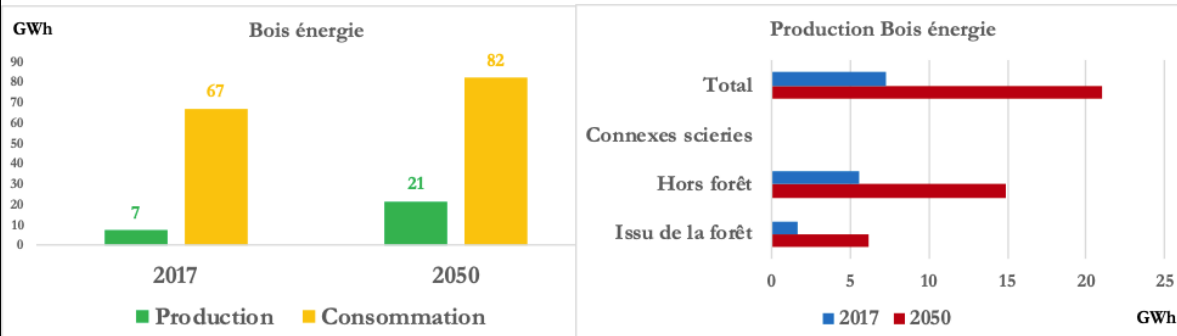
	2017 (GWh)	2050 (GWh)
Production	7	21
Consommation	67	82

Production	2017	2050
Issu de la forêt	2	6
Hors forêt	5,5	15
Connexes scieries	0	0
Total	7	21

BOIS ENERGIE

HYPOTHÈSES 2050

- **Résidentiel individuel** : part de bois énergie dans la consommation identique en 2017 et en 2050 (30 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, en parallèle à une réduction des consommations actuelles de l'industrie (consommation stable à 67 GWh entre 2015 et 2050)



Source : EAB PACA, ALDO, Etude ADEME Bois domestique 2018, Mission Bois-énergie PACA

Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 14 GWh/an

6.2.3 BIOGAZ

6.2.3.1 *Potentiels de production de biogaz par méthanisation*

Pour évaluer le potentiel de production de biogaz, deux évaluations complémentaires sont proposées :

- **Evaluation du potentiel actuel** de production de biogaz en tenant compte des surfaces et productions agricoles actuelles,
- **Evaluation du 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

L'outil BACUS est utilisé. Il 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 149 : Ressources méthanisables : données statistiques, niveau géographique et caractéristiques retenues pour évaluer le potentiel (Source : SOLAGRO)

Potentiel actuel de méthanisation

De nombreux gisements de matière organique peuvent être utilisés pour la méthanisation²⁰⁰.

Pour la CCSC, le potentiel de méthanisation actuel est majoritairement lié aux :

- Résidus de culture,
- Déchets des entreprises agro-alimentaires,
- Biodéchets.

Les résidus de cultures regroupent l'ensemble des pailles de céréales et d'oléagineux. Ces résidus sont générés au champ lors de la récolte.

La catégorie « autres biodéchets » comprend les déchets des grandes et moyennes surfaces (GMS), la fraction fermentescible des ordures 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.

Enfin, les déchets des Industries Agro-Alimentaires (IAA) sont estimés à partir du recensement de 11 IAA sur le territoire dont les trois plus importantes sont des entreprises de transformation et conservation de fruits et légumes. Il est très probable que ce gisement soit déjà absorbé par Tamisier Environnement.

CC Les Sorgues du Comtat	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE²⁰¹	Total
GWh/an	4,6	6,2	2,3	3,3	0,0	16
%	28%	38%	14%	20%	0%	100%

²⁰⁰ Avril 2013, ADEME, « Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation », 117 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/20140519_gisements-substrats-methanisation.pdf

²⁰¹ 20017, Justes E. et G. Richard, Innovation agronomiques 62, « Contexte, concepts et définition des cultures intermédiaires multi-services », 15 p.

<https://www6.inrae.fr/ciag/content/download/6302/46324/file/Vol62-1-Justes.pdf>

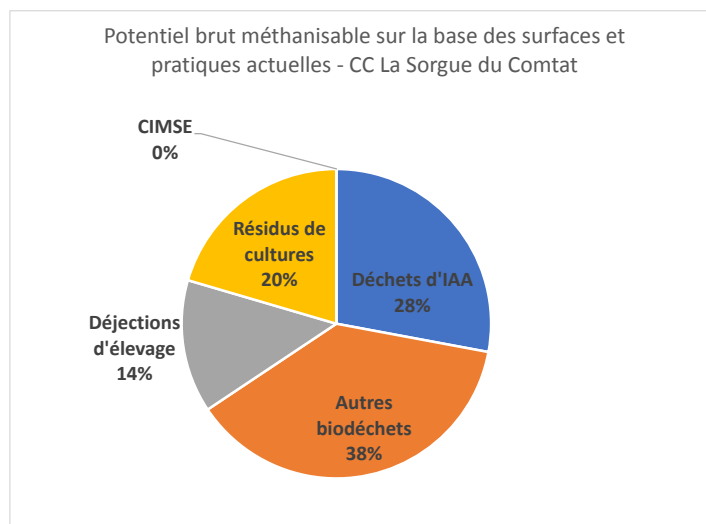


Figure 150 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable (source : SOLAGRO)

Il est courant d'observer un rayon d'approvisionnement en matières du méthaniseur de 8 km, au-delà les charges logistiques pèsent trop lourd. Pour la CCSC, on peut donc imaginer un projet unique au centre du territoire, ou deux projets suffisamment distants.

Par rapport au potentiel de ressource méthanisable estimé (16 GWh/an), on applique un ratio de 75% de cette matière qui soit effectivement mobilisée par un futur projet, soit 12 GWh/an.

Cela permet donc d'imaginer, sur le territoire une unité de méthanisation d'environ 540 kW électriques en cogénération, ou deux unités de 270 kW électriques en cogénération.

Cela permet également d'imaginer un projet en injection de 120 Nm³/h de biométhane qui est une unité dont la taille est viable économiquement avec ce type de valorisation du biogaz. En revanche, sachant que l'on estime que la taille minimale pour une unité de méthanisation en injection est de 70 Nm³/h, il n'est pas possible d'envisager deux projets en injection.

Sur le territoire de CCSC, il est donc possible d'envisager un, voir deux, projet(s) de méthanisation.

Point réglementaire

Les récentes évolutions réglementaires devraient conduire progressivement à réduire les quantités de biodéchets produits et à l'arrêt de leur enfouissement.

- **Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte**

La loi indique (article 70²⁰²) que le service public de gestion des déchets doit progresser dans le développement du tri à la source des déchets organiques, jusqu'à sa généralisation pour tous les

202

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do?idArticle=JORFARTI000031044647&cidTexte=LEGITEXT000031047847&categorieLien=id>

producteurs de déchets avant 2025, pour que chaque citoyen ait à sa disposition une solution lui permettant de ne pas jeter ses biodéchets dans les ordures ménagères résiduelles, afin que ceux-ci ne soient plus éliminés, mais valorisés. La collectivité territoriale définit des solutions techniques de compostage de proximité ou de collecte séparée des biodéchets et un rythme de déploiement adaptés à son territoire.

L'ADEME propose des recommandations aux collectivités pour mettre en œuvre le tri à la source²⁰³.

▪ **Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.**²⁰⁴

La loi fixe comme objectif de réduire le gaspillage alimentaire de 50 % par rapport à son niveau de 2015 dans les domaines de la distribution alimentaire et de la restauration collective d'ici 2025 et de 50 % par rapport à son niveau de 2015 dans les domaines de la consommation, de la production, de la transformation et de la restauration commerciale d'ici 2030.

Les collectivités peuvent intervenir notamment dans les restaurations collectives de leur territoire²⁰⁵.

Méthodologie d'évaluation du potentiel 2050

Les ressources du territoire à l'horizon à 2050 sont estimées à partir des données du recensement agricole et de Corine Land Cover²⁰⁶.

Les hypothèses utilisées sont basées sur le scénario Afterres2050 développé par Solagro²⁰⁷ :

- **Rééquilibrage du régime alimentaire humain** : évolution vers une alimentation moins riche en viande et en lait,
- **Généralisation d'une agriculture (et d'une sylviculture) multifonctionnelle qui s'apparente à l'agriculture biologique et à la production intégrée** (laquelle ne doit pas être confondue avec l'agriculture raisonnée),
- **Maintien des flux d'import-export dans l'espace Européen et Méditerranéen,**
- **Réduction massive des importations de protéines (soja)** destinées à nourrir nos cheptels et extensification des systèmes d'élevage,
- **Réduction des gaspillages alimentaires** évitables durant toutes les étapes (transformation, distribution, consommations),
- **Réduction puis stabilisation du rythme d'artificialisation des sols.**

Ainsi, en 2050, dans ce scénario, l'empreinte du système agroalimentaire est améliorée :

²⁰³ Février 2018, ADEME, « **Comment réussir la mise en œuvre du tri à la source des biodéchets. Recommandations pour les collectivités** », 27 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/reussir-mise-oeuvre-tri-source-biodechets-recommandations-collectivites-201802.pdf>

²⁰⁴ LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.

https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=CCA13C7B9A04AC2CD63D700649F0DE92.tplqfr38s_1?cidTexte=JORFTEXT000041553759&categorieLien=id

²⁰⁵ Octobre 2015, ADEME, « **Réduire le gaspillage alimentaire en restauration collective** », 14 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-gaspillage-alimentaire-restauration-collective-8598.pdf>

²⁰⁶ Corine Land Cover : base de données européenne d'occupation biophysique des sols.

²⁰⁷ https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Solagro_afterres2050-v2-web.pdf

- Les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture sont divisées par deux,
- Les traitements pesticides sont divisés par trois,
- La consommation d'engrais chimiques, les besoins d'eau pour l'irrigation, en été, sont divisés par quatre.

Potentiel de méthanisation à l'horizon 2050

Le potentiel de méthanisation à l'horizon 2050 pour la CCSC est de 17 GWh/an au lieu de 16 GWh/an actuellement.

En effet, le potentiel de méthanisation à partir de matières agricoles étant presque négligeable sur le territoire, l'impact de l'évolution du système agricole entre 2010 et 2050 est extrêmement réduit. Il est considéré que le développement de CIMSE pourrait remplacer la réduction de la production de résidus de culture.

CC Les Sorgues du Comtat	Déchets d'IAA	Autres biodéchets	Déjections d'élevage	Résidus de culture	CIMSE	Total
GWh/an	4,6	6,2	2,2	1,6	2,1	17
%	28%	37%	14%	9%	12%	100%

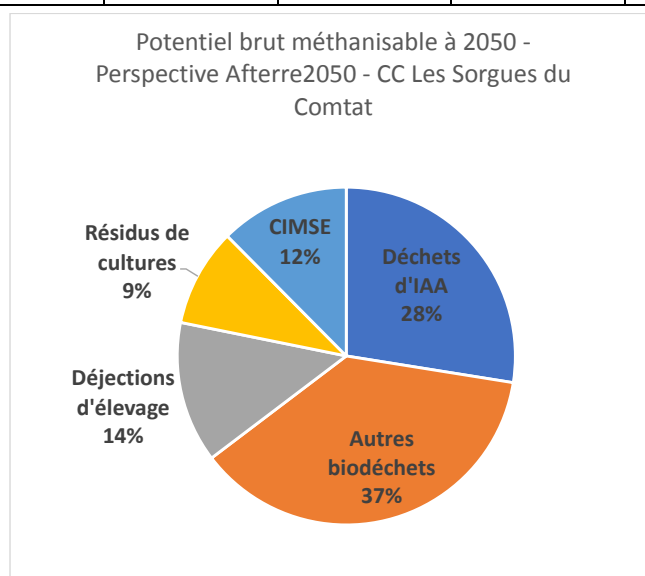


Figure 151 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de la CCSC (source : SOLAGRO)

Entre le potentiel actuel et le potentiel 2050 les gisements agricoles méthanisables changent :

- Les résidus de culture diminuent de moitié en raison d'une baisse des rendements des céréales (liée à une extensification des pratiques culturales) et d'une diminution des surfaces (liée aux évolutions attendues de l'assolement),
- 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-INRIA²⁰⁸, des ressources nouvelles pourraient être mobilisées pour la méthanisation.

Ainsi, l'intérêt des algues pour la méthanisation est à prendre en compte à l'horizon 2050 : elles présentent en effet une productivité surfacique plus importante que les végétaux terrestres, en raison d'un rendement photosynthétique supérieur, mais aussi grâce à l'optimisation des conditions de culture.

Si ces potentiels sont crédibles d'ici à 2050, les technologies ne sont pas encore complètement abouties, nous avons donc fait le choix de ne pas en tenir compte pour estimer le potentiel à l'horizon 2050. Toutefois, il faut les garder à l'esprit, si des projets de méthanisation devaient voir le jour sur le territoire.

Le potentiel de production d'énergie par méthanisation à l'horizon 2050 est donc estimé à 17 GWh.

6.2.3.2 *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, et aux déchets des collectivités.

Plusieurs éléments qualitatifs sont à prendre en compte pour permettre l'émergence d'une filière méthanisation :

✓ **Les déchets agricoles**

Le potentiel de méthanisation étant pour moitié agricole, il convient de renforcer la dynamique avec les acteurs agricoles du territoire. Des liens entre céréaliers et éleveurs autour des unités de méthanisation sont à renforcer : pour la sécurisation du gisement de matières méthanisables (paille, CIMSE), comme pour la valorisation du digestat.

Le gisement de matières méthanisables du territoire est composé majoritairement de déjections animales. Aussi, selon le type de déjections animales disponible à proximité des nouveaux projets amenés à se développer, deux points de vigilance sont à avoir à l'esprit :

- La saisonnalité des déjections animales en élevage bovins.
- Le taux de matière sèche des déjections animales.

Concernant les élevages bovins, durant l'été, lorsque les animaux sont essentiellement à l'extérieur, la quantité de déjections animales qu'il est possible de mobiliser baisse fortement. Cette baisse peut être gérée efficacement si l'on dispose d'autres types de déjections animales et par le recours aux cultures intermédiaires et pailles.

²⁰⁸ 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>

Concernant le taux de matière sèche, de la même manière, selon le type de déjections animales disponibles à proximité des futurs projets, il faudra veiller à maintenir une proportion équilibrée de déjections issues de systèmes fumiers (plus sec) et de systèmes lisiers (plus humides), afin de rester dans des proportions compatibles avec des systèmes de méthanisation en voie liquide.

✓ **Les déchets des collectivités**

Les collectivités locales ont également un rôle à jouer dans le soutien à la méthanisation. D'une part, pour faciliter la valorisation des biodéchets issus de leurs activités ou compétences (ordures ménagères, déchets verts, fauche de bords de routes, etc.), d'autre part, pour accompagner les porteurs de projets et la mise en lien entre acteurs (céréaliers, éleveurs, entreprises agro-alimentaires, etc.).

Concernant les biodéchets, la difficulté réside essentiellement dans le traitement amont afin de retirer la fraction non fermentescible.

Plusieurs solutions existent qui doivent être étudiées avec attention : tri-mécano biologique dans l'unité de traitement, collecte sélective en porte à porte ou unité de déconditionnement pour la gestion des biodéchets des grandes et moyennes surfaces.

6.2.3.3 **Comparaison avec les gisements biogaz identifiés par GRDF**

GRDF propose des contributions pour chaque EPCI indiquant un potentiel de méthanisation généralement 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.

6.2.3.4 **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 2050²⁰⁹.

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,**

²⁰⁹ 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>

✓ Pyrogazéification.

Ces filières sont présentées en détail en annexe 3 et synthétisées dans la figure suivante :

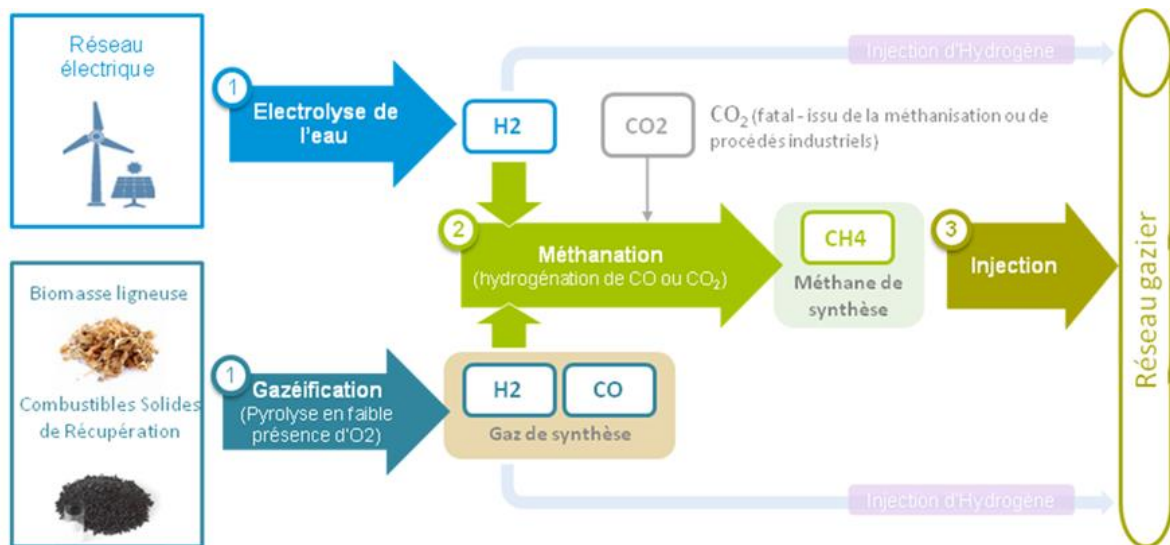


Figure 152 : Les nouvelles filières du biométhane de seconde génération
(Source : <http://www.injectionbiomethane.fr>)

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 CO₂ à l'Hydrogène)²¹⁰.

L'intégration du power-to-gas comme seul débouché à une production d'électricité renouvelable ne présente pas d'intérêt sur le plan économique et énergétique. Le power-to-gas est pertinent pour optimiser globalement le système énergétique, à condition d'avoir un taux de pénétration en énergie renouvelable très important, en particulier dans le réseau électrique.

Dans ces conditions, il permettra :

- **D'apporter de la flexibilité inter-saisonnière au système électrique renouvelable** qui sera majoritairement composé d'éolien et de photovoltaïque. Le surplus d'électricité produit notamment en été par ces énergies sera transformé en gaz qui pourra être transporté et stocké (+ de 300 fois les capacités de stockage du système électrique),
- **De produire un complément de gaz renouvelable**, pouvant notamment être utilisé comme carburant.

²¹⁰ 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>

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 (GRHYD²¹¹) est en service en France à Dunkerque. Le prochain, Jupiter 1000²¹², est en construction à Fos-sur-Mer, avec un démarrage de l'injection prévue en 2019. L'amélioration des technologies et les baisses de coûts sont encore nécessaires pour l'électrolyse et surtout pour la méthanation.

Pour les années à venir, il est envisagé que le CO₂ nécessaire à la méthanation soit issu d'installation de méthanisation (voir figure ci-dessous). En effet, ces installations produisent un biogaz qui doit être purifié du CO₂ qu'il contient (40 %) avant d'être injecté.

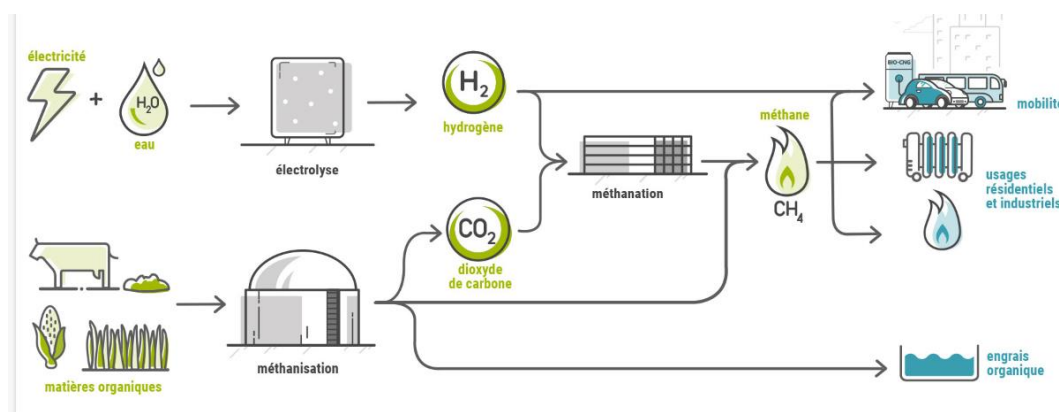


Figure 153 : Couplage du power-to-gas avec la méthanisation (Source : <https://methycentre.eu>)

Le projet METHYCENTRE²¹³ 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.

²¹¹ Gestion des Réseaux par l'injection d'Hydrogène pour Décarboner les énergies

<http://grhyd.fr/presentation/>

²¹² <https://www.jupiter1000.eu/projet>

²¹³ <https://methycentre.eu/>

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.

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 Suède²¹⁴, 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 réseau²¹⁵.

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 injectable²¹⁶.

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'Azur²¹⁷.

²¹⁴ <http://www.repotec.at/index.php/97.html>

²¹⁵ Même si le gaz respecte les spécifications des opérateurs de réseau de gaz.

²¹⁶ www.projetgaya.com

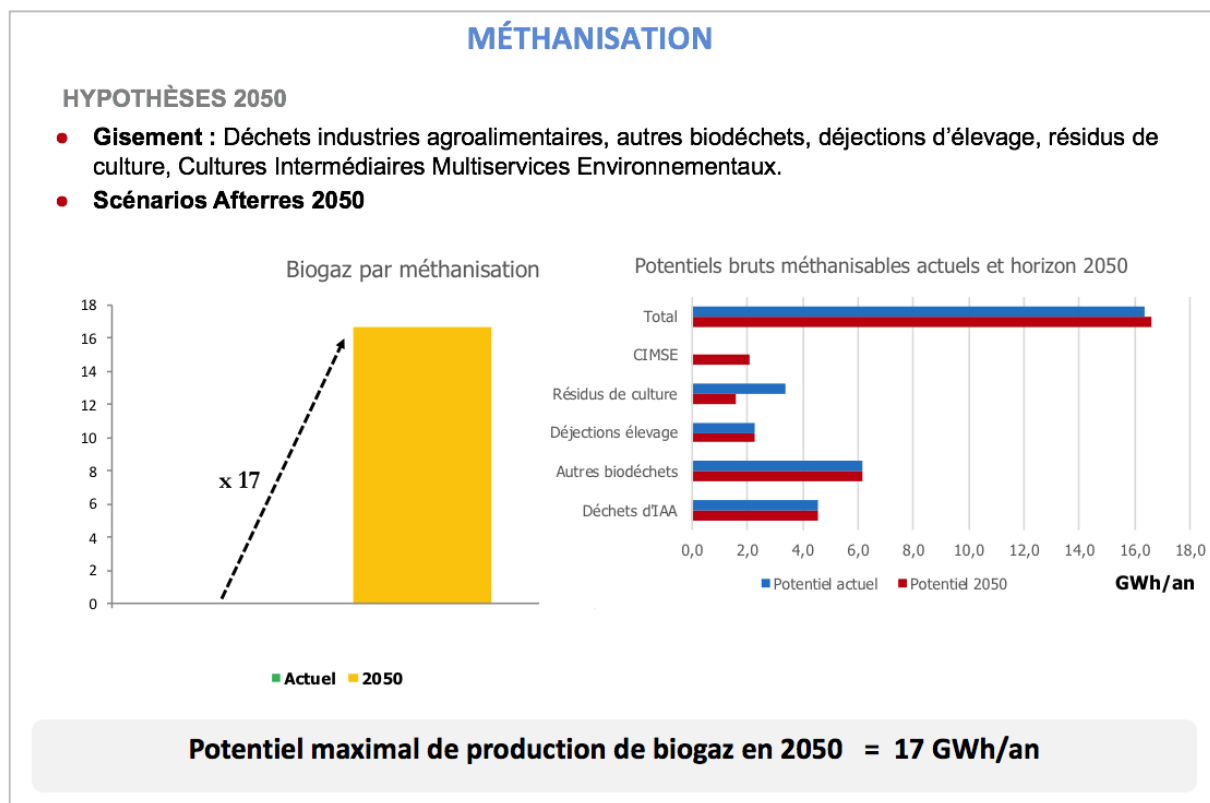
²¹⁷ S3D, 2018, « **Etude du potentiel de production de biométhane de seconde génération en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur** », 67p.

[http://oreca.maregionsud.fr/ressources/gestion-documentaire/detail-du-document.html?tx_egestiondoc_pi1\[uidDocument\]=235&no_cache=1&cHash=518bb4e1927ef6f4fca49f50509eacd#.XKtO4eSP6Uk](http://oreca.maregionsud.fr/ressources/gestion-documentaire/detail-du-document.html?tx_egestiondoc_pi1[uidDocument]=235&no_cache=1&cHash=518bb4e1927ef6f4fca49f50509eacd#.XKtO4eSP6Uk)

6.2.3.5 *Actions locales*

Les Sorgues du Comtat travaillent en partenariat étroit avec COVE²¹⁸ et le Syndicat Rhône Ventoux sur un projet de méthanisation des boues des STEP. Un bureau d'études a été missionné pour réaliser l'étude faisabilité.

6.2.3.6 *Synthèse*



Le potentiel de développement de la méthanisation sur la CCCS est faible du fait d'une faible densité de matières méthanisables. Néanmoins, on estime qu'il serait possible de développer 1 unité de méthanisation en cogénération de type individuelle ou petit collectif sur le territoire.

Le réseau de distribution de gaz est présente sur les 5 communes du territoire.

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 : 0 GWh/an,**
- **Potentiel actuel de production : 16 GWh/an,**
- **Potentiel en 2050 de production : 17 GWh/an.**

²¹⁸ Communauté d'Agglomération Ventoux Comtat Venaissin

6.2.4 GEOTHERMIE PROFONDE

La classification la plus courante concernant les gisements géothermiques est celle du Code Minier et distingue quatre grands types de gisements selon les températures :

- **La géothermie « très basse énergie » TBE ($T < 30^{\circ}\text{C}$)** est exploitée pour le chauffage et le rafraîchissement des maisons ou des bâtiments collectifs et aussi pour la production de l'eau chaude sanitaire. La production de chaleur s'effectue à l'aide d'une pompe à chaleur qui prélève dans le sol l'énergie thermique.
- **La géothermie « basse énergie » ($30^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$)** correspond à une exploitation directe de la chaleur. Le rendement est trop faible pour pouvoir produire de l'électricité, mais elle permet de couvrir une large gamme d'usages : chauffage urbain, chauffage de serres, utilisation de chaleur dans les process industriels, thermalisme...
- **La géothermie « moyenne énergie » ($90^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$)** s'applique pour la production de l'électricité avec un fluide intermédiaire.
- **La géothermie « haute énergie » ($T > 150^{\circ}\text{C}$)** correspond à des gisements essentiellement rencontrés dans les zones d'anomalies thermiques. La température supérieure à 150°C permet de transformer directement la vapeur en électricité.

Des exemples d'utilisation de ces différents types de géothermie sont présentés dans le tableau suivant.

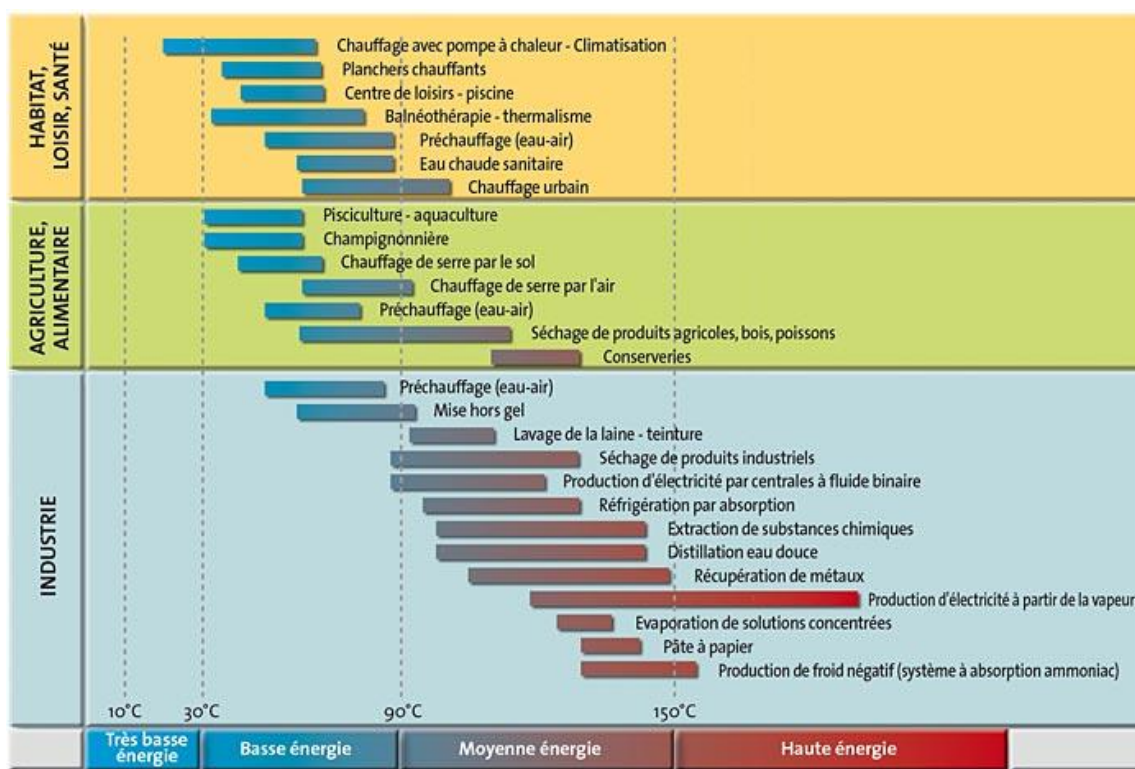


Figure 154 : Les usages de la géothermie selon la température du fluide (source : BRGM, <https://www.geothermies.fr/>)

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur ne possède pas de ressources géothermiques connues dites « profondes » c'est-à-dire avec des températures importantes ($> 30^{\circ}\text{C}$). Cela ne veut pas dire que ce potentiel n'existe pas mais qu'il n'a pas été exploré, on ne peut donc pas le caractériser précisément pour chiffrer son potentiel.

6.2.5 POMPES A CHALEUR

Cette partie aborde les pompes à chaleur :

- Géothermiques : il s'agit du potentiel « très basse énergie ». Les températures récupérées sont de 10 à 20°C et peuvent permettre la production de chaleur via une augmentation de température par des pompes à chaleur (PAC),
- Aérothermiques utilisant les calories présentes dans l'air ambiant.

6.2.5.1 PAC géothermiques

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 carte suivante présente les zones les plus favorables sur nappes et hors nappes sur le territoire du bassin de vie.

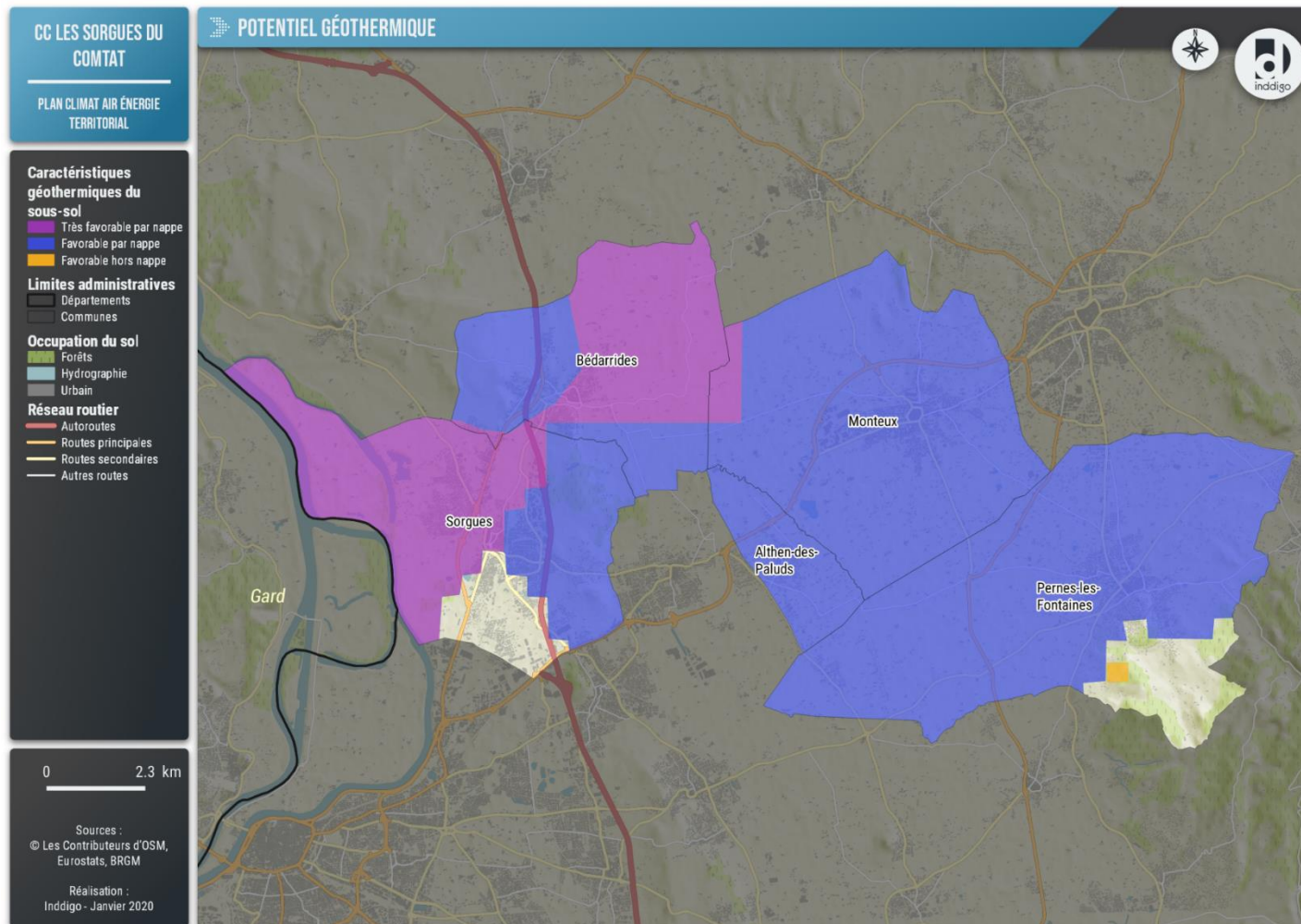


Figure 155 : Zones favorables à la géothermie sur nappes et sur sondes sur le territoire (source : BRGM, Inddigo)

Géothermie sur nappe

La majeure partie du territoire se trouve en zone très favorable pour la géothermie sur nappe. On recense 159 km² soit près de 2/3 de la superficie du territoire.

Les trois nappes identifiées sont :

- Molasse miocène du Comtat Venaissin
- Les alluvions de l'Ouvèze
- Les alluvions des Sorgues et de la Nesque

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).

Afin de récupérer une puissance suffisante, la température de l'eau du circuit est relevée par des PAC en considérant un COP²¹⁹ de 3.5. Enfin afin de déterminer la production moyenne annuelle par forage, une durée de fonctionnement de 1 400 heures par an est considérée.

Les caractéristiques des nappes ainsi que la puissance extractible et la production moyenne annuelle pour un forage dans chaque nappe sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

	Alluvions des plaines du Comtat (Ouvèze)	Molasse miocène du Comtat Venaissin	Alluvions des Sorgues et de la Nesque
Profondeur (m)	10	37	19
Débit (m ³ /h)	587	500	193
Température (°C)	13	16	13
Puissance extractible (MW)	2,7	2,3	0,9
Puissance PAC (MW)	3,8	3,2	1,3
Production annuelle (GWh)	5,3	4,5	1,8
Favorabilité (BRGM)	Très favorable	Favorable	Favorable

Figure 156 : Caractéristiques des nappes favorables à la géothermie sur le territoire (source : BRGM, Inddigo)

Point de vigilance sur la ressource en eau

²¹⁹ Coefficient de performance

La nappe des alluvions des plaines du Comtat (Ouvèze) est classée en Zone de Répartition des Eaux (voir 4.4.4). Cela signifie qu'un déséquilibre est observé entre la ressource et les prélèvements en eau existants, il conviendra donc d'être vigilant pour mobiliser ces nappes pour des usages géothermiques.

Par ailleurs, un mauvais état quantitatif et chimique est observé sur la nappe des molasses miocènes du Comtat. Là aussi, l'usage géothermique peut ne pas être approprié sur cette nappe sensible.

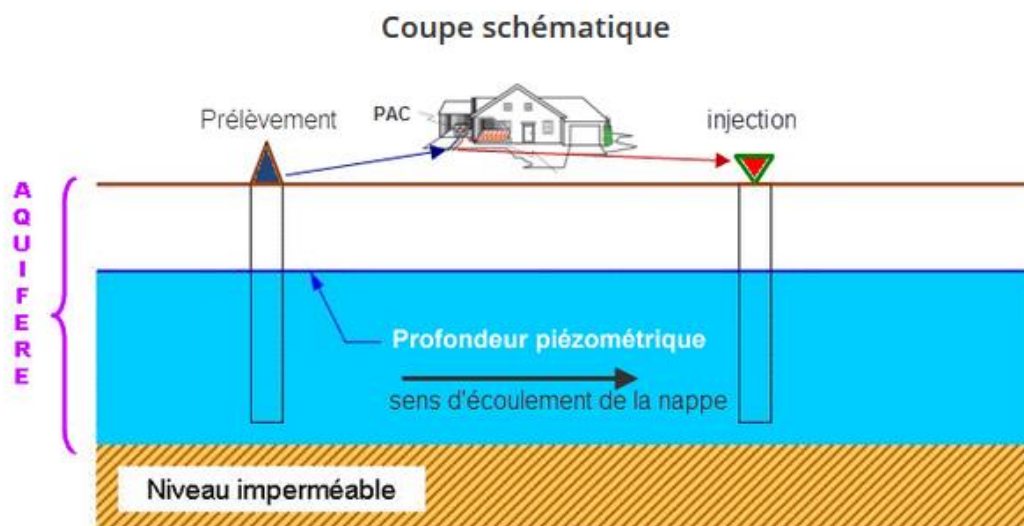


Figure 157 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur nappe (source : www.geothermie-perspectives.fr)

Géothermie sur sondes ou hors nappes

Une zone très favorable est identifiée au Sud-Est du territoire. Elle représente cependant moins d'1 km².

Dans cette zone, 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 10 m entre chaque sonde. Ainsi une surface de 1 km² peut accueillir environ 100 sondes. La puissance ainsi récupérée est d'environ 600 kW/km² soit une production estimée à 1,2 GWh/km². Le reste de la superficie au Sud-Est du territoire est considérée comme peu favorable avec une puissance récupérable de 30 W/m soit une production estimée à 600 MWh/km²

(COP = 3,5 ; Temps de fonctionnement annuel = 1400 heures).

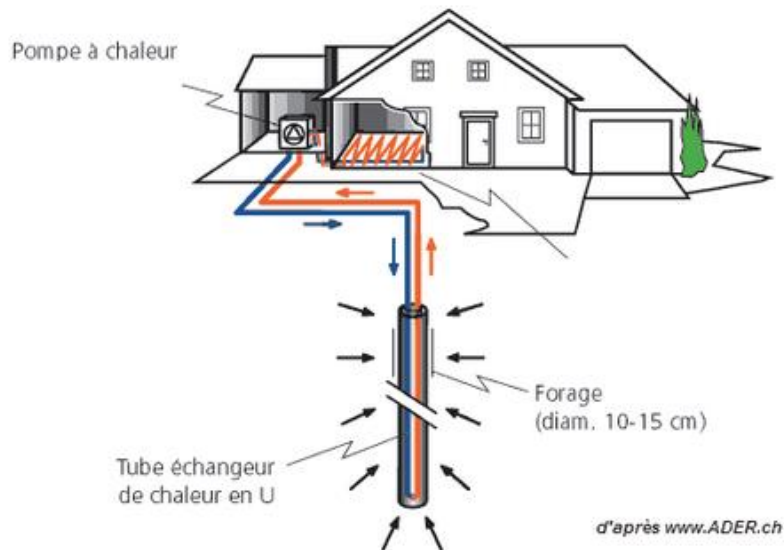


Figure 158 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur sonde (source : www.geothermie-perspectives.fr)

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 m³/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.

Le potentiel géothermique des sous-sols du territoire existe et est assez important. Cependant l'énergie disponible n'est pas forcément valorisable en raison des différentes contraintes techniques, topographiques, réglementaires, financières, ...

6.2.5.2 PAC aérothermiques

L'aérothermie consiste à récupérer l'énergie calorifique contenue dans l'air ambiant pour produire de la chaleur à partir d'une Pompe à Chaleur.

Deux types de PAC aérothermique sont utilisés :

- **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 coûteux et simple d'installation et d'utilisation. Son rendement est cependant bien moins élevé qu'une PAC géothermique entraînant ainsi des consommations électriques importantes²²⁰.

L'enjeu est de développer l'installation de PAC aérothermiques performantes²²¹.

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.

6.2.5.3 **Synthèse**

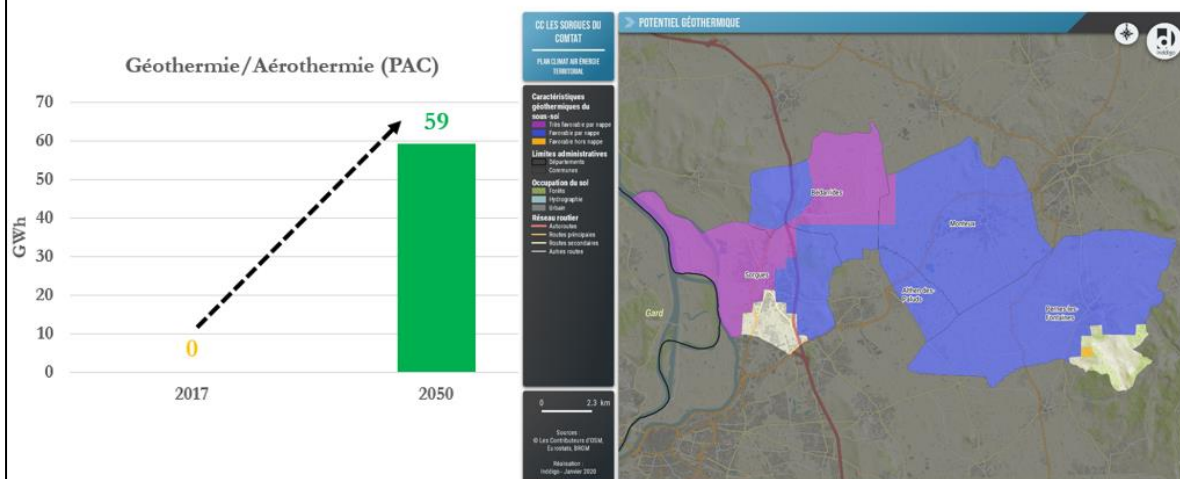
²²⁰ Juin 2012, ADEME, « **Les pompes à chaleur électriques pour l'habitat individuel** », Les fiches techniques de l'ADEME, 3p.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-ademe-pompes-chaleur-electriques-2012.pdf>

²²¹ Août 2017, Association négaWatt, « **Les pompes à chaleur dans le scénario négawatt 2017-2050** », 7 p.
https://negawatt.org/IMG/pdf/fiche_pac.pdf

Pompes à chaleur

HYPOTHÈSES 2050

- Etude ADEME/BRGM : zones favorables à la géothermie de minime importance
- Résidentiel et tertiaire : contribution territoriale des objectifs nationaux du scénario négaWatt concernant la couverture des besoins de chaleur des bâtiments via des PAC



Zones favorables à la géothermie - Source : Ademe, BRGM, Inddigo

Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 59 GWh/an

Le potentiel de production d'énergie par géothermie/aérothermie est estimé à 59 GWh/an.

Cela pourrait se traduire par exemple par :

- 11 forages sur les alluvions de l'Ouvèze
- 13 forages sur les Molasses miocène du Comtat Venaissin
- 33 forages sur les alluvions de la Sorgue et de la Nesque
- 50 à 100 champs de sondes de 1km²
- 1,5 à 2 millions de m² de logements rénovés BBC chauffés par aérothermie
- Un mix des différentes solutions ci-dessus

6.2.6 RECUPERATION DE CHALEUR FATALE

6.2.6.1 *Méthode et analyse*

La récupération de chaleur fatale peut se faire sur quatre types de gisement²²² :

- 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.

6.2.6.2 *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).

La méthode d'évaluation du potentiel consiste à identifier les procédés fortement consommateur d'énergie sur le territoire. Pour cela sont recensées sur le territoire les ICPE en fonctionnement :

- 2910 – Combustion,
- 2921 – Refroidissement

2 établissements possédant de tels équipements ont été repérés :

- Mäder Composites France à Sorgues,
- EURENCO à Sorgues.

Le registre ICPE fournit la puissance des installations. En considérant un temps de fonctionnement de 8000 heures par an et un taux de récupération de chaleur de 5%, le productible de chaque installation peut être déterminé :

²²² 2017, ADEME, « *La chaleur fatale* », Faits et chiffres, 48 p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/chaleur_fatale-8821-2018-06_pdf.pdf

Nom établissement	Commune	Type d'installation ICPE	Puissance (MW)	Gisement brut (GWh)
Mäder Composites France	Sorgues	2910	2,4	1,0
		2921	0,3	0,1
2910		41,4	16,6	
2921		3,1	1,2	
EURENCO				
Total CCSC				18,9

Figure 159 : Gisement de production de chaleur fatale des installations industrielles sur le territoire (source : Base ICPE, <http://www.georisques.gouv.fr/>)

L'ADEME indique que la valorisation de la chaleur fatale doit être traitée comme suit :

- Réduction des besoins de chaleur via la maîtrise de l'énergie
- Valorisation en interne
- Valorisation externe en dernier recours

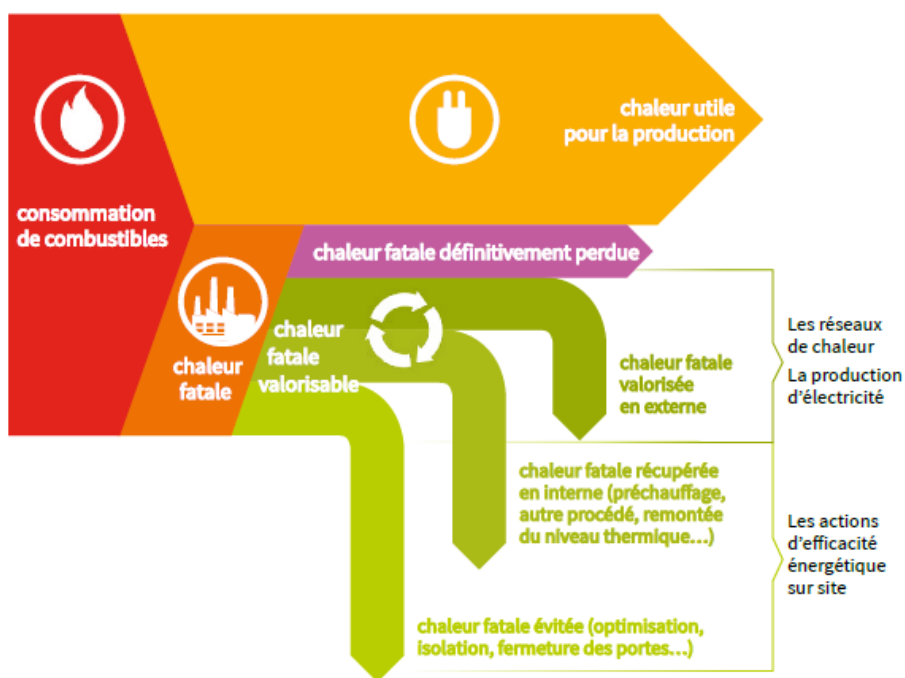


Figure 160 : Répartition de la consommation de chaleur des procédés industriels (source : La chaleur fatale, Edition 2017, ADEME, 2017)

6.2.6.3 **Eaux usées**

La chaleur des eaux usées peut être valorisée :

- En sortie de bâtiment (sur le raccordement au réseau public),
- Sur les réseaux principaux,
- 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 m³/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, celles de Sorgues, Monteux et Pernes-les-Fontaines. Leurs caractéristiques ainsi que le gisement mobilisable correspondant sont décrits dans le tableau suivant.

Commune avec STEP	Capacité nominale EH	Débit de référence en entrée en 2018 (m3/j)	m3/h	Puissance (kW)	Production (GWh)
Sorgues	63 000	14 888	620	1 430	17
Monteux	36 000	6 845	285	660	8
Pernes-les-Fontaines	10 800	1 794	75	170	2

Figure 161 : 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 stations d'épuration du territoire s'élève à 27 GWh.

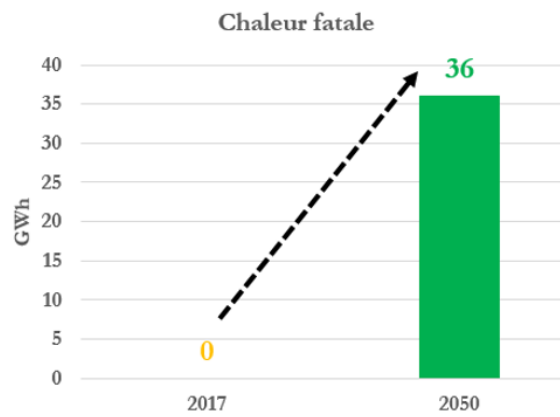
La récupération d'énergies sur les eaux usées nécessite l'utilisation de pompes à chaleur et, est plus adaptée au fonctionnement hydraulique des bâtiments récents. Ces projets concerneront donc principalement des projets de bâtiments neufs.

Le potentiel de récupération de chaleur fatale est estimé à 36 GWh annuel.

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR FATALE

HYPOTHÈSES 2050

- Potentiel sur les sites d'Eurencos et Mäder Composites France
- 3 STEU : Sorgues, Monteux et Pernes-les-Fontaines



Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 33 GWh/an

6.3 ELECTRICITE RENOUVELABLE

6.3.1 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

6.3.1.1 *Rappel du contexte régional*

Il existe en Provence-Alpes-Côte d'Azur un cadre régional pour le développement du photovoltaïque (PV)²²³ 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.**

6.3.1.2 *Photovoltaïque en toiture*

Méthode

L'évaluation du gisement brut a été réalisée grâce à un système d'information géographique en croisant les données cartographiques OpenStreetMap 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 base de données OpenStreetMap sont prises en compte.

Les toitures des bâtiments sont caractérisées par :

- **Leur surface** : calculée à partir de l'emprise au sol des bâtiments (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 :

Surface bâtie	25 m ² < bâti < 1500 m ²	1500 < bâti < 2500m ²	bâti > 2500 m ²
Surface exploitable	50 % surface bâtie	70 % surface bâtie	Surface bâtie

²²³ http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/cadre_regional_photovoltaïque_dreal_paca_2019_02.pdf

- **Leur orientation par rapport au sud** : valeurs homogènes avec celles des pans de toitures,
- **Leur puissance en kWc** : sur la base de 175 Wc/m² de panneaux (En juin 2018, le magazine Photon International définissait le module standard comme un module au silicium cristallin de 60 cellules de rendement 19% encapsulées par de l'EVA, avec du verre en face avant et un film de tedlar en face arrière, un cadre aluminium, d'environ 1 m x 1,6 m et d'une puissance de 280 watts-crête. Leur rendement surfacique ou rendement STC est leur puissance-crête par m², soit environ 17,5% dans ce cas)²²⁴,
- **Leur production électrique annuelle en kWh/an** : obtenue par requête auprès de l'interface PVGIS.

Orientation	Production électrique (kWh/kWc)
EST-OUEST	1180
SUD-EST / SUD-OUEST	1445
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 609 GWh ce qui représente 444 MWc installé soit environ 2,5 millions de m² de panneaux.

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, les bâtiments dont la structure ne permet pas d'accueillir les panneaux, les bâtiments se trouvant dans un périmètre protégé.

Ainsi le potentiel du territoire s'élève à 384 GWh ce qui représente 281 MWc soit 1,6 millions de m² de panneaux photovoltaïques.

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,
- < 100 kWc éligible aux tarifs de rachat et devant être considéré dans le cadre du S3REnR,
- < 250 kWc correspondant aux toitures importantes généralement sur bâtiments industriels, tertiaires ou agricoles,
- > 250 kWc pouvant supporter des coûts de raccordement plus élevés

²²⁴ <https://www.photovoltaique.info/fr/realiser-une-installation/choix-du-materiel/caracteristiques-des-panneaux-photovoltaïques/performance-des-modules-photovoltaïques/>

	< 36 kWc	< 100 kWc	< 250 kWc	> 250 kWc	Total
Potentiel de production en GWh	214	42	23	105	384
Puissance à installer en MWc	154	30	17	80	281
Surface de panneaux en m²	879 316	200 529	97 214	455 763	1 632 823
% du potentiel de production	56%	11%	6%	27%	

Figure 162 : 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 plus de la moitié du potentiel total,
- 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.
- L'installation de toiture photovoltaïque sur des immeubles classés ou inscrit au titre des monuments historiques et dans leurs abords (périmètre de protection adapté ou dans un rayon de 500 mètres) ainsi que dans des sites patrimoniaux remarquables²²⁵ n'a pas été écartée. En effet, l'évolution technologique des panneaux, tuiles, ardoise et revêtements photovoltaïque peut vraisemblablement d'ici 2050 permettre d'envisager une meilleure intégration de ces dispositifs sur et à proximité de ces bâtiments ou zones. Par ailleurs, de plus en plus d'expériences de réalisation photovoltaïque s'intégrant harmonieusement avec le patrimoine voient le jour avec l'accord des Architectes des Bâtiments de France²²⁶. Le CAUE constitue également un partenaire majeur sur l'impact paysager et patrimonial du photovoltaïque.
- La part du potentiel se trouvant dans un périmètre de 500 mètres autour d'un bâtiment classé ou inscrit est d'environ 8%.

La base de données OpenstreetMap donne le nom de certains bâtiments. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des bâtiments publics potentiel :

225

https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=8B0266BECD3F08B8C6DF44837EEB26E0.tplgfr37s_3?idArticle=LEGIARTI000032858246&cidTexte=LEGITEXT000006074236&dateTexte=20180821

²²⁶ « **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

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

Bâtiment	Surface de panneaux (m2)	Puissance à installer (kWc)	Potentiel de production annuelle (MWh)
Pôle Culturel Camille Claudel	2 502	438	633
Gymnase intercommunal	1 073	188	221
Salle du Château D'Eau	736	129	200
Salle des Fêtes	721	126	182
Gymnase de Chaffunes	615	108	156
Centre administratif	705	123	145
Piscine municipale Caneton	434	76	110
Centre culturel des Augustins	421	74	106
École primaire	374	65	94
Centre médico-social	360	63	91
Salle René Tramier	312	55	79
Centre Technique Communautaire	338	59	70
CC Sorgues du Comtat	249	44	68
École de Musique	263	46	54
Maison des Jeunes	199	35	54
Centre Technique Communautaire	168	29	42
Espace du moulin	153	27	39
Centre d'Intervention "Raphael Denis"	147	26	37
Salle de Judo	140	24	35
Crèche les Petites Puces	106	18	27
Police Municipale	88	15	22
Althen-des-Paluds	87	15	22
Salle d'activité	38	7	9
Réfectoire	35	6	9
Le Cezanne	29	5	7
La presqu'île	16	3	4

Figure 163 : Bâtiments publics pouvant potentiellement accueillir des panneaux solaire PV (source : OpenStreetMap, Inddigo)

Le tableau ci-dessous présente certains des bâtiments dont la puissance à installer est supérieure à 1 MWc.

Bâtiment	Surface de panneaux (m2)	Puissance à installer (kWc)	Potentiel de production annuelle (GWh)
FM Logistic	24 737	4 329	6,3
Norbert Dentressangle	17 010	2 977	4,3
Dililog	15 413	2 697	3,9
Mc Cormick France	14 769	2 585	3,7
Wavin (production)	16 613	2 907	3,4
Biocoop	12 239	2 142	3,1
Seyfert Provence	13 581	2 377	2,8
Haladjian frères	9 263	1 621	2,3
Soprema	7 743	1 355	2,1
TFE	8 269	1 447	2,1
Picard Surgelés	9 416	1 648	1,9
Ancienne usine de pâtes "Canissimo"	7 083	1 240	1,8
Wavin (entrepôts)	8 543	1 495	1,8
Conforama	6 631	1 160	1,7
Ducros	6 475	1 133	1,6
Coopérative Agricole Provence Languedoc	6 367	1 114	1,6
Norbert Dentressangle	6 324	1 107	1,6
Watts industries	6 049	1 059	1,5
Charles Faraud SA	5 769	1 010	1,5

Figure 164 : Bâtiments favorable à l'installation de panneaux solaire PV en toiture pour une puissance supérieure à 1 MWc (source : OpenStreetMap, Inddigo)

À l'horizon 2050, le potentiel maximal de production d'énergie à partir du solaire photovoltaïque en toiture est estimé à 384 GWh/an, avec une puissance installée de 281 MWc.

Ce potentiel ne tient pas compte de l'évolution des constructions neuves qui, selon les objectifs réglementaires, notamment E+C-, seront amenées à produire de l'énergie.

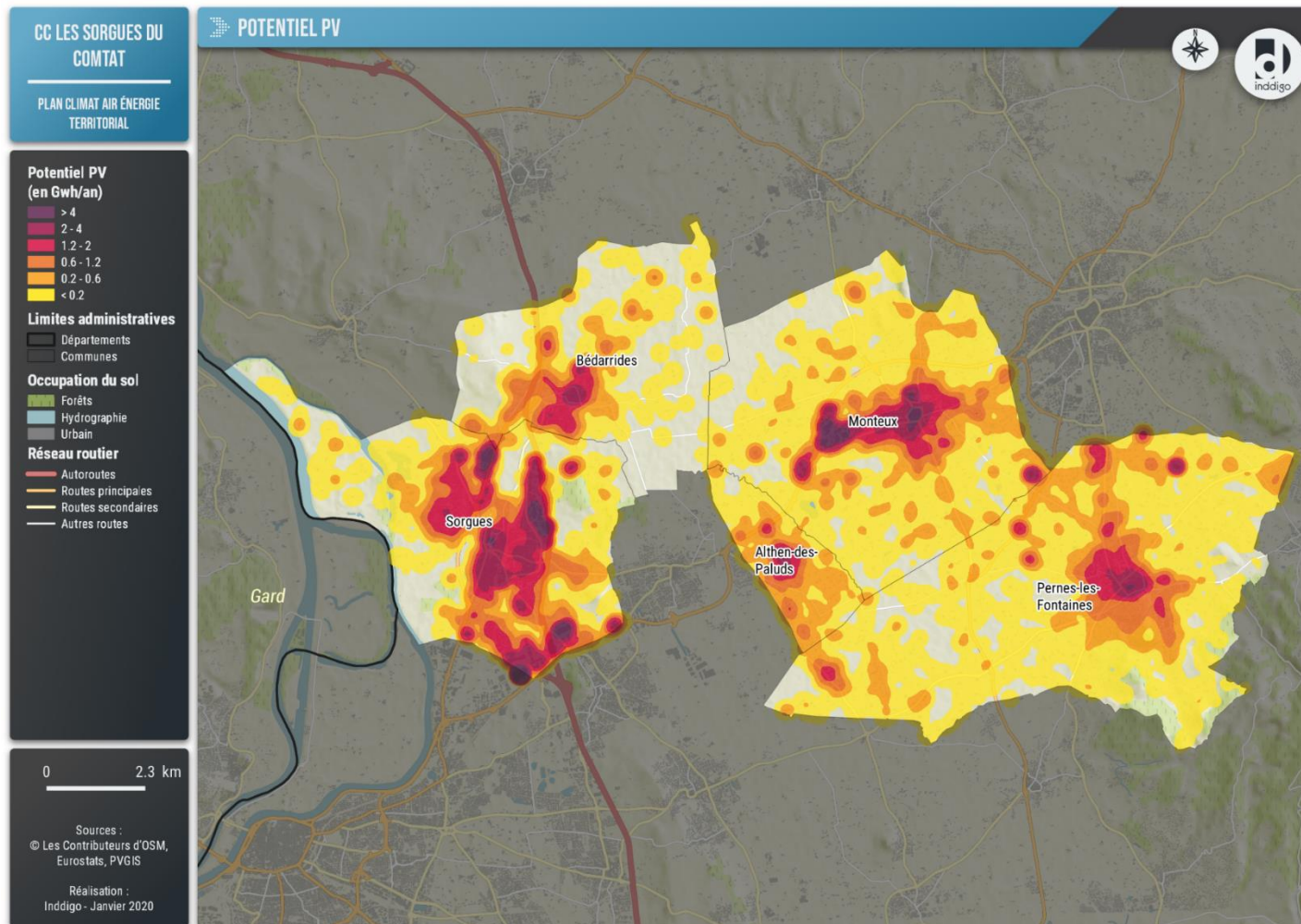


Figure 165 : Répartition du potentiel brut solaire PV en toiture (source : BDTOPO - IGN, PVGIS, Inddigo)

6.3.1.3 *Photovoltaïque en ombrière de parking*

119 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 27 000 m²



Figure 166 : Exemples de parkings pouvant accueillir des panneaux solaire PV en ombrière
Parkings de la zone commerciale Avignon Nord (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/m²²²⁷
- Orientation optimisée (sud) avec une production de 1550 kWh/kWc

Le potentiel est particulièrement intéressant dans la zone commercial Avignon Nord se trouvant à la limite entre Sorgues, Vedène et Le Pontet.

La surface de parking dans le périmètre de Sorgues (voir image ci-dessus) et donc de l'intercommunalité s'élève à 118 000 m² soit environ 7 MWc de panneaux en ombrières installables pour une production estimée à 11 GWh/an. Ce potentiel augmenterait en rajoutant les surfaces de parking sur le périmètre des autres communes.

²²⁷<https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/potentiel-solaire-dun-toit-ou-dun-terrain/>

Ainsi le potentiel total en ombrière de parking s'élève à 33 GWh pour 21,6 Mwc installés.

Le quartier de Beaulieu à Monteux va accueillir une centrale photovoltaïque de type ombrières de parking pour la production d'électricité sur une surface d'environ 11 000 m² comportant 454 places de parking. La surface des ombrières sera de 8 645 m² pour une production annuelle de 2,2 GWh/an (cette production est intégrée dans le potentiel).

Ce projet comprend également 2 bornes de recharge pour véhicules électriques, des panneaux pédagogiques de sensibilisation, la collecte des eaux pluviales.

Le permis modificatif a été autorisé en avril 2019, les travaux débiteront à l'automne 2019 pour une livraison printemps 2020.

6.3.1.4 **Agrivoltaïsme**

L'agrivoltaïsme consiste à associer une production d'électricité photovoltaïque et une production agricole.

On distingue généralement la pose de panneaux photovoltaïques :

- Sur des serres,
- En plein champ.

Panneaux posés sur des serres

Pour mémoire, à l'époque des tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque particulièrement attractifs, des serres ne présentant pas de vocation agricole mais uniquement destinés à rapporter un complément de revenu ont été réalisées. Face à cette problématique la notion « d'agrivoltaïsme » a émergé notamment grâce à l'appel d'offre, opéré par la Commission de Régulation de l'Energie (CRE), portant sur la "réalisation et l'exploitation d'installations de production d'électricité innovantes à partir de l'énergie solaire" dont le cahier des charges a été publié en 2017 et qui a été renouvelé en février 2019²²⁸. Dans ce document, les installations agrivoltaïques sont définies comme des installations photovoltaïques permettant de coupler une production photovoltaïque secondaire à une production agricole principale avec une synergie de fonctionnement démontrable.

Plusieurs suivis de serres PV en exploitation ont rencontré des problèmes²²⁹, notamment en cas d'ombrage trop important des cultures ou de mauvais dimensionnement de la ventilation, point clé de toute structure serre PV. Durant la période 2013-2016, des instrumentations de serres PV ont été réalisées par l'APREL (Association Provençale de Recherche et d'Expérimentation Légumière) sur des serres PV et ont conduit à relever certains points d'attention :

- ✓ Les premières récoltes ont montré des baisses de rendement par rapport à des cultures classiques.

²²⁸ CRE, 26 février 2019, « **Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'installations de production d'électricité innovantes à partir de l'énergie solaire, sans dispositifs de stockage** », 41 p.

<https://www.cre.fr/Documents/Appels-d-offres/Appel-d-offres-portant-sur-la-realisation-et-l-exploitation-d-Installations-de-production-d-electricite-innovantes-a-partir-de-l-energie-solaire>

²²⁹ DREAL PACA, Septembre 2017, « Le développement des serres photovoltaïque », 6 p.

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/plaquette-sel-flash-acrobat.pdf>

- ✓ La gestion du climat est déterminante et la ventilation doit être suffisamment dimensionnée et pilotable facilement. Son fonctionnement ne doit pas rentrer en conflit avec la production photovoltaïque.

Depuis d'autres projets ont vu le jour avec des retours d'expérience notamment du point de vue agronomique qui semblent plus prometteurs. C'est le cas notamment dans l'Isère²³⁰ et dans le Lot²³¹.

Panneaux posés en plein champ

De nombreuses expérimentations sont actuellement menées en France et à l'étranger :

- Un projet expérimental mené en Allemagne²³² de PV au-dessus directement de culture de plein champ indique une augmentation des rendements agricoles liés à l'ombrage partiel procuré par les modules solaires.
- Un exemple similaire retenu par la CRE existe dans les Pyrénées-Orientales avec des panneaux installés au-dessus de plantation de vignes et pilotés de manière automatique pour optimiser l'éclairage ou l'ombrage en fonction du besoin des plantations²³³.
- La chambre d'agriculture de Vaucluse teste également à Piolenc l'installation de panneaux solaires pour protéger les vignes des fortes chaleurs et produire de l'électricité²³⁴.

Ce type de système semble d'autant plus efficace qu'il est pilotable. Montés sur des structures hautes de plusieurs mètres de haut, les panneaux sont fixés sur des rotules motorisées. Habituellement, ce tracking leur permet de suivre la course du soleil. En se positionnant à la verticale, les panneaux agrivoltaiques déploient aussi les filets anti-grêle (accrochés à leurs mâts). A l'horizontal, ils font obstacle aux vents violents. En partenariat avec la société montpelliéraine ITK, Sun'Agri développe des systèmes de pilotage automatisé, utilisant l'intelligence artificielle.

Installer des structures fixes au-dessus de rangs de vignes et d'arbres fruitiers a pour objectif également de protéger les cultures du gel, de la grêle et/ou des fortes températures.

La chambre d'agriculture d'Auvergne-Rhône-Alpes va mettre en place un démonstrateur sur 3 hectares de jeunes abricotiers et amandiers. « Nous voulons vérifier que la lumière intermittente n'influe pas défavorablement sur la croissance et la phénologie des jeunes plants », explique la directrice de la station expérimentale fruits de Rhône-Alpes. Les arboriculteurs drômois veulent aussi tester les performances antigel des panneaux²³⁵.

Plus récemment en avril 2020, la CRE a publié les résultats d'un appel d'offres, sélectionnant des projets d'agrivoltaïsme portés par Sun'Agri et par Total Quadran, associé à Ombrea.

²³⁰ <https://www.lechodusolaire.fr/serres-solaires-une-inauguration-avec-retour-dexperience-sur-un-site-de-18-mw-en-isere/>

²³¹ <https://www.lechodusolaire.fr/photovoltaique-et-agriculture-font-bon-menage/>

²³² <https://www.lechodusolaire.fr/lagriphotovoltaique-prouve-sa-faisabilite-economique/>

²³³ <https://www.lechodusolaire.fr/une-centrale-agrivoltaique-de-21-mw-entre-en-service-dans-le-vignoble-de-tresserre/>

²³⁴ <https://france3-regions.francetvinfo.fr/provence-alpes-cote-d-azur/vaucluse/piolenc-panneaux-photovoltaiques-protigent-vignes-coups-chaleur-1702624.html>

²³⁵ <http://www.journaldelenvironnement.net/article/de-l-agrivoltaisme-oui-mais-pas-n-importe-comment,103731>

6.3.1.5 *Photovoltaïque au sol*

Projets en construction ou à l'étude

La DDT de Vaucluse recense les centrales solaires photovoltaïques au sol en construction et en instruction sur le département du Vaucluse.

- **Bédarrides** : Une centrale est en construction sur l'ancienne décharge d'ordures ménagères. La société LANGA Solution porte ce projet sur une zone de 1,76 hectares où 0,64 hectares de panneaux sont prévus pour une puissance de 0,84 MWC. La production est estimée à 1,3 GWh par an (ratio de 1550 kWh/kWc utilisé précédemment).
- **Pernes-les-Fontaines** : Engie Green porte un projet en cours d'instruction sur le site de la carrière Sainte-Marie d'une surface de 28 hectares. La surface de panneaux est de 6 hectares pour une puissance de 5 MWc et une production estimée à 7,8 GWh.

Anciens sites industriels

L'ADEME a conduit en Avril 2019 une évaluation du gisement relatif aux zones délaissées et artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques²³⁶. Elle utilise pour les anciens sites industriels la bases de données BASIAS²³⁷.

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.

7 sites sont identifiés (voir tableau ci-dessous).

²³⁶ 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-potential-pv-friches-parkings-2018.pdf>

²³⁷ <https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/telechargement/basias>

Identifiant	Commune	Raison sociale	Nom usuel
PAC8403163	BEDARRIDES	CANISSIMO SAS	Usine de fabrication d'aliments pour animaux
PAC8401339	MONTEUX		Dépôt de gaz combustibles liquifiés Ets MOUILLADE
PAC8401352	MONTEUX		Dépôt de gaz combustibles liquifiés
PAC8401375	MONTEUX		Dépôt de liquides inflammables
PAC8401649	MONTEUX		Dépôt d'ordures ménagères
PAC8401873	MONTEUX	Etablissements RUGGIERI	Atelier de nettoyage, montage et peinture
PAC8403583	MONTEUX	SARL FABBRI	Fabrication de matériel de vinification

Figure 167 : 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.

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 photovoltaïques²³⁸. Elle utilise pour les sites et sols pollués la bases de données BASOL²³⁹.

Un site est recensé, il s'agit du site Canissimo à Bédarrides (voir image ci-dessous). La base BASOL indique que :

« La plus grande partie du site et des bâtiments sont désormais la propriété de la commune de Bédarrides qui a lancé un appel d'offre pour le désamiantage et l'éventuelle démolition des locaux. Un nouvel arrêté préfectoral complémentaire sera proposé en début d'année 2016 pour prescrire les opérations de dépollution. »

La superficie de terrain est d'environ 2,7 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/ha²⁴⁰. La puissance du parc serait ainsi de 1,4 MWc. En considérant une orientation plein sud le productible serait de 2,1 GWh annuel.

²³⁸ 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>

²³⁹ <https://basol.developpement-durable.gouv.fr/recherche.php>

²⁴⁰ <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>



Figure 168 : Site de friche industrielle Canissimo à Bédarrides (source : BASOL)

Etude du cadastre énergétique de la Région SUD

La Région SUD a mis en place un cadastre énergétique²⁴¹. 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 réglementaires par zone (centre historique, zone protégée, ...), classement des parcelles dans les documents d'urbanisme, proximité des réseaux²⁴².

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.

²⁴¹ <http://cadastre-energie.maregionsud.fr>

²⁴² <https://oreca.maregionsud.fr/bases-de-donnees.html#.Xj0-IYhCe70>

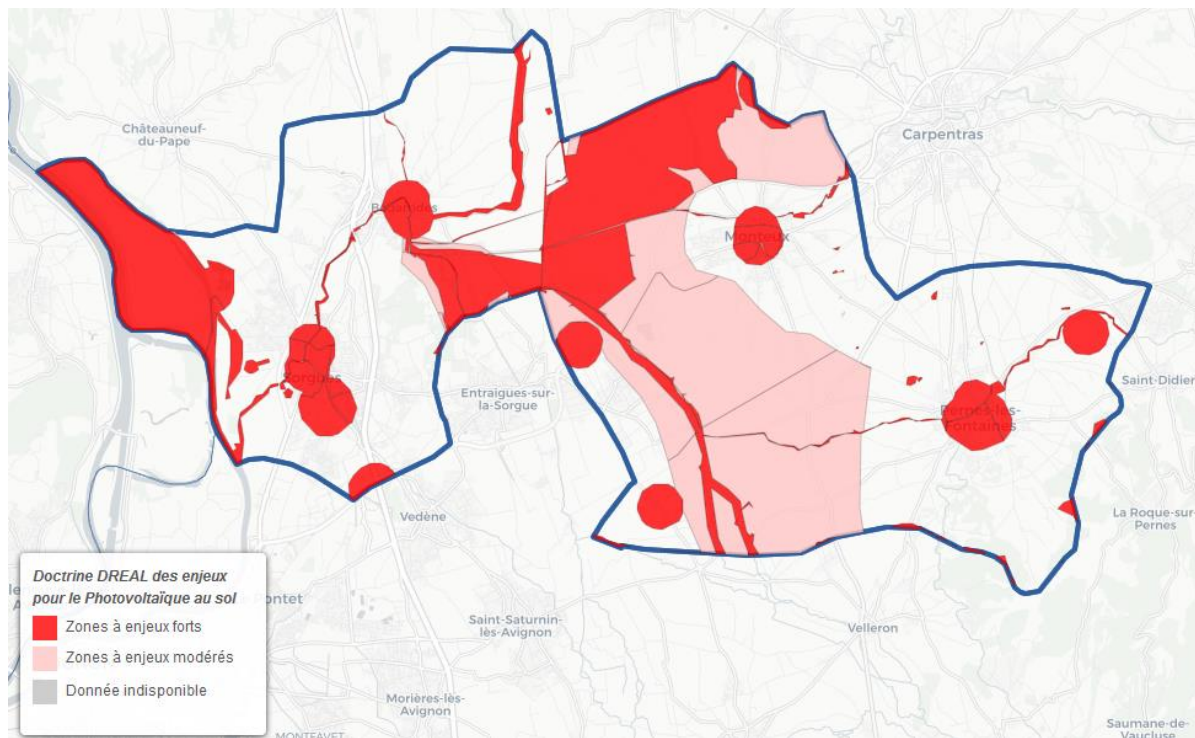


Figure 169 : cartographie des enjeux pour le solaire PV selon la doctrine DREAL (source : <http://cadastre-energie.maregionsud.fr>)

Le cadastre énergétique identifie 55 friches industrielles sur le territoire pour une production potentielle estimée à 69 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. »²⁴³

Ainsi, 15 zones répondent à ce critère sur le territoire. Cependant 13 d'entre elles sont en fait des zones où un établissement industriel ou tertiaire est toujours en activité. Une autre correspond à une centrale solaire PV déjà existante, le parc PV de Fontgaillarde à Sorgues.

Reste donc une zone à Bédarrides. Sa superficie est de 1,4 hectares, en prenant une hypothèse de 0,5 MWc/ha, il serait possible d'installer 0,7 MWc soit une production estimée à 1,9 GWh. Elle se trouve dans une zone sans enjeux particuliers concernant la doctrine de la DREAL sur le solaire PV au sol

²⁴³<https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/photovoltaique-au-sol/>

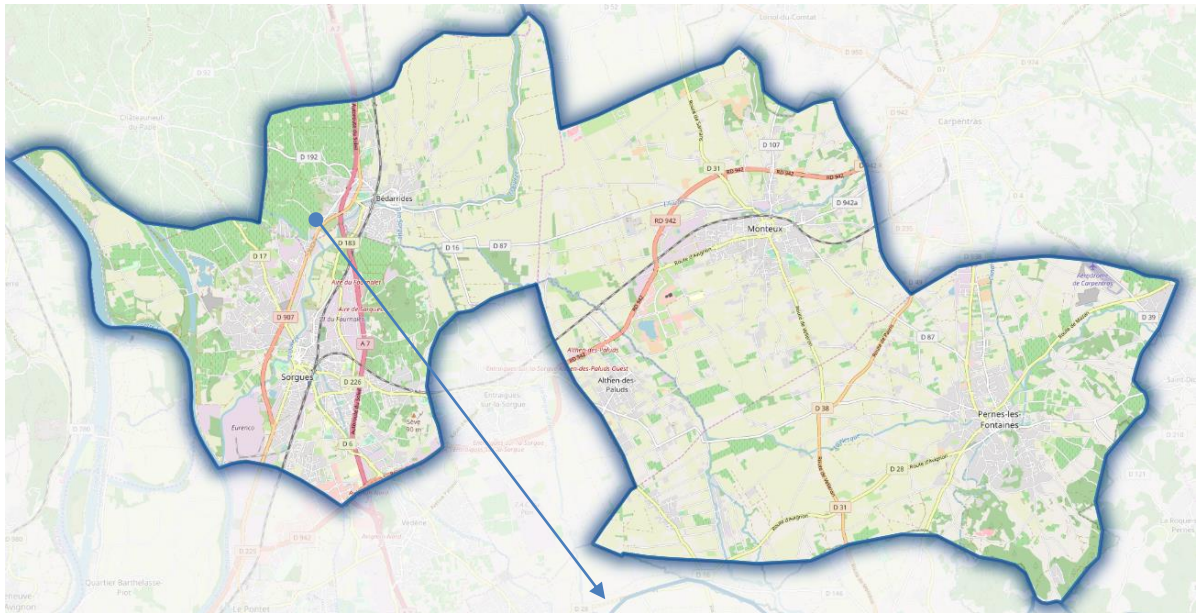


Figure 170 : Localisation et images satellites de la zone potentielle d'installation solaire PV au sol (source : <http://cadastre-energie.maregionsud.fr>)

Commune	Méthode d'identification	Surface de la zone (ha)	Puissance à installer (MW)	Production estimée (GWh)
Bédarrides	Centrale en construction Landa Solution	28	5	17,8
Pernes-les-Fontaines	Centrale en instruction Engie Green	17,6	0,8	1,3
Bédarrides	ADEME (BASOL)	2,7	1,4	2,1
Bédarrides	Cadastre énergétique régional (BASOL)	1,4	0,7	1,9

Ainsi le potentiel total photovoltaïque au sol s'élève à 23 GWh

6.3.1.6 *Actions locales*

Le quartier de Beaulieu à Monteux va accueillir un centre photovoltaïque de type ombrières de parking pour la production d'électricité sur une surface d'environ 11 000 m² comportant 454 places de parking. La surface des ombrières sera de 8 645 m² pour une production annuelle de 2 207 MWh/an, soit environ 56 tonnes de CO2 évité.

Ce projet comprend également 2 bornes de recharge pour véhicules électriques, des panneaux pédagogiques de sensibilisation, la collecte des eaux pluviales.

Le permis modificatif a été autorisé en avril 2019, les travaux débuteront à l'automne 2019 pour une livraison printemps 2020.

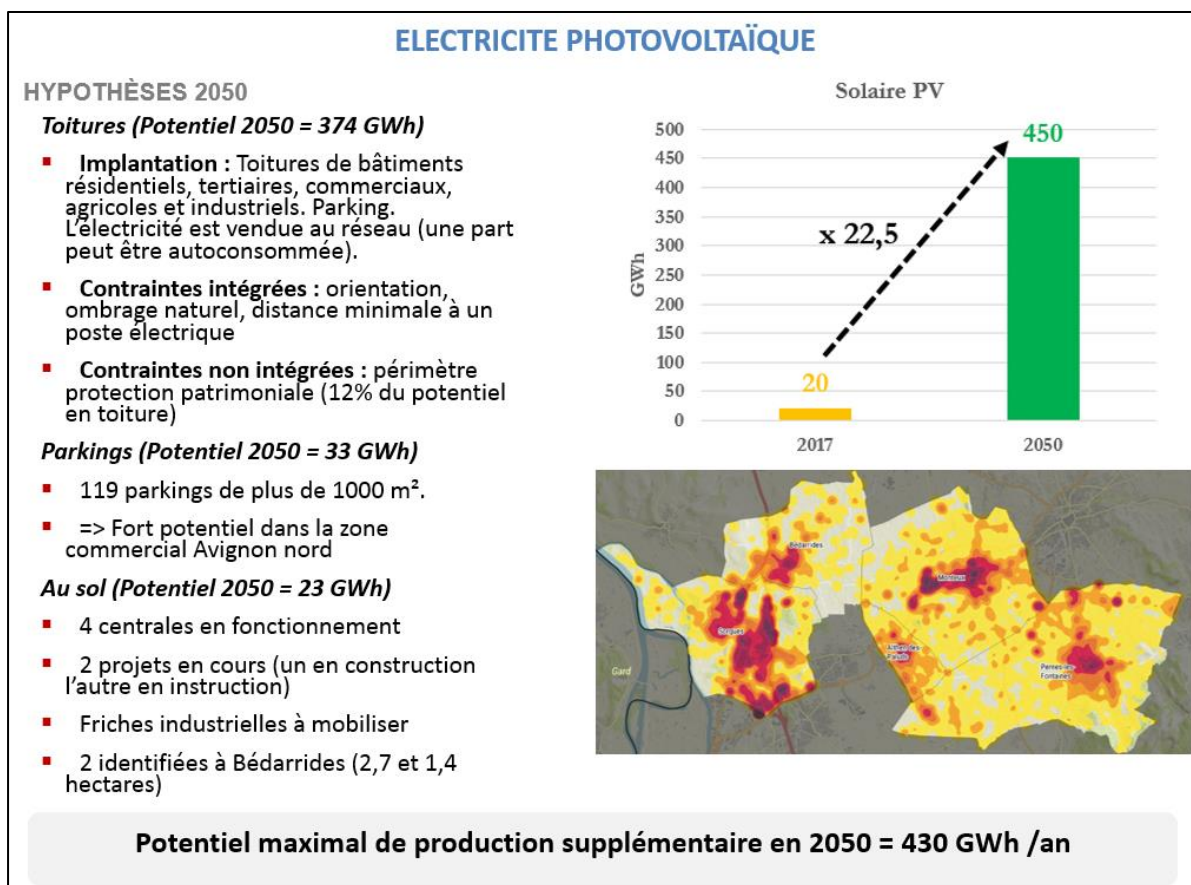


Tableau de synthèse :

	< 36 kWc	< 100 kWc	< 250 kWc	> 250 kWc	Parkings	PV au sol	Centrales au sol actuelles	Centrales en projet	Total
Potentiel de production en GWh	214	42	23	105	33	4	10	19	450
Puissance à installer en MWc	154	30	17	80	22	2	8	6	318
Surface de panneaux en m²	879 316	200 529	97 214	455 763	189 447	10 000	64 167	66 400	1 962 836
% du potentiel	47%	9%	5%	23%	7%	1%	2%	4%	

La production 2017 de solaire PV indiquée par l'observatoire s'élève à 20 GWh dont 10 GWh en toiture (qui est inclus au potentiel estimé à 2050) et 10 GWh de centrales au sol (non inclus dans le potentiel).

6.3.2 EOLIEN

6.3.2.1 *Méthode et analyse*

Le territoire est fortement contraint pour l'implantation d'éoliennes. Sa quasi-totalité est soumise à des contraintes environnementales et patrimoniales. Elles ne sont cependant pas toutes des contraintes d'exclusion mais constitueront un enjeu fort et pourront potentiellement empêcher l'implantation d'éoliennes.

Ces contraintes sont réparties en deux catégories :

- 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).

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, 1 zone libre de toutes contraintes a été identifiée sur la commune de Bédarrides.

Les hypothèses suivantes sont utilisées pour déterminer le potentiel d'implantation d'éoliennes :

- Espacement minimum de 500 mètres entre chaque éolienne
- Puissance unitaire de 3 MW cela correspond à une éolienne d'environ 100 mètres au niveau du mât et de 150 mètres au total
- Facteur de charge²⁴⁴ de 25% correspondant au facteur moyen (source : RTE) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur entre 2014 et 2018. Cela correspond à un temps de fonctionnement à puissance nominale de 2 200 heures par an.

²⁴⁴ Le facteur de charge correspond au temps de fonctionnement équivalent puissance nominale de l'éolienne. Le facteur moyen des parcs français est de 21% soit un temps de fonctionnement annuel à pleine puissance de 1840 heures. Ce facteur est susceptible d'évoluer selon les vitesses de vents enregistrées.

La zone identifiée à Bédarrides, d'une superficie de 34 hectares pourrait accueillir 5 éoliennes. Soit une puissance installée de 15 MW pour une production estimée à 33 GWh.



Figure 171 : Zone potentielle d'implantation d'éoliennes à Bédarrides (source : Inddigo, Google Earth)

Le potentiel éolien du territoire s'élève à 33 GWh soit 15 MW (5 éoliennes de 3 MW).

Point de vigilance sur la biodiversité

Les parcs éoliens terrestres sont susceptibles d'avoir des effets sur la biodiversité, en particulier sur certaines espèces de faune sauvage telles que les oiseaux et les chiroptères²⁴⁵.

On distingue deux types d'effets :

- Ceux au sol, provoqués par l'aménagement d'un parc éolien : il s'agit principalement de destruction ou d'altération d'habitats naturels ou d'habitats d'espèces, de destruction de stations végétales. Ils ne se distinguent pas sensiblement des effets des autres types d'aménagements et d'infrastructures mais il faut toutefois prêter une attention particulière au fait que les parcs sont installés sans connexion avec le tissu urbanisé ou industrialisé, dans les milieux agricoles ou naturels et que de ce fait les perturbations sur les milieux ou sur les espèces peuvent être plus importants que d'autres types d'aménagements et d'infrastructures qui s'implantent dans des zones où l'état de la biodiversité peut être davantage dégradé.
- Ceux dus aux pales lors du fonctionnement des machines : les effets se rencontrent chez les oiseaux et les chiroptères en pouvant occasionner des mortalités d'individus de ces espèces, leur dérangement ou des altérations de leurs domaines vitaux. Les sensibilités à ces effets diffèrent en fonction des espèces et les impacts sur les populations d'espèces de faune sauvage dépendent également de leur état de conservation. L'évaluation des effets dus au

²⁴⁵ 2018, LPO, « **Actes du Séminaire Eolien et Biodiversité** », Artigues-près-Bordeaux, 21 et 22 novembre 2017. pp. 152.

https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_seb2018.pdf

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

fonctionnement des machines est techniquement plus exigeante que celle des effets au sol, ces derniers s’opérant à titre principal lors des travaux d’installations alors que les effets des pales se font ressentir tout au long de la durée d’exploitation.

La LPO a compilé les nombreux suivis environnementaux réalisés ces dernières années au pied des éoliennes françaises. Elle a publié une étude qui présente à l’échelle nationale, la mortalité des oiseaux imputable aux éoliennes. La LPO identifie certains facteurs d’impact et émet des recommandations pour les réduire²⁴⁶.

6.3.2.2 *Petit éolien*

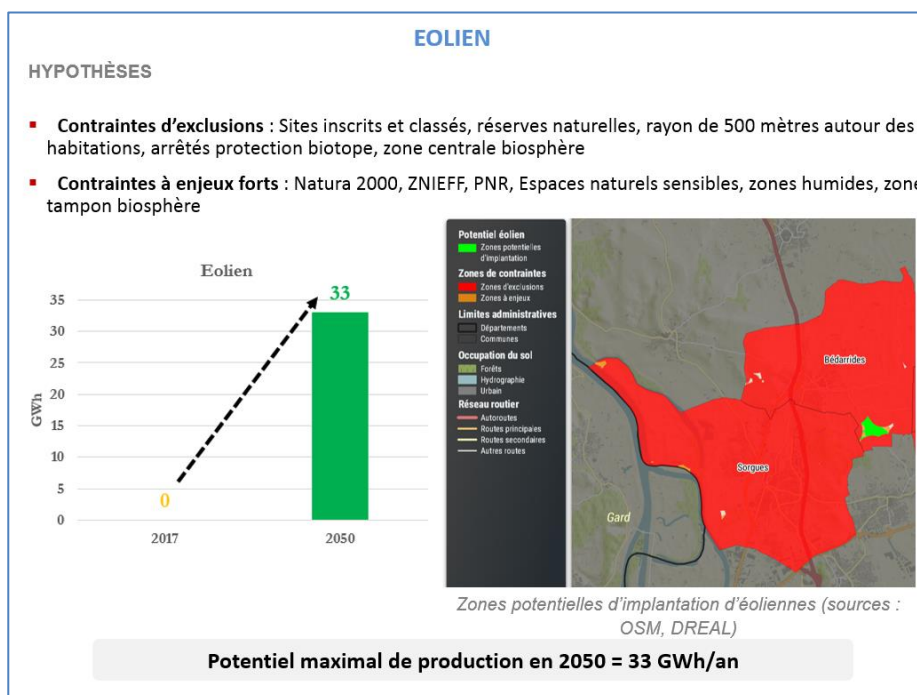
Le potentiel de développement du petit éolien n’a pas été considéré dans la présente étude.

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 considère²⁴⁷ 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.

6.3.2.1 *Synthèse*



²⁴⁶ 2017, LPO, « **Le parc éolien français et ses impacts sur l’avifaune - Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015** », 92 p.

https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien_lpo_2017.pdf

²⁴⁷ 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>

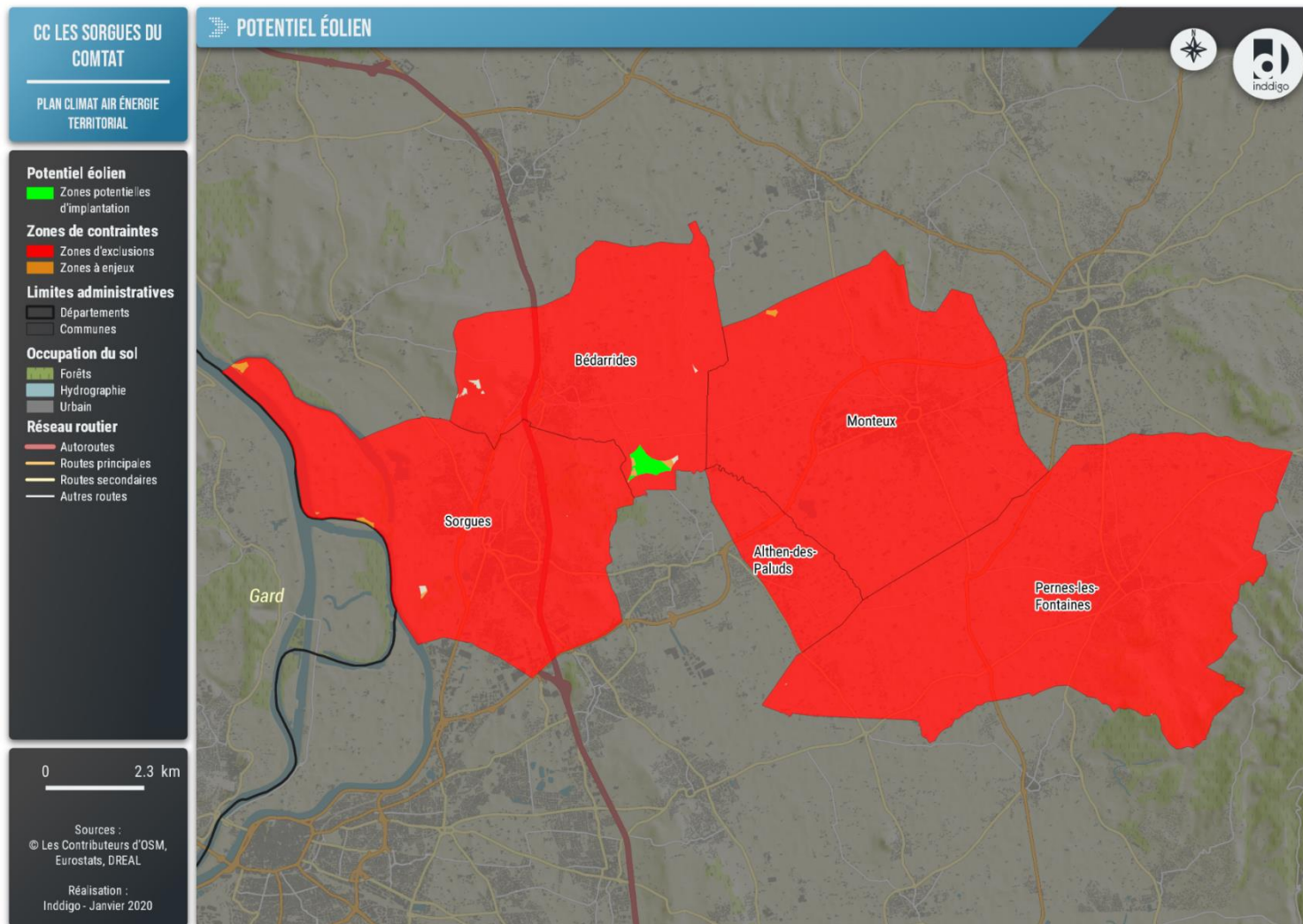


Figure 172 : Zones de potentiel éolien (source : BD TOPO, DREAL, Inddigo)

6.3.3 HYDROELECTRICITE

6.3.3.1 *Méthode et analyse*

L'évaluation du potentiel hydro électrique se base sur une étude²⁴⁸ réalisée par le CEREMA en 2010 puis mise à jour en 2015²⁴⁹ pour le compte de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Cette étude a pour but d'évaluer le potentiel hydroélectrique mobilisable en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 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 $P \text{ (kw)} = (9,81 \times \text{rendement}) \times Q_{\text{module}} \text{ (m}^3\text{/s)} \times h \text{ (m)}$

$$\approx 8 * \times Q_{\text{module}} \text{ (m}^3\text{/s)} \times h \text{ (m)}$$

* (9,81 : accélération terrestre arrondie à 10 multipliée par 80 % pour tenir compte du rendement moyen des installations au fil de l'eau) - *formule adoptée dans l'étude ADEME et validée au niveau national*

Potentiel productible $E \text{ (kWh)} = 8 \times Q_{\text{module}} \text{ (m}^3\text{/s)} \times h \text{ (m)} \times 4\,700 \text{ h}$

ou, si la puissance est disponible, $E \text{ (kWh)} = P \text{ (kw)} \times 4\,700 \text{ h}$

Figure 173 : Extrait de la méthodologie de détermination du potentiel hydroélectrique (source : CEREMA)

8 cours d'eau sont étudiés :

- La Sorgue
- Le Rhône
- L'Auzon
- L'Ouvèze
- La Grande Levade
- La Mède
- La Nesque
- La Seille

6 cours d'eau sont considérés comme non mobilisables en raison de leur classement en zone prioritaire d'action du plan de gestion Anguille : Le Rhône, la Sorgue, l'Auzon, l'Ouvèze, la Grande Levade et la Mède

²⁴⁸ 2010, CETE Méditerranée, « Identification du potentiel hydroélectrique résiduel mobilisable sur les cours d'eau de la région PACA ».

²⁴⁹ 2015, CEREMA, « Mise à jour 2015 du potentiel hydroélectrique en région PACA », Direction Territoriale Méditerranée.

Deux cours d'eau ne possèdent pas de contraintes environnementales excluant l'installations de centrales hydroélectriques. La Seille et la Nesque.

Le potentiel sur la Seille est quasiment nul en raison de son faible débit.

En revanche, la Nesque possède un potentiel s'élevant à 9 GWh répartis sur 22 tronçons.

Le GERES a menée en 2005, pour le compte de l'ADEME et de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, une étude sur le potentiel régional de développement de la petite hydroélectricité²⁵⁰.

Cette étude, contrairement à celle du CEREMA qui est plus macroscopique est basée sur une analyse cartographique, des entretiens téléphoniques et des visites de sites.

Les projets potentiels dans cette étude sont classés en 5 catégories :

- Sur chute de rivières,
- Sur seuils²⁵¹ ou anciennes centrales hydroélectriques,
- Sur AEP²⁵²,
- Sur centrales en service,
- Sur canaux.

Aucun projet sur le territoire n'est identifié par cette étude.

A l'horizon 2050, le potentiel supplémentaire de production d'énergie à partir d'hydroélectricité est de 12 GWh.

²⁵⁰ 2005, GERES, « Etude sur le potentiel régional de développement de la petite hydroélectricité »

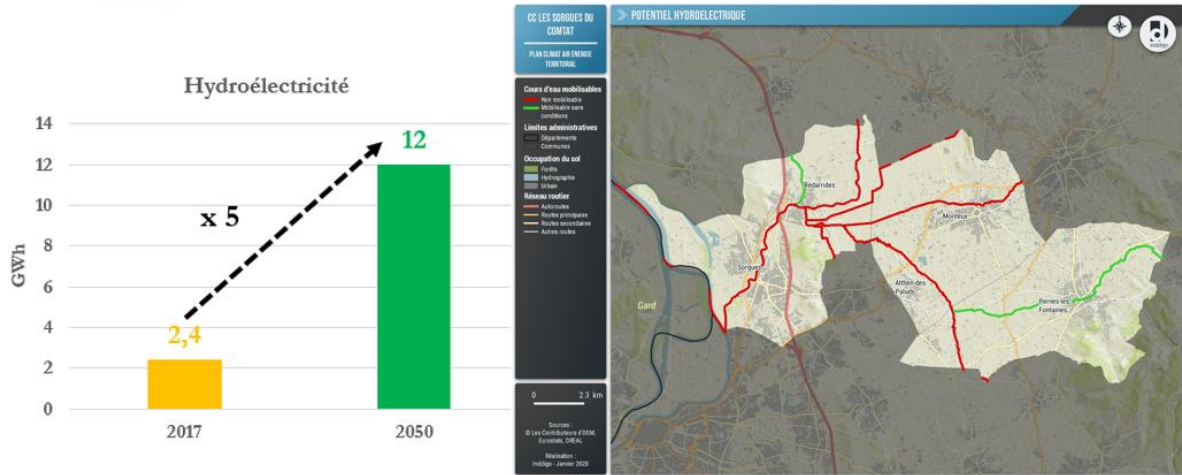
²⁵¹ Un seuil désigne une courte section du lit d'un cours d'eau où, pour des raisons géomorphologiques naturelles (présence de faille, déclivité naturelle, zone de roches plus dures, reliques glaciaires, barrage de castor, goulot provoquant une accumulation naturelle d'embâcles, etc.) ou à la suite d'une 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.

²⁵² Alimentation en Eau Potable

HYDROELECTRICITE

Potentiel :

- La plupart des cours d'eau ne sont pas mobilisable en raison de contraintes environnementales
- La Seille est mobilisable mais son potentiel est quasi-nul
- La Nesque a un potentiel intéressant (9 GWh)



Potentiel maximal de production supplémentaire en 2050 = 12 GWh/an

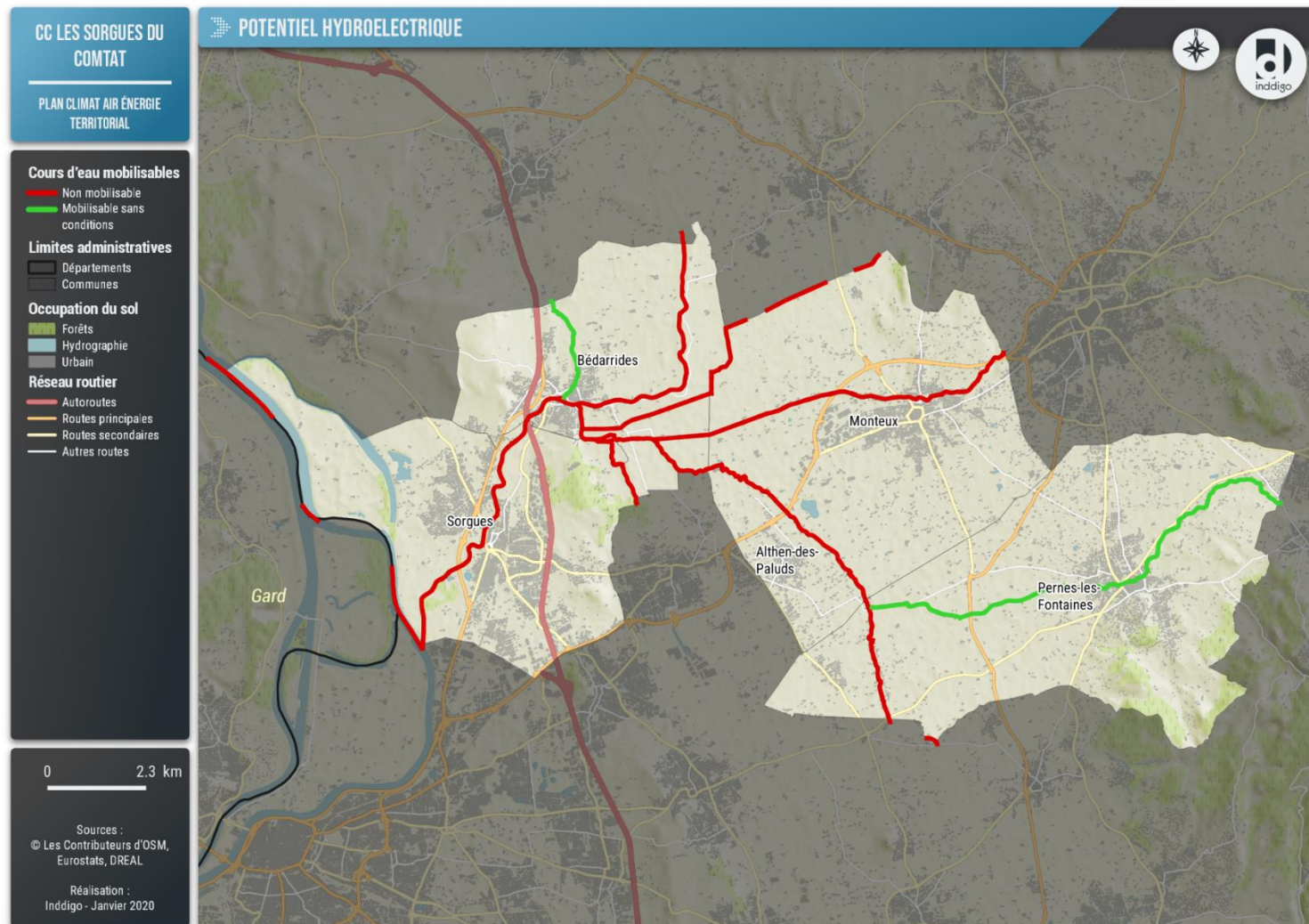


Figure 174 : Cours d'eaux mobilisables pour des installations hydroélectriques (source : BDTOP0, CEREMA, DREAL, Inddigo)

6.3.4 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 apparaître d'importants besoins de flexibilité pour assurer le bon équilibre entre l'offre et la demande. C'est pourquoi le développement des capacités de stockage de l'électricité (entendu ici au sens de conversion d'électricité produite vers une forme d'énergie stockable, et sa reconversion ultérieure sous forme d'électricité) est un élément essentiel de la transition énergétique.

Le stockage est une source de flexibilité parmi d'autres, dont l'ajustement de la production (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'électricité²⁵³ 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 déploiement²⁵⁴.

Pour mémoire, le comité de prospective de la commission de régulation de l'énergie indique que les trois technologies émergentes dans ce domaine sont²⁵⁵ :

- **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

²⁵³ 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>

²⁵⁴ Ministère de la Transition écologique et solidaire, 1^{er} juin 2018, Dossier de presse, 19 p.

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.06.01_dp_plan_deploiement_hydrogene_0.pdf

²⁵⁵ 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

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.

6.3.4.1 **Batteries**

Du fait de la baisse des coûts de production, les batteries apparaissent aujourd'hui comme une technologie prometteuse pour répondre au besoin de stockage. 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 mais des projets de batteries se développent dans le cadre de démonstrateurs financés par les gestionnaires de réseaux Enedis (Nice Grid²⁵⁶, Venteea²⁵⁷) et RTE (Ringo).

A titre d'exemple, dans la région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur, le site de Ventavon (04) a été retenu dans le cadre du projet Ringo de RTE aux côtés de deux autres sites en Haute-Vienne et en Côte d'Or pour expérimenter le stockage d'électricité renouvelable²⁵⁸.

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 énergies renouvelables. 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.

6.3.4.2 **Filière hydrogène**

Les développements technologiques et les expérimentations menées ces dernières années dans le domaine de l'hydrogène permettent à l'ADEME²⁵⁹ 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 CO₂ pour former du méthane de synthèse**, par la réaction de méthanation (voir chapitre autre production de biogaz). Le

²⁵⁶ https://www.enedis.fr/sites/default/files/Enedis_fiche_smartgrid_Nice_Grid.pdf

²⁵⁷ <https://www.enedis.fr/venteea#onglet-presentations-du-projet>

²⁵⁸ <https://www.rte-france.com/projets/nos-projets/stocker-lelectricite-lexperimentation-ringo-ventavon>

²⁵⁹ 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

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.

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, le projet Hygreen Provence²⁶⁰ 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).

La filière Hydrogène est une des filières stratégiques de production d'énergies renouvelables de la région SUD dans lequel s'inscrit le projet Hygreen Provence (voir figure suivante).

²⁶⁰ http://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2018/02/hygreen_provence.pdf

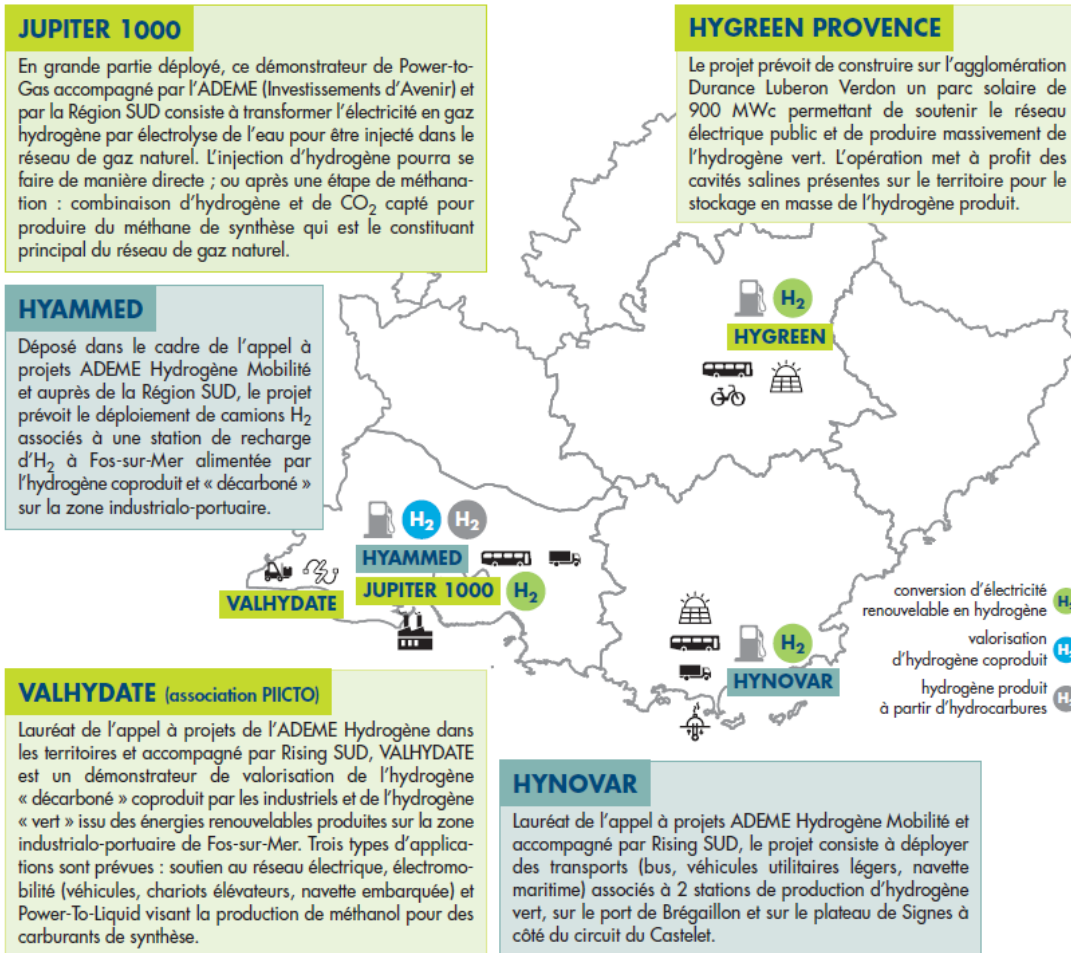


Figure 175 : Projets liés à la filière Hydrogène en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : ORECA, 2019²⁶¹).

²⁶¹ 2019, « **Observatoire Régional de l'Énergie du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur 2018** », Edition 2019, 24 p.

https://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Plaquettes_Annuelles/ORECA_2019.pdf

6.4 CARBURANTS RENOUEVABLES 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, connaître des transformations profondes de leurs modes de propulsion²⁶².

6.4.1 AGROCARBURANTS

6.4.1.1 *Biocarburants liquides*

Les besoins de carburants liquides pour la mobilité, peuvent être couverts par la production de biocarburants, issus de la biomasse.

Ainsi, au début du XXème siècle, la Ford T fonctionnait à l'alcool, tandis que Rudolf Diesel inventait le moteur qui porte son nom afin, entre autres, de valoriser les productions d'huiles végétales des agriculteurs. Les biocarburants sont ensuite mis au second plan par l'utilisation massive de produits pétroliers, avant d'être remis en avant au début des années 2000 pour des raisons de hausse du coût du pétrole et de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre dans un contexte de surproduction et de jachère agricole. Le bilan carbone des agro-carburants fait alors rapidement l'objet de controverse même si différentes études mettent en évidence leur avantage relatif par rapport aux carburants fossiles²⁶³, tout comme le fait de destiner des terres agricoles productives à la production d'énergie.

La Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse²⁶⁴ (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

²⁶² 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.ave-re-france.org/Uploads/Documents/1530809503952cf1613ca69201b429e6b77fff7d57-Etude%20CRE.pdf>

²⁶³ 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

²⁶⁴ « **Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse** », 113p.

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'Azur²⁶⁵ devrait être approuvé au cours du premier semestre 2019.

On distingue plusieurs types de biocarburants dont les sources de biomasse qui sont à leur origines sont variées²⁶⁶ :

- **Biocarburants de première génération²⁶⁷ :**

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 controversé²⁶⁸ 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

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Strat%C3%A9gie%20Nationale%20de%20Mobilisation%20de%20la%20Biomasse.pdf>

²⁶⁵ « **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

²⁶⁶ 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.

²⁶⁷ 2012, Les avis de l'ADEME, « **Les biocarburants de 1^{ère} génération** », 6 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-ademe-sur-biocarburants-1ere-generation-2012.pdf>

²⁶⁸ 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

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 génération²⁶⁹ :**

Les biocarburants de seconde génération sont issus des gisements de biomasse qui n'entrent pas en concurrence avec d'autres usages qu'énergétiques, comme les résidus de culture, et cultures intermédiaires, ou encore du bois, soit des composés lignocellulosiques.

Ces technologies mobilisent les mêmes ressources que la méthanisation, ce qui implique une étude fine des besoins et du rendement des différents systèmes pour construire une stratégie de mobilisation de biomasse optimale.

Aujourd'hui marginales, on ne recense que quelques sites pilotes (Projet FUTUROL, Procethol 2G sur le site agro-industriel de Pomacle-Bazancourt dans la Marne²⁷⁰, Projet BioTfuel²⁷¹).

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 génération²⁷² :**

De nouveaux biocarburants, dits de troisième génération, sont évoqués, à titre encore expérimental : il s'agit de la production à base d'algues de culture. Ces technologies sont loin d'être matures et disponibles sur le marché. Aucune application industrielle n'est en encore en place, même si Exxon a annoncé, en mars 2019, l'industrialisation d'une ferme d'algues en Californie.

6.4.1.2 **Biocarburants gazeux**

Le biogaz utilisé en tant que carburant à la pompe est appelé bioGNV. Dans le cas d'utilisation du biogaz en phase gazeuse compressée, on parle de bioGNC, et de bioGNL en phase liquéfiée. Il est utilisé notamment dans des flottes d'autobus.

²⁶⁹ 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>

²⁷⁰ https://www.projetfuturol.com/Le-Projet_a21.html

²⁷¹ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/biotfuel-2016.pdf>

²⁷² 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

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'ADEME²⁷³, les coûts d'accès à la filière bioGNC restent comme pour la filière GNC élevés, mais le bioGNC permet de réduire considérablement les émissions de GES (en plus de la réduction des émissions de polluants atmosphériques).

Le développement de cette filière est conditionné à la montée en puissance des capacités d'injection de biométhane dans les réseaux de gaz naturel. Malgré un gisement important (quasi doublement annuel de la capacité d'injection et plus que doublement annuel des quantités injectées sur ces dernières années), la dynamique de la filière est encore trop faible pour atteindre l'objectif national de 10 % de gaz renouvelable consommé en France, quel que soit son usage (l'étude prospective de l'ADEME « Vision 2030-2050 » indique qu'aucun décollage significatif n'est envisagé à l'horizon 2030 sur le secteur du transport de passagers). De nombreux projets ont été identifiés mais leur concrétisation se heurte souvent à des difficultés à obtenir les financements nécessaires, notamment du fait de leur faible rentabilité lorsque l'on n'intègre pas les subventions.

On peut néanmoins mettre en avant comme différence avec le GNV les synergies possibles entre les compétences collecte et traitement d'une intercommunalité, lorsqu'une unité de méthanisation de déchets existe, et la compétence mobilité, pour alimenter avec son propre biogaz sa flotte de bus.

6.4.2 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 à effet de serre, améliorer la qualité de l'air en ville grâce à des émissions nulles à l'échappement et réduire les nuisances sonores²⁷⁴.

Aspects environnementaux

Du point de vue environnemental, une étude récente²⁷⁵ 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

²⁷³ 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

²⁷⁴ Avril 2016, ADEME, « **Les potentiels du véhicule électrique** », 12 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avisademe-vehicule-electrique.pdf>

²⁷⁵ 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/>

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 limité²⁷⁶.

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 électromobilistes fait actuellement l'objet d'améliorations constantes par les différents acteurs du marché de la recharge automobile²⁷⁷.

Soulignons, également l'engouement qui existe actuellement pour les véhicules électriques légers partagé tels que les trottinettes électriques allant de pair avec les vélos dans les centres urbains²⁷⁸.

Lien avec le réseau électrique

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 renouvelables²⁷⁹.

²⁷⁶ Octobre 2018, ADEME, « **Electrification du parc automobile mondial et criticité du lithium à l'horizon 2050** », 73 p.

<http://www.ave-re-france.org/Uploads/Documents/154263371385ba5fb81ff57f60212d9e5df9cbd6dd-Ademe%20criticite%20lithium%202050.pdf>

²⁷⁷ 1^{er} novembre 2019, AFIREV, « **Livret qualité** », 36 p.

<http://www.ave-re-france.org/Uploads/Documents/1572949895705e13d9d2e4af8609f3bd0ba97d052a-recommandations%20AFIREV.pdf>

²⁷⁸ 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.ave-re-france.org/Uploads/Documents/15750334786245b9a515522692db32ae5d4891c4ae-carbone%204%20lime.pdf>

²⁷⁹ Mai 2019, RTE, « **Enjeux du développement de l'électromobilité pour le système électrique** », 80 p.

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 distribution²⁸⁰.

6.4.3 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 vie²⁸¹.

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'hydrogène²⁸².

A l'heure actuelle, l'hydrogène n'est pas d'origine renouvelable mais le plan national de déploiement de l'hydrogène²⁸³ promeut notamment sa production par électrolyse de l'eau dont la part pourrait

<http://www.ave-re-france.org/Uploads/Documents/155799663972bc5a6800f70eda145990331ef5f2dc-RTE.pdf>

²⁸⁰ Novembre 2019, ENEDIS, « **Rapport sur l'intégration de la mobilité électrique dans le réseau public de distribution d'électricité** », 48 p.

<http://www.ave-re-france.org/Uploads/Documents/15749555871679091c5a880faf6fb5e6087eb1b2dc-Rapport sur l'integration de la mobilite electrique.pdf>

²⁸¹ <https://www.alstom.com/fr/press-releases-news/2018/9/premiere-mondiale-les-trains-hydrogene-dalstom-entrent-en-service>

²⁸² 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>

²⁸³ 1^{er} juin 2018, Ministère de la transition écologique et solidaire, « **Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique** », dossier de presse, 19 p.

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 :

- **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 : Hype²⁸⁴. 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 HYNOKAR²⁸⁵ 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 »²⁸⁶ 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%

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.06.01_dp_plan_deploiement_hydrogene_0.pdf

²⁸⁴ <https://hype.taxi/>

²⁸⁵ http://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2017/05/fiche_DAS3_HYNOKAR.pdf

²⁸⁶ 20 décembre 2017, La Région Auvergne-Rhône-Alpes, « Zéro Emission Valley, le plan régional pour le déploiement de l'hydrogène, remporte l'appel à projet européen Blending call 2017 », Communiqué de presse, 3p.

<https://www.auvergnerhonealpes.fr/278-pour-une-filiere-hydrogene-d-excellence.htm>

dans Himpulsion²⁸⁷, 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 Pau²⁸⁸ sera alimenté en hydrogène à partir d'une station spécialement créée sur place pour fournir une production 100% renouvelable.

²⁸⁷ 20 mai 2019, « La Région Auvergne-Rhône-Alpes, Michelin, ENGIE, la Banque des Territoires et le Crédit Agricole concrétisent leur engagement financier dans Himpulsion pour favoriser la mobilité à hydrogène renouvelable », 3 p.

<http://regions-france.org/wp-content/uploads/2019/05/ZEV-Himpulsion.pdf>

²⁸⁸ <https://www.pau.fr/article/pau-sengage-pour-le-climat-avec-son-febus-hydrogene>

6.5 SYNTHÈSE

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 :

	2017	2050	
	Production Actuelle (GWh)	Production maximale (GWh)	Augmentation (GWh)
Photovoltaïque	20	450	430
Eolien	0	33	33
Hydroélectricité	2	12	10
Solaire thermique	2	21	19
Bois énergie	67	82	15
Méthanisation	0	17	17
Géothermie/Aérothermie (PAC)	0	59	59
Chaleur fatale	0	36	36
Total	91	710	620

Figure 176 : 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 2017

Les différences de sommes sont dues aux arrondis.

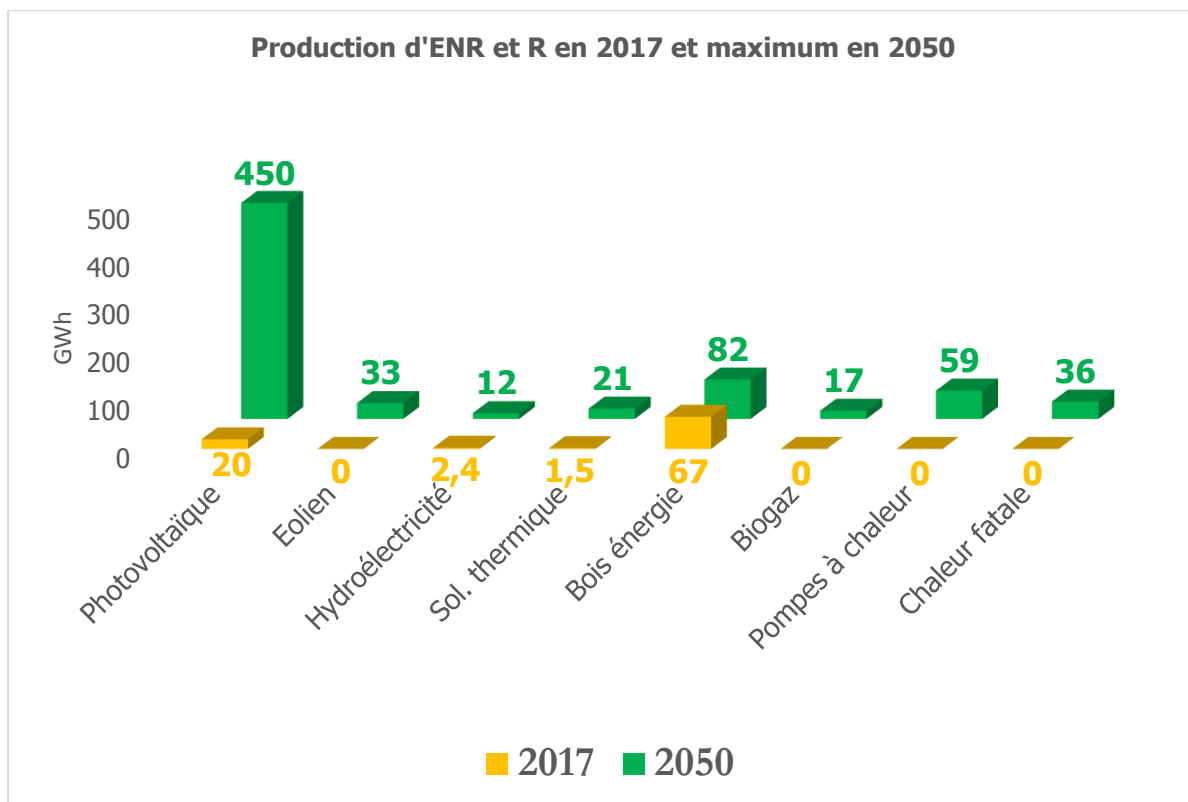


Figure 177 : Production potentielle maximum d'énergies renouvelables et de récupération à l'horizon 2050 comparée à la production réelle en 2017

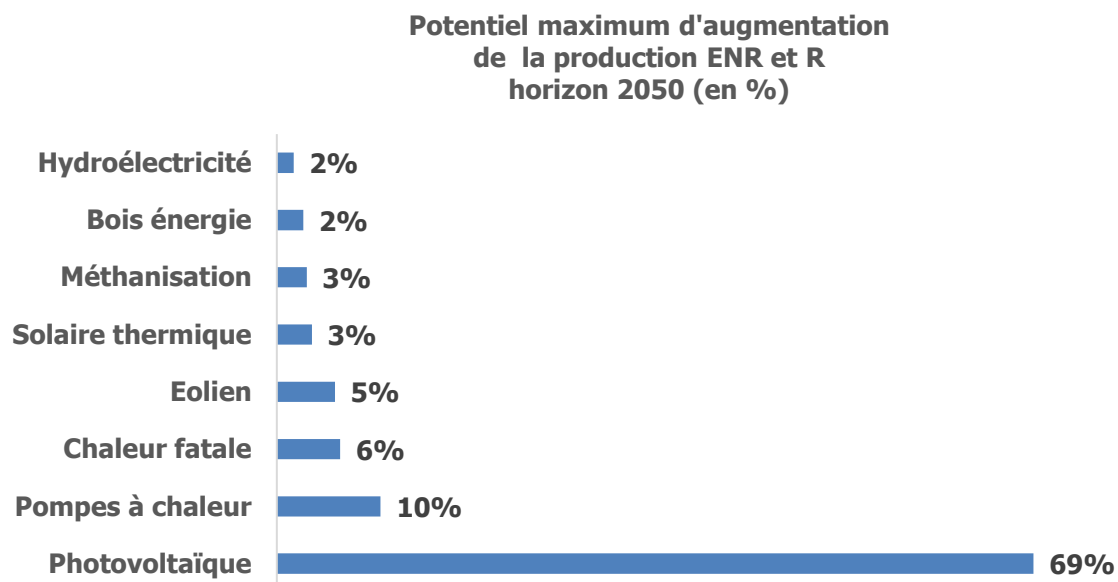
Le tableau suivant compare les potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 :

Energies renouvelables et de récupération	Potentiels Augmentation production Horizon 2050	
	GWh	% du Total
Photovoltaïque	430	69%
Pompes à chaleur	59	10%
Chaleur fatale	36	6%
Eolien	33	5%
Solaire thermique	20	3%
Méthanisation	17	3%
Bois énergie	15	2%
Hydroélectricité	10	2%
Total gisement	620	100%

Figure 178 : Potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 (source : Inddigo)

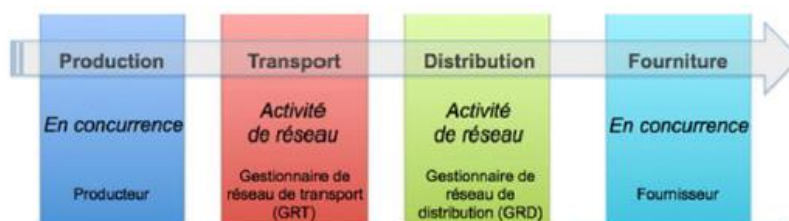
Les potentiels maximums de production les plus importants sont dans le territoire :

- Pour l'énergie électrique : le photovoltaïque
- Pour l'énergie thermique : les pompes à chaleur aérothermiques et géothermiques



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	<u>Electricité</u> : 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) <u>Gaz</u> : 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 *Méthode et analyse*

Un potentiel de production d'électricité renouvelable 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 (S3REN²⁸⁹) 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 S3REN :

Depuis la publication du Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REN) 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 S3REN, correspondant au produit de la quote-part unitaire (19,15€/MW pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, au 1^{er} février 2019 et de leur puissance de raccordement) : par exemple, la somme de 1 915 € HT pour une installation de 100kVA en plus des coûts de raccordement de branchement et d'extension, dits « ouvrages propres ».

Le S3REN 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 S3REN 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 S3REN Provence-Alpes-Côte d'Azur a dépassé le seuil des 2/3 de capacité allouée aux énergies renouvelables, ce qui enclenche la révision du schéma. RTE a notifié au préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur en date du 27 Novembre 2019 le besoin de révision du S3REN. Il intègrera les objectifs de développement des EnR électriques du Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET).

²⁸⁹ 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_S3REN_PACA_rapport_presentation_cle1ea4f4.pdf

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 transfert²⁹⁰** : des transferts de capacité réservée entre postes sources sont possibles par simple notification d'Enedis au préfet de région, sous certaines conditions, notamment celle de ne pas engendrer des travaux supplémentaires à ce qui a été prévu. Notons que plusieurs transferts²⁹¹ 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.
- « **Capacité de transformation HTB/HTA²⁹² 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.

²⁹⁰ 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*)

²⁹¹ 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>

²⁹² 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.

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, 2 postes sources sont identifiés et 7 à proximité :

- **CCSC :**
 - Bédarrides
 - Sorgues
- **A proximité :**
 - Comtat
 - Carpentras
 - Terradou
 - Colomb
 - Le Pontet
 - La Motte
 - Vedène

La carte ci-dessous repère ces postes :

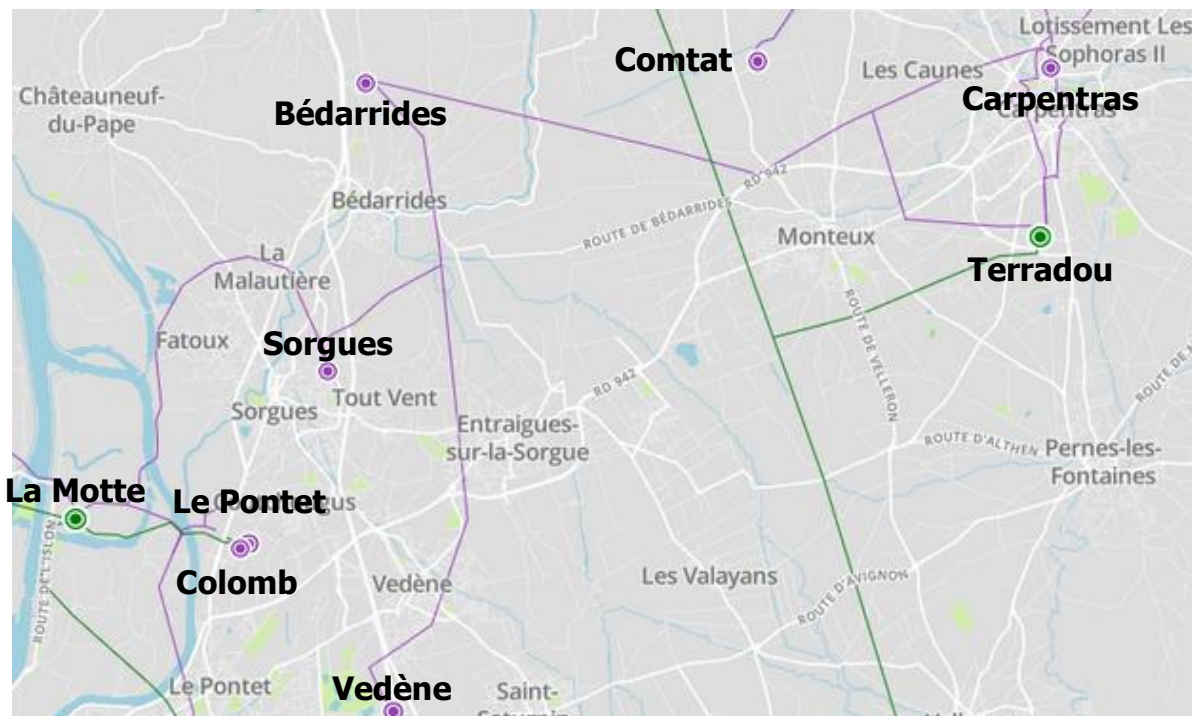


Figure 179 : Postes sources sur le territoire et à proximité (source : capareseau.fr)

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.

- La **capacité réservée restant disponible est de 7,7 MW**. Elle est concentrée sur le poste de Sorgues.
- En ajoutant les postes à proximité on atteint une capacité réservée de 57,9 MW.
- Au total, le potentiel technique théorique de raccordement s'élève à 68 MW sur le territoire et à 348 MW en incluant les postes à proximité.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des postes sources :

Nom du poste source	Puissance EnR déjà raccordée (MW)	Puissance des projets EnR en développement (MW)	Capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR qui reste à affecter (MW)	Capacité d'accueil physique ²⁹³ (MW)
Sorgues	7,7	3,9	0,8	68,3
Bédarrides	NC	NC	NC	NC
Total CCSC	7,7	3,9	0,8	68,3
Comtat	3,3	2,0	1,8	32,0
Carpentras	11,6	1,0	3,4	99,5
Terradou	10,8	5,2	0,8	63,7
Colomb	7,7	0,4	8,5	30,7
Le Pontet	NC	NC	NC	NC
La Motte	NC	NC	NC	NC
Vedène	16,8	2,2	6,4	54,0
Total à proximité	57,9	14,7	21,7	348,2

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 :

²⁹³ Capacité de transformation HTB/HTA restante disponible pour l'injection sur le réseau public de distribution pour les postes HTB1/HTBA

- **Le potentiel net photovoltaïque :**
 - 97 MW sur toitures (> 100 kWc)
 - 22 MW en ombrières
 - 2 MW au sol
 - 1 MW au sol en construction
 - 18 MW au sol en instruction
- **Le potentiel net éolien : 15 MW**
- **Le potentiel net hydraulique : 3 MW (> 100 kW)**

Le potentiel maximal électrique à raccorder s'élève à **182 MW**. Ce qui est supérieur à la capacité réservée au titre du S3REnR (sur le territoire et à proximité) mais aussi de la capacité d'accueil physique. En incluant les postes à proximité la capacité d'accueil physique est cependant bien supérieur au potentiel de production d'EnR électrique. Cependant ces postes doivent également accueillir les installations EnR des communes alentours.

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.

Lors de la présentation du diagnostic aux partenaires en COPIL, la DDT84 précise les éléments suivants :

En Vaucluse, la capacité résiduelle sur le réseau existant est de 632 MW.

En termes de renforcement du réseau, Il est proposé une adaptation de quatre postes : Bollène (dit La Martinière +20 MW), Carpentras (dit Terradou +80 MW), Avignon (dit Colomb +36 MW), Apt (+36 MW). Ces adaptations permettraient d'augmenter la capacité de 182 MW.

Le site de RTE pour la consultation si la CCSC ou les communes souhaitent participer est : <https://www.concertation-s3renr-paca.fr/accueil>

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 intéressants à court terme est déterminant pour éviter les contraintes administratives.

Il serait également recommandé d'étudier et de prendre en compte les gisements dans les communes périphériques, 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 publique²⁹⁴.

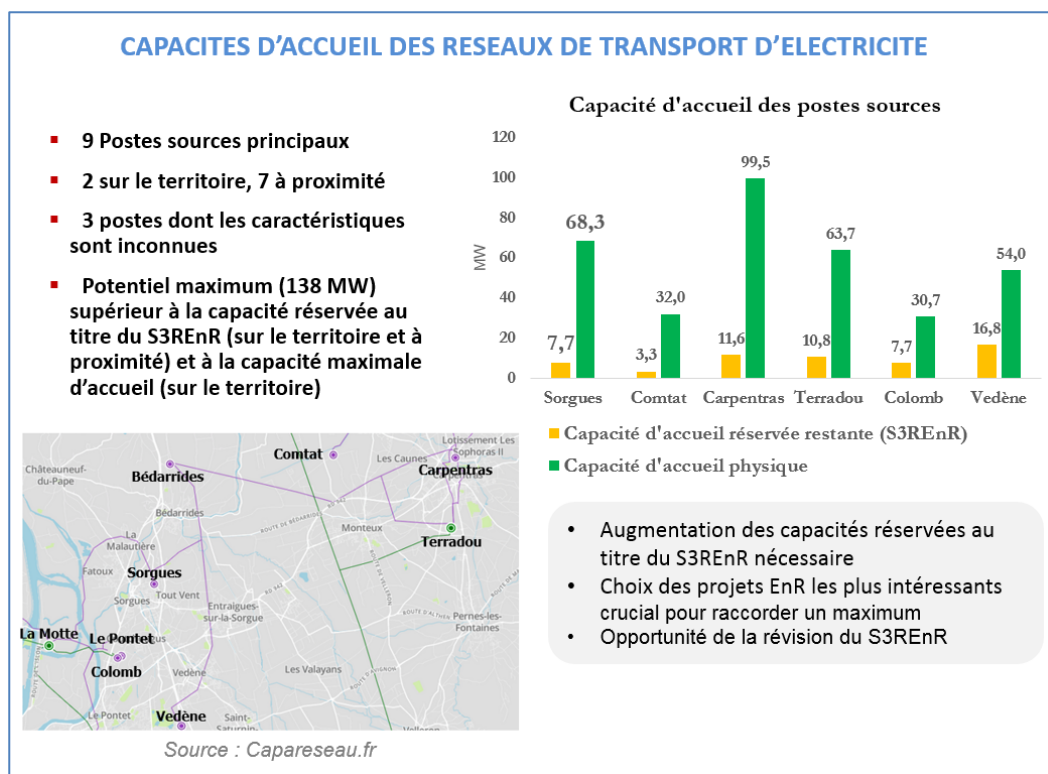
En d’autres mots, si la collectivité développe elle-même ou via une société d’économie mixte (SEM) plusieurs petits projets EnR électriques dont la puissance individuelle est inférieure à 100kW mais dont la somme des puissances est supérieure à 100kW, et cela dans un périmètre assez restreint alimenté 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.

7.1.1.2 Synthèse



²⁹⁴ Code de l’énergie Décret du 11 avril 2016, Article D321-10

7.1.2 RESEAUX DE DISTRIBUTION

7.1.2.1 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 73% du potentiel (en MW) brut photovoltaïque en toiture.

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 564 postes de distribution. Cela représente environ un poste pour 87 habitants. Ce ratio varie de 1 poste pour 65 habitants à Pernes-les-Fontaines à 1 poste pour 107 habitants à Sorgues.

Commune	Nb postes elec
Althen-des-Paluds	35
Bédarrides	64
Monteux	143
Pernes-les-Fontaines	148
Sorgues	174
Total	564

Figure 180 : 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 **87% 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 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).

7.1.2.2 *Conclusions et recommandations*

Le réseau de distribution est assez dense avec une forte proportion du gisement photovoltaïque (87%) en basse tension située à moins de 250 mètres d'un poste de distribution, distance au-delà de laquelle les contraintes de tension sont fréquentes.

Sur le territoire, il est probable que les risques de coûts de raccordement élevés se situent à des postes combinant une densité relativement faible de réseau et des clients essentiellement résidentiels.

A court terme, il est possible de raccorder une bonne partie du gisement, tout en mettant progressivement en place une démarche à moyen-long terme de planification concertée impliquant les producteurs, gestionnaire de réseau de distribution (Enedis), collectivité et l'autorité concédante.

Plusieurs actions peuvent être mises en place à court et à moyen terme pour initier une démarche sinon de planification concertée, a minima d'acculturation mutuelle entre métiers. Ainsi, nous pouvons suggérer les pistes suivantes (cette liste n'est pas exhaustive) :

A court terme :

- **Enrichir les données topologiques avec :**
 - ✓ Les puissances nominales des postes de distribution,
 - ✓ La puissance minimale foisonnée par poste de distribution,
 - ✓ La comparaison entre le gisement photovoltaïque et la puissance nominale des postes de distribution pour estimer une éventuelle contrainte d'intensité,
 - ✓ La comparaison entre le gisement photovoltaïque et la puissance minimale foisonnée consommée sur les postes de distribution pour compléter l'analyse de la contrainte de tension.
- **Réaliser un état des lieux des demandes de raccordement au cours des dernières années** (pour rappel Enedis est maître d'ouvrage des raccordements producteurs sur tout le territoire): Demander à Enedis de réaliser des statistiques de raccordement à l'échelle de la collectivité : coût moyen de raccordement (€/kVA) des devis émis par ENEDIS pour la BT, coût moyen de raccordement (€/kVA) des devis émis par ENEDIS pour la HTA, nombre de sorties de file d'attente et répartition par tranche de puissance : BT inf 36, BT sup 36, HTA.

A moyen terme :

- **Enquête de terrain et mesures en réseaux pour améliorer la connaissance du réseau basse tension** : état de prises à vide, plans de tension, autres données techniques des postes... La connaissance limitée contribue fortement à augmenter les coûts de raccordement.
- **Prise en compte du développement du photovoltaïque dans les travaux d'électrification rurale** : le SEV 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.**

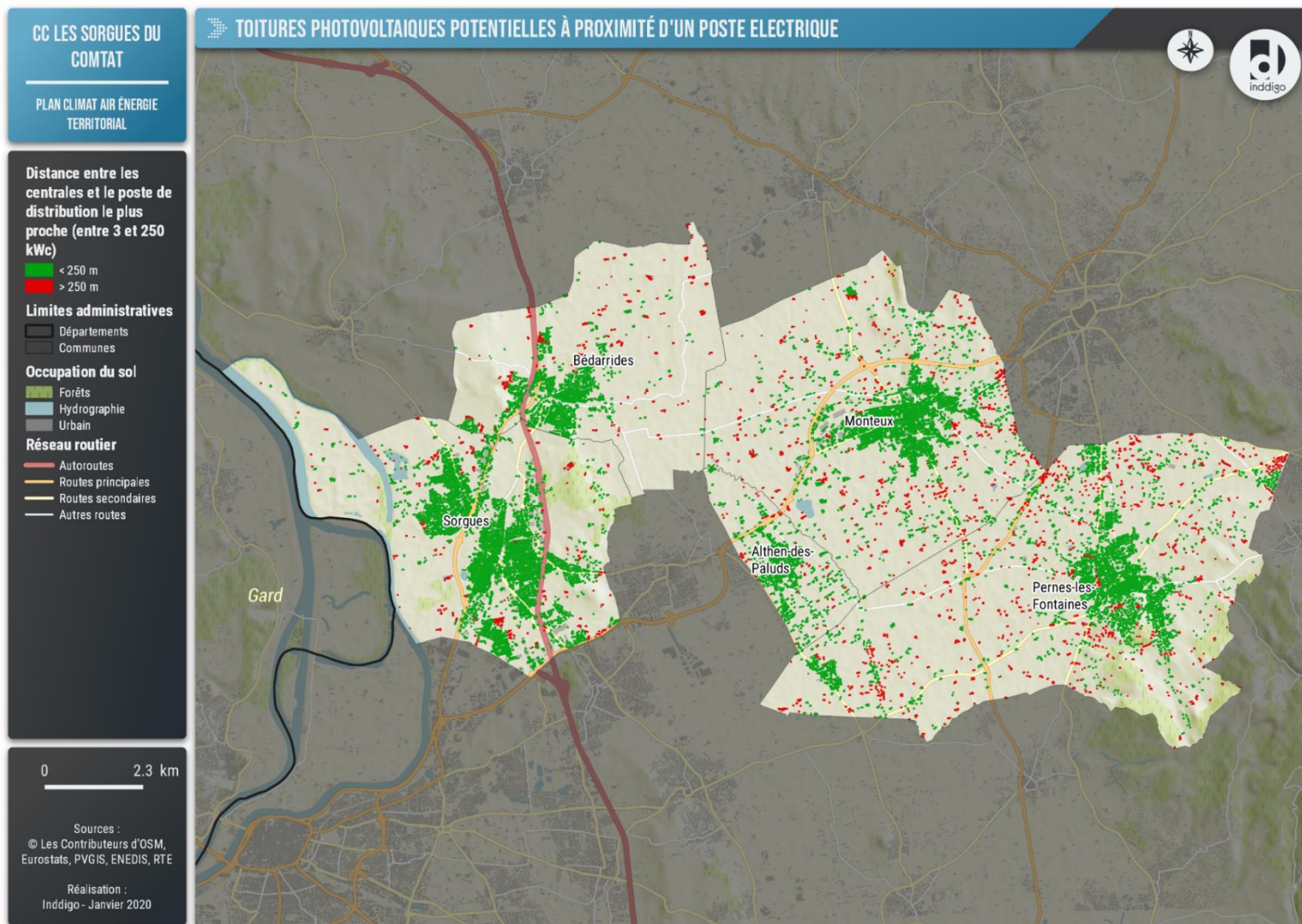


Figure 181 : Gisement PV en toiture selon la distance de raccordement sur le territoire (source : Eurostat, Enedis, RTE, BD TOPO, Inddigo)

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 (79% du gisement en toiture)
- 556 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) : 86 % du gisement à distance inférieure à 250m d'un poste de distribution

Commune	Nombre de postes électriques
Caderousse	55
Châteauneuf-du-Pape	43
Courthézon	80
Jonquières	62
Orange	316
CCPRO	556

- 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.

7.1.3 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 smart 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.

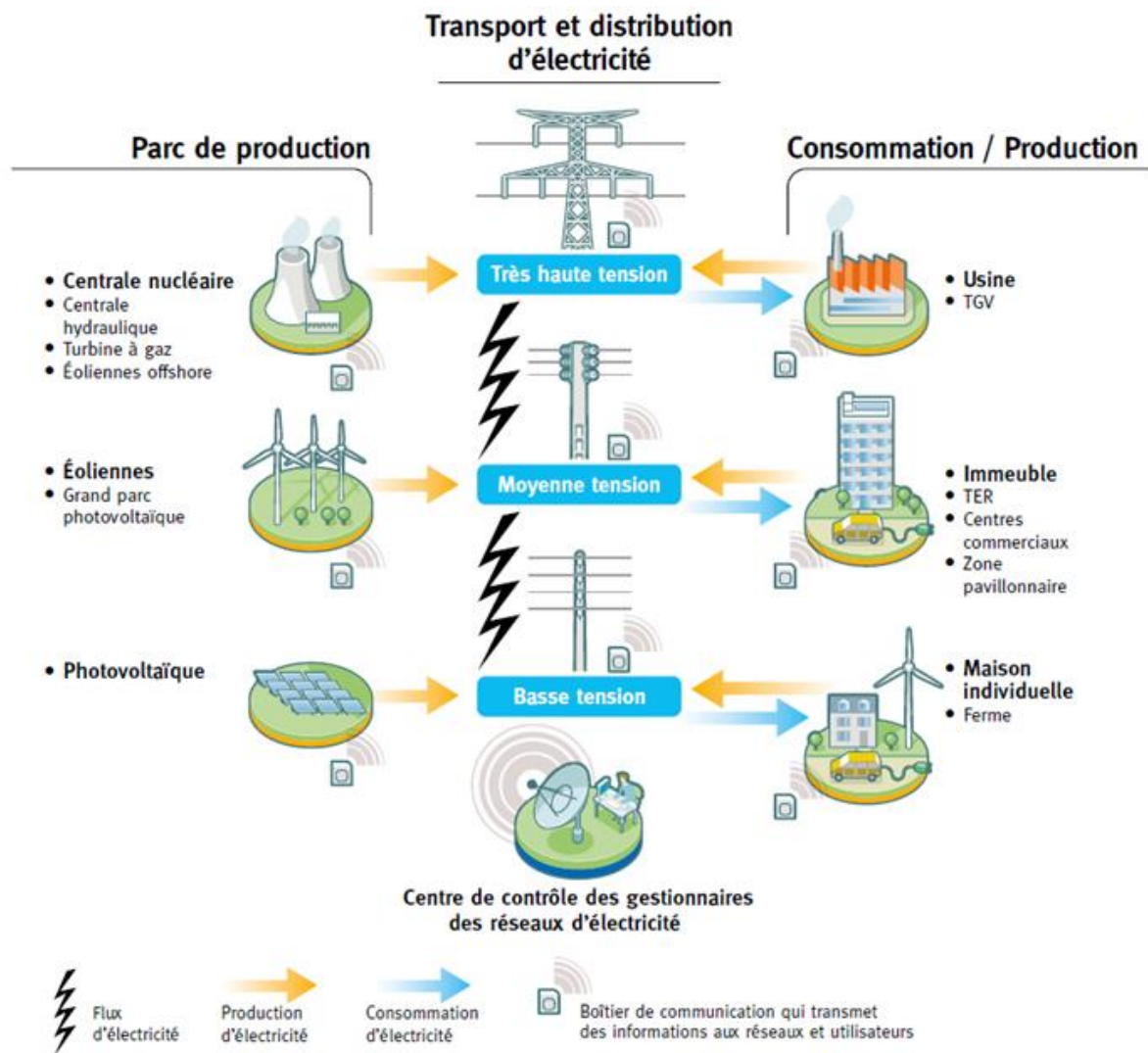


Figure 182 : les smart grids (Source : CRE)

On distingue deux types de smart grids :

Les supergrids

Les supergrids concernent le transport de grande quantité d'électricité sur de longues distances. À 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 mer 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.

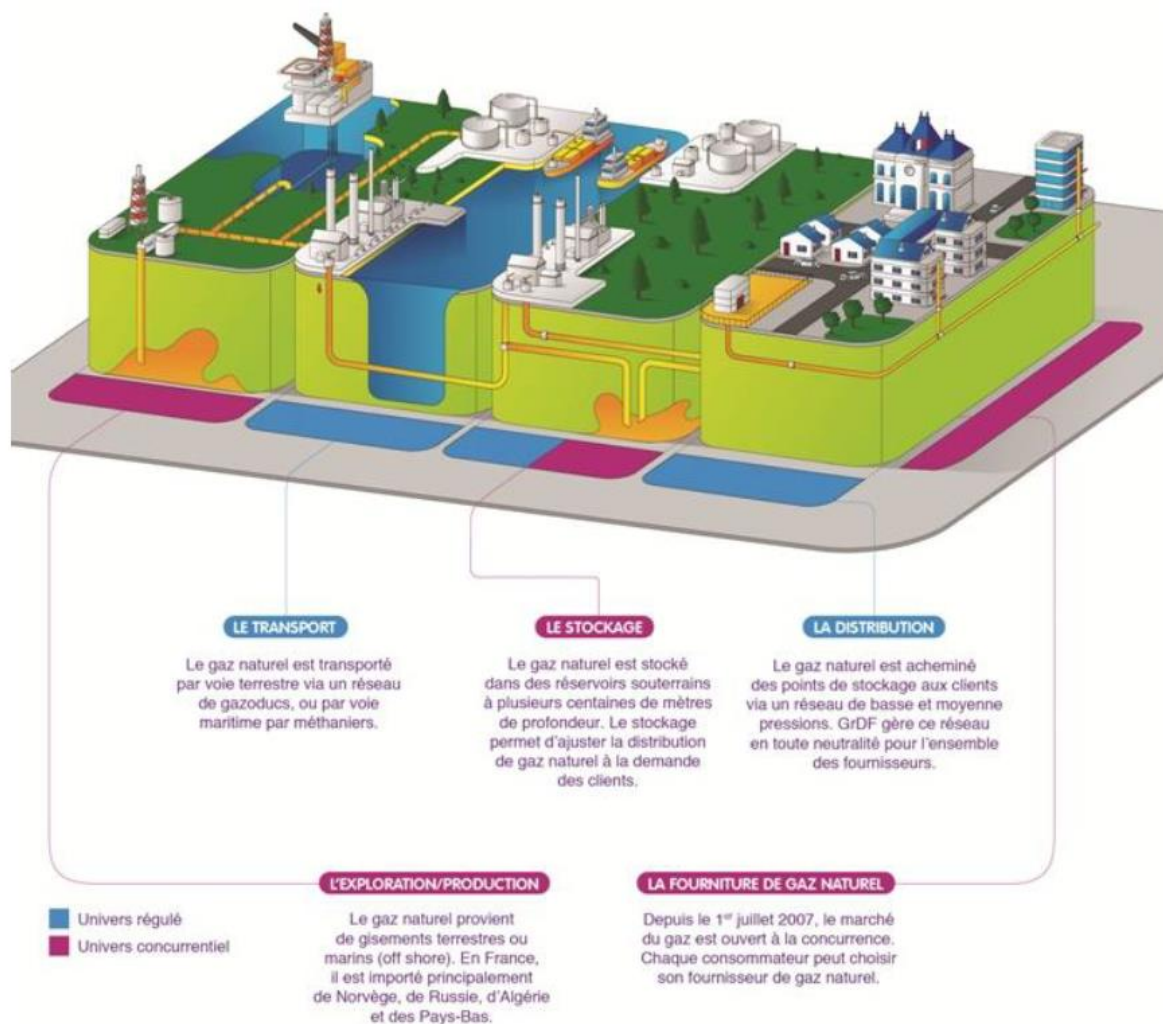
Cependant, les défis technico-économiques associés au déploiement de ces micro-réseaux sont aujourd'hui encore nombreux. La gestion des microgrids et leur raccordement au réseau public de distribution est complexe :

- 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 selon certains critères, notamment la capacité du réseau aval à absorber les productions injectées.

7.2.1 METHODE ET ANALYSE

7.2.1.1 *Le réseau gaz dans le territoire*

Sur la CCCS, toutes les communes sont desservies par le réseau de distribution de gaz.

Commune		Raccordé réseau de gaz
84080	Monteux	1
84001	Althen-des-Paluds	1
84088	Pernes-les-Fontaines	1
84016	Bédarrides	1
84129	Sorgues	1
Total		5
		100%

Figure 183 : Liste des communes raccordées au réseau de gaz sur la CCSC (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 :
 - ✓ 2017 : prend en compte les consommations et les ressources actuelles. Cette année de référence utilisée pour cette partie diffère de celle utilisée pour les autres parties du diagnostic car l'outil utilisé (MoDeGaz) permet de réaliser une prospective uniquement à partir de l'année 2015. Hors évolution majeure des réseaux localement, cela n'a pas d'impact sur les résultats.
 - ✓ 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 2035-2050²⁹⁵ et sont résumés dans le tableau suivant :

Secteur	Évolution
Agriculture	-30%
Industrie	-35%
Tertiaire	-84%
Résidentiel	-67%
Transport	Nouvel usage : représente 48% de l'énergie final du transport, soit 106 TWh à l'échelle nationale
Autres	-64%

La répartition géographique du nouvel usage gaz « transport » à 2050, est faite à la maille départementale au prorata des consommations actuelles de carburants liquides, puis à la maille communale au prorata de la population.

7.2.1.2 **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

²⁹⁵ 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.

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
84 080	Monteux	82 200	0	82 200	53 000	4 800	9%	4 800	50
84 001	Althen-des-Paluds	3 300	0	3 300	700	700	100%	700	10
84 088	Pernes-les-Fontaines	25 400	0	25 400	12 300	3 100	25%	3 100	30
84 016	Bédarrides	5 000	0	5 000	900	2 000	222%	900	10
84 129	Sorgues	115 200	23 900	91 300	51 100	4 100	8%	4 100	40
Total		231 100	23 900	207 200	118 000	14 700	12%	13 600	140
Part consommation						6%		6%	

Figure 184 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de la CC les Sorgues du Comtat 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.

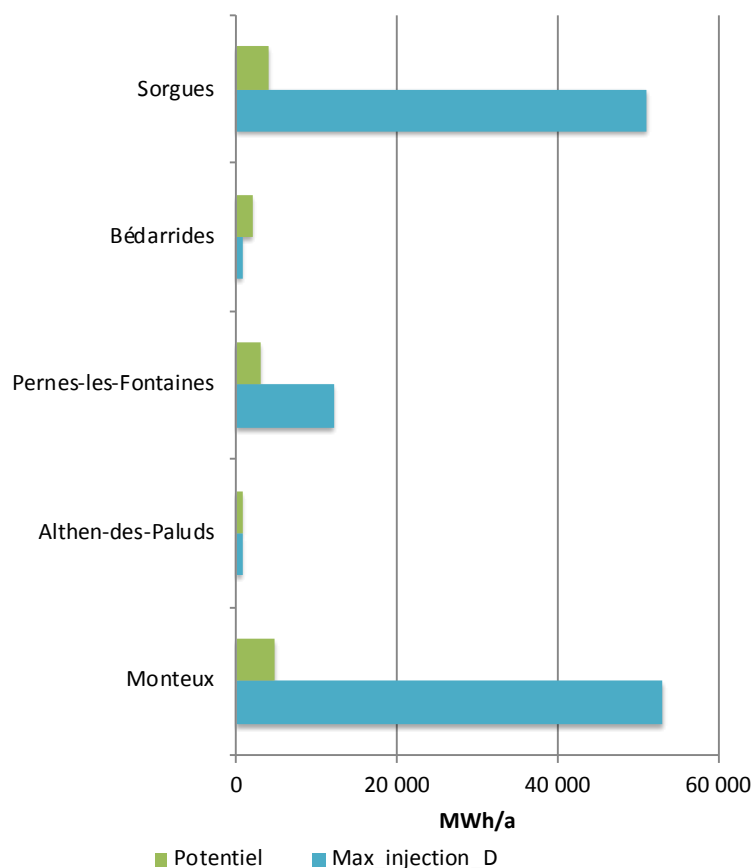


Figure 185 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de la CC les Sorgues du Comtat – 2015 (source : Solagro)

Les capacités d'injection (118 GWh) sont très importantes par rapport aux potentiels de production à la fois à l'échelle du territoire (15 GWh). A l'échelle communale des contraintes peuvent apparaître, mais dans tous il faut néanmoins souligner que le potentiel d'une commune n'atteint pas 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 Nm³/h (14 GWh/a), et il est difficile de trouver des rentabilités en dessous de 80 Nm³/h (7 GWh/a).

Ainsi, faudra évaluer les possibilités de centraliser les ressources sur une voire 2 unités afin d'atteindre une taille optimisée.

Ainsi, il n'y a pas a priori pas de contrainte d'injection, mais une nécessité de concentrer la ressource pour atteindre une taille critique d'unité de méthanisation en injection.

7.2.1.3 Résultats à l'horizon 2050

- **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 :

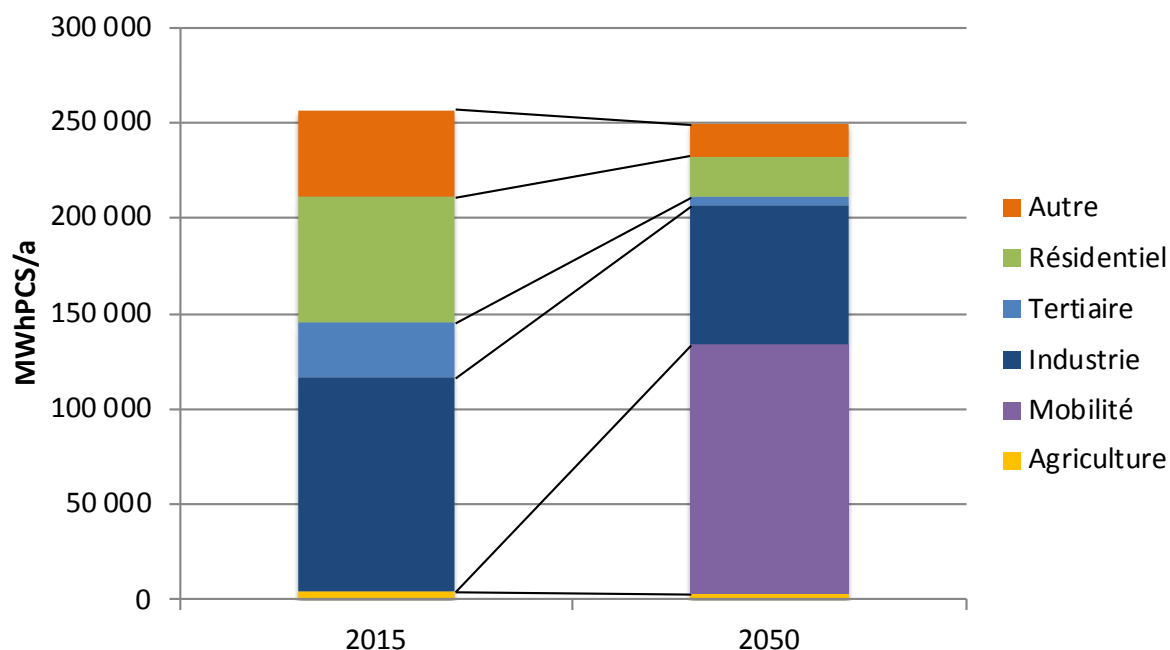


Figure 186 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050, CC Les Sorgues du Comtat (source : MoDeGaz - Solagro, SOES, ADEME)

- **Evolution des profils journaliers de consommation de la CC la Sorgue du Comtat**

Les deux figures suivantes comparent les courbes de consommation en 2015 et en 2050.

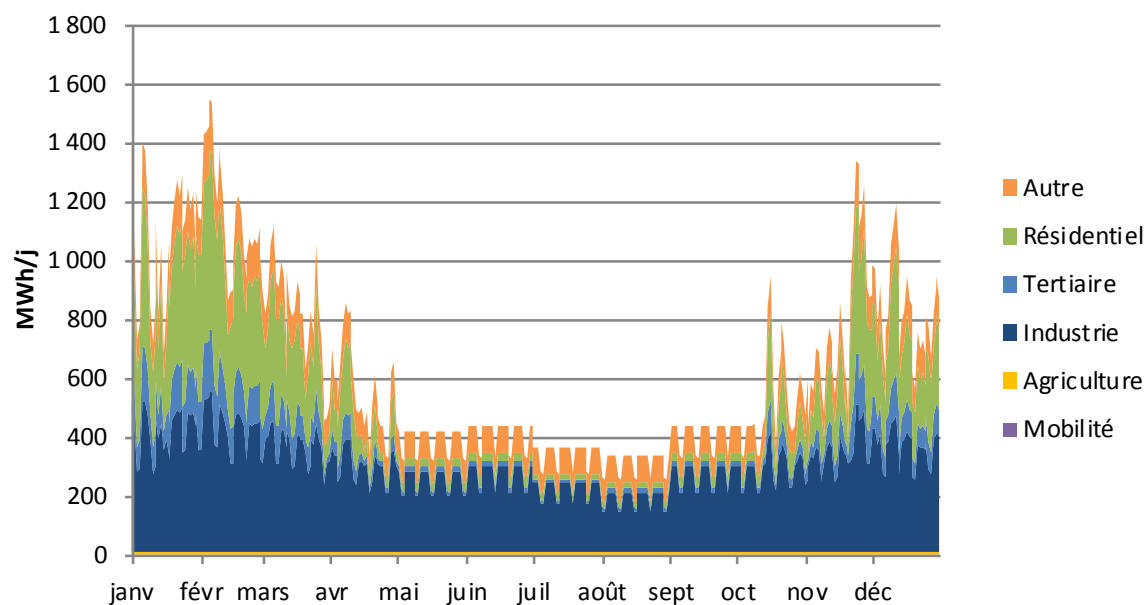


Figure 187 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CCSC - 2015 (source : MoDeGaz - Solagro, SOES)

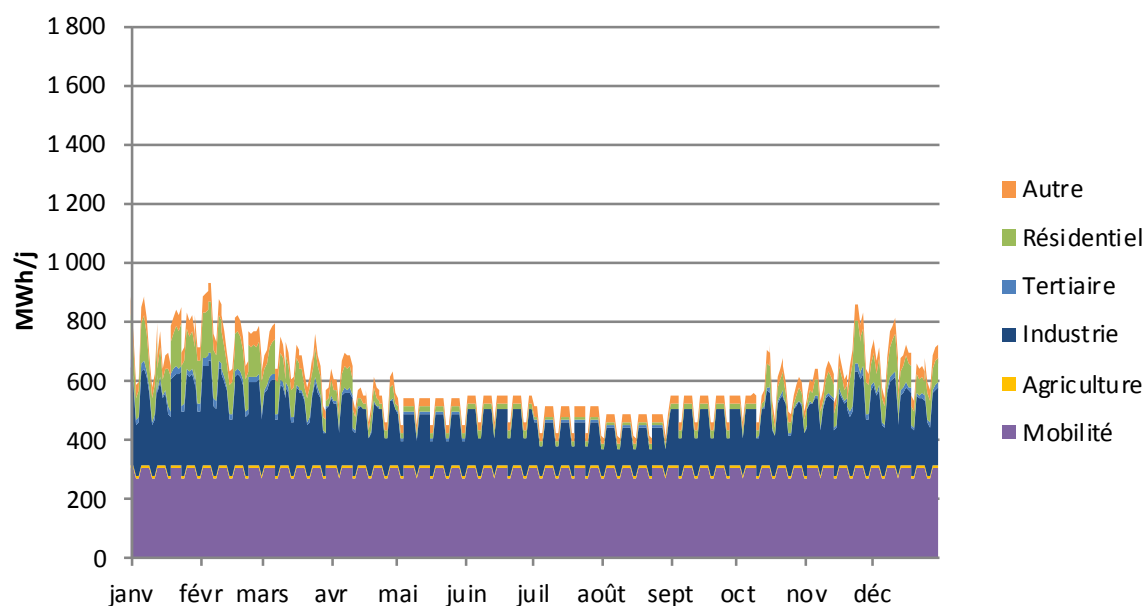


Figure 188 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CC Les Sorgues du Comtat – 2050
(source : MoDeGaz - Solagro, SOES)

Sur le territoire La courbe de consommation journalière en 2050 est nettement moins saisonnalisée qu'en 2015, en raison des réductions importantes des usages thermiques (chauffage des bâtiments). L'étiage estival est même légèrement 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 118 GWh à 180 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
84080	Monteux	71 800	0	71 800	60 500	5 100	8%	5 100	50
84001	Althen-des-Paluds	7 000	0	7 000	6 700	800	12%	800	10
84088	Pernes-les-Fontaines	31 300	0	31 300	29 700	3 200	11%	3 200	30
84016	Bédarrides	13 200	0	13 200	12 800	2 800	22%	2 800	30
84129	Sorgues	94 400	15 500	78 900	69 500	4 800	7%	4 800	50
Total		217 700	15 500	202 200	179 200	16 700	9%	16 700	170
Part consommation						8%		8%	

Figure 189 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 sur la CCCS (source : Solagro)

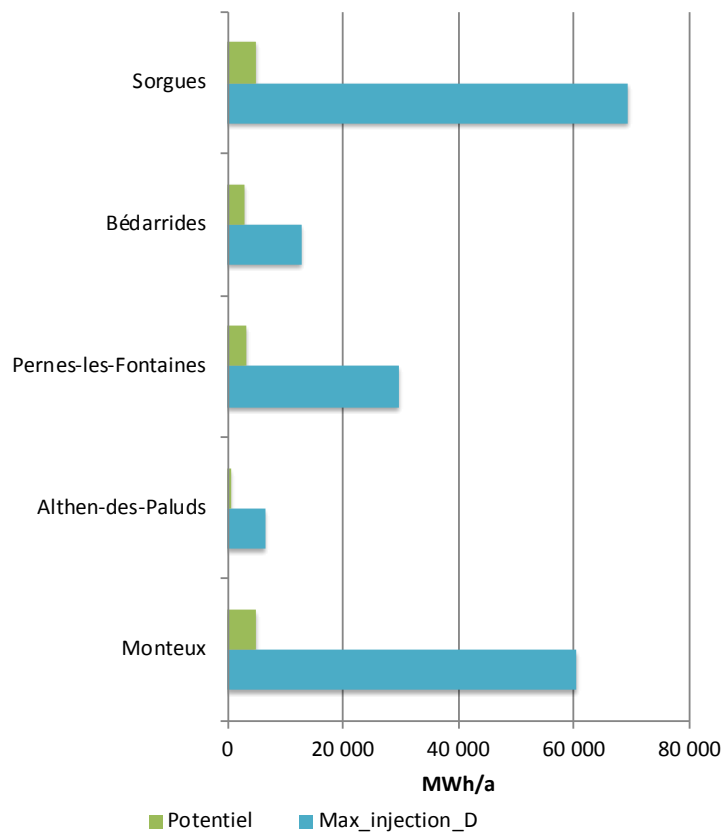


Figure 190 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050, sur la CCSC

Pour la CCSC, la capacité de raccordement augmente à 180 GWh/a alors que le potentiel de production de biométhane évolue peu (de 15 à 17 GWh/a). Comme en 2015, il n'y a pas d'insuffisance de capacité d'injection.

7.2.2 SYNTHÈSE

	Consommation de gaz	Maximum injectable sur R. distribution	Potentiel de production biogaz	
	GWh/an	GWh/an	GWh/an	% Consommation de gaz
2015	231	118	15	6%
2050	218	179	17	8%

↓

Entre 2015 et 2050 : Baisse de la demande de gaz (économies d'énergie, en partie compensées par le développement de la mobilité GNV)

↓

Potentiel nettement inférieur aux capacités d'injection sur le réseau de distribution

↓

Entre 2015 et 2050 : La capacité d'injection dans le réseau de distribution pourrait augmenter de 50% (développement du GNV)

Pas de contrainte d'injection

7.2.1 SMART GAS GRIDS

A l'instar des smart grids électriques, le terme Smart gas grids définit un réseau de distribution de gaz qui se modernise et intègre des fonctionnalités issues des nouvelles technologies 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.

Les réseaux d'énergie intelligents, une des clés pour l'optimisation des infrastructures territoriales

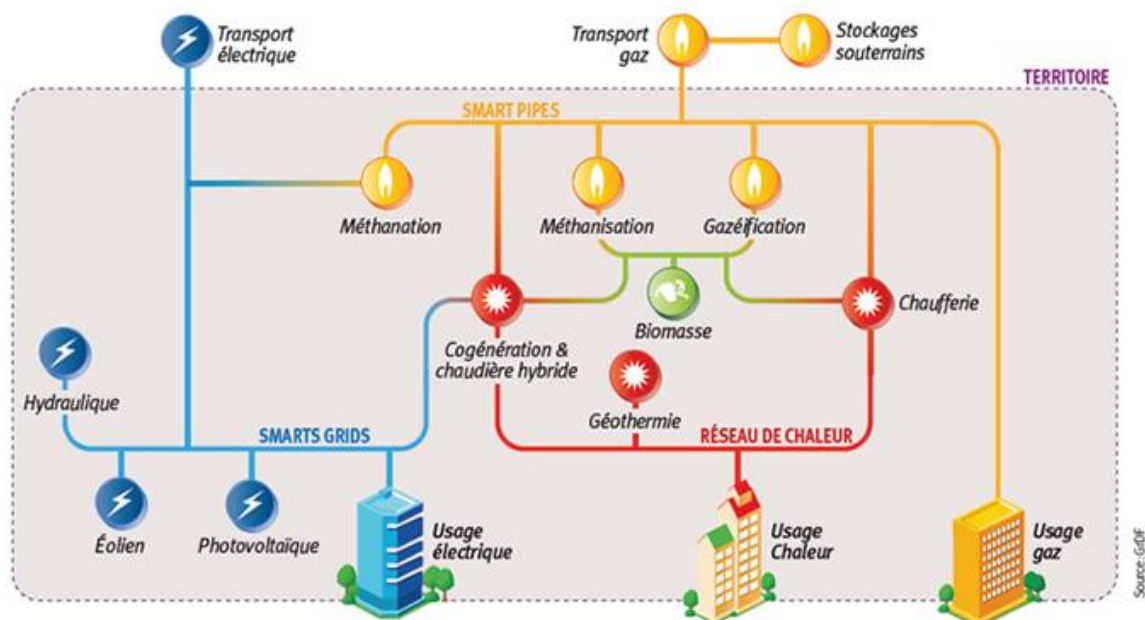


Figure 191 : Les smart gas grids (Source : CRE)

7.3 RESEAUX DE CHALEUR

7.3.1 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, il s'élève à environ **61 GWh**.

Zone	Potentiel de développement en GWh
Sorgues Centre	4,4
Centre commercial Sorgues	26,8
Chaffunes	0,3
Bédarrides	5,8
Monteux	11,4
Pernes-les-Fontaines	10,5
Althen-des-Paluds	1,5
Total	60,6

Figure 192 : Potentiel de développement du réseau de chaleur par zone sur le territoire de la CC Les Sorgues du Comtat (sources : SNCU FEDENE, Inddigo)

Plusieurs zones de développement ont été identifiées, sur les cinq communes du territoire. Les traits noirs correspondent aux tronçons de voiries dont la densité énergétique linéaire est supérieure à 1,5 MWh/ml.

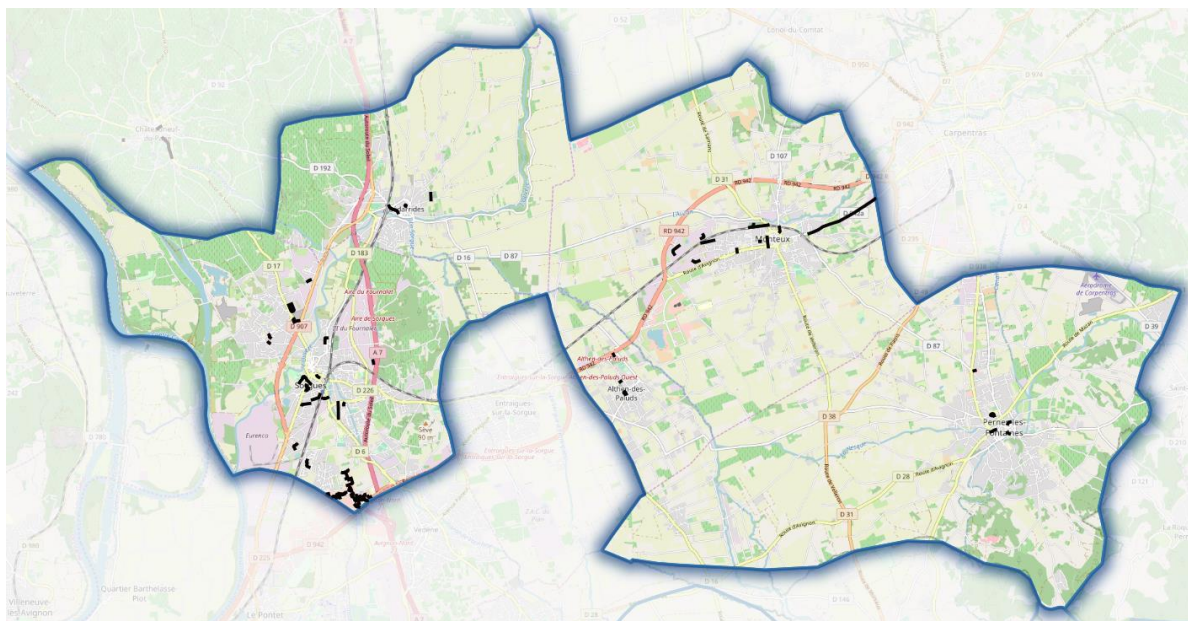


Figure 193 : Carte du potentiel brut de développement de réseau de chaleur sur le territoire (source : SNCU, FEDENE, OpenStreetMap Inddigo)

Sorgues Centre

La première zone identifiée est le centre-ville de Sorgues, autour de la gare.

De nombreux bâtiments sont intéressants pour un réseau de chaleur :

- Ecole maternelle du Parc
- EHPAD Aimé Pètre
- Ecole primaire Jean Jaurès
- Résidence Gentilly
- Pôle culturel Camille Claudel
- Logements Rue Mireille
- Logements Rue des Glycines
- Cité Paul Pons
- Résidence Henri Rouvière
- Logements aux alentours du château de Générat

Le potentiel identifié est de **4,4 GWh**.



Figure 194 : Potentiel de développement du réseau de chaleur dans le centre de Sorgues (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)

Centre commercial Sorgues

La zone commerciale au sud de Sorgues est intéressante avec de nombreux commerces proches les uns des autres et ainsi une densité énergétique valorisable via un réseau de chaleur.

Le potentiel estimé est de **26,8 GWh**.

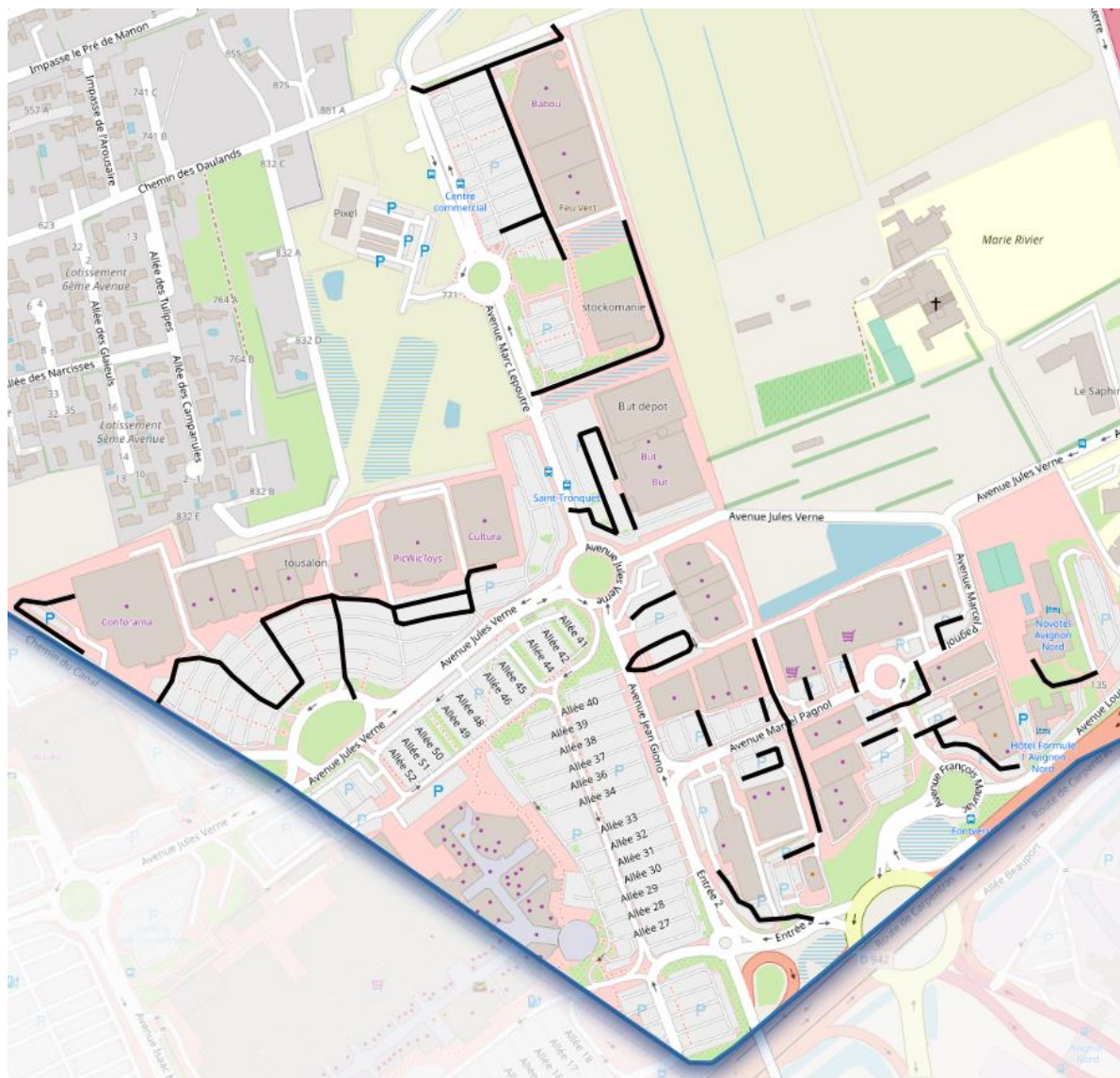


Figure 195 : Potentiel de développement du réseau de chaleur autour du centre commercial de Sorgues
(sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)

Chaffunes

Le quartier des Chaffunes semble intéressant avec notamment :

- La gendarmerie nationale
- La cité des Chaffunes (I et II)
- L'école maternelle Frédéric Mistral
- L'école maternelle Elsa Triolet
- Crèche
- Gymnase des Chaffunes

Le potentiel identifié est de seulement **0,3 GWh** mais n'intègre que la gendarmerie nationale. Les autres bâtiments cités pourraient augmenter ce potentiel.

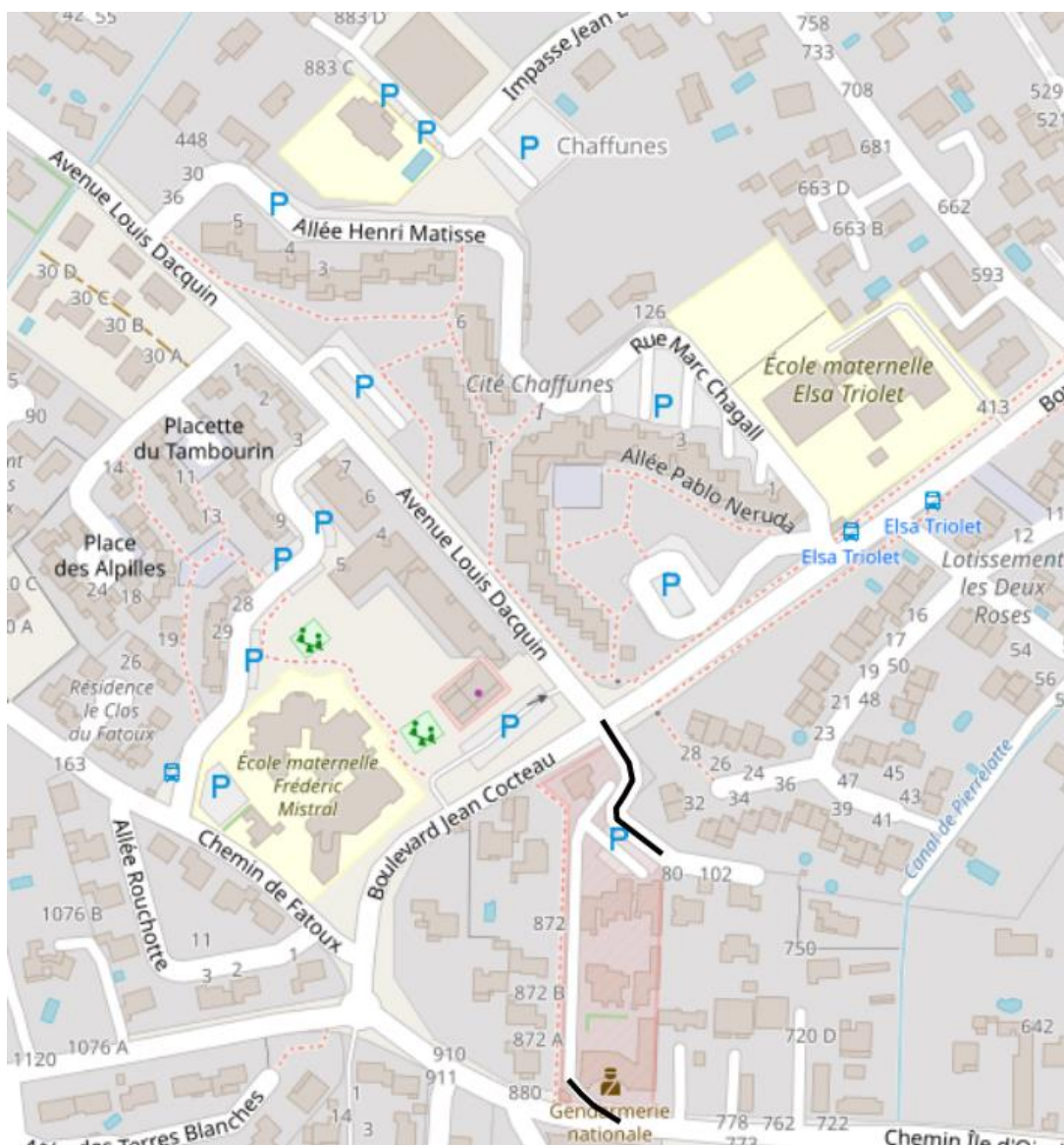


Figure 196 : Potentiel de développement du réseau de chaleur dans le quartier des Chaffunes
(sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)

Bédarrides

La commune de Bédarrides possède une densité de bâtiments publics pouvant potentiellement se raccorder à un réseau de chaleur on notera notamment :

- Ecole primaire privée du Sourire
- Ecole primaire Jacques Prévert
- Ecole Les Marronniers
- Hôtel de ville et bâtiments alentours
- Ecole maternel Frédéric Mistral
- HLM La Verne (1 et 2)
- Locaux des services techniques

Le potentiel est estimé à **5,8 GWh**

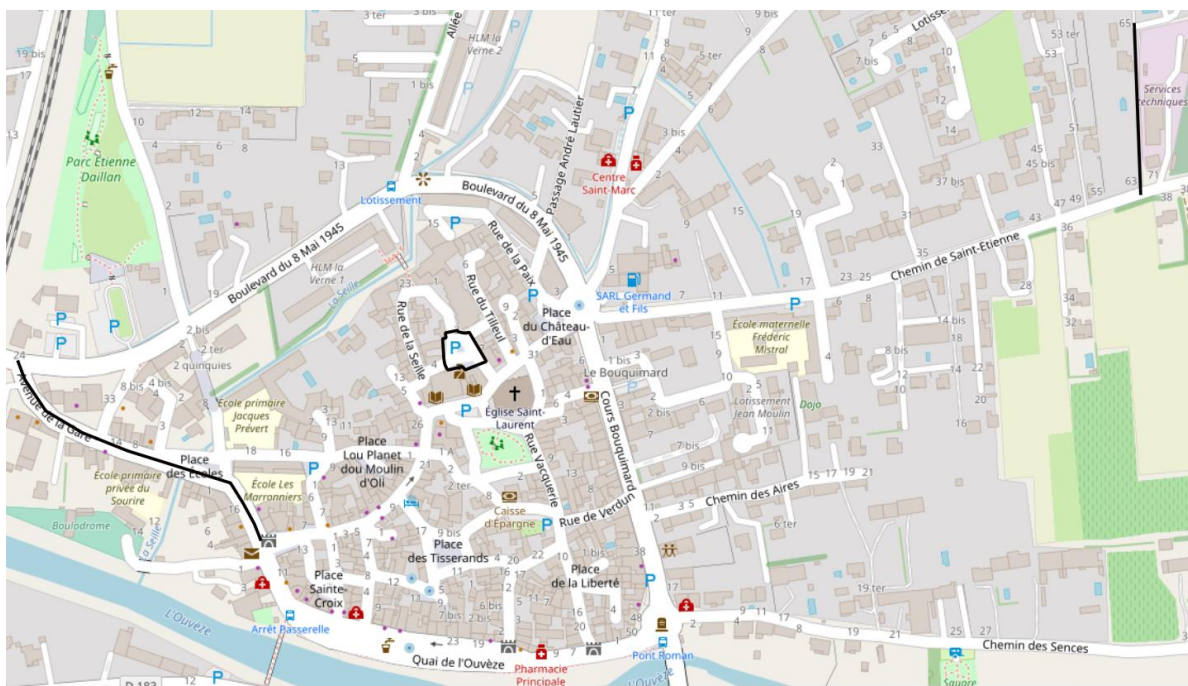


Figure 197 : Potentiel de développement du réseau de chaleur à Bédarrides (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)

Monteux

La commune de Monteux est susceptible d'accueillir un réseau de chaleur avec de nombreuses ZAC, des bâtiments publics et des logements collectifs :

- ZAC des Escampades (1 et 2)
- ZAC La Topy
- ZAC Beauchamps
- ZAC Beaulieu
- Logements impasse du Seden
- Caserne des pompiers
- Ecoles maternelle et primaire Marcel Ripert
- HLM Les Muriers
- Ecole primaire et collège privé Notre Dame du Bon Accueil
- Bâtiments rue de l'Hôpital (notamment la mairie)
- Ecoles maternelle et primaire Sénateur Béraud

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

- Ecole maternel Marcel Pagnol
- Collège Alphonse Silve
- HLM du Vieux Moulin
- Forte densité énergétique le long de la route de Carpentras

Le potentiel est estimé à **11,4 GWh**.

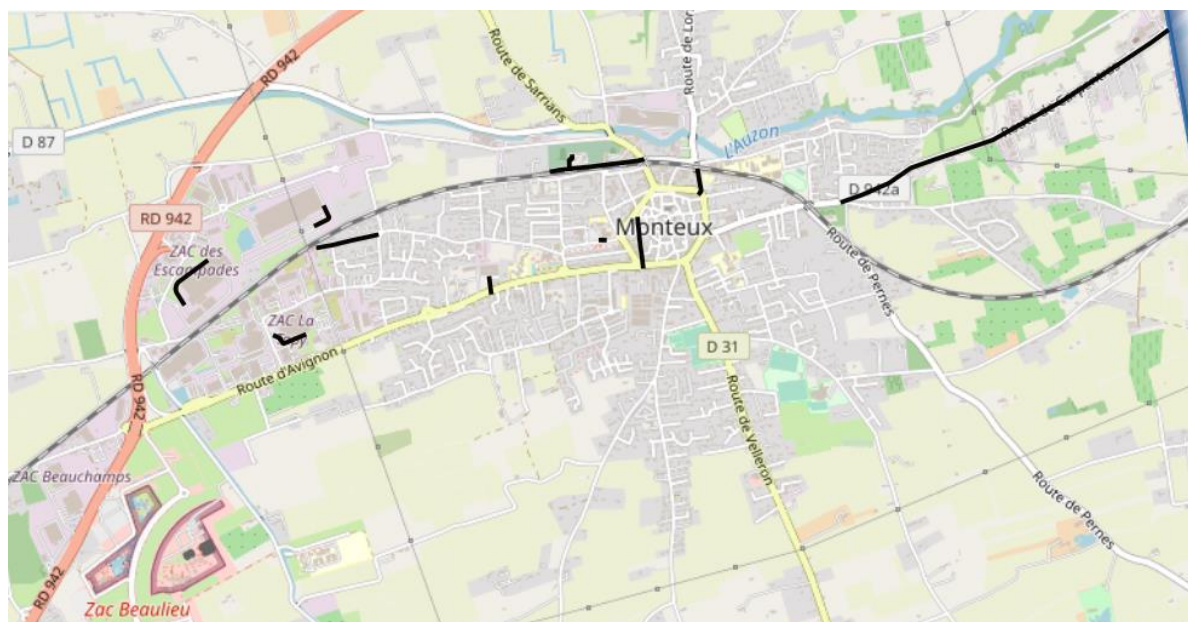


Figure 198 : Potentiel de développement du réseau de chaleur à Monteux (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)

Pernes-les-Fontaines

Le centre-ville de Pernes-les-Fontaines possède également un potentiel intéressant, on retiendra :

- Ecoles maternelle et primaire Jean Moulin
- Bâtiments rue Gambetta
- Bâtiments rue du Portalet
- Mairie de Pernes-les-Fontaines
- Ecole primaire Louis Giraud

Le potentiel de développement estimé est de **10,5 GWh**



Figure 199 : Potentiel de développement du réseau de chaleur dans le centre-ville de Pernes-les-Fontaines (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)

Althen-des-Paluds

Althen-des-Paluds possède un potentiel assez faible localisé dans son centre-ville notamment autour de la mairie, on notera également le centre La Garance dont la consommation n'est pas chiffré dans cette étude. Le potentiel identifié s'élève à **1,5 GWh**.

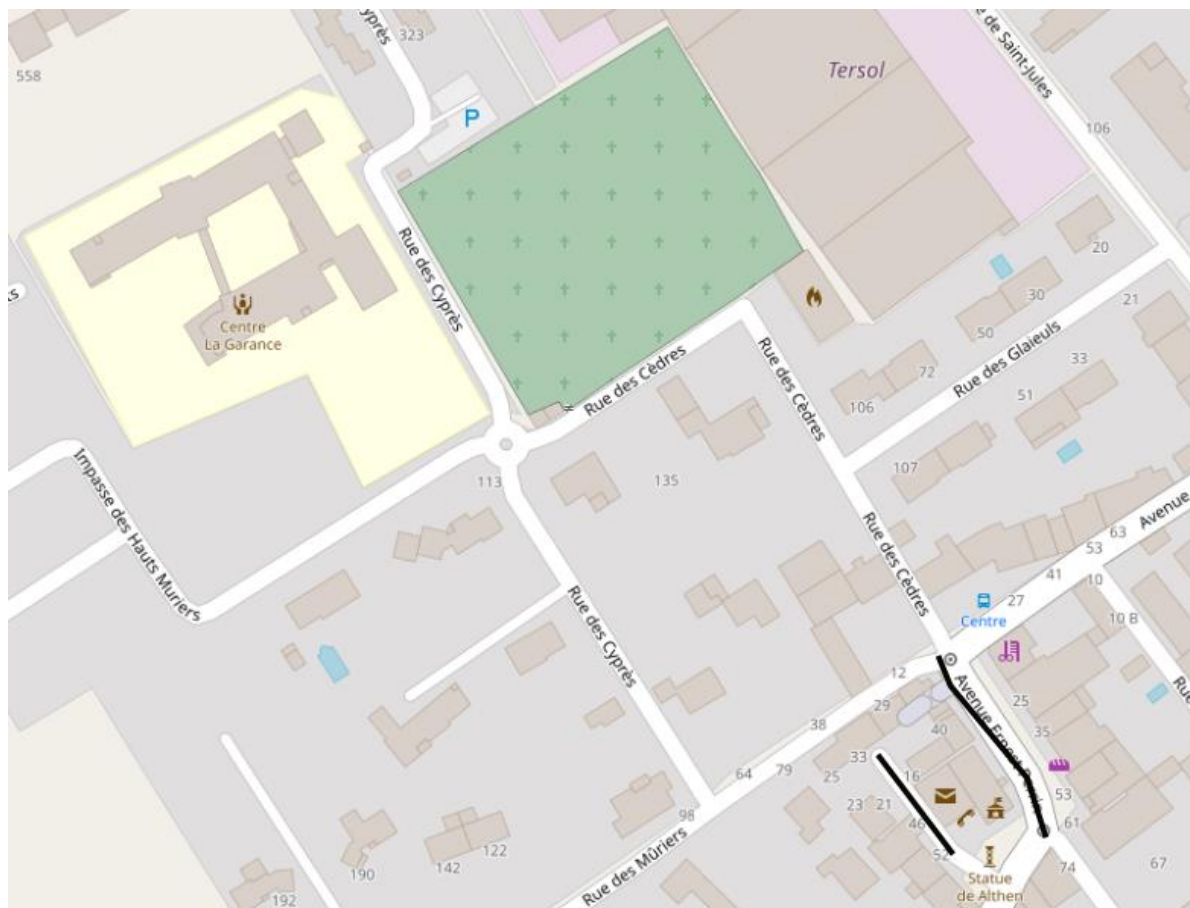


Figure 200 : Potentiel de développement du réseau de chaleur à Althen-des-Paluds (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)

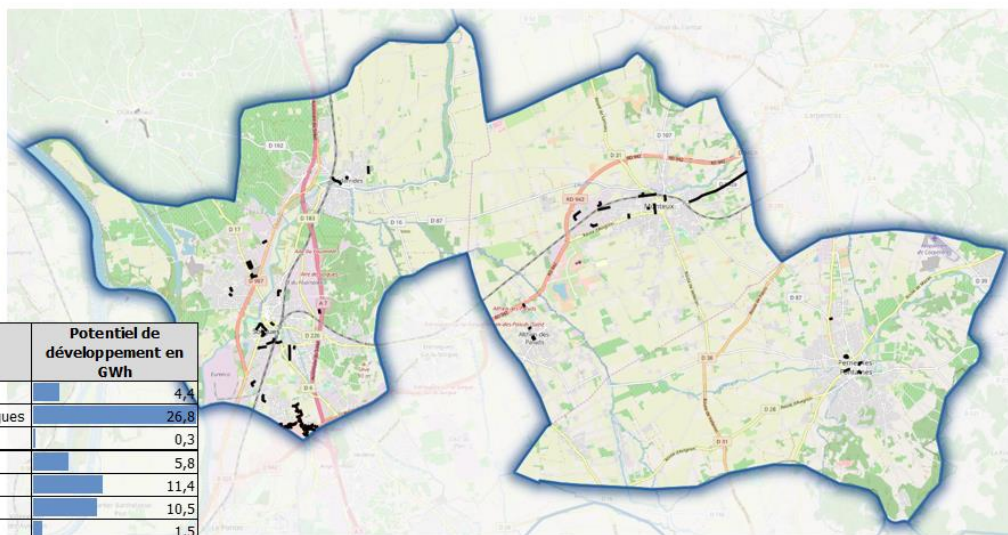
Le potentiel de développement des réseaux de chaleur est estimé à environ 61 GWh soit environ 8,6 km de réseaux potentiellement développables.

7.3.2 SYNTHÈSE

RÉSEAUX DE CHALEUR

HYPOTHÈSES 2050

- **Observatoire des réseaux de chaleur** : croisement densité habitat/tertiaire avec mètre linéaire de voirie potentielle d'implantation des réseaux.



Potentiel de développement supplémentaire en 2050 = 61 GWh/an

8. SEQUESTRATION CARBONE

8.1 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 CO₂ 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.

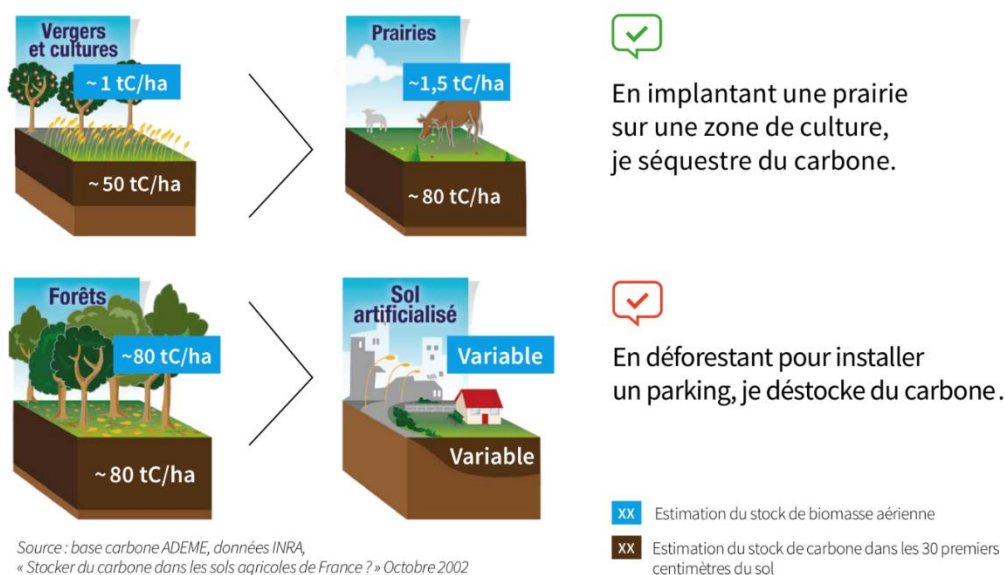


Figure 201 : Exemples de séquestration et de déstockage du carbone (Source : ADEME²⁹⁶)

Il est important de noter que :

²⁹⁶ ADEME, Juin 2014, « Carbone organique des sols, L'énergie de l'agroécologie, une solution pour le climat », 15 p.

- Les sols déstockent beaucoup plus vite qu'ils ne stockent²⁹⁷,
- 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)

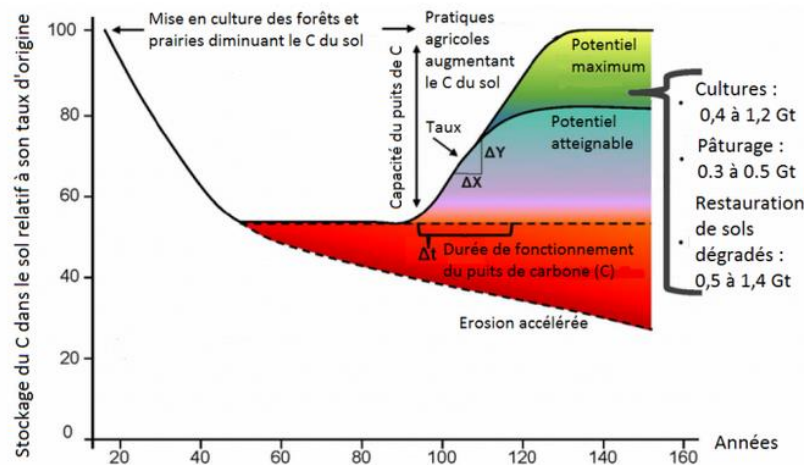


Figure 202 : Effets du changement d'utilisation des terres et gestion du carbone du sol
(Source : d'après Rattan et al., 2016²⁹⁸).

Nous nous appuyons sur l'outil ALDO²⁹⁹ 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 Cover³⁰⁰ (2006 et 2012).

8.2 STOCKS DE CARBONE

8.2.1 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

²⁹⁷ 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](https://www.inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/225455-e2ffa-resource-synthese-en-francais.html)

²⁹⁸ 2016, Rattan et al., « Beyond COP 21: Potential and challenges of the « 4 per Thousand » initiative », Journal of Soil and Water Conservation, 20 p.

https://www.c-agg.org/wp-content/uploads/Journal_of_Soil_and_Water_Conservation-2016-Lal-20A-5A.pdf

²⁹⁹ <https://www.territoires-climat.ademe.fr/actualite/loutil-ald0-pour-une-premiere-estimation-de-la-sequestration-carbone-dans-les-sols-et-la-biomasse>

³⁰⁰ <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/corine-land-cover-occupation-des-sols-en-france/>

tonne d'équivalent CO₂ (t eqCO₂). Par souci de simplification, nous n'utiliserons que la tonne équivalent CO₂ 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...).

8.2.2 STOCKS DES SOLS ET DE LA BIOMASSE

8.2.2.1 *Occupation des sols du territoire*

Sur un territoire de 15 600 ha, les espaces dédiés à l'agriculture (cultures, vignes, vergers et haies agricoles) occupent 12 300 ha, soit 70 % des surfaces, la forêt 800 ha, et les sols artificialisés environ 2 500 ha. A noter, 221 ha de zones humides sont recensés, correspondant principalement à la surface du Rhône ainsi qu'au Lac de la Lionne.

A noter : Il s'agit de données d'occupation du sol issues directement de l'outil ALDO, préconisé par l'ADEME pour la quantification de la séquestration carbone, qui fonctionne avec les données Corine Land Cover 2006 et 2012 et des données d'inventaire forestier. Ces données sont pertinentes concernant les surfaces agricoles et forestières, mais peu précises concernant l'artificialisation des sols. Néanmoins, elles permettent une comparaison sur la même base théorique à 6 année d'intervalle, et montrent précisément les phénomènes de puits de carbone forestier et de dynamiques agricoles. Les données potentiellement mobilisables auprès du SCoT du SMBVA en cours de révision seraient plus fine en matière d'artificialisation, mais moins pertinentes pour saisir les grands flux liés à l'agriculture et la forêt.

Types d'occupation des sols	Total	
	ha	%
Cultures	10 964	70%
Prairies	-	0%
Feillus	209	1%
Mixtes	285	2%
Conifères	83	1%
Peupleraies	11	0%
Zones humides	221	1%
Vergers	187	1%
Vignes	1 170	7%
Sols artificiels imperméabilisés	1 984	13%
Sols artificiels arbustifs	496	3%
Sols artificiels arborés et buissonnants	-	0%
Haies associées aux espaces agricoles	127	1%
TOTAL	15 612	100%

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

Figure 203 : Occupation des sols en 2012 (Source : Corine Land Cover).

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 eqCO₂	t eqCO₂	t eqCO₂	t eqCO₂
Cultures	1 728 595	0	0	1 728 595
Prairies zones herbacées	0	0	0	0
Prairies zones arbustives	0	0	0	0
Prairies zones arborées	0	0	0	0
Forêts de feuillus	63 720	6 909	28 946	99 576
Forêts mixtes	86 856	9 418	37 652	133 926
Forêts de résineux	25 405	2 755	10 597	38 757
Peupleraies	3 451	374	2 154	5 979
Zones humides	0	0	0	0
Vergers	31 581	0	10 985	42 566
Vignes	167 333	0	21 453	188 786
Sols artificiels imperméabilisés	218 252	0	0	218 252
Sols artificiels enherbés	100 032	0	12 731	112 764
Sols artificiels arborés et buissonnants	0	0	0	0
Haies associées aux espaces agricoles	0	0	16 766	16 766
Toutes occupations	2 425 225	19 456	141 285	2 585 967

Figure 204 : Stocks de carbone par type d'occupation des sols et type de réservoirs pour le territoire
(en t eqCO₂, 2012), (source : Outil ALDO)

A noter : L'outil ALDO affectait 101 503 t eqCO₂ aux zones humides, la base de données Corine Land Cover agglomérant les tourbières et les milieux aquatiques terrestres, impliquant une confusion importante, ces derniers ne représentant que des stocks négligeables, comme en témoigne cette citation d'un rapport du ministère de la transition écologique et solidaire :

« Faut de données et d'enjeu fort identifié, on considère que la séquestration nette du carbone au sein des milieux aquatiques terrestres (voies d'eau, fleuves, rivières, lacs par exemple) et des milieux montagneux, rocheux (roches nues, glaciers, neiges éternelles) est négligeable »³⁰¹.

Nous avons donc considéré comme nulle cette valeur.

³⁰¹ Mars 2019, Commissariat général au développement durable, "**La séquestration de carbone par les écosystèmes en France**", Analyse Thema, 102 p.

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20La%20sequestration%20de%20carbone%20par%20les%20ecosysteme.pdf>

8.2.2.2 *Bilan des stocks de carbone dans les sols*

	Surface	Tous réservoirs
	ha	kteqCO2
Cultures, vignes, vergers	12 321	1 977
Prairies	-	-
Forêts	590	278
Zones humides	221	0
Sols artificiels	2 480	331
TOTAL	15 612	2 586

Figure 205 : Surfaces (en ha) et stocks de carbone (en kt eqCO₂) par type d'occupation des sols en 2012
(Source : Outil : ALDO)

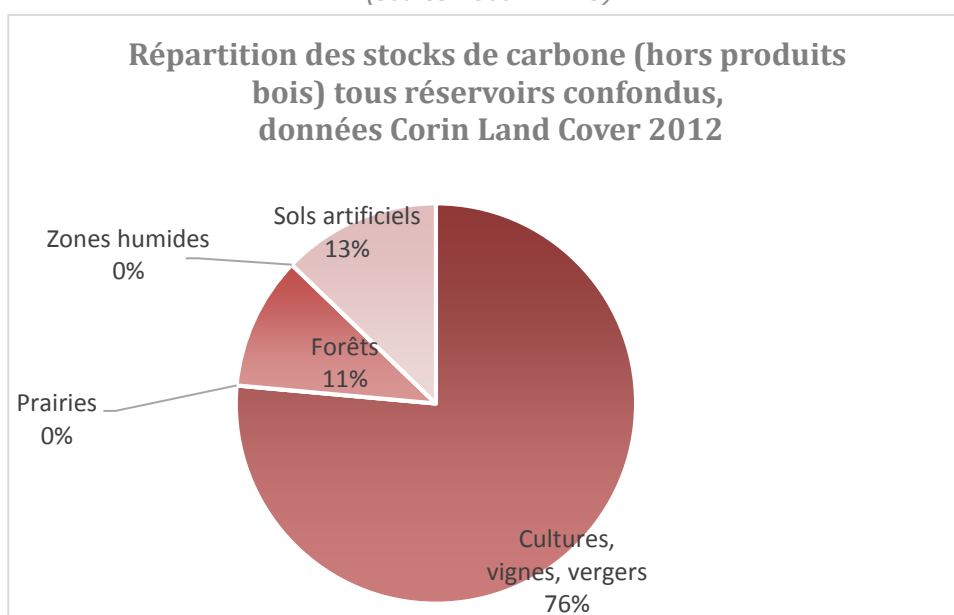


Figure 206 : Répartition (en %) des stocks de carbone (hors produits bois) tous réservoirs confondus en 2012

8.2.2.3 *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.

	tCO₂	%
Bois d'œuvre	132 678	41%

(sciages)		
Bois d'industrie (panneaux, papiers)	193 447	59%
Total	326 125	100%

Figure 207 : Stocks de carbone (en t eqCO₂) dans le bois d'œuvre et le bois d'industrie en 2012
(Source : Outil ALDO)

8.2.2.4 Synthèse

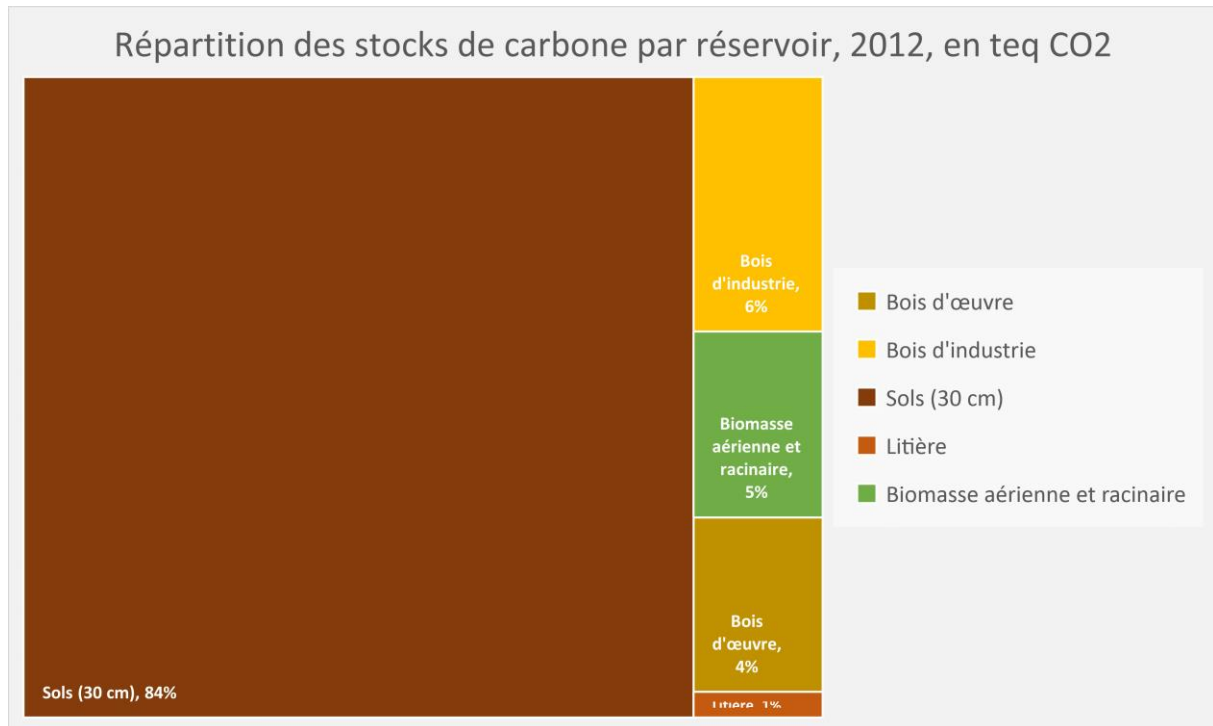
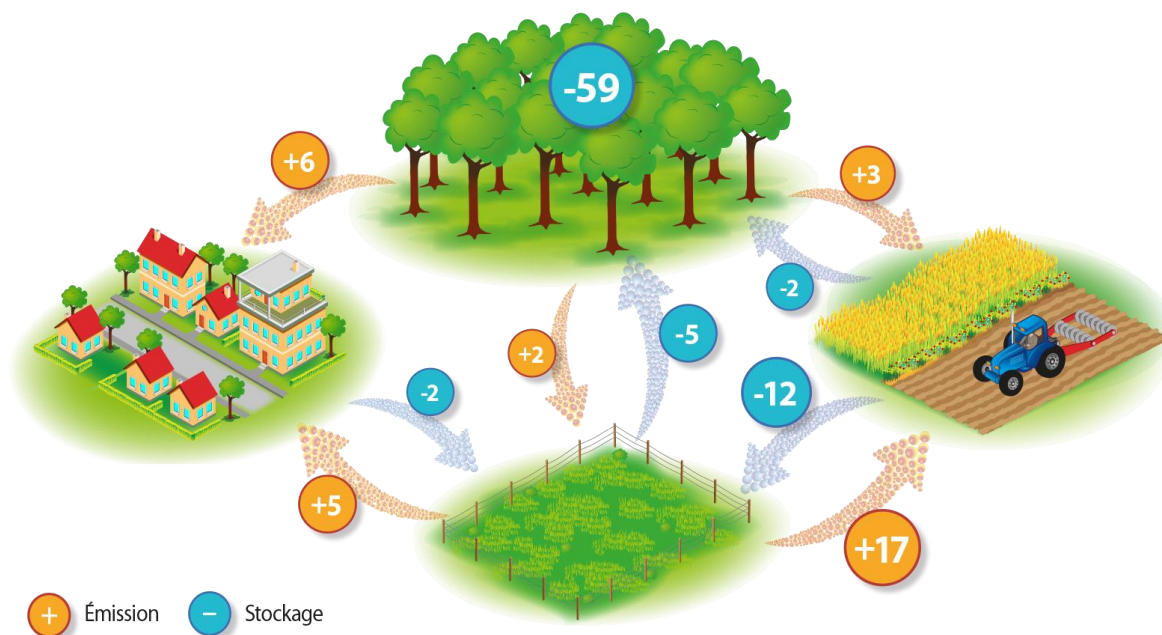


Figure 208 : Répartition en 2012 des stocks de carbone pour tous les réservoirs
(Source : Outil ALDO)

8.3 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'enrichissement ou à des changements de pratiques agricoles. Cependant, leur conversion en terres arables et leur artificialisation, se traduit par une émission nette de CO₂.

Les émissions de CO₂ par type d'espace et lors des changements d'affectation des sols sont illustrées dans le schéma ci-dessous :



• Emissions de CO₂ par type d'espace et lors des changements d'affectation, en millions de tonnes équivalent CO₂ (valeurs 2013 - Source CITEPA 2015)⁴³.

Figure 209 : Emissions de CO₂ par type d'occupation des sols et lors de leurs changements d'affectation (En t eqCO₂) (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 CO₂ par an, contre 9 aujourd'hui. La PPE (programmation pluriannuelle de l'énergie) en cours d'approbation vise à remplacer le facteur 4 par le principe de « neutralité carbone » en 2050. Cet objectif suppose de renforcer les dynamiques de stockage de carbone, par les écosystèmes naturels (ou d'autres dispositifs) et de réduire l'artificialisation des sols, ceux-ci étant d'importants « puits » de stockage du carbone.

Le plan biodiversité³⁰², présenté en juillet 2018, fixe comme feuille de route le « zéro artificialisation nette » sans toutefois préciser d'horizon temporel. Toute artificialisation devant être compensée.

8.3.1 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, 126 ha ont été artificialisés chaque année sur le territoire, au détriment des cultures (20 ha par an en moyenne) et des vignes (1 ha par an).

	TOTAL		Augmentation annuelle	Diminution annuelle
	CLC 2006	CLC 2012	ha	ha
Cultures	11083	10964	0,0	-20
Prairies	0	0	0,0	0
Forêts	590	590	0,0	0
Zones humides	221	221	0,0	0
Vergers	187	187	0,0	0
Vignes	1176	1170	0,0	-1
Sols artificiels imperméabilisés	1884	1984	16,7	0
Sols artificiels enherbés	471	496	4,2	0
Sols artificiels arborés et buissonnants	0	0	0,0	0
TOTAL	15612	15612	21	-21

Figure 210 : 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.

Ce changement d'affectation des sols implique des émissions de GES de 900 teqCO₂ chaque année. Même si ce chiffre est probablement sous-évalué, l'impact des émissions liées au changement d'affectation des sols est important, d'autant que l'artificialisation des terres est aussi un enjeu fort pour l'agriculture et la biodiversité.

8.3.2 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

³⁰² 4 juillet 2018, Comité interministériel biodiversité, « **Plan Biodiversité** », 28 p.

<https://biodiversitetousvivants.fr/le-plan-biodiversite-pour-la-france-metropolitaine-et-loutre-mer>

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

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 1 000 tonnes de carbone, équivalent en termes d'émissions à 3 700 t_{eqCO₂} tous les ans.

8.3.3 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 CO₂ est positif, il est de l'ordre de plus d'1,5 millions de tonnes par an.

Ramené à la population du territoire, cela représente 1 170 t par an.

8.3.4 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	(-) 0,9
Forêts	Séquestration	(+) 3,6
Produits bois	Séquestration	(+) 1,2
Total	Séquestration nette	(+) 4

Figure 211 : Estimation de la séquestration nette annuelle de carbone pour le territoire
(Source : Outil ALDO)

Ces flux peuvent être comparés à ceux estimés au niveau national :

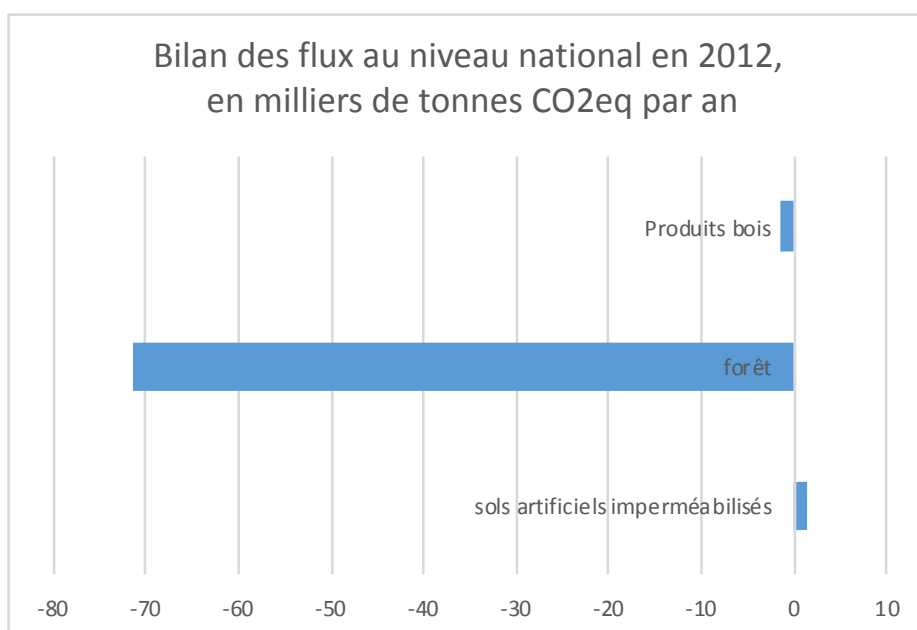
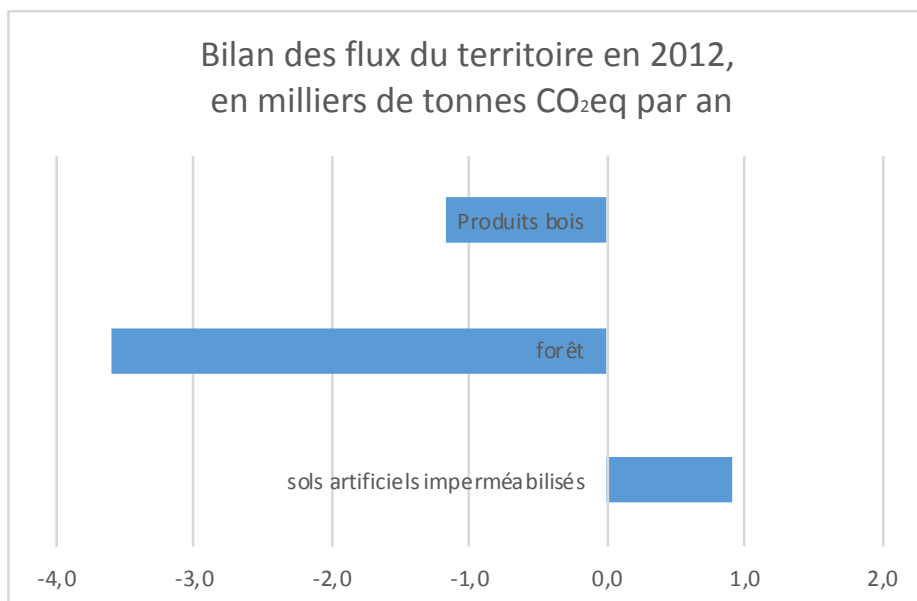


Figure 212 : Bilan annuel des flux de séquestration et de déstockage du CO₂ au niveau du territoire de la CCSC et au niveau national (Source : Outil ALDO).

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 1,5 % les émissions directes du territoire, évaluées à 279 t de eqCO₂.

Comparé au territoire « France », le territoire de la CCSC bénéficie d'un puit forestier très faible et les impacts liés à l'artificialisation et aux produits bois représentent des enjeux comparativement bien plus importants.

8.4 ÉLÉMENTS PROSPECTIFS ET RECOMMANDATIONS

8.4.1 SYNTHÈSE

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.**

8.4.2 BAISSE DE L'ARTIFICIALISATION

L'objectif « zéro artificialisation nette » permettrait de tendre vers une réduction annuelle d'émissions de 900 t eqCO₂. 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.

Cela correspond par ailleurs aux objectifs annoncés du SCoT et à la règle du SRADDET de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (LD2-Obj47A) : « Déterminer des objectifs chiffrés de la consommation de l'espace et de lutte contre l'étalement urbain, à l'échelle du SCOT, ou à défaut du PLU, divisant au moins par 2 le rythme de la consommation des espaces agricoles, naturels et forestiers observé entre 2006 et 2014, période de référence du SRADDET, à l'horizon 2030, et en cohérence avec le développement démographique du territoire.

A titre d'illustration, une trajectoire restreignant l'artificialisation pour atteindre « zéro artificialisation » nette en 2050, comme le demande l'Etat³⁰³, pourrait être celle-ci :

	Hypothèses						
	2006	2012	2018	2023	2030	2040	2050
Sols artificiels (ha)	2355	2480	2606	2706	2839	2989	3069
Artificialisation annuelle (ha)		21	20	19	15	8	2
Économies d'émissions annuelles par rapport à 2018 en t eqCO₂				45	190	422	905

³⁰³ Instruction du gouvernement du 29 juillet 2019 relative à l'engagement de l'Etat en faveur d'une gestion économe de l'espace.

http://circulaires.legifrance.gouv.fr/pdf/2019/07/cir_44820.pdf

Figure 213 : Hypothèses de réduction de l'artificialisation pour atteindre zéro artificialisation nette à l'horizon 2050 et économies annuelles d'émissions de carbone associées

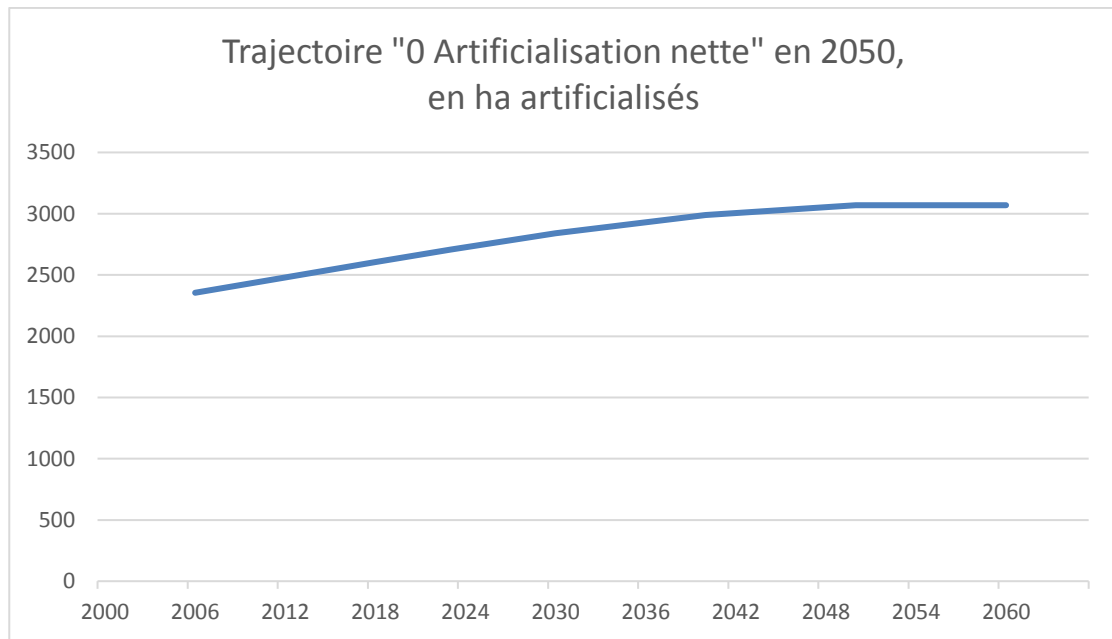


Figure 214 : Trajectoire "zéro artificialisation nette" en 2050 en ha artificialisés.

L'objectif « zéro artificialisation nette » permettrait de tendre vers une réduction annuelle d'émissions de 900 t eqCO₂.

Le ministère de la transition écologique et solidaire promeut à ce titre la démarche ERC (éviter / réduire / compenser) pour limiter les impacts environnementaux des aménagements :

- **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.

Dans ce sens :

- France Stratégie a produit un rapport identifiant les leviers d’actions pour atteindre un objectif de zéro artificialisation nette³⁰⁴,
- Le Commissariat Général au Développement Durable à modéliser des scénarios pour tendre vers l’objectif de zéro artificialisation nette³⁰⁵.

En complément, la question de l’imperméabilisation des sols est aussi un enjeu fort, les épisodes de fortes précipitations impliquent d’importants dégâts notamment d’inondation qui peuvent être prévenus par la multiplication de surfaces de pleine terre en zone urbaine et la gestion des eaux pluviales³⁰⁶.

8.4.3 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 sylvicole³⁰⁷. Si cet enjeu est assez marginal localement, il convient néanmoins de sanctuariser et développer les espaces boisés.

Ainsi, une forêt jeune qui est en croissance stocke davantage de carbone qu’une vieille forêt dont la productivité va progressivement plafonner.

Ce phénomène est lié notamment au fait que :

- La mortalité naturelle (relargage du CO₂ par la décomposition de la litière et du bois mort) compense son accroissement biologique (assimilation du CO₂ via la photosynthèse) et donc sa capacité de séquestration,
- La compétition des arbres entre eux provoque, naturellement ou à l’aide du forestier, une diminution de la densité des arbres par unité de surface.

Le 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 coupes³⁰⁸.

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

³⁰⁴ Juillet 2019, France stratégie, « **Objectif zéro artificialisation nette : quels leviers pour protéger les sols ?** », 54 p.

<https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-2019-artificialisation-juillet.pdf>

³⁰⁵ Décembre 2019, Commissariat général au Développement Durable, « **Trajectoires vers l’objectif zéro artificialisation nette, éléments de méthode** », 6p.

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Trajectoires%20vers%20l%E2%80%99objectif%20z%C3%A9ro%20artificialisation%20nette.pdf>

³⁰⁶ 2012, MONTOROI J-P, « **Rôles des sols sur la genèse des inondations** », Symposium européen sur les problèmes actuels de la protection contre les inondations, 6p.

http://www.donnees.centre.developpement-durable.gouv.fr/symposium/expose/ST1-1_fra.pdf

³⁰⁷ 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

³⁰⁸ 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

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

Il convient également de prendre en compte les impératifs d'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 événements peuvent être responsables d'émissions massives de CO₂.

Une étude récente de l'INRA³⁰⁹ indique qu'en forêt, aucune pratique "plus" stockante que les pratiques actuelles n'ont été identifiées. 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 »³¹⁰ pour réaliser des scénarios de plantation d'arbres urbains à destination des élus et des gestionnaires de patrimoine arboré,**
- **Le protocole « Florilèges prairies urbaines³¹¹ » pour des formations sur le suivi biologique des prairies urbaines.**

8.4.4 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 climat³¹² » portée par la France en 2015 à l'occasion de la COP 21.

³⁰⁹ 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.

³¹⁰ <http://www.arbre-en-ville.fr/arboclimat/>

³¹¹ <http://www.florileges.info/>

³¹² 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 CO₂. Le caractère simpliste de ce calcul a été, à juste titre, souligné.

Une étude récente de l'INRA³¹³ a mis en évidence plusieurs pratiques à fort potentiel de stockage comme le développement :

- **Des cultures intermédiaires,**
- **Des prairies temporaires,**
- **De l'agroforesterie intra-parcellaire**³¹⁴**315.**

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.

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 CO₂) est ainsi jugé optimiste par plusieurs auteurs.

³¹³ 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.

³¹⁴ 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>

³¹⁵ 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.

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 :

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	0	0
Intensification modérée des prairies peu productives (hors alpages et estives)	0,84	0	0
Agroforesterie en grandes cultures	3,78	1100	4200
Agroforesterie en prairies	3,70	0	0
Couverts intermédiaires (CIPAN) en grandes cultures	0,91	8800	8000
Haies sur cultures (60 mètres linéaires par ha)	1,24	4400	5500
Haies sur prairies (100 mètres linéaires par ha)	2,16	0	0
Bandes enherbées	1,20	4400	5300
Couverts intercalaires en vignes	1,08	600	600
Couverts intercalaires en vergers	1,80	100	200
Semis direct continu	0,60	1100	700
Semis direct avec labour quinquennal	0,40	2200	900
		Total	25 400

Figure 215 : 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'agri³¹⁶ pour et co-élaborer des scénarios avec les acteurs locaux.

8.4.5 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.

³¹⁶<https://www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-agricole/passer-a-l'action/dossier/evaluation-environnementale-agriculture/loutil-climagri>

L'étude Terracrea³¹⁷ 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 Terracrea rapporté à la population du territoire.

	Population	Flux positif actuel (kteqCO ₂)	Flux positif potentiel 2050 scénario Isol++ (kteqCO ₂)	Flux supplémentaire (t eqCO ₂)
France	67 000 000	10 218	24 784	14 566
Territoire	49 123	7,5	18	11

Figure 216 : Illustration du potentiel de séquestration carbone par les biomatériaux à partir de l'étude Terracrea.

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 11 000 teq CO₂, pendant la durée de vie des premiers bâtiments construits. Au bout d'un certain temps, les démolitions ou rénovations impliquant une mise en décharge de matériaux viendraient diminuer ce flux.

8.5 SYNTHÈSE

La séquestration nette de carbone du territoire est estimée à 4 kt eqCO₂.

Origine des flux de carbone	Type de flux	kt eqCO ₂ / an
Artificialisation et changement d'usage des terres	Émissions	(-) 0,9
Forêts	Séquestration	(+) 3,6
Produits bois	Séquestration	(+) 1,2

³¹⁷ 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

Total	Séquestration nette	(+) 4
--------------	----------------------------	--------------

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre tous secteurs d'activités confondus ont été estimés à 279 kt eqCO₂. La séquestration nette de carbone représente ainsi 1,5 % 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 eqCO₂/an
Baisse de l'artificialisation	0,9
Confortement du puit biomasse	3,6
Pratiques agricoles	25,4
Développement de l'usage de matériaux biosourcés	10,7
Total	40,7

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.

Ces éléments peuvent être intégrés au cadre de dépôt du PCAET de la manière suivante :

		Séquestration nette de dioxyde de carbone en TeqCO₂	Année	Commentaires
Forêt	Estimation	3700	2012	Le puits que représente la biomasse forestière est à conforter, l'objectif est de le maintenir d'ici 2050 malgré les prélèvements et les effets du réchauffement climatique.
	Possibilité de développement	3700	2050	
Terres cultivées et prairies	Estimation	0	2012	En l'absence de données plus précises sur les pratiques agricoles actuelles, le puits 2012 est considéré comme nul, et le potentiel est détaillé dans le diagnostic
	Possibilité de développement	25400	2050	
Autres sols	Estimation	-600	2012	L'artificialisation est responsable d'émissions en 2012, la biomasse sur les terres artificialisées permet potentiellement d'envisager un puits modeste à l'avenir.
	Possibilité de développement	300	2050	

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

9.1 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 58% 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.

9.2 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.
- **Secteur déchets** : (Approche responsabilité) réduction de la production de déchets des habitants et limitation du stockage en décharge.

En conclusion :

- Les actions de sobriété énergétique et de développement des énergies renouvelables entraînent 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.

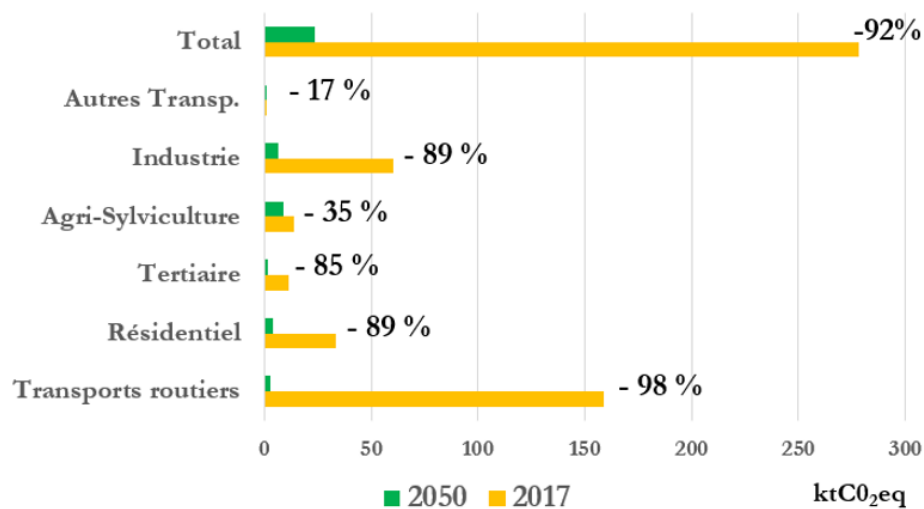
9.3 SYNTHÈSE

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.

Emissions sectorielles des GES en 2017 et en 2050



10. POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

10.1 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 NH₃ dans le secteur agricole selon le scénario AFTERRES 2050 (baisse par 3 des émissions).
- ISDND fermé et fin de la mise en décharge des déchets

10.2 ENJEUX ET POTENTIEL D'AMELIORATION

Les estimations du potentiel de réduction des polluants atmosphériques sont les suivantes :

- Baisse de 81% des émissions de NOx, 89% des gains étant obtenus grâce aux efforts conduits dans le transport routier,
- Baisse des émissions de particules fines :
 - 66% pour les PM2.5, 38% des gains étant obtenus grâce aux efforts de sobriété énergétique dans le résidentiel et 38% dans les transports
 - 59% pour les PM10, 43% des gains étant obtenus grâce aux efforts de sobriété énergétique dans les transports et 39% dans le résidentiel
- Baisse de 67% des émissions de NH₃, ces gains étant obtenus grâce à une modification des pratiques agricoles et notamment d'élevage, (alimentation, type de litière gestion des déjections), et conditions de stockage (Source ADEME – programme PRIMEQUAL),
- Baisse de SO₂ de 45% dont 80% provenant du secteur industriel
- Baisse des COVNM de 51%, dont la moitié résultant du secteur industriel, 37% du secteur résidentiel et 14% du secteur des transports.

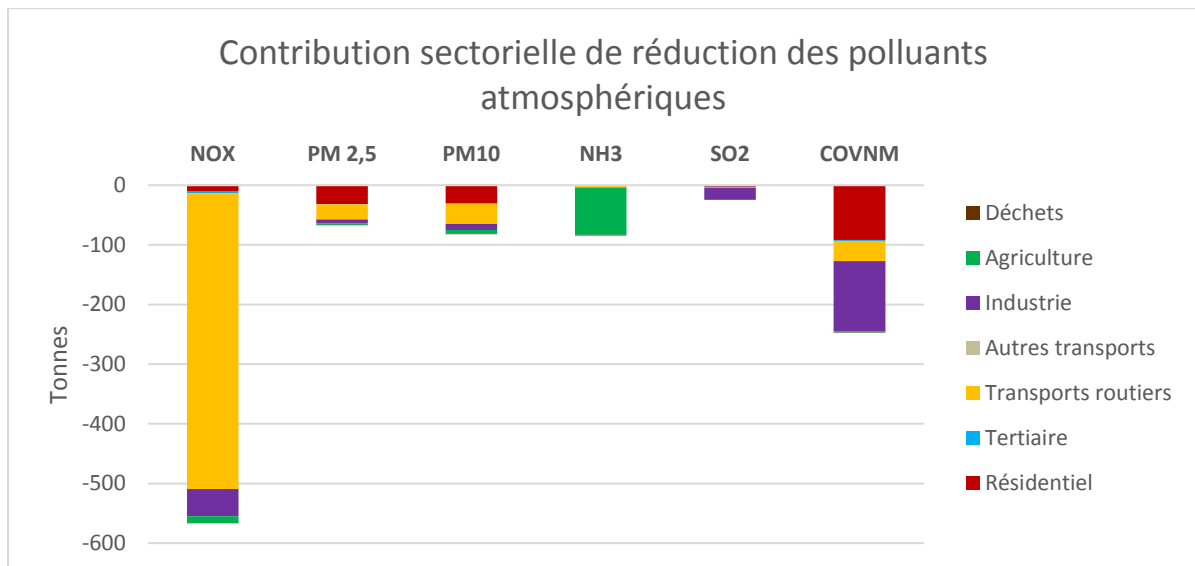


Figure 217 : Contribution sectorielle de réduction des polluants atmosphériques à l'horizon 2050 (source : Inddigo)

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 2017 sont :

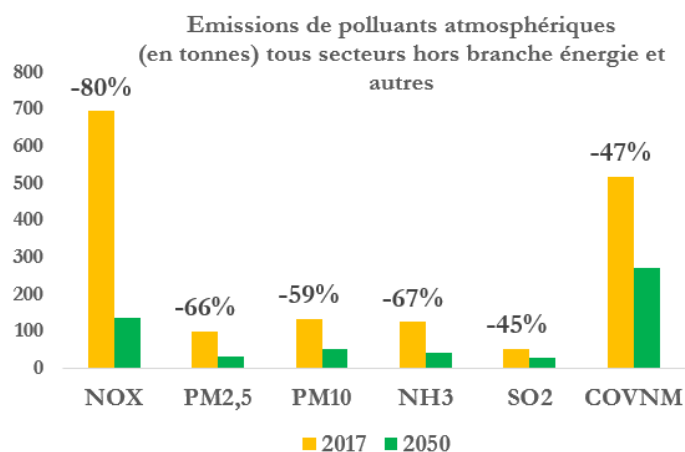
- Pour les NOx : réduction par 5,
- Pour les particules fines : réduction par 3,
- Pour le NH₃ : réduction par 3.

10.3 SYNTHÈSE

ÉMISSIONS 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 NH₃ dans le secteur agricole selon le scénario AFTERRRES 2050 (division par 3 des émissions).
- Traitement des déchets délocalisés



11. ENJEUX STRATEGIQUES

11.1 POTENTIELS DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Le potentiel de réduction de consommation d'énergie estimé à environ 712 GWh, soit 56% de la consommation du territoire en 2017.

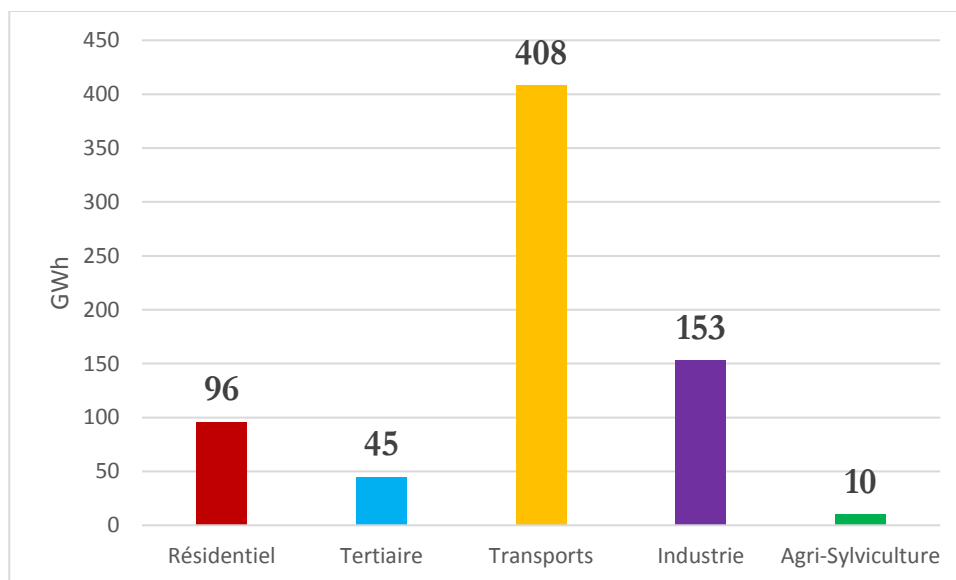


Figure 218 : Potentiels de réduction des consommations à 2050 (en GWh/an) pour les différents secteurs d'activité

11.2 POTENTIELS DE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION

Le potentiel de production en énergies renouvelables et de récupération est estimé à 710 GWh soit une augmentation de 620 GWh ou encore une multiplication par près de 8 par rapport à la production de ces énergies en 2017 (91 GWh).

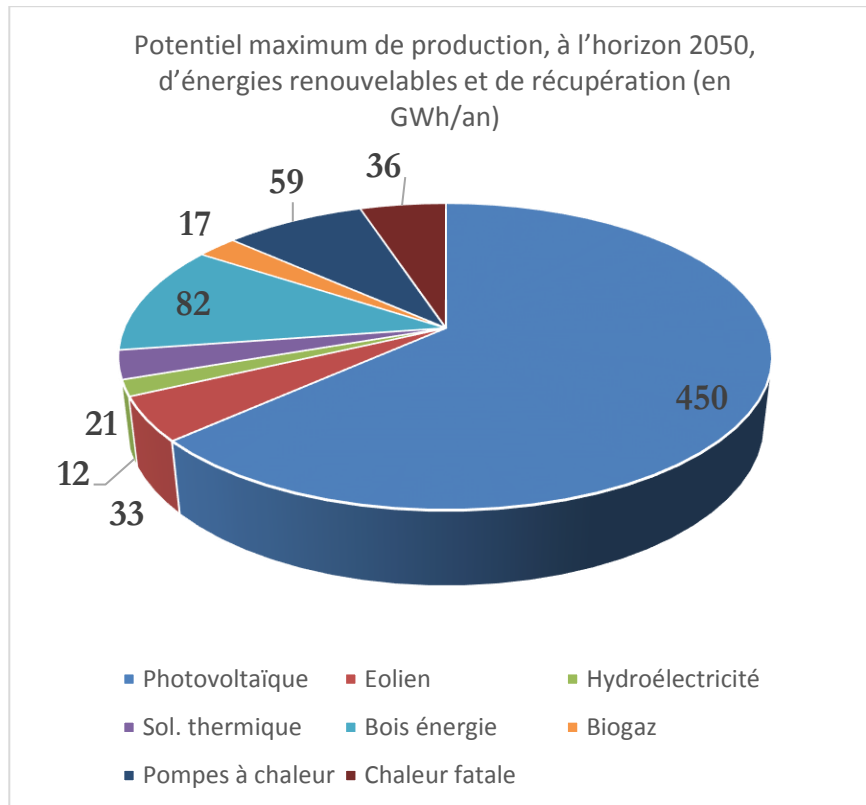


Figure 219 : Potentiel de production à l'horizon 2050 d'énergies renouvelables et de récupération (en GWh/an)

11.3 POTENTIEL D'ÉVOLUTION DE L'AUTONOMIE ÉNERGETIQUE DU TERRITOIRE

La figure suivante présente le total des consommations d'énergie finale et de production primaire d'ENR et R. pour le territoire en 2017 et potentielles maximales à l'horizon 2050.

TAUX DE COUVERTURE DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE PAR LA PRODUCTION D'ENR ET R.

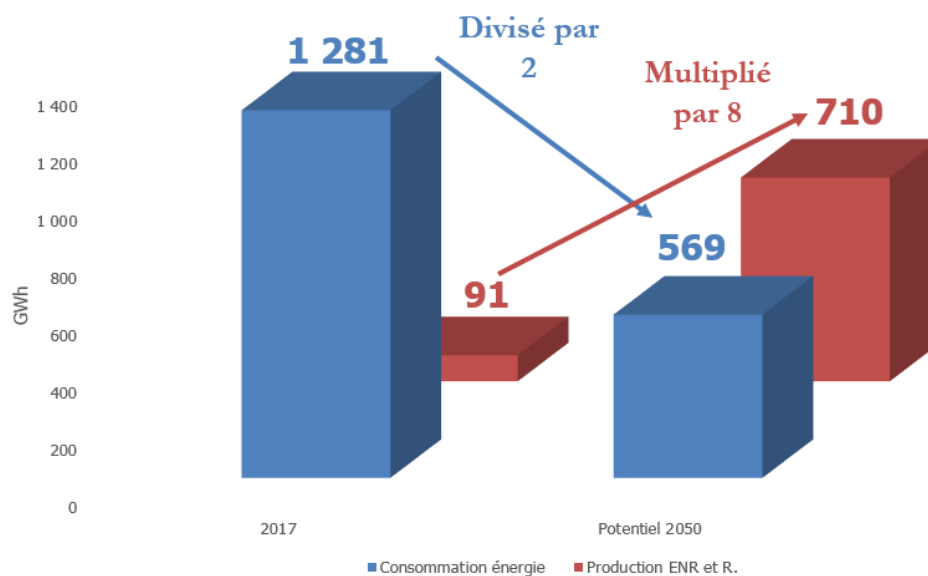


Figure 220 : Consommation d'énergie finale et de production d'énergies renouvelables et de récupération du territoire en 2017 et à l'horizon 2050 en tant compte des hypothèses présentées dans le rapport de diagnostic.

A l'horizon 2050, le potentiel maximal de production d'énergies renouvelables et de récupération estimé à 710 GWh pourrait couvrir la consommation d'énergie du territoire évaluée à 569 GWh.

Le territoire dispose d'un potentiel maximal de production d'énergies renouvelables et de récupération 8 fois supérieur à ce qu'il produisait en 2017.

11.4 SYNTHÈSE

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, des émissions de polluants atmosphériques et l'amélioration de la qualité de l'air	Résidentiel	1	La rénovation de l'habitat et la sobriété énergétique par l'évolution des comportements
		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, la suppression du brûlage des déchets verts
	Transport	7	Le développement des modes actifs
		8	Le développement des transports en commun et de l'intermodalité
		9	Le développement de la voiture partagée (co-voiturage, autopartage)
		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	Energies renouvelables électriques	12	Le développement la production et de la consommation d'électricité photovoltaïque
	Energies renouvelables thermiques	13	Le développement du solaire thermique, des pompes à chaleur et de la récupération de la chaleur fatale
		14	Le développement des chaufferies et réseaux de chaleur au bois

		15	L'équipement en appareils de chauffage au bois domestique performant
	Biogaz	16	Le développement de la méthanisation
Séquestration du carbone	Agriculture/ Forêts	17	Le développement des pratiques agricoles séquestrantes
	Bâtiments	18	Le développement de l'usage des matériaux biosourcés
Economie circulaire	Agriculture/Alimentation	19	La promotion d'un système alimentaire territorial durable
	Tertiaire/ Industrie	20	Le développement des échanges de ressources et de flux (matières, énergie ou compétences)
	Déchets	21	La prévention de la production et la valorisation des déchets
Adaptation au changement climatique	Eau	22	La gestion concertée des usages de l'eau et l'économie de la ressource en eau
	Risques naturels	23	La prévention des risques associés au retrait gonflement des argiles
		24	La prévention du risque inondation
	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 l'augmentation des températures en milieu urbanisé et dans les bâtiments
		28	La prévention et la lutte contre les espèces végétales et animales invasives

Figure 221 : Principaux enjeux identifiés

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 redondance³¹⁸, 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

³¹⁸La redondance signifie qu'un ouvrage est doublé d'un ouvrage de secours pour garantir l'alimentation en cas de perte d'un ouvrage.

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%).

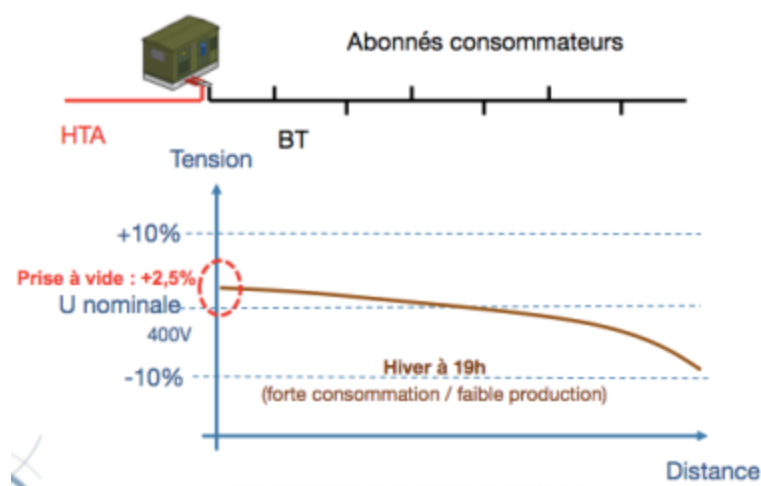


Figure 222 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production. (Source: Hespul)

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 inadmissibles qui engendrent 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 ».

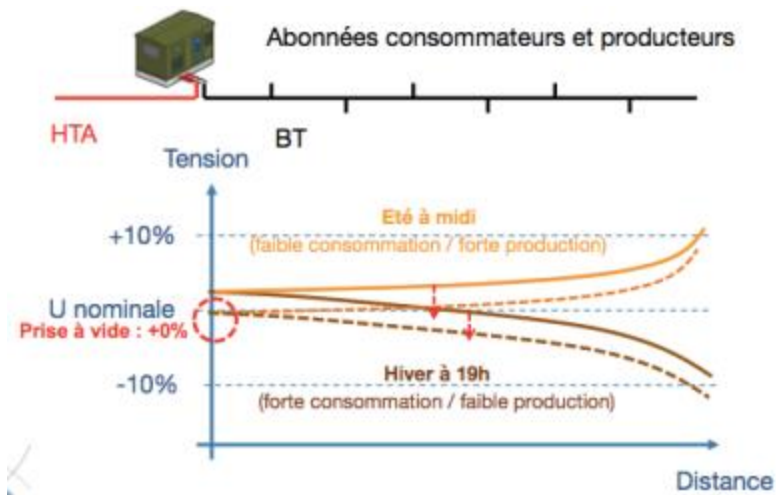


Figure 223 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production (ligne continue brune) et dans un cas inverse (ligne continue orange). Les producteurs sont ici des producteurs photovoltaïques. Les pointillés montrent les mêmes cas avec un 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)³¹⁹,
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)³²⁰
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.

³¹⁹ 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.

³²⁰ Cette solution de raccordement est à utiliser seulement dans le cas où une contrainte réseau est réelle parce qu'elle aura pour effet de diminuer de manière très significative la production d'électricité de source renouvelable sur le territoire.

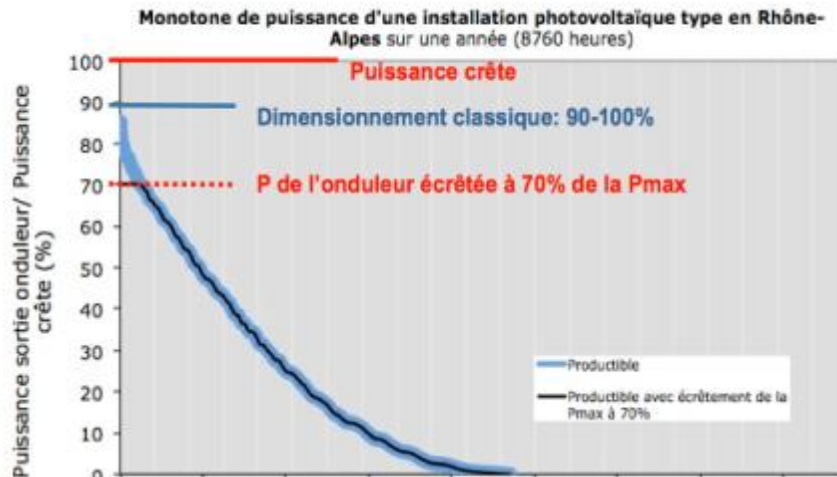


Figure 224 : Monotone de puissance d'une installation photovoltaïque montrant les pertes négligeables (moins d'1% de la production annuelle correspondant au petit triangle au-dessus de la ligne en pointillés) engendrées par un sous-dimensionnement de l'onduleur à 70% de la puissance crête (Source : Hespul)

12.3 ANNEXE 3 : LES DIFFERENTS GAZ RENOUVELABLES

La figure suivante présente les différents intrants et procédés permettant la 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.

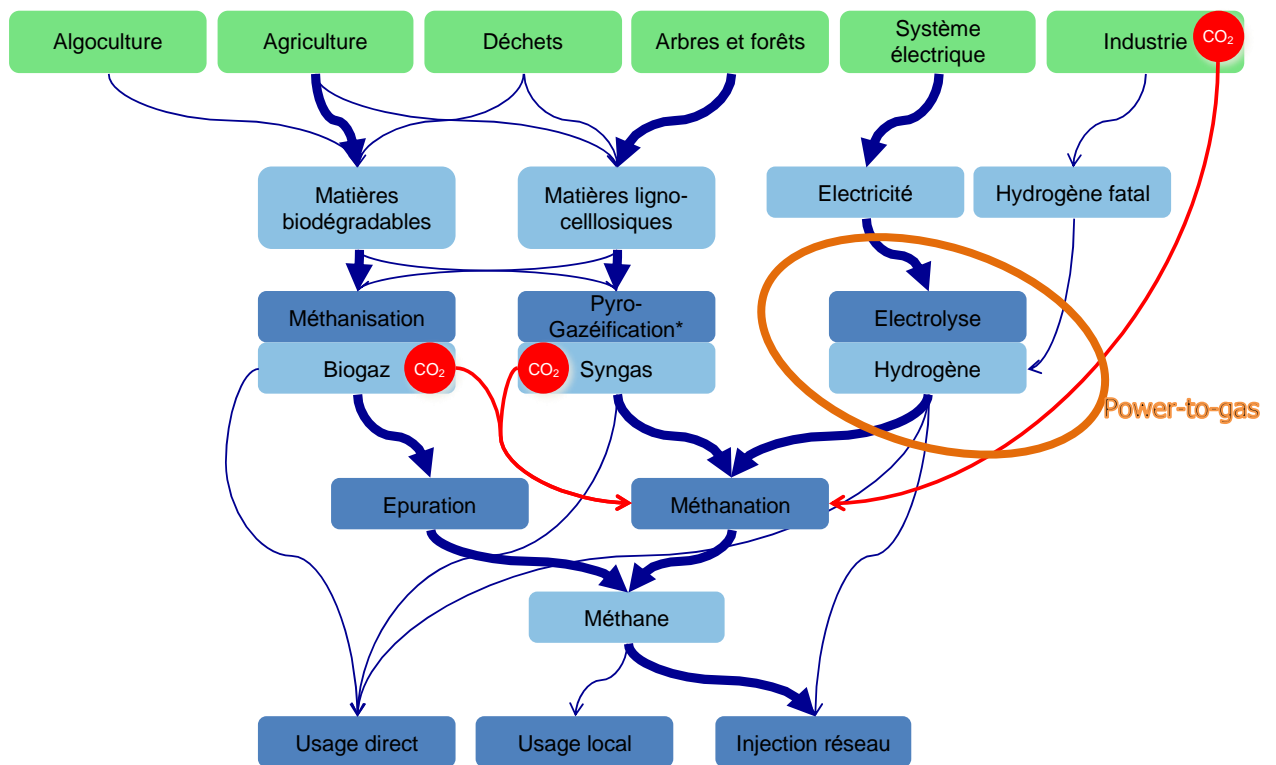


Figure 225 : Intrants et filières de conversion pour la production de gaz renouvelables

La pyrogazéification

La pyrogazéification est un procédé thermo-chimique, permettant de produire des combustibles solides, liquides ou gazeux à partir de matière organique. Selon les conditions de pression et de température, voire les agents de réaction, le procédé peut être orienté vers la production de gaz de synthèse appelé « syngas » et composé principalement de méthane, d'hydrogène, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone mais aussi de goudrons, et autres impuretés.

Le syngas peut être valoriser plus ou moins directement comme combustible pour de la production de chaleur ou en cogénération. Il est également possible de compléter le procédé afin d'obtenir un gaz principalement composé de méthane et injectable dans les réseaux.

Par rapport à des procédés de combustion direct, l'intérêt de la pyrogazéification réside dans la possibilité de :

- Obtenir des combustibles plus facilement utilisables permettant de diversifier les usages :
 - ✓ Usage carburant pour transport (liquide ou gazeux),
 - ✓ Production d'électricité à partir de moteur :
 - Augmentation du rendement électrique par rapport à cycle vapeur,
 - Cogénération de petite taille possible.
 - ✓ Valorisation chaleur haute température (industrie),
 - ✓ Vecteur énergétique facilement stockable, transportable (ex : méthane avec infrastructure gazière),
- Réduire les émissions polluantes :
 - ✓ Limitation de la production de polluant (procédé),
 - ✓ Volume de gaz à traiter beaucoup plus faible.

- Réaliser des installations plus compactes

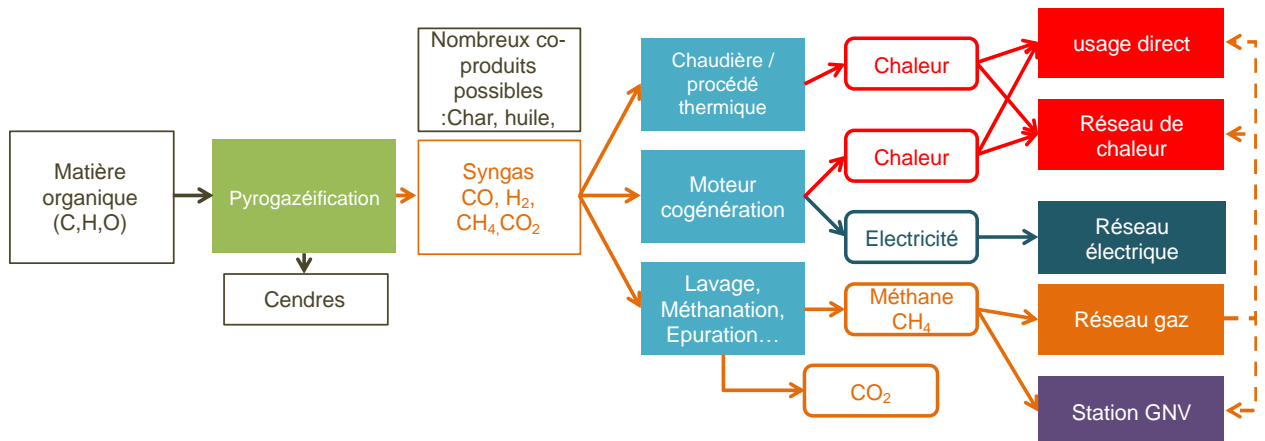


Figure 226 : Procédé de pyrogazéification (Source : SOLAGRO)

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 réseau³²¹.

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.

³²¹ Même si le gaz respecte les spécifications des opérateurs de réseau de gaz.

Le power-to-gas

Il consiste à convertir de l'électricité en gaz de synthèse³²². 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 ($4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$). 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 .

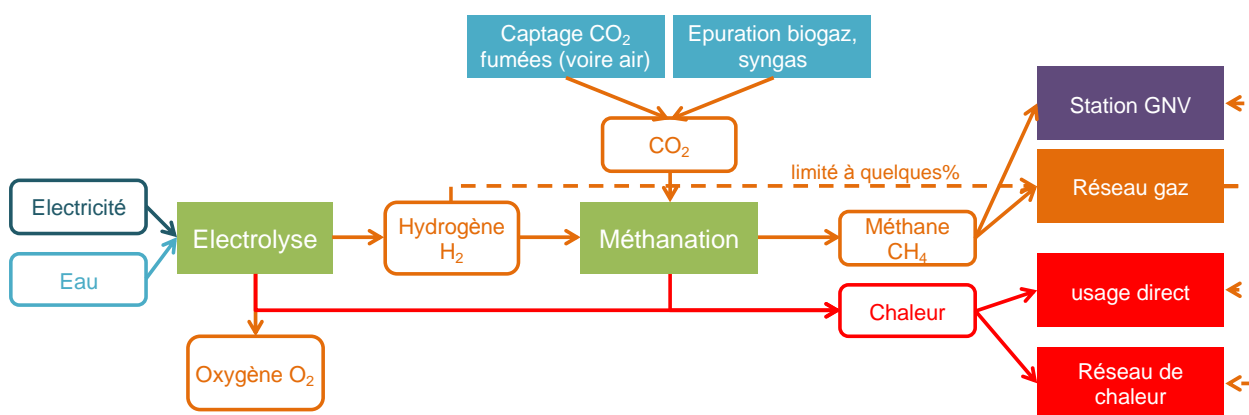


Figure 227 : Le Power-to-gas (Source : SOLAGRO)

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

³²² 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

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 Mm³ (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.

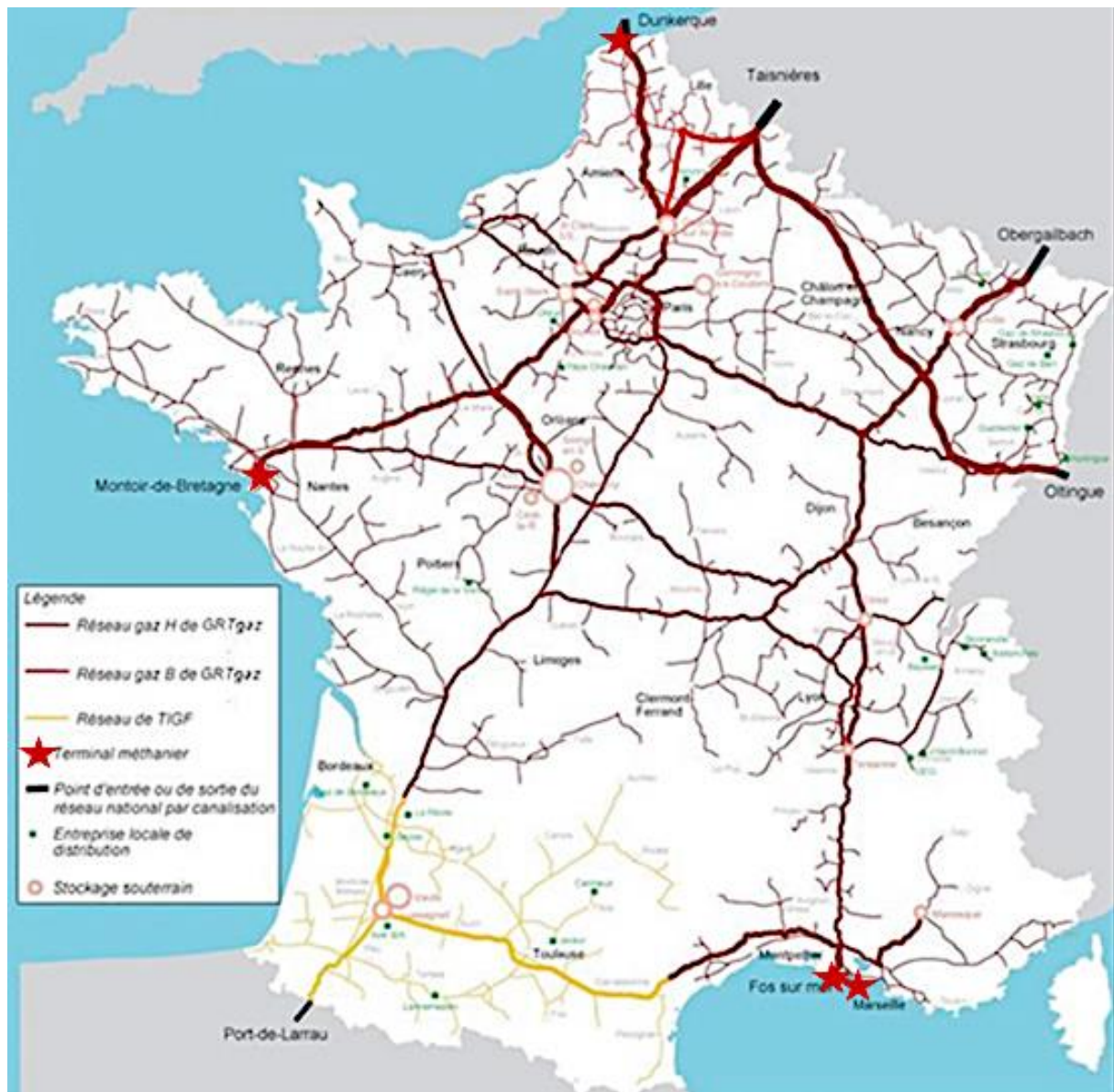


Figure 228 : Réseau de transport du gaz en France.

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 :

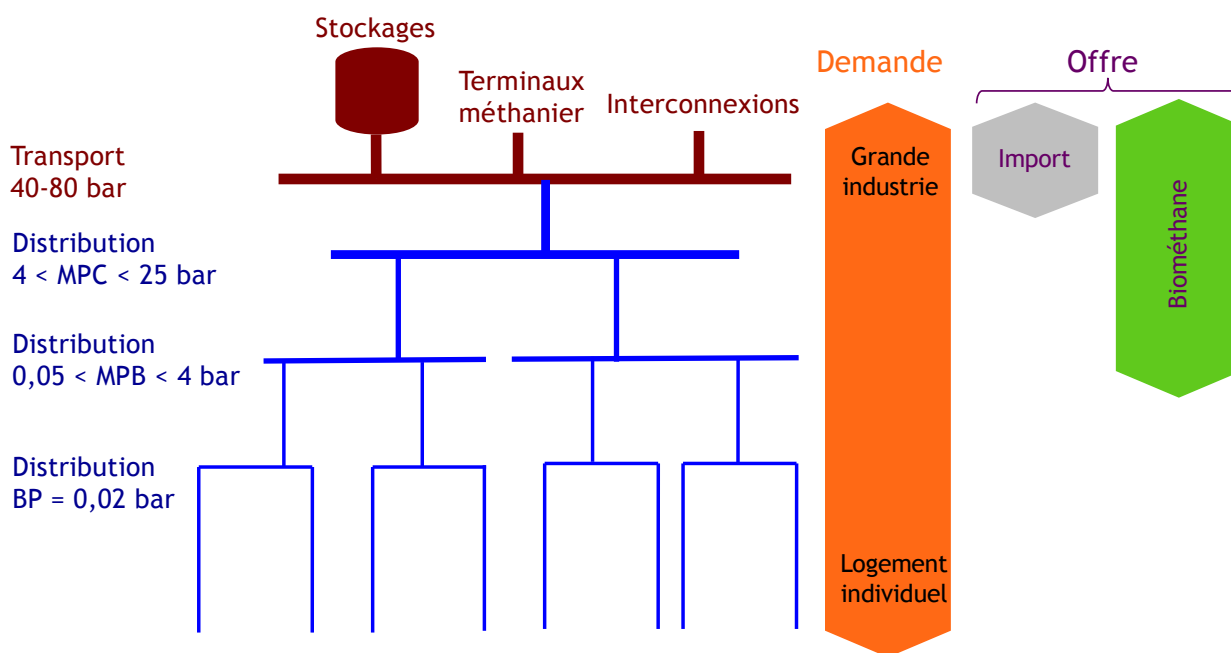


Figure 229 : Principe de fonctionnement du réseau de gaz (Source : Solagro).

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 de 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 respiration³²³ 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 aval (Figure 230). Sans modification du réseau, la production injectable sera limitée à la consommation sur cette maille d'équilibrage.

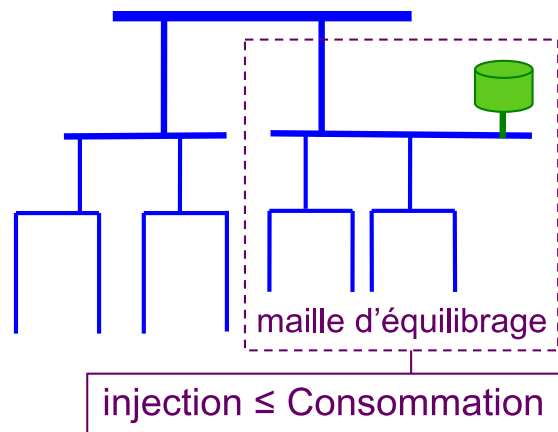
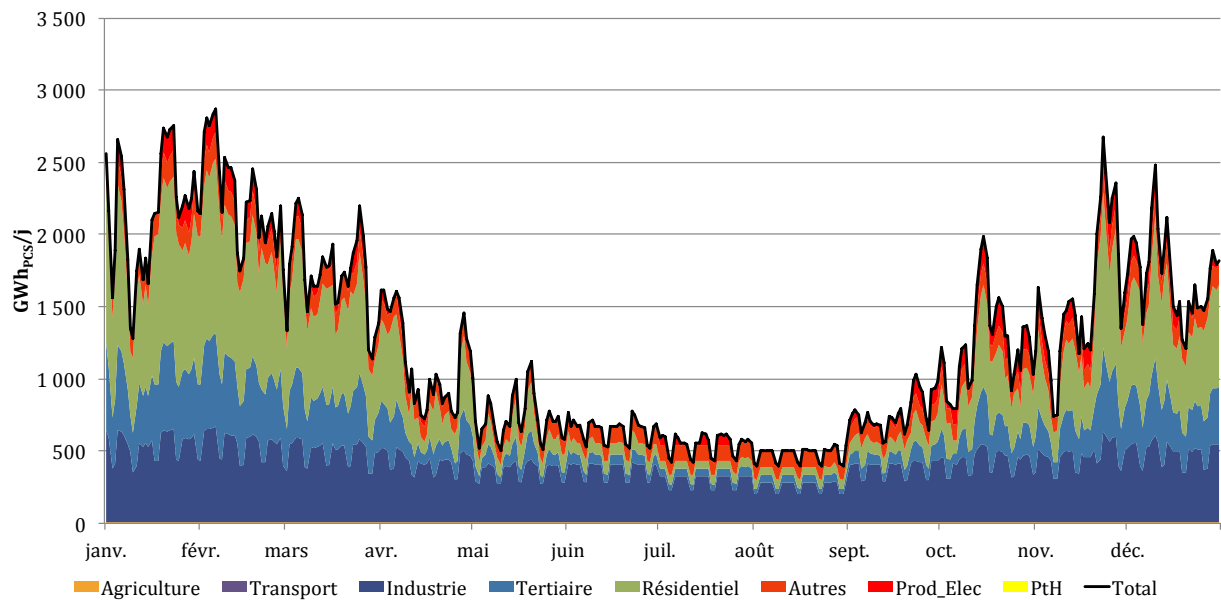


Figure 230 : Maille d'équilibrage pour le raccordement d'une unité de production de biométhane (Source : Solagro).

Les consommations de gaz ont un profil fortement saisonnalisé (Figure 231) 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.

³²³ 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.

Figure 231 – 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 :

- 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 entraîne une augmentation des coûts de production³²⁴ 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.

³²⁴ Ce mode de fonctionnement entraîne 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 :

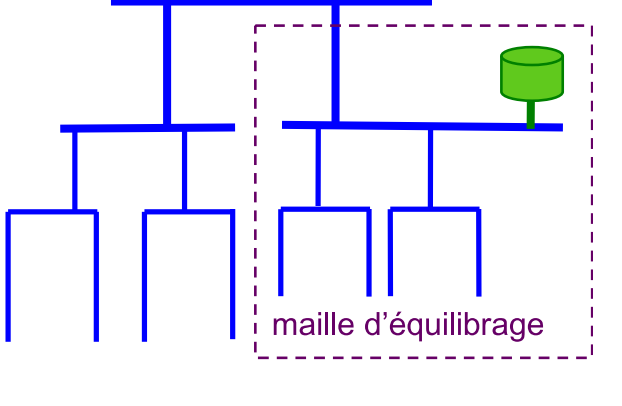
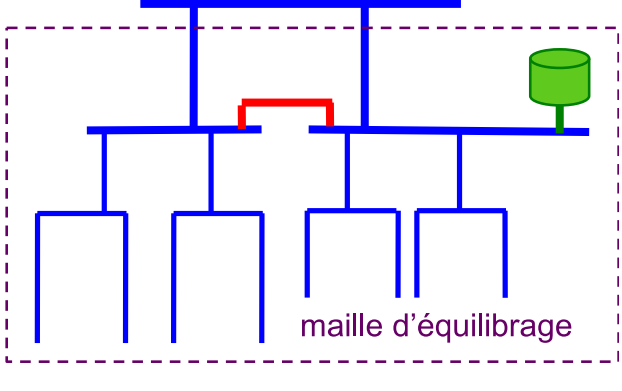
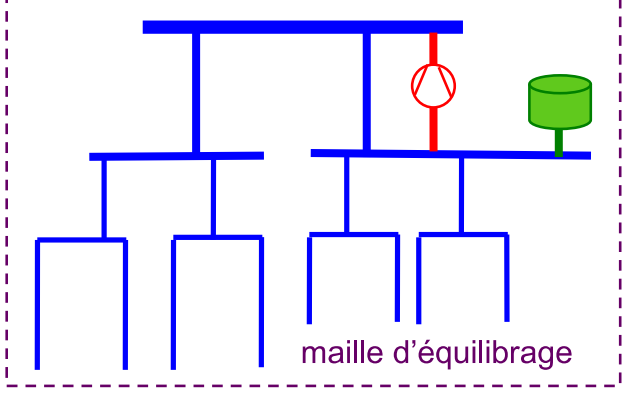
Levier	Illustration	État de mise en œuvre
<p>Flexibilité locale</p> <p>Gazomètre sur méthaniseur</p> <p>+</p> <p>Possibilité de moduler la consigne de pression dans les réseaux (gonflage/dégonflage du réseau local)</p>		En déploiement
<p>Maillage entre deux réseaux de distribution pour agrandir la maille d'équilibrage</p>		Déjà mis en œuvre
<p>Rebours : compresseur permettant de remonter du gaz dans un réseau de pression supérieure</p>		Premières expérimentations en France prévues en 2019

Figure 232 : Leviers pour augmenter la capacité d'injection du gaz.

12.5 ANNEXE 5 : ARRETES DE CATASTROPHE NATURELLES CONCERNANT DES INONDATIONS

Commune	Libellé	Date début	Date fin
Althen-des-Paluds	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Althen-des-Paluds	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Althen-des-Paluds	Inondations et coulées de boue	08/09/2002	09/09/2002
Althen-des-Paluds	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Althen-des-Paluds	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Althen-des-Paluds	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	07/04/1986	15/04/1986
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	30/07/1991	31/07/1991
Bédarrides	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	08/09/2002	09/09/2002
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	16/11/2002	17/11/2002
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	24/11/2002	25/11/2002
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Bédarrides	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Monteux	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Monteux	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993
Monteux	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Monteux	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Monteux	Inondations et coulées de boue	08/09/2002	09/09/2002
Monteux	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Monteux	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Monteux	Inondations et coulées de boue	03/10/2015	03/10/2015
Monteux	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Pernes-les-Fontaines	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Pernes-les-Fontaines	Inondations et coulées de boue	22/09/1993	24/09/1993
Pernes-les-Fontaines	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Pernes-les-Fontaines	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Pernes-les-Fontaines	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003
Pernes-les-Fontaines	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Pernes-les-Fontaines	Inondations et coulées de boue	03/10/2015	03/10/2015
Pernes-les-Fontaines	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986
Sorgues	Inondations et coulées de boue	07/04/1986	15/04/1986
Sorgues	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	21/09/1992	23/09/1992
Sorgues	Inondations et coulées de boue	08/10/1993	22/10/1993
Sorgues	Inondations et coulées de boue	06/01/1994	12/01/1994
Sorgues	Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994
Sorgues	Inondations et coulées de boue	08/09/2002	09/09/2002
Sorgues	Inondations et coulées de boue	16/11/2002	18/11/2002
Sorgues	Inondations et coulées de boue	24/11/2002	27/11/2002
Sorgues	Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003
Sorgues	Inondations et coulées de boue	14/12/2008	14/12/2008
Sorgues	Inondations et coulées de boue	26/08/1986	26/08/1986

Rapport Diagnostic Plan Climat Air Energie Territorial - CC Les Sorgues du Comtat

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 scénario négaWatt (Source : Association négaWatt).....	13
Figure 3 : Périmètre du territoire de la Communauté de Communes Les Sorgues du Comtat.....	16
Figure 4 : Evolution démographique du territoire entre 1968 et 2016 (source : INSEE)	17
Figure 5 : Répartition des emplois sur le territoire en 2016 (source : INSEE)	18
Figure 6 : Evolution des consommations énergétiques du territoire en GWh entre 2007 et 2017	20
Figure 7 : Répartition sectorielle des consommations énergétiques en GWh en 2017 (source : CIGALE)	21
Figure 8 : Evolution annuelle des consommations énergétiques du territoire entre 2007 et 2017	22
Figure 9 : répartition (en %) des énergies du territoire en GWh pour l'année 2017 (source : CIGALE)	23
Figure 10 : Consommations énergétiques par secteur et par type d'énergie en GWh en 2017 (Source : CIGALE).....	24
Figure 11 : Consommations énergétiques des communes par secteurs d'activités en GWh en 2017 (Source : CIGALE).....	24
Figure 12 : Consommations énergétiques des communes en MWh par habitant en 2017 (Source : CIGALE)	25
Figure 13 : Consommations énergétiques des communes (en GWh) par secteurs d'activités en 2017 (Sources : Inddigo, CIGALE).....	26
Figure 14 : Consommations énergétiques des communes par habitant en 2017 (Sources : Inddigo, CIGALE).....	27
Figure 15 : Evolution des émissions de GES du territoire en kt eqCO ₂ entre 2007 et 2017 (source : CIGALE).....	29
Figure 16 : Répartition sectorielle des émissions de GES en kteqCO ₂ sur le territoire en 2017 (source : CIGALE).....	30
Figure 17 : Evolution 2007/2017 des émissions de gaz à effet de serre du territoire par secteur d'activité.....	31
Figure 18 : Emissions de GES par type d'énergie en kteqCO ₂ en 2017 (source : CIGALE).....	32
Figure 19 : Part des différents gaz à effet de serre dans les émissions globales de gaz à effet de serre en 2017 (source : CIGALE)	33
Figure 20 : Emissions GES des communes par secteur d'activité en kteqCO ₂ en 2017 (source : CIGALE).....	33
Figure 21 : Emissions de GES par communes en teqCO ₂ par habitant en 2017 (source : CIGALE) ...	34
Figure 22 : Carte des émissions de GES (en kt _{eq} CO ₂) par commune par secteur d'activités en 2017 (sources : Inddigo, CIGALE)	35
Figure 23 : Carte des émissions de GES (en kt _{eq} CO ₂) par commune par habitant en 2017 (sources : Inddigo, CIGALE).....	36
Figure 24 : Emissions (en tonnes) des principaux polluants atmosphériques en 2017 sur le territoire de la CCSC et comparaison aux émissions départementales et régionales (source : CIGALE)	37
Figure 25 : Emissions (en tonnes) en 2017 des principaux polluants atmosphériques réglementés (Source : CIGALE).....	38
Figure 26 : Evolution des émissions de polluants entre 2007 et 2017 sur le territoire	39

Figure 27 : Part des différents secteurs (hors émetteurs non inclus) dans les émissions de polluants en 2017 (source : CIGALE)	40
Figure 28 : Indice synthétique annuel de la qualité de l'air en 2018 combinant les concentrations annuelles de trois polluants (NO ₂ , PM10, O ₃) (source : AtmoSud).	42
Figure 29 : Dépassement de la valeur cible fixée par la réglementation pour l'ozone en 2018 (En moyenne sur 8 heures : 120 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (moyenne calculée sur 3 ans) pour la région SUD (Source AtmoSUD).	46
Figure 30 : Répartition de la production d'énergies renouvelables (en %) par filière en GWh en 2017 sur le territoire de la CCSC (source : CIGALE)	51
Figure 31 : Evolution de la production d'énergies renouvelables (hors hydro) en GWh entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	51
Figure 32 : Evolution de la production de biomasse en MWh entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	52
Figure 33 : Consommation de biomasse pour les communes en 2017 (source : CIGALE, INSEE)	53
Figure 34 : Equipements bois-énergie au niveau national	54
Figure 35 : Production de bois par filières sur le territoire	56
Figure 36 : Modélisation des usages de la ressource bois-énergie (source : SOLAGRO)	57
Figure 37 : Carte des installations et projets de méthanisation en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.	58
Figure 38 Tamiser Environnement (Source : VALBIO)	59
Figure 39 : Evolution de la production solaire thermique en MWh entre 2007 et 2017 sur le territoire	60
Figure 40 : Evolution de la production solaire photovoltaïque en MWh entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	60
Figure 41 : Comparaison des données de production solaire PV provenant de l'observatoire CIGALE et Enedis en GWh (sources : CIGALE, Enedis)	61
Figure 42 : Installations solaire photovoltaïques d'une puissance supérieure à 36 kWc sur le territoire (source : RTE)	64
Figure 43 : Parcs photovoltaïques au sol sur le territoire (source : Google Maps)	64
Figure 44 : Installation photovoltaïque en toiture de la société Transport Dupoux à Sorgues	65
Figure 45 : Centrale hydroélectrique sur la Sorgue de Velleron à Pernes-les-Fontaines (source : http://www.eau-zone.eu/pernes_page1.php)	66
Figure 46 : Evolution des consommations énergétiques en GWh dans le secteur résidentiel entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	67
Figure 47 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur résidentiel par source d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	69
Figure 48 : Occupants des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE)	70
Figure 49 : Type d'occupation des logements en 2016 sur le territoire (source : INSEE)	70
Figure 50 : Date de construction des logements en 2016 (source : INSEE)	71
Figure 51 : Type de chauffage des résidences principales en 2016 sur le territoire (source : INSEE)	72
Figure 52 : Nombre moyen de pièce par maison et par appartement sur le territoire en 2016 (source : INSEE)	72
Figure 53 : Niveaux de travaux distingués dans l'enquête ménages réalisées par la CERC (source : CERC)	74

Figure 54 : Etiquettes énergétique et climat des DPE effectués dans le Vaucluse (source : Base DPE ADEME).....	77
Figure 55 : Tableau de comparaison des prix domestiques des différentes énergies (source : Base de données PEGASE – SOeS)	80
Figure 56 : Facture énergétique domestique au niveau communal et intercommunal en 2017 (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE).....	81
Figure 57 : Taux d'effort énergétique pour les trois premiers déciles de revenu déclaré, pour les 5 communes et leur intercommunalité (source : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE).....	81
Figure 58 : Taux d'effort énergétique par rapport au revenu médian déclaré pour les communes du territoire (sources : Filosofi INSEE 2016, PEGASE SOeS, CIGALE).....	82
Figure 59 : Interpolation linéaire pour estimer le taux de précarité énergétique des ménages sur le territoire (source : Inddigo)	83
Figure 60 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur des transports routiers en GWh 2007/2017 (source : CIGALE)	84
Figure 61 : Part des différents carburants dans la consommation énergétique du territoire (source : CIGALE)	85
Figure 62 : Consommations énergétiques et émissions de GES par type de véhicule (source : CIGALE)	86
Figure 63 : Emissions de polluants (en tonnes) dues au trafic autoroutier sur le territoire en 2017 ..	87
Figure 64 : Emissions de polluants (en tonnes) du secteur routier hors combustion de carburants en 2017	87
Figure 65 : Taux de motorisation des ménages des communes du territoire en 2016	88
Figure 66 : Flux de déplacements domiciles travail (source : INSEE, 2016).....	89
Figure 67 : Flux domicile - travail internes et intra communaux au sein du territoire (sources : INDDIGO, INSEE)	90
Figure 68 : Flux domicile - travail entrants et sortants à partir du territoire (sources : INDDIGO, INSEE)	91
Figure 69 : Parts modales des flux domicile-travail sortants et internes sur le territoire (Source : INSEE)	92
Figure 70 : Parts modales des déplacements domicile – travail intra communaux (source : INSEE) ..	93
Figure 71 : Carte détaillée du réseau ZOU (source : https://zou.maregionsud.fr/plans-du-reseau-zou/)	94
Figure 72 : Extrait de la carte du réseau ferré français (source : https://www.sncf-reseau.com/)....	96
Figure 73 : Extrait du guide « Balade à vélo à Pernes-les-Fontaines »	98
Figure 74 : Itinéraires vélo extraits du site "La Provence à vélo"	99
Figure 75 : Aires de covoiturages sous compétence départementale à signaler et à mettre en œuvre (source : Schéma départemental de développement du covoiturage – CD84)	101
Figure 76 : Infrastructures de Recharges des Véhicules Electriques sur le territoire (source : https://fr.chargemap.com/map).....	102
Figure 77 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur tertiaire en GWh entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	103
Figure 78 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur tertiaire par type d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE).....	104
Figure 79 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités tertiaires du territoire (source : INSEE)	105

Figure 80 : Projets BTP en cours sur 2018/2019 et portés par des collectivités territoriales sur le département du Vaucluse (source : CERC Provence-Alpes-Côte d'Azur)	107
Figure 81 : Evolution des consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur industriel entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	109
Figure 82 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur industriel par type d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	110
Figure 83 : Nombre de salariés et d'établissements dans les différentes activités industrielles du territoire (source : INSEE CLAP 2015)	111
Figure 84 : Evolution des consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur agricole entre 2007 et 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	114
Figure 85 : Consommations énergétiques et émissions de GES dans le secteur agricole par type d'énergie en 2017 sur le territoire (source : CIGALE)	115
Figure 86 : Part des différentes sources d'énergies dans les besoins des différentes exploitations agricoles (source : RICA - Microdonnées 2015)	115
Figure 87 : Evolution de l'activité agricole et part départementale et régionale selon les différents indicateurs (source : RA2010 – Agreste)	117
Figure 88 : Activités agricoles dans les communes du territoire en 2010 (source : RA2010 AGRESTE)	117
Figure 89 : Part des différents types de surfaces agricoles sur le territoire (RA2010 - AGRESTE) ...	118
Figure 90 : Comparaison de la terminologie changement climatique et risques naturels	119
Figure 91 : Cinq zones climatiques définies par Météo France en région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur	123
Figure 92 : Stations de référence de la zone climatique "Provence intérieure" (source : Météo France)	124
Figure 93 : Anomalies de températures pour les stations de Marignane et Orange	126
Figure 94 : Anomalies de température maximale estivale et hivernale sur les stations d'Orange et de Marignane (Source : ORECA, Météo France)	127
Figure 95 : Anomalies de températures par rapport à la période de références 1976-2005 sur la zone climatique "Provence intérieure" (sources : ORECA, Météo France)	128
Figure 96 : Evolution des projections climatiques pour les températures maximales estivales à Marignane et les températures maximale hivernales à Orange (source : ORECA, Météo France) ...	129
Figure 97 : Evolution du nombre jours anormalement chauds au cours du XXIe siècle à Orange selon les scénarii de projections (source : ORECA, Météo France)	131
Figure 98 : Evolution du nombre de nuits tropicales et de jours de gel selon les 2 scénarii à Orange et Marignane entre 2015 et 2085 (source : ORECA, Météo France)	131
Figure 99 : Evolution du cumul annuel de précipitations à Orange entre 1959 et 2015 (source : ORECA, Météo France)	132
Figure 100 : Evolution du cumul annuel de précipitations selon les différents scénarii de projection à Orange (source : ORECA, Météo France)	133
Figure 101 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario le plus défavorable (RCP 8.5) (source : DRIAS)	134
Figure 102 : Projections du nombre de jours de sécheresse à 2050 et 2100 selon le scénario pessimiste (source : DRIAS)	135
Figure 103 : Cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Météo France)	135

Figure 104 : Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse au niveau régional (source : Météo France)	136
Figure 105 : Projections du cycle annuel d'humidité des sols au niveau régional (source : Météo France)	137
Figure 106 : Cartographie des sous bassins versants sur le territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée).....	138
Figure 107 : Cartographie des cours d'eau du territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée).....	139
Figure 108 : Nappes d'eaux souterraines sur le territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée)...	142
Figure 109: Etat des eaux de surface du territoire (source : SDAGE 2016-2021)	143
Figure 110: Etat des eaux souterraines sur le territoire (source : SDAGE 2016-2020)	144
Figure 111 : Cartographie des ZRE sur le territoire (source : SDAGE Rhône Méditerranée)	146
Figure 112 : Captages prioritaires dans le département du Vaucluse (source : https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/captages-prioritaires).....	147
Figure 113 : Caractéristiques des stations d'épuration du territoire (source : http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/)	148
Figure 114 : Caractéristiques des entités paysagères du territoire (source : Atlas des paysages de Vaucluse 2017).....	153
Figure 115 : ZNIEFF de type 1 et 2 sur le territoire (source : DREAL Provence-Alpes Côte d'Azur).154	
Figure 116 : Zones Natura 2000 sur le territoire (source : DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur).....	155
Figure 117 : La trame verte et bleue du SCOT du Bassin de Vie d'Avignon (source : SCOT du Bassin de vie d'Avignon, p. 292).....	157
Figure 118 : Trame Verte et Bleue du SCOT BVA, zoom sur le territoire de la CCSC.....	158
Figure 119 : Surfaces agricoles du territoire, données Corine Land Cover, 2012	160
Figure 120 : Surfaces forestières, données Corine Land Cover, 2012.....	160
Figure 121 : Evolution des dates de début de vendages en Côtes du Rhône méridionales entre 1945 et 2018 (source : ONERC)	162
Figure 122 : Carte touristique de la CC des Sorgues du Comtat (source : Site de la CCSC)	165
Figure 123 : Exploitations minérales au sein du territoire (Source : Installations Classées).....	168
Figure 124 : Mouvements de terrains recensés sur le territoire (source : BDMVT)	169
Figure 125 : Carte du risque de retrait gonflement des argiles (source : Géorisques)	170
Figure 126 : Arrêtés de catastrophes naturelles liés aux retraits-gonflements des sols (source : http://www.georisques.gouv.fr/).....	171
Figure 127 : Synthèse des risques liés aux sols et sous-sols sur les communes du territoire.....	172
Figure 128 : Ligne de chemin de fer sur le territoire (source : SNCF - Atlas 2019 du réseau ferré) 173	
Figure 129 : Taux de croissance démographique annuel entre 2011 et 2016 sur le territoire (source : INSEE)	177
Figure 130 : Évolution de la population de Vaucluse à l'horizon 2030 (scénario central), par classe d'âges	178
Figure 131 : Comparaison du taux de croissance démographique et d'augmentation du nombre de logements entre 2011 et 2016 (source : INSEE)	179
Figure 132 : 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)	180

Figure 133 : Taux d'imperméabilisation des sols sur le territoire (source : Corine Land Cover 2015)	181
Figure 134 : Zones préférentielles des tiques dans le Sud-Est de la France (Source : Climatik, 2019).	184
Figure 135 : Carte de la colonisation par Aedes albopictus en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : EID Méditerranée, 2019).	185
Figure 136 : Synthèse des domaines et milieux de vulnérabilité sur le territoire de la CCEPPG selon le cadre de dépôt des PCAET de l'ADEME.	189
Figure 137 : Articulation des différentes estimations de consommations d'énergie et des potentiels de leur réduction (Source : IN VIVO)	191
Figure 138 : Nombre, type et surface moyenne des résidences principales en 2016	192
Figure 139 : Types de mesures prises en compte dans l'estimation du potentiel de réduction des consommations d'énergie pour le déplacement des personnes	198
Figure 140 : Potentiel de réduction des consommations énergétiques pour les différentes activités agricoles (Source : ADEME, Rapport agriculture et efficacité énergétique, 2019, Solagro)	209
Figure 141 : Potentiel de réduction des émissions de GES de l'agriculture par poste au niveau national	210
Figure 142 : Consommations d'énergie en 2017 et potentiels de réduction à l'horizon 2050	213
Figure 143 : Potentiel de réduction des consommations d'énergie du territoire à l'horizon 2050 selon les leviers locaux et nationaux (source : Scénario Négawatt, CIGALE, Inddigo)	214
Figure 144 : Articulation des différentes estimations de production d'énergies renouvelable et de récupération et des potentiels de leur production (Source : IN VIVO)	215
Figure 145 : Hypothèses retenues pour la détermination du potentiel de production solaire thermique (Source : Inddigo)	219
Figure 146 : Production d'énergie par type d'installations solaire thermique	219
Figure 147 : Filière bois simplifiée au niveau local (Source : SOLAGRO)	221
Figure 148 : Quantité de biomasse agricole valorisable par combustion par cantons du Vaucluse	226
Figure 149 : Ressources méthanisables : données statistiques, niveau géographique et caractéristiques retenues pour évaluer le potentiel (Source : SOLAGRO)	230
Figure 150 : Répartition actuelle par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable	232
Figure 151 : Répartition par type de matière organique (en %) du potentiel brut méthanisable, à l'horizon 2050, sur le territoire de la CCSC (source : SOLAGRO)	234
Figure 152 : Les nouvelles filières du biométhane de seconde génération	237
Figure 153 : Couplage du power-to-gas avec la méthanisation (Source : https://methycentre.eu)	238
Figure 154 : Les usages de la géothermie selon la température du fluide (source : BRGM, https://www.geothermies.fr/)	241
Figure 155 : Zones favorables à la géothermie sur nappes et sur sondes sur le territoire (source : BRGM, Inddigo)	243
Figure 156 : Caractéristiques des nappes favorables à la géothermie sur le territoire (source : BRGM, Inddigo)	244
Figure 157 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur nappe (source : www.geothermie-perspectives.fr)	245
Figure 158 : Coupe schématique d'une installation géothermique sur sonde (source : www.geothermie-perspectives.fr)	246

Figure 159 : Gisement de production de chaleur fatale des installations industrielles sur le territoire (source : Base ICPE, http://www.georisques.gouv.fr/)	250
Figure 160 : Répartition de la consommation de chaleur des procédés industriels	250
Figure 161 : Caractéristiques et potentiel de récupération de chaleur fatale des STEU du territoire	251
Figure 162 : Synthèse des surfaces, puissances et production potentiels photovoltaïques sur le territoire.....	255
Figure 163 : Bâtiments publics pouvant potentiellement accueillir des panneaux solaire PV (source : OpenStreetMap, Inddigo)	256
Figure 164 : Bâtiments favorable à l'installation de panneaux solaire PV en toiture pour une puissance supérieure à 1 MWc (source : OpenStreetMap, Inddigo).....	257
Figure 165 : Répartition du potentiel brut solaire PV en toiture (source : BDTOPO - IGN, PVGIS, Inddigo).....	258
Figure 166 : Exemples de parkings pouvant accueillir des panneaux solaire PV en ombrière	259
Figure 167 : Anciens sites industriels en friche dont l'activité est terminée et où aucun projet de réaménagement n'est identifié (source : BASIAS)	263
Figure 168 : Site de friche industrielle Canissimo à Bédarrides (source : BASOL).....	264
Figure 169 : cartographie des enjeux pour le solaire PV selon la doctrine DREAL (source : http://cadastre-energie.maregionsud.fr).....	265
Figure 170 : Localisation et images satellites de la zone potentielle d'installation solaire PV au sol (source : http://cadastre-energie.maregionsud.fr).....	266
Figure 171 : Zone potentielle d'implantation d'éoliennes à Bédarrides (source : Inddigo, Google Earth)	270
Figure 172 : Zones de potentiel éolien (source : BD TOPO, DREAL, Inddigo)	272
Figure 173 : Extrait de la méthodologie de détermination du potentiel hydroélectrique (source : CEREMA).....	273
Figure 174 : Cours d'eaux mobilisables pour des installations hydroélectriques (source : BDTOPO, CEREMA, DREAL, Inddigo).....	276
Figure 175 : Projets liés à la filière Hydrogène en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : ORECA, 2019).	280
Figure 176 : 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 2017	289
Figure 177 : Production potentielle maximum d'énergies renouvelables et de récupération à l'horizon 2050 comparée à la production réelle en 2017	290
Figure 178 : Potentiels d'augmentation de production des différentes filières d'ENR et R à l'horizon 2050 (source : Inddigo).....	290
Figure 179 : Postes sources sur le territoire et à proximité (source : capareseau.fr)	295
Figure 180 : Nombre de postes électriques par commune (source : Enedis).....	299
Figure 181 : Gisement PV en toiture selon la distance de raccordement sur le territoire (source : Eurostat, Enedis, RTE, BD TOPO, Inddigo)	303
Figure 182 : les smart grids (Source : CRE).....	306
Figure 183 : Liste des communes raccordées au réseau de gaz sur la CCSC (source : GRDF).....	309
Figure 184 : Évaluation de la capacité d'injection et comparaison au potentiel de production de biométhane pour les communes de la CC les Sorgues du Comtat en 2015 (source : Solagro)	311
Figure 185 : Comparaison de la capacité d'injection et du potentiel de production de biométhane dans les communes de la CC les Sorgues du Comtat – 2015 (source : Solagro)	312

Figure 186 : Évolution de la répartition sectorielle des consommations de gaz entre 2015 et 2050,	313
Figure 187 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CCSC - 2015	313
Figure 188 : Courbe de consommation journalière de gaz sur la CC Les Sorgues du Comtat – 2050	314
Figure 189 : Potentiel injecté de biométhane en 2050 sur la CCCS (source : Solagro).....	314
Figure 190 : Potentiel biométhane et injection maximale à l'horizon 2050, sur la CCSC.....	315
Figure 191 : Les smart gas grids (Source : CRE)	317
Figure 192 : Potentiel de développement du réseau de chaleur par zone sur le territoire de la CC Les Sorgues du Comtat (sources : SNCU FEDENE, Inddigo)	318
Figure 193 : Carte du potentiel brut de développement de réseau de chaleur sur le territoire (source : SNCU, FEDENE, OpenStreetMap Inddigo)	319
Figure 194 : Potentiel de développement du réseau de chaleur dans le centre de Sorgues (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)	320
Figure 195 : Potentiel de développement du réseau de chaleur autour du centre commercial de Sorgues (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map).....	321
Figure 196 : Potentiel de développement du réseau de chaleur dans le quartier des Chaffunes.....	322
Figure 197 : Potentiel de développement du réseau de chaleur à Bédarrides (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)	323
Figure 198 : Potentiel de développement du réseau de chaleur à Monteux (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)	324
Figure 199 : Potentiel de développement du réseau de chaleur dans le centre-ville de Pernes-les-Fontaines (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map)	326
Figure 200 : Potentiel de développement du réseau de chaleur à Althen-des-Paluds (sources : SNCU FEDENE, Open Street Map).....	327
Figure 201 : Exemples de séquestration et de déstockage du carbone (Source : ADEME)	329
Figure 202 : Effets du changement d'utilisation des terres et gestion du carbone du sol	330
Figure 203 : Occupation des sols en 2012 (Source : Corine Land Cover).....	332
Figure 204 : Stocks de carbone par type d'occupation des sols et type de réservoirs pour le territoire	333
Figure 205 : Surfaces (en ha) et stocks de carbone (en kt eqCO ₂) par type d'occupation des sols en 2012	334
Figure 206 : Répartition (en %) des stocks de carbone (hors produits bois) tous réservoirs confondus en 2012.....	334
Figure 207 : Stocks de carbone (en t eqCO ₂) dans le bois d'œuvre et le bois d'industrie en 2012 ..	335
Figure 208 : Répartition en 2012 des stocks de carbone pour tous les réservoirs	335
Figure 209 : Emissions de CO ₂ par type d'occupation des sols et lors de leurs changements d'affectation	336
Figure 210 : Evolution du mode d'occupation des sols sur le territoire (source : CLC)	337
Figure 211 : Estimation de la séquestration nette annuelle de carbone pour le territoire.....	338
Figure 212 : Bilan annuel des flux de séquestration et de déstockage du CO ₂ au niveau du territoire de la CCSC et au niveau national (Source : Outil ALDO).	339
Figure 213 : Hypothèses de réduction de l'artificialisation pour atteindre zéro artificialisation nette à l'horizon 2050 et économies annuelles d'émissions de carbone associées	341

Figure 214 : Trajectoire "zéro artificialisation nette" en 2050 en ha artificialisés.	341
Figure 215 : Évaluation de l'impact des changements de pratiques agricoles sur la séquestration carbone.....	345
Figure 216 : Illustration du potentiel de séquestration carbone par les biomatériaux à partir de l'étude Terracrée.	346
Figure 217 : Contribution sectorielle de réduction des polluants atmosphériques à l'horizon 2050 (source : Inddigo).....	352
Figure 218 : Potentiels de réduction des consommations à 2050 (en GWh/an) pour les différents secteurs d'activité	354
Figure 219 : Potentiel de production à l'horizon 2050 d'énergies renouvelables et de récupération	355
Figure 220 : Consommation d'énergie finale et de production d'énergies renouvelables et de récupération du territoire en 2017 et à l'horizon 2050 en tant compte des hypothèses présentées dans le rapport de diagnostic.....	356
Figure 221 : Principaux enjeux identifiés	358
Figure 222 : Plan de tension d'un câble basse tension dans un cas où la consommation est beaucoup plus forte que la production. (Source: Hespul)	360
Figure 223 : 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)	361
Figure 224 : Monotone de puissance d'une installation photovoltaïque montrant les pertes négligeables (moins d'1% de la production annuelle correspondant au petit triangle au-dessus de la ligne en pointillés) engendrées par un sous-dimensionnement de l'onduleur à 70% de la puissance crête (Source : Hespul).....	363
Figure 225 : Intrants et filières de conversion pour la production de gaz renouvelables	364
Figure 226 : Procédé de pyrogazéification (Source : SOLAGRO)	365
Figure 227 : Le Power-to-gas (Source : SOLAGRO)	366
Figure 228 : Réseau de transport du gaz en France.	369
Figure 229 : Principe de fonctionnement du réseau de gaz (Source : Solagro).	370
Figure 230 : Maille d'équilibrage pour le raccordement d'une unité de production de biométhane (Source : Solagro).....	371
Figure 231 – Courbe de charge journalière de consommation de gaz – France – 2015 (reconstitution Solagro – MoDeGaz)	372
Figure 232 : Leviers pour augmenter la capacité d'injection du gaz.	373