

## Communauté d'Agglomération de Vichy Communauté



## DIAGNOSTIC AIR ENERGIE CLIMAT DU PCAET



Source : <https://www.vichy-communaute.fr/services/urbanisme/plu-communes/>



## Emetteur

### E6

23, quai de la Paludate  
Résidence Managers  
33800 | Bordeaux

SIRET : 493 692 453 00050  
TVA : FR

### Nom du Contact : Thibault Laville

Fonction : Directeur  
Tél : 05 56 78 56 50  
E-mail : thibault.laville@e6-consulting.fr

## Destinataire

### Vichy Communauté

9 place Charles de Gaulle  
03209 VICHY Cedex

Nom de l'interlocuteur : Kevin le Postec

Tel : 04 70 96 57 00  
Mail : k.lepostec@vichy-communaute.fr

## Document

	Date	Rédacteur	Action
	05/12/2019	Lucile Lespy Laetitia Serveau Alexandre Colin Yacine Anbri Victor Marsat Yann Truc Pierre-Yves Koehrer Thibault Laville	Rédaction

# SOMMAIRE

<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>8</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>13</b>
<b>1. CONTEXTE</b>	<b>15</b>
Propos introductifs	15
Les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial	18
Le territoire de Vichy Communauté	20
<b>2. SYNTHÈSE DES ENJEUX</b>	<b>22</b>
Synthèse du diagnostic	22
2.1.1. Bilan énergétique du territoire	22
2.1.2. Autonomie énergétique du territoire	23
2.1.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables	24
2.1.4. Etat des réseaux de transport et de distribution de l'énergie	26
2.1.5. Bilan des émissions de GES du territoire	28
2.1.6. Séquestration carbone sur le territoire	29
2.1.7. Qualité de l'air sur le territoire	30
2.1.8. Vulnérabilité sur le territoire	31
Opportunités du territoire	32
<b>3. AIR</b>	<b>35</b>
Fondamentaux sur la qualité de l'air	35
3.1.1. Pollution et polluants	35
3.1.1.1. Origine des polluants	35
3.1.1.2. Nature des polluants	37
3.1.1.3. Pollution locale et facteur transfrontalier	38
3.1.2. Enjeux	39
3.1.2.1. Enjeux sanitaires	39
3.1.2.2. Enjeux environnementaux	40
3.1.2.3. Enjeux économiques	41
3.1.3. Cadre réglementaire	41
3.1.4. Cadre du PCAET	42
Exposition de la population à la pollution atmosphérique	43
Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques	44
3.1.5. Bilan en 2016	45
3.1.6. SO <sub>2</sub>	47
3.1.6.1. Bilan des émissions de SO <sub>2</sub> sur le territoire	47
3.1.6.2. Comparaison avec les données départementales et nationales	47
3.1.7. NO <sub>x</sub>	48
3.1.7.1. Bilan des émissions de NO <sub>x</sub> sur le territoire	48
3.1.7.2. Comparaison avec les données départementales et nationales	48
3.1.8. COVNM	49
3.1.9. Bilan des émissions de COVNM sur le territoire	49
3.1.10. Comparaison avec les données départementales et nationales	51
3.1.11. NH <sub>3</sub>	51
3.1.11.1. Bilan des émissions de NH <sub>3</sub> sur le territoire	51
3.1.11.2. Comparaison avec les données départementales et nationales	52
3.1.12. PM <sub>10</sub>	53
3.1.12.1. Bilan des émissions de PM <sub>10</sub> sur le territoire	53
3.1.12.2. Comparaison avec les données départementales et nationales	53

3.1.13.	PM <sub>2,5</sub>	54
3.1.13.1.	Bilan des émissions de PM <sub>2,5</sub> sur le territoire	54
3.1.13.2.	Comparaison avec les données départementales et nationales	55
<b>Forces et faiblesses du territoire en termes de qualité de l'air</b>		<b>55</b>
<b>4.</b>	<b>ENERGIE</b>	<b>57</b>
<b>Consommation actuelle d'énergie du territoire</b>		<b>57</b>
4.1.1.	Contexte et méthodologie	57
4.1.2.	Le décret PCAET	57
4.1.3.	Les notions clés	58
4.1.4.	Les données utilisées	58
4.1.5.	Les consommations d'énergie du territoire	58
4.1.5.1.	Consommations globales	58
4.1.5.2.	Le secteur résidentiel	59
4.1.5.3.	Le transport (routier et non routier)	61
4.1.5.4.	Le secteur tertiaire	63
4.1.5.5.	L'industrie	64
4.1.5.6.	L'agriculture	64
4.1.6.	Les enjeux mis en évidence par l'étude	65
<b>Production d'énergie renouvelable sur le territoire en 2015</b>		<b>67</b>
4.1.7.	Production d'énergie renouvelable à l'échelle départementale	67
4.1.8.	Production d'énergie renouvelable à l'échelle de Vichy Communauté	70
4.1.9.	Évolution de la production en incluant les installations postérieures à 2015 et projets en cours de développement	73
4.1.10.	Les projets en cours de développement	74
4.1.11.	Évolution de la production	75
4.1.12.	Autonomie énergétique du territoire	76
<b>Potentiel en énergies renouvelables du territoire</b>		<b>77</b>
4.1.13.	Méthodologie et fondamentaux	77
4.1.14.	Synthèse des résultats	85
4.1.15.	Autonomie énergétique à horizon 2050 et emplois liés à la transition énergétique	88
4.1.16.	Le solaire photovoltaïque	90
4.1.16.1.	Méthodologie et potentiel	90
4.1.16.2.	Zoom sur le potentiel d'autoconsommation photovoltaïque	92
4.1.16.3.	Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque	93
4.1.17.	Le solaire thermique	94
4.1.17.1.	Méthodologie et potentiel	94
4.1.17.2.	Synthèse du potentiel solaire thermique	97
4.1.18.	La biomasse – Bois Energie	98
4.1.19.	Méthodologie et potentiel	98
4.1.19.1.	Synthèse du potentiel Biomasse Bois Energie du Territoire	101
4.1.20.	La géothermie – aérothermie	102
4.1.20.1.	Méthodologie et potentiel	102
4.1.20.2.	Synthèse du potentiel géothermique	106
4.1.21.	L'éolien	106
4.1.21.1.	Méthodologie et potentiel	106
4.1.21.2.	Synthèse du potentiel éolien	109
4.1.21.3.	Zoom sur le micro éolien	110
4.1.22.	La méthanisation	110
4.1.22.1.	Méthodologie et potentiel	110
4.1.22.2.	Synthèse du potentiel méthanisation	114
4.1.23.	Les énergies de récupération	114
4.1.23.1.	Méthodologie et potentiel	114
4.1.23.2.	Synthèse du potentiel en récupération de chaleur fatale	116
4.1.24.	L'hydro-électricité	116

4.1.24.1.	Méthodologie et potentiel	116
4.1.24.2.	Synthèse du potentiel hydroélectrique	118
<b>Les intermittences dues aux énergies renouvelables</b>		<b>118</b>
4.1.25.	Les EnRs, sources d'énergies variables	118
4.1.26.	Les EnRs, sources d'énergies intermittentes contrôlées	119
4.1.27.	L'intégration des EnRs au mix de production énergétique	121
4.1.28.	Une alternative, le stockage de l'électricité	121
4.1.29.	L'importance du stockage	121
4.1.30.	Les différentes technologiques de stockage de l'électricité	121
4.1.31.	Conclusion	122
<b>Les réseaux de transport et de distribution d'énergie</b>		<b>123</b>
4.1.32.	Cartographie des réseaux de transports et de distribution	123
4.1.32.1.	Le réseau électrique du territoire	123
4.1.32.1.1.	Le réseau électrique français	123
4.1.32.1.1.1.	Le réseau très haute tension du territoire (réseau de transport)	124
4.1.32.1.1.2.	Le réseau haute tension du territoire	125
4.1.32.1.1.3.	Le réseau basse tension	126
4.1.32.2.	Cartographie du réseau de gaz du territoire	127
4.1.32.3.	Cartographie des réseaux de chaleur du territoire	128
4.1.33.	Analyse de l'état de charge actuel des réseaux de transport de distribution	129
4.1.33.1.	Evaluation de l'état de charge actuel des réseaux de transport et de distribution d'électricité	129
4.1.33.2.	Analyse du réseau de gaz	130
4.1.33.3.	Analyse des besoins en chaleur du territoire	131
<b>5.</b>	<b>CLIMAT</b>	<b>134</b>
<b>Emissions de gaz à effet de serre du territoire</b>		<b>134</b>
5.1.1.	Contexte et méthodologie	134
5.1.1.1.	Le périmètre de l'étude	134
5.1.1.2.	Approche méthodologique globale	134
5.1.2.	Les émissions de GES par secteur	138
5.1.2.1.	Les résultats globaux	138
5.1.2.2.	Les émissions liées au secteur des transports	140
5.1.2.3.	Le secteur de l'Alimentation	141
5.1.2.4.	Le secteur résidentiel	142
5.1.2.5.	Le secteur agricole	143
5.1.2.6.	Le secteur tertiaire	144
5.1.2.7.	L'urbanisme	145
5.1.2.8.	Le secteur industriel	145
5.1.2.9.	Le secteur des déchets	146
5.1.2.10.	La production d'énergie	150
5.1.2.11.	Le BEGES de territoire	151
5.1.3.	Les enjeux mis en évidence par l'étude	152
<b>Le Bilan gaz à effet de serre de la collectivité</b>		<b>153</b>
5.1.4.	Contexte	153
5.1.4.1.	Environnement	153
5.1.4.2.	Énergie	153
5.1.5.	LE BEGES et Périmètre d'étude	154
5.1.5.1.	Le Bilan de Gaz à Effet de Serre	154
5.1.5.2.	Description de la personne morale	155
5.1.5.3.	Périmètre de l'étude	156
5.1.5.4.	Facteur d'émission et unité de comptabilisation	156
5.1.5.5.	Organisation du BEGES	157
5.1.5.6.	Année de reporting de l'exercice et année de référence	157
5.1.6.	Synthèse du BEGES réglementaire 2018	158
5.1.7.	Resultat du BEGES réglementaire 2018	159

5.1.7.1.	Profil des émissions	159
5.1.7.2.	Evaluation par scope	160
5.1.7.3.	Résultats du BEGES règlementaire 2020 sur les données 2018	161
5.1.8.	Etude des données	162
5.1.8.1.	Empreinte Carbone de la consommation énergétique des bâtiments	162
5.1.8.1.1.	La consommation d'électricité des bâtiments	163
5.1.8.1.2.	La consommation de gaz des bâtiments	164
5.1.8.2.	La consommation énergétique de l'assainissement	165
5.1.8.3.	La consommation énergétique des véhicules	166
5.1.8.4.	Focus consommation énergétique finale	167
5.1.9.	Eléments d'appréciation sur les incertitudes	168
5.1.9.1.	Incertitude globale	168
5.1.9.2.	Récapitulatif des incertitudes sur les données et les facteurs d'émissions	168
5.1.10.	Synthèse des données	169
5.1.10.1.	Synthèse globale	169
5.1.10.2.	Données consommation de carburant	169
5.1.10.3.	Données consommation énergétique des bâtiments	169
5.1.10.4.	Données consommation énergétique de l'assainissement	170
<b>Séquestration carbone du territoire</b>		<b>171</b>
5.1.11.	Synthèse	177
5.1.11.1.	Les résultats de l'étude	177
5.1.11.2.	Les données intégrées	177
5.1.12.	Patrimoine et capital carboné	178
5.1.12.1.	Surface occupées et grandes familles	178
5.1.12.2.	Ventilation du stock de carbone	179
5.1.12.3.	Emprise des sols artificialisés	182
5.1.12.4.	Séquestration Carbone de la forêt	183
5.1.12.5.	Séquestration carbone de l'agriculture et des prairies	184
5.1.13.	Les Flux Carbone	185
5.1.13.1.	Evolutions 2012 – 2018	185
5.1.13.2.	Les effets de substitution	187
5.1.13.3.	Bilan des flux	188
5.1.14.	Les potentiels de développement	189
5.1.14.1.	S'engager auprès de l'initiative 4 pour 1000	189
5.1.14.2.	La création d'outil de suivi pour évaluer la biodiversité des zones agricoles, forestière et urbaines	189
5.1.14.3.	La mise en place d'actions pour lutter contre l'étalement urbain.	189
5.1.14.4.	Remplacer progressivement les surfaces imperméabilisées par des surfaces « respirantes »	190
5.1.14.5.	Développer le bois-construction sur le territoire	191
<b>Vulnérabilité du territoire au changement climatique</b>		<b>192</b>
5.1.15.	Contexte et méthodologie	192
5.1.15.1.	Le changement climatique : explications et constat global	192
5.1.15.2.	Définition des différents concepts de vulnérabilité	192
5.1.15.3.	Le diagnostic de vulnérabilité	194
5.1.16.	Un changement climatique en cours, rapide et d'ampleur	195
5.1.16.1.	A l'échelle planétaire	195
5.1.16.2.	A l'échelle nationale	197
5.1.16.3.	A l'échelle du département : analyse du climat passé	198
5.1.17.	Evolution future du climat et ses conséquences primaires	204
5.1.17.1.	Augmentation annuelle des températures	205
5.1.17.2.	Nouvelle répartition du régime de précipitation	208
5.1.17.3.	Augmentation des phénomènes de sécheresse	209
5.1.18.	Les risques et les impacts identifiés face au changement climatique	212
5.1.18.1.	Le risque de mouvements de terrain	212
5.1.18.2.	Le risque inondation	215
5.1.18.3.	Impact sur la ressource en eau	223
5.1.18.4.	Impact sur l'agriculture	230

5.1.18.5.	Impact sur les activités économique	241
5.1.18.6.	Impact sur la santé humaine	241
5.1.18.7.	Impact sur la biodiversité et les écosystèmes	245
5.1.19.	Synthèse de vulnérabilité sur la Communauté d'Agglomération de Vichy	249

**GLOSSAIRE**

---

**252**

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 2013	15
Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique	18
Figure 3 : Territoire de Vichy Communauté	20
Figure 4 : Synthèse des consommations énergétiques par secteur de Vichy communauté, 2015 (source E6)	22
Figure 5 : Autonomie énergétique de Vichy communauté en 2015 (source E6)	23
Figure 6 : Production d'énergie renouvelable et locale de Vichy Communauté en 2015	23
Figure 7 : Production d'ENR en 2015, projets en cours et potentiel de développement, E6	24
Figure 8 : Réseau HTA, Source : E6 à partir des données ENEDIS	26
Figure 9 : Réseau basse pression, Source : E6 à partir des données GRDF	27
Figure 10 : Présentation du bilan des émissions de gaz à effet de serre de Vichy communauté - Source E6	28
Figure 11 : Analyse des surfaces de sol du territoire et du stockage de Carbone induit	29
Figure 12 : Répartition des émissions de polluants atmosphériques du territoire, 2016, Atmo Auvergne Rhône Alpes	30
Figure 13: Impact du changement climatique sur les activités, Vichy communauté	31
Figure 14 : Exemple de rendu issu de Copernicus sur les contributions locales et externes des émissions de polluants atmosphériques	38
Figure 15 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO <sub>2</sub> sur le territoire en 2017	43
Figure 16 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle et de la valeur guide de l'OMS pour les PM <sub>10</sub> sur le territoire en 2017	44
Figure 17 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle et de la valeur guide de l'OMS pour les PM <sub>2,5</sub> sur le territoire en 2017	44
Figure 18 : Répartition des émissions de Vichy Communauté par polluant atmosphérique et par secteur en 2016 en % et émissions totales en tonne	46
Figure 19 : Emissions par habitant et comparaison avec l'Allier et la France métropolitaine	46
Figure 20 : Répartition par secteur des émissions de SO <sub>2</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	47
Figure 21 : Comparaison de la répartition des émissions de SO <sub>2</sub> avec les données départementales et nationales	47
Figure 22 : Répartition par secteur des émissions de NOx sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	48
Figure 23 : Comparaison de la répartition des émissions de NOx avec les données départementales et nationales	49
Figure 24 : Répartition par secteur des émissions de COVNM sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	50
Figure 25 : Comparaison de la répartition des émissions de COVNM avec les données départementales et nationales	51
Figure 26 : Répartition par secteur des émissions de NH <sub>3</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	52
Figure 27 : Comparaison de la répartition des émissions de NH <sub>3</sub> avec les données départementales et nationales	52
Figure 28 : Répartition par secteur des émissions de PM <sub>10</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	53
Figure 29 : Comparaison de la répartition des émissions de PM <sub>10</sub> avec les données départementales et nationales	53
Figure 30 : Répartition par secteur des émissions de PM <sub>2,5</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	54
Figure 31 : Comparaison de la répartition des émissions de PM <sub>2,5</sub> avec les données départementales et nationales	55
Figure 32 : Consommation d'énergie finale du territoire, Source OREGES, 2015	58
Figure 33 : Part relative des différents secteur, 2015, Source : OREGES	59
Figure 34 : Répartition des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel, Source : OREGES, 2015	59
Figure 35 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel, Source OREGES, 2015	60
Figure 36 : Source de chauffage des résidences principales, 2015, Source : données INSEE traitement E6	60
Figure 37 : Répartition des consommations du secteur transports, Source OREGES, 2015	61
Figure 38 : Répartition des consommations énergétiques du fret, 2015, OREGES	62
Figure 39 : Répartition des consommations énergétiques des déplacements de personnes, 2015, OREGES	62
Figure 40 : Déplacements domicile-travail des actifs de Vichy Communauté, INSEE, 2015	62
Figure 41 : Répartition des consommations du secteur tertiaire, 2015, Source : OREGES	63
Figure 42 : Répartition des consommations du secteur tertiaire par usage, 2015, OREGES	64
Figure 43 : Répartition des consommations du secteur industriel, 2015, Source : OREGES	64
Figure 44 : Répartition des consommations du secteur agricole, OREGES, 2015	65
Figure 45 : Répartition des consommations d'énergie par usage, 2015, OREGES	65
Figure 46 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par filière. Source : OREGES, E6.	67

Figure 47 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par secteur. Source : OREGES, E6.	68
Figure 48 : Cartographie de la production totale de 2015 en énergie renouvelable pour chacun des EPCI. Source : OREGES, E6.	68
Figure 49 : Localisation des principales installations de production d'énergie sur le département en 2015. Source : DDT, SDEo3.	69
Figure 50 : Répartition de la production par filière ENR pour chacun des EPCI de l'Allier. Source : OREGES, E6.	70
Figure 51 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur Vichy Communauté en 2015, Source : OREGES.	70
Figure 52 : Répartition par vecteur de l'énergie renouvelable produite sur Vichy Communauté en 2015, Source : OREGES.	71
Figure 53 : Localisation des installations de production d'énergie d'origine renouvelable du territoire en 2015	71
Figure 54 : Evolution de la production d'énergies renouvelables locales (hors bois énergie), OREGES, 2015	72
Figure 55 : Localisation des installations de production ENR du territoire en 2018 (source DDT, SDEo3, E6)	73
Figure 56 : Localisation des projets d'installations de production d'énergie d'origine renouvelable sur le territoire	74
Figure 57 Implantations de production ENR existantes en 2018 et nouvelles implantations prévues. Source : DDT, SDEo3, E6	75
Figure 58 : Évolution de la production en tenant compte des nouveaux projets (mis en service récemment ou en instruction). Source : OREGES, DDT, E6	76
Figure 59 : Autonomie énergétique du territoire, Source : OREGES traitement E6 – 2015	76
Figure 60: Occupation des sols (base OSCOM)	79
Figure 61: Cartographie des servitudes d'utilité publique appliquées au territoire (source DDT, E6)	80
Figure 62 : Cartographie des zonages environnementaux appliqués au territoire (Source : INPN)	82
Figure 63 : Cartographie des zonages liées aux infrastructures du territoire (Source : DDT, IGN)	83
Figure 64: Répartition des potentiels de développement mobilisables des EnR (source E6)	85
Figure 65: Potentiel en énergie renouvelable à horizon 2050. La partie hachurée représente la part du productible atteignable qui est déjà couverte par les projets ENR en fonctionnement et en développement (construction et instruction). La partie non hachurée représente donc ce qu'il reste à développer. (Source E6).	87
Figure 66: Structure du productible en énergie renouvelable atteignable à horizon 2050	88
Figure 67 : Évolution des consommations entre l'état actuel 2015 et un objectif de -50% en 2050 ; Évolution de la production ENR entre l'état actuel 2015 et le développement de l'intégralité du potentiel en 2050. Source : E6	88
Figure 68: Estimation des ETP créés par le développement des filières EnR du territoire (source ADEME, E6)	89
Figure 69: Irradiation horizontale mensuelle et productivité en Allier (Source Calsol)	90
Figure 70: Répartition du gisement photovoltaïque	92
Figure 71: Potentiel solaire thermique du territoire	96
Figure 72: Répartition des surfaces forestières du territoire	98
Figure 73: Structure de la ressource forestière mobilisable sur le territoire (source ORCAE, AURAE, IGN)	99
Figure 74: Carte géologique schématique des aquifères de l'Auvergne (Source BRGM)	102
Figure 75: Cartographie des besoins de chaleur du territoire en KWh pour le résidentiel et le tertiaire (source E6, BRGM, CEREMA)	104
Figure 76: Vitesse des vents à 100m sur le territoire (source globalwindatlas)	107
Figure 77: Zones de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien	108
Figure 78: Zones libres de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien	108
Figure 79: Répartition du gisement méthanisable agricole (source ORCAE, OREGES, AURAE)	111
Figure 80: Répartition du gisement mobilisable en Volume et Energie concernant les substrats méthanisables déchets et biodéchets (source ORCAE, AURAE)	112
Figure 81: Potentiel énergétique mobilisable du territoire	113
Figure 82: Carte du gisement méthanisable du territoire (source E6, ORCAE, Terristroy)	114
Figure 83: Cartographie des Obstacles à l'écoulement référencés sur le territoire (source E6, Onema, IRSTEA)	117
Figure 84: Courbe de puissance d'une éolienne en fonction de la vitesse du vent	120
Figure 85: Position du soleil dans la journée	120
Figure 86 Réduction de taux d'effacement des ENRs par le stockage d'énergie	120
Figure 87 : Fonctionnement du réseau électrique en France	123
Figure 88 : Réseau de transport du territoire - Source RTE 2019	124
Figure 89 : Réseau de distribution Haute tension du territoire – Source données : SDEo3 2019	125
Figure 90 : Réseau de distribution basse tension du territoire – Source données : SDEo3 2019	126
Figure 91 : Fonctionnement du réseau de gaz Français source : GRDF	127
Figure 92 : Réseau de distribution de gaz du territoire – Données SDE o3 2018 et GRDF 2017	128
Figure 93 : Capacité de raccordements des postes sources Source : Caparéseau consulté le 11.08.2018	129
Figure 94 : Possibilité d'injection horaire sur le réseau de distribution - Source : E6 à partir des données de consommations GRDF	131
Figure 95 : Carte des besoins en chaleur (résidentiel et tertiaire) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2019	132

Figure 96 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire - Source E6	135
Figure 97: Emissions des gaz à effet de serres directes et indirectes du territoire de Vichy Communauté, 2015, Source E6	138
Figure 98 : Répartition des émissions de GES du territoire, 2015, E6	139
Figure 99 : Répartition des émissions de GES liées au secteur des transports, 2015, Source : E6	140
Figure 100 : Répartition des émissions de GES liées aux déplacements de personnes, 2015, E6	141
Figure 101 : Impact carbone pour un repas selon les différents types de repas, Source : Bilan Carbone, facteurs d'émissions	141
Figure 102 : Répartition des émissions du secteur résidentiel, 2015, E6/OREGES	142
Figure 103: Facteur d'émission des différentes énergies, Base Carbone de l'ADEME, 2019	143
Figure 104: Répartition des émissions de GES d'origine agricole, OREGES/E6, 2015	143
Figure 105: Emissions de gaz à effet de serre associées à l'élevage d'un animal, Source : base carbone de l'ADEME	144
Figure 106 : Répartition des émissions du secteur tertiaire, 2015, E6/OREGES	144
Figure 107 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé en 2015, Source : Sit@Del2/E6	145
Figure 108 : Répartition des émissions du secteur industriel, 2015, E6/OREGES	146
Figure 109: Répartition des émissions de GES Liées au traitement des déchets, 2015	147
Figure 110 : Répartition des émissions de GES sur le territoire selon le type de traitement des déchets et leur quantité, Source E6, 2015	148
Figure 111 : Répartition de l'impact lié à la fabrication des futurs déchets sur le territoire, Source E6, 2015	148
Figure 112 : Ecart entre la fabrication d'emballages à partir de matériaux recyclés ou non, Source : Base Carbone de l'ADEME	149
Figure 113: Répartition des émissions de gaz à effet de serre associées à la production d'énergie, E6/OREGES, 2015	151
Figure 114 : BEGES du territoire de Vichy Communauté, 2015, OREGES	152
Figure 115 Consommation énergétique finale de la France selon différents secteurs	154
Figure 116 Résumé des objectifs de l'exercice du Bilan Carbone	155
Figure 117 Représentation des trois scopes du Bilan Carbone	156
Figure 118 Ventilation de l'empreinte Carbone de la CA Vichy Communauté	159
Figure 119 Ventilation des émissions selon les scopes 1 et 2 du BEGESr	160
Figure 120 Tableau des résultats du BEGES réglementaire 2019 sur les données 2018	161
Figure 121 Ventilation des émissions de la consommation énergétique des bâtiments	162
Figure 122 Ventilation des émissions induites par la consommation d'électricité	163
Figure 123 Ventilation de l'empreinte Carbone de la consommation de gaz des bâtiments	164
Figure 124 Ventilation des émissions de la consommation énergétique des installations du service assainissement	165
Figure 125 Ventilation des émissions du service assainissement	165
Figure 126 Ventilation de l'empreinte Carbone de la consommation de carburant	166
Figure 127 Ventilation des consommations énergétiques et dépendance aux hydrocarbures.	167
Figure 128 Emissions de GES et incertitudes par poste réglementaire	168
Figure 129 Synthèse des données comptabilisées et des facteurs d'émissions utilisés	169
Figure 130 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation de carburant	169
Figure 131 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation d'électricité des bâtiments	169
Figure 132 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation de gaz des bâtiments	169
Figure 133 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation énergétique du service assainissement	170
Figure 134: Flux nets de carbone	171
Figure 135: Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre	171
Figure 136 Schéma du cycle de l'exploitation des Landes - source : Actionpin	172
Figure 137 Schéma du cycle de succession écologique - source : florencedellerie	172
Figure 138: Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France	173
Figure 139: Cycle de vie des produits bois	173
Figure 140: Schéma du stockage carbone par pompage	175
Figure 141: Exemple d'objectif de Neutralité Carbone – source : E6	175
Figure 142 Représentation des typologies selon 2 catégories – source : E6	177
Figure 143 : Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories - source Corine Land Cover/ E6	179
Figure 144 Ventilation du stock carbone selon les typologies de la catégorie 1	180
Figure 145 Ventilation du stock carbone selon les réservoirs– source Corine Land Cover / E6	180
Figure 146 Ventilation du stock carbone selon les différentes typologies et des réservoirs	181
Figure 147: Evaluation du stock carbone du territoire	181
Figure 148 Les facteurs de séquestration des différentes typologies par rapport à celui du territoire – source Corine Land Cover / E6	182
Figure 149 Carte de l'emprise des sols artificialisés – source E6 / Corine Land Cover	182

Figure 150 Ventilation des parts de sol artificialisé et imperméabilisé – source E6 / Corine Land Cover	183
Figure 151 Carte de l'emprise des forêts - – source E6 / Corine Land Cover	183
Figure 152 Ventilation des parts des essences de la forêt – source E6 / Corine Land Cover	184
Figure 153 Carte de l'emprise des sols de l'agriculture et des prairies – source E6 / Corine Land Cover	184
Figure 154 Schéma de compensation ponctuel – source : E6	185
Figure 155 Schéma de compensation d'une activité – source : E6	185
Figure 156 Représentation des changements d'affectation des sols suivant différentes périodes – source Corine Land Cover / E6	186
Figure 157 Flux carbone du territoire – source Corine Land Cover / E6	187
Figure 158 Bilan des flux carbone sur l'année 2018 - – source Corine Land Cover / E6	188
Figure 159 : Illustrations des concepts et composantes associées à la vulnérabilité (Frieztsche et Al. 2015, ADEME, 2015)	194
Figure 160 : Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en W/m <sup>2</sup> sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)	196
Figure 161 : Projections à l'échelle mondiale de l'évolution du climat entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)	197
Figure 162 : Anomalie de température moyenne annuelle : écart entre la période considérée et la période de référence [°C]. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	198
Figure 163: Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990 [°C]. (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	199
Figure 164: Cumul annuel de précipitation : rapport à la référence 1961-1990 [%]. (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	200
Figure 165: Nombre annuel de journées chaudes sur la période 1961-2010 (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	201
Figure 166: Nombre annuel de jours de gel sur la période 1961-2010 (Station Chareil-Cintrat ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	202
Figure 167: Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse sur la période 1961-2017 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	203
Figure 168: Cycle annuel d'humidité du sol, moyenne et records, sur la période 1961-2010 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	204
Figure 169: Infographie présentant l'évolution des températures à l'échelle du globe en fonction des scénarios RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 (extrait du rapport du GIEC, 2014)	205
Figure 170: Cartes d'augmentation de la température moyenne centrée sur le département de l'Allier à l'horizon 2100. Carte 1 : Période de référence 1976-2005. Carte 2, 3, 4 : selon les scénarios RCP 2.6, 4.5, 8.5 (Drias-climat.fr, 2018)	206
Figure 171: Cartes de la température moyenne annuelle en Auvergne à l'horizon 2100. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	207
Figure 172: Cartes présentant la moyenne annuelle de nombre de jours de vague de chaleur centrées sur l'Allier.	208
Figure 173: Cartes du cumul estival de précipitations en Auvergne à l'horizon 2100. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	209
Figure 174: Cartes présentant une indication quant à l'état de sécheresse d'humidité des sols de l'Allier.	210
Figure 175: Cartes présentant une indication quant à l'état des sols superficiel au niveau national.	210
Figure 176 : Carte présentant la vulnérabilité des risques naturels au changement climatique de la CA de Vichy. (Source : BRGM et PPRI Plaine Allier)	213
Figure 177 : Retrait-gonflement des sols argileux (Dossier Départemental des Risques Majeurs)	213
Figure 178 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARD de l'aléa mouvements de terrain sur la CA de Vichy.	214
Figure 179 : Carte du réseau hydrographique du département de l'Allier (Source : DREAL Auvergne, Données 2000, Edition juin 2016)	215
Figure 180 : Carte de la pluviométrie du département de l'Allier (Source : Météo-France, mai 2009, Edition août 2015)	216
Figure 181 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARD de l'aléa inondations sur la CA de Vichy.	217
Figure 182 : Infographie présentant les crues de plaine de l'Allier (Extrait du Livret « Parlons des crues de la rivière Allier » réalisé par Frane-Auvergne-Environnement, 2014)	218
Figure 183 : Inondation par débordement direct (Extrait du Dossier départemental des risques majeurs 2014 – Département de l'Allier)	219
Figure 184 : Inondation par débordement direct, Aléa, Enjeu et Risque (Extrait du Dossier départemental des risques majeurs 2014 – Département de l'Allier)	219
Figure 185 : Carte d'exposition au risque inondation de l'agglomération de Vichy – Débordement de l'Allier, du Sichon et du Jolan (DREAL Auvergne – Cartographie: DDT de l'Allier & DREAL d'Auvergne – Extrait du Rapport de présentation de la cartographie du risque d'inondation du secteur de Vichy, Novembre 2013)	221

Figure 186: Carte d'exposition au risque inondation de l'agglomération de Vichy – Débordement de l'Allier, du Sichon et du Jolan (DREAL Auvergne – Cartographie: DDT de l'Allier & DREAL d'Auvergne – Extrait du Rapport de présentation de la cartographie du risque d' _____	221
Figure 187: Carte d'exposition au risque inondation de l'agglomération de Vichy – Débordement de l'Allier, du Sichon et du Jolan (DREAL Auvergne – Cartographie: DDT de l'Allier & DREAL d'Auvergne – Extrait du Rapport de présentation de la cartographie du risque d' _____	222
Figure 188: Cycle annuel d'humidité du sol, moyennes et records, sur la période 1961-2100 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France) _____	224
Figure 189: Restriction spécifique aux eaux superficielles du territoire de la CA de Vichy en août 2019 ( <a href="http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr">http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr</a> ) _____	225
Figure 190: Les ressources en eau dans le département de l'Allier (Source : Données issues de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne) _____	226
Figure 191: Volume d'eau prélevé dans le département de l'Allier (Source : Données issues de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne) _____	227
Figure 192: Photo aérienne ville de Vichy en bord d'Allier _____	227
Figure 193: L'Allier, à Moulins. Apparition d'un banc de sable, été 2019 (source : Article de La Montagne « Sécheresse : périple à travers les rivières à sec du Bourbonnais », 19/07/2019) _____	229
Figure 194: Vues aériennes du bocage bourbonnais. Photo gauche, 30 juin 2019 ; Photo droite, 9 juillet 2019 _____	230
Figure 195: Infographie illustrant la diversification de l'agriculture dans l'Allier (DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes, Juillet 2017) _____	232
Figure 196: Tableau des consommations journalière en eau en condition estivale (source : Dossier technique « Soif d'autonomie, l'abreuvement au champ, 2009) _____	237
Figure 197: Cartographie de la région Auvergne-Rhône-Alpes sur le risque incendie. (Source : Météo France, 24 juillet 2019) _____	240
Figure 198: Schéma récapitulatif des principaux mécanismes d'impact du réchauffement climatique sur la santé humaine (Source : JP Besancenot) _____	242
Figure 199: Évolution attendue du rythme saisonnier de la mortalité en France en cas de réchauffement (Source : Besancenot, 2004) _____	243
Figure 200: Les végétaux libéreront plus de pollen les jours de forte chaleur _____	244
Figure 201: Tableau des risques pour la santé liés au changement climatique (Source : Institut de Veille Sanitaire) _____	245
Figure 202: Phénomène d'îlot de chaleur urbain (Source : E6-ACPP) _____	245
Figure 203: Migration de nombreuses espèces faunistiques, et extension des aires de répartition de certains ravageurs (comme la chenille processionnaire) font partie également des conséquences sur la biodiversité du territoire. _____	246
Figure 204: Enveloppes bioclimatiques des groupes chorologiques en France (Source : CLIMATOR 2012). _____	247
Figure 205: Evolution des enjeux sur le territoire suite au changement climatique _____	249
Figure 206: Synthèse des impacts et vulnérabilités aux changements climatique de la CA de Vichy (Source : ACPP, E6) _____	251

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : Impact sanitaire des principaux polluants atmosphériques _____	40
Tableau 2 : Impact environnemental des principaux polluants atmosphériques _____	41
Tableau 3 : objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques (source : décret n°2017-949 du 10 mai 2017) _____	42
Tableau 4 : bilan des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de Vichy Communauté en 2016 – source : ATMO Auvergne Rhône Alpes _____	45
Tableau 5 : synthèse des forces et des faiblesses sur le territoire de Vichy Communauté en termes de qualité de l'air _____	55
Tableau 6 : Déplacements domicile-travail des actifs de Vichy Co, INSEE, 2015 _____	63
Tableau 7 : Répartition des potentiels de développement mobilisables du territoire (source E6) _____	85
Tableau 8 : Décomposition du productible atteignable à horizon 2050 (source E6) _____	87
Tableau 9 contraintes prises en compte pour le solaire photovoltaïque _____	91
Tableau 10 : Taux d'autoconsommation et énergie consommée par type de support pour le photovoltaïque _____	93
Tableau 11 Hypothèses de mobilisation pour le solaire thermique _____	95
Tableau 12 Potentiel Mobilisable pour le Solaire Thermique _____	95
Tableau 13: Tableau des données de production (source ADEME / CLC 2012 / outil ALDO) _____	99
Tableau 14 : Calcul du potentiel Bois Energie Mobilisable sur le territoire _____	100
Tableau 15 Potentiel mobilisable Biomasse (source E6) _____	101
Tableau 16 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5ème rapport du GIEC _____	136
Tableau 17 : Productions d'énergie du territoire, Source : OREGES 2015 _____	150
Tableau 1 Ventilation des objectifs nationaux de réduction des émissions de GES aux horizons 2028 et 2050. _____	153
Tableau 18 Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies - - source Corine Land Cover / E6 _____	179

# I. CONTEXTE

- PROPOS INTRODUCTIFS
- LES OBJECTIFS DU PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL
- LE TERRITOIRE DE VICHY COMMUNAUTE



# 1. CONTEXTE

## Propos introductifs

### Les enjeux liés au changement climatique

Le changement climatique est défini par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) comme « *tout changement de climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines* ». Cependant, il ne fait plus de doute que ce sont les activités humaines, plus précisément par leurs émissions de gaz à effet de serre, qui sont en train de modifier le climat de la planète.

L'atmosphère est composée de nombreux gaz différents, dont moins de 1% ont la capacité de retenir la chaleur solaire à la surface de la Terre. Ce sont les gaz à effet de serre (GES) qui sont essentiels pour la vie sur Terre. En l'absence de ces gaz, la température du globe serait de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Cependant, les activités humaines de ces deux derniers siècles ont eu pour effet de modifier ce phénomène, notamment par l'utilisation des hydrocarbures qui envoient toujours plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (dont le principal est le dioxyde de carbone,  $\text{CO}_2$ ).

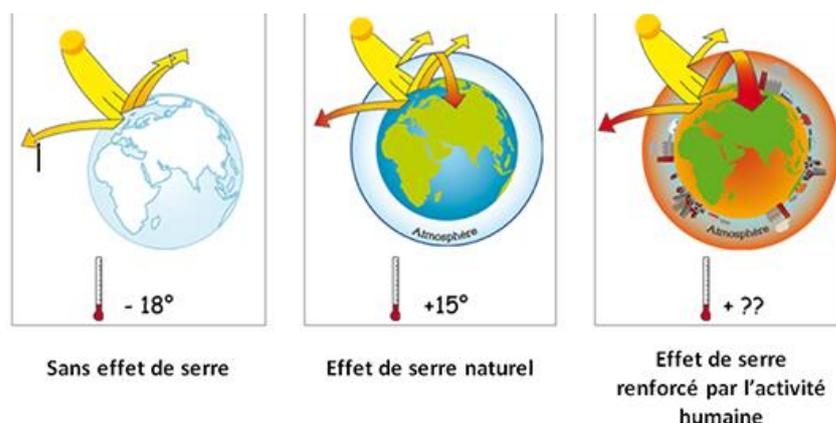


Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 2013

La conséquence principale de cette augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère serait une élévation moyenne du globe de  $2^{\circ}\text{C}$  à  $6^{\circ}\text{C}$  en 2100, selon le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. C'est ce qu'on appelle plus communément phénomène du « changement climatique ».

Compte tenu de la quantité de gaz à effet de serre déjà émise dans l'atmosphère, des modifications considérables du climat et de l'environnement sont inéluctables et certaines conséquences sont déjà visibles : hausse du niveau des mers, augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques violents, fonte des glaces, etc. Il s'agit à présent d'agir sans délai pour lutter et s'adapter au changement climatique.

# La prise en charge politique de la gestion climatique

La lutte contre le changement climatique revêt une dimension politique importante. Les principales étapes sont présentées ci-après.



## Au niveau international

- **1992** : Les rencontres du sommet de la Terre à Rio ont lancé la **Convention Cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC)** qui a été signé par 153 pays (hormis les Etats Unis).
- **1997** : Un engagement planétaire a été pris par les états signataires du « **Protocole de Kyoto** » pour lutter contre le changement climatique et réduire les émissions de GES des pays industrialisés de 5% d'ici 2012.
- **2015** : L'**Accord de Paris** sur le climat a été conclu le 12 décembre 2015 à l'issue de la **21<sup>ème</sup> Conférence des Parties (COP 21)** à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Il est entré en vigueur le 4 novembre 2016, moins d'un an après son adoption. L'objectif de l'Accord de Paris est de renforcer la réponse globale à la menace du changement climatique, dans un contexte de développement durable et de lutte contre la pauvreté.



## Au niveau européen

- **1990** : L'Europe a signé le « **Protocole de Kyoto** » et s'est engagé à réduire ses émissions de GES de 8% par rapport au niveau de 1990, pour la période 2008-2012.
- **2008** : Soucieuse d'aller au-delà des engagements internationaux, le **paquet « énergie-climat »** a été proposé par l'Union européenne et il définit les objectifs « 3 x 20 » pour 2020 :
  - Réduire de 20% les émissions de GES ;
  - Améliorer de 20% l'efficacité énergétique ;
  - Augmenter jusqu'à 20% la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale ;
- **2011** : La **Commission européenne** a publié une « **feuille de route pour une économie compétitive et pauvre en carbone à l'horizon 2050** ». Celle-ci identifie plusieurs trajectoires devant mener à une réduction des émissions de GES de l'ordre de 80 à 95% en 2050 par rapport à 1990 et contient une série de jalons à moyen terme.



### Au niveau national

- **2004** : Afin d'être cohérent avec le « Protocole de Kyoto », la France a travaillé sur un « Plan Climat » national et s'est fixée comme objectif de diviser par 4 ses émissions de GES enregistrés en 1990 d'ici 2050. Cet objectif a été inscrit dans la loi française de Programme d'Orientation de la Politique Énergétique (P.O.PE.). Dans ce cadre, le **Plan Climat National** adopté en 2004 et révisé en 2006, fixe les orientations de lutte contre les émissions de GES et d'adaptation aux changements climatiques. Il détaille ainsi les mesures engagées par la France sur les principaux champs d'intervention possibles (exemple : le résidentiel-tertiaire, les transports, l'industrie, etc.).
- **2009 et 2010** : Les **lois Grenelle I et II** ont été adoptées en 2009 et 2010 respectivement et précisent le contexte de mise en œuvre des engagements pris par la France en matière de lutte contre le changement climatique et d'environnement.
- **2015** : La France s'est engagée avec une plus grande ambition par le biais de la **loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)** qui inclut les objectifs suivants :
  - Réduire les émissions de GES de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par quatre les émissions de GES entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone ;
  - Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à l'année de référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 ;
  - Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à l'année de référence 2012 ;
  - Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030.



### Au niveau territorial

La loi TEPCV consacre son Titre 8 à « La transition énergétique dans le territoire » et renforce donc le rôle des collectivités territoriales dans la lutte contre le changement climatique par le biais des **plans climat-air-énergie territoriaux**. Ainsi, toute intercommunalité à fiscalité propre (EPCI) de plus de 20 000 habitants doit mettre en place un plan climat à l'échelle de son territoire. Les enjeux de la qualité de l'air doivent aussi intégrer le plan climat.

## Les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial

### Qu'est-ce qu'un Plan Climat Air Energie Territorial ?

Un **Plan Climat Air Énergie Territorial** (PCAET) est un projet territorial de développement durable dont la finalité est la lutte contre le changement climatique et l'adaptation du territoire à ces évolutions. Le résultat visé est un territoire résilient, robuste et adapté, au bénéfice de sa population et de ses activités.

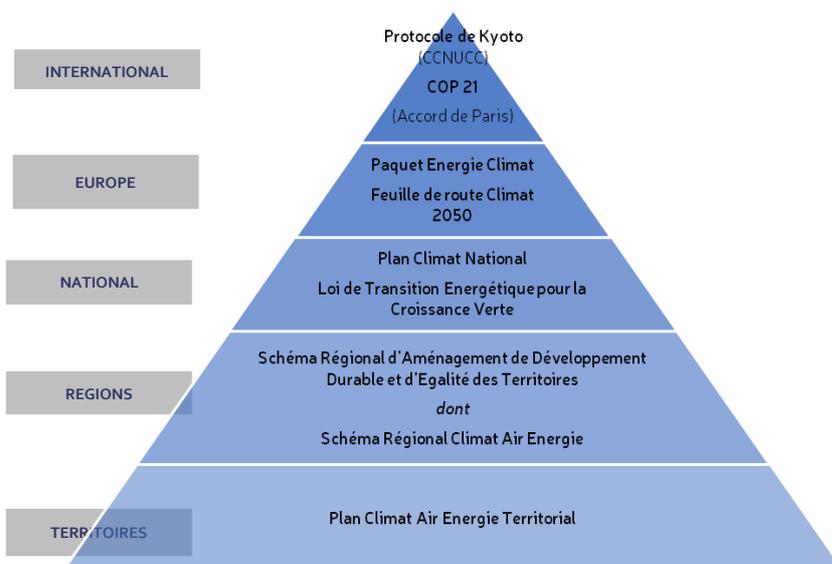


Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique

Le PCAET vise **deux principaux objectifs** dans un délai donné :

- *Atténuer / réduire les émissions de GES pour limiter l'impact du territoire sur le changement climatique ;*
- *Adapter le territoire au changement climatique pour réduire sa vulnérabilité.*

Le contenu et l'élaboration du PCAET sont précisés dans des textes de loi :

- Le décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial ;
- L'ordonnance du 3 août 2016 et le décret du 11 août 2016 ;
- L'arrêté du 4 août 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial.

Le Plan Climat est une démarche complète et structurée qui prend en compte de nombreux éléments:

- *Les émissions de gaz à effet de serre du territoire et le carbone stocké par la nature (sols, forêts) ;*
- *Les consommations énergétiques et les réseaux associés ;*
- *Les émissions de polluants atmosphériques ;*
- *Le potentiel en énergies renouvelables du territoire ;*
- *La vulnérabilité aux effets des changements climatiques.*

Consciente des enjeux globaux, et leurs conséquences locales et des contributions qu'elle peut apporter, Vichy communauté a décidé de s'engager dans l'élaboration d'un Plan Climat Air Énergie Territorial.

Engagement concret et structurant, la démarche Plan Climat vise à guider Vichy communauté, à une prise en compte opérationnelle des questions liées à l'énergie, l'air et le climat dans leurs politiques publiques.

Le PCAET doit être compatible avec le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) qui est co-piloté par le préfet, l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie (ADEME) et le Conseil Régional. L'objectif de ce dernier est de définir des orientations régionales en matière de lutte contre la pollution atmosphérique, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de réduction de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique. Il constitue donc un document cadre sur lequel doit s'appuyer le PCAET.

Afin de réaliser le diagnostic territorial Climat Air Énergie, ainsi que les potentiels d'adaptation et d'atténuation du territoire, différents scénarios réalisés par des organisations professionnelles ont été utilisés.

### **Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) :**

Le **GIEC** (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) a réalisé diverses simulations à l'échelle mondiale pour la période 2000-2100 pour une évolution des températures moyennes allant de +1,8°C à +4°C par rapport à 2000. Au total, 6 scénarios ont été réalisés. Il propose également des solutions d'adaptation à ce changement climatique.

Ces scénarios sont plus amplement détaillés au chapitre relatif à la vulnérabilité aux changements climatiques du territoire du présent diagnostic. Grâce à ces scénarios, il est possible d'évaluer à l'échelle du territoire, l'ampleur du changement climatique et ses potentielles conséquences.

## Le territoire de Vichy Communauté



Figure 3 : Territoire de Vichy Communauté

### Le territoire de Vichy communauté

**39 COMMUNES**  
**750 km<sup>2</sup>**  
**83 419 HABITANTS (2018)**

Vichy Communauté située dans le département de l'Allier est issue de la fusion (en 2017) de la communauté de commune de la Montagne Bourbonnaise et la communauté d'agglomération de Vichy Val d'Allier. Son territoire s'étend de Billy au nord à Lavoine au sud, et de Saint-Nicolas-des Biefs à l'Est à Cognat-Lyonne à l'Ouest.

Vichy Communauté a une superficie de près de 750 km<sup>2</sup>. La commune la plus grande est Arfeuilles (59.6 km<sup>2</sup>), dix fois plus étendue que la commune la plus petite, Vichy (5.9 km<sup>2</sup>). 83 419 habitants font de Vichy communauté la communauté d'agglomération de l'Allier la plus peuplée. Vichy compte 25800 habitants et Châtelus 120 habitants.

Le territoire de Vichy communauté a la particularité d'être riche et divers sur le plan environnemental, et dispose de paysages et de milieux naturels remarquables avec notamment la rivière Allier et ses affluents, la moyenne montagne, des forêts, prairies sèches, lacs, ...

Vichy communauté a exprimé la volonté de se doter d'une vision globale et transversale pour œuvrer vers un aménagement durable. Par ailleurs, fière de son patrimoine naturel, la communauté veut faire de la prise en compte des enjeux écologiques l'une des composantes de l'attractivité de son territoire.

## II. SYNTHÈSE DES ENJEUX

- SYNTHÈSE DES ENJEUX
- OPPORTUNITÉS DU TERRITOIRE

## 2. SYNTHÈSE DES ENJEUX

### Synthèse du diagnostic

#### 2.1.1. Bilan énergétique du territoire

Le profil énergétique du territoire de Vichy communauté en termes d'énergie finale c'est-à-dire l'énergie consommée directement par l'utilisateur, en 2015, est principalement marqué par les consommations énergétiques du secteur résidentiel (principal comme secondaire). 58% des résidences principales sont construites avant 1970<sup>1</sup>. **Le bâtiment (secteur tertiaire et résidentiel) représente 63% des consommations.** Les **entreprises, industries et tertiaires cumulées représentent plus d'un quart des consommations énergétiques du territoire.** Le transport est quasi essentiellement routier (la part modale des transports domicile/travail en voiture individuelle approche les 80%).

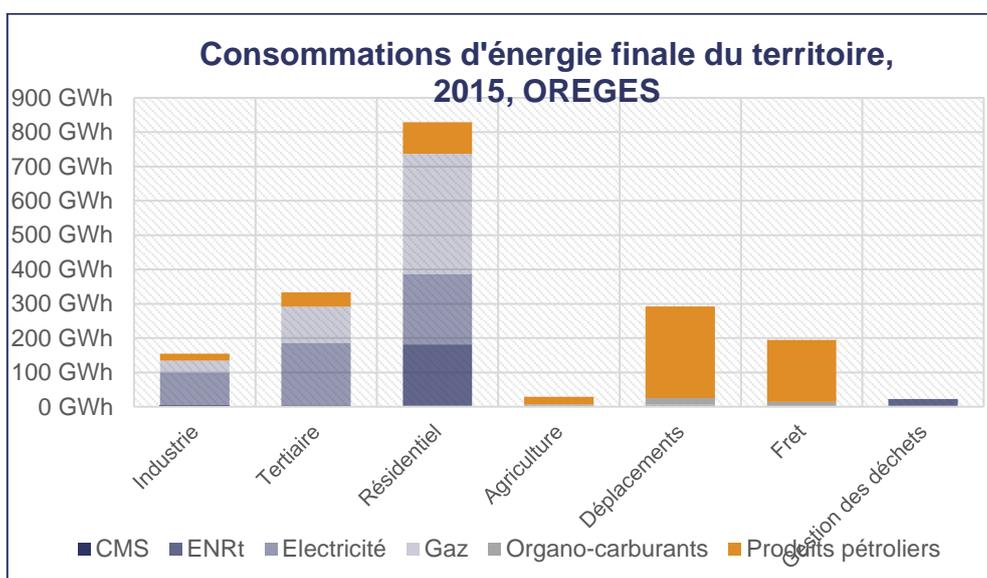


Figure 4 : Synthèse des consommations énergétiques par secteur de Vichy communauté, 2015 (source E6)

#### Chiffres clés 2015 – Bilan énergétique

**Le territoire de Vichy communauté a une consommation de 1855 GWh d'énergie finale.** Cela représente **22 MWh** par habitant. La moyenne française est de **24 MWh/hab** en 2015 (sc : wikipedia)  
La facture énergétique est de **3004 €/hab** en 2015.

#### Les principaux leviers sur cet enjeu sont :

- La rénovation thermique du bâtiment ;
- L'implication des entreprises dans des démarches de sobriété énergétique ;
- Le développement d'une offre de mobilité alternative (ou de non-mobilité) pour les déplacements du quotidien.

<sup>1</sup> Source : INSEE publiée 25/02/2019

## 2.1.2. Autonomie énergétique du territoire

L'autonomie énergétique est calculée en comptabilisant, d'un côté, les consommations énergétiques, et de l'autre, la production énergétique locale renouvelable sur le territoire.

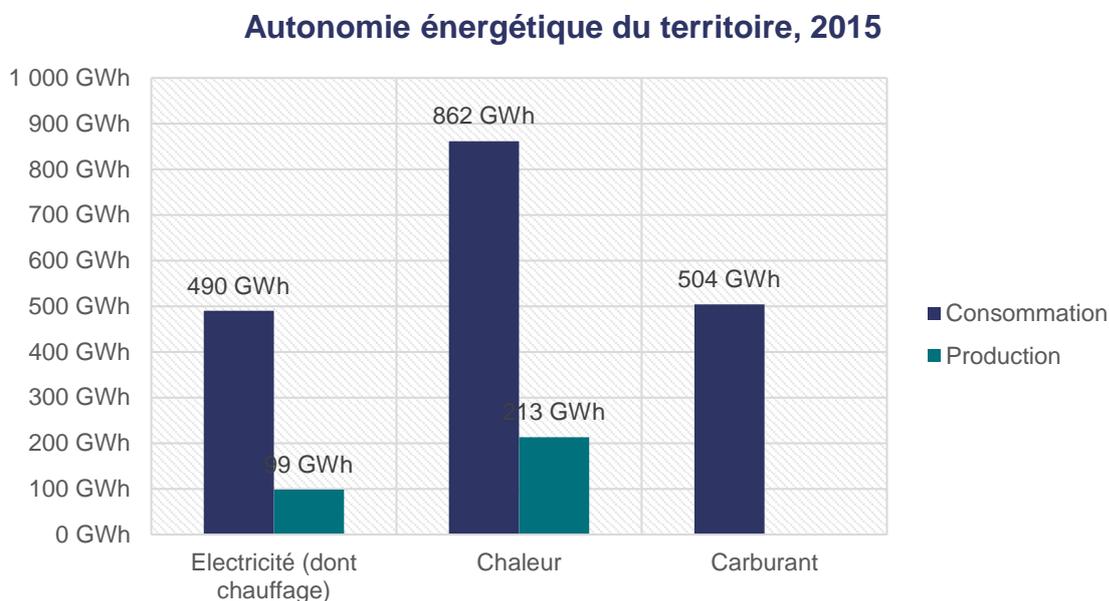


Figure 5 : Autonomie énergétique de Vichy communauté en 2015 (source E6)

**Au total, 314 GWh d'énergie de sources renouvelables** sont produits sur le territoire en 2015 (461 GWh en incluant les projets). **25%** de la chaleur consommée sur le territoire est issue d'une énergie renouvelable (bois, méthanisation, géothermie), et **20%** des besoins du territoire en électricité sont couverts par une production d'origine renouvelable (grand éolien et hydroélectricité principalement).

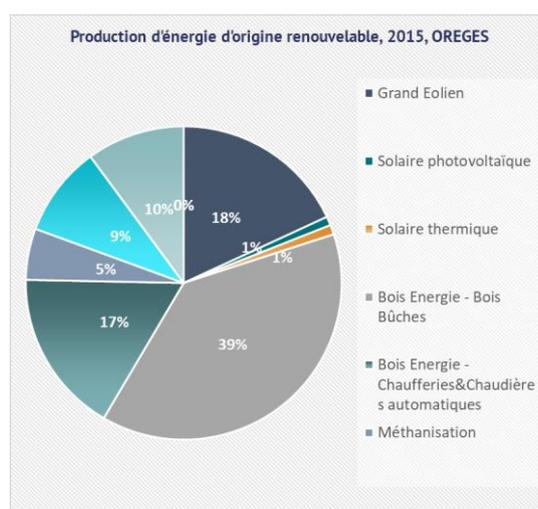


Figure 6 : Production d'énergie renouvelable et locale de Vichy Communauté en 2015

## Chiffres clés 2015– Autonomie énergétique

Le territoire produit 17% de sa consommation totale en énergie finale (25% en incluant les projets).

### 2.1.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables

Le potentiel de développement mobilisable correspond au potentiel estimé après avoir considéré certaines contraintes urbanistiques, architecturales, paysagères, patrimoniales, environnementales, économiques et réglementaires. Il dépend des conditions locales (conditions météorologiques, et climatiques, géologiques) et des conditions socio-économiques locales (agriculture, sylviculture, industries agro-alimentaires, etc.).

Le productible atteignable (qui inclut la production actuelle) est la valeur finale retenue pour la définition des objectifs stratégiques du territoire concernant la planification énergétique. Ce **productible atteignable représente 962 GWh pour Vichy communauté à horizon 2050**.

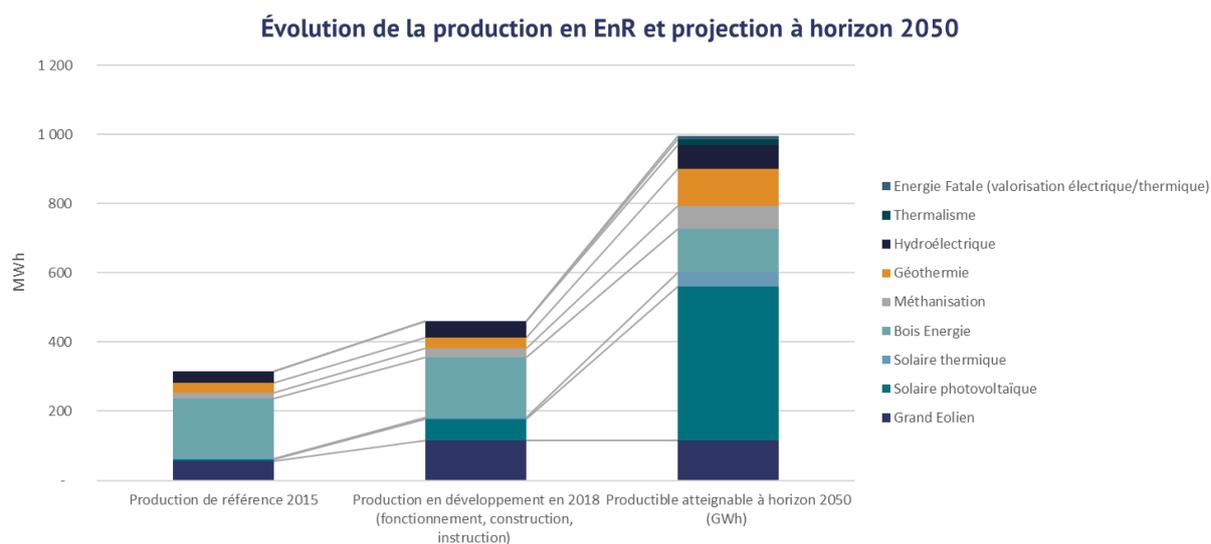


Figure 7 : Production d'ENR en 2015, projets en cours et potentiel de développement, E6

Si les projets ENR en cours de développement sont effectivement réalisés la production d'énergie renouvelable sur le territoire de Vichy Communauté sera en nette augmentation, en passant de 314 GWh en 2015 à 461 GWh. Les projets en cours s'appuient sur une grande variété de filières énergétiques : photovoltaïque, méthanisation, hydraulique, et éolienne.

A horizon 2050, le potentiel de développement est majoritairement identifié sur la filière suivante :

- Le solaire photovoltaïque.

Le calcul de potentiel montre également qu'il sera nécessaire de renforcer les filières existantes telles que :

- Le bois énergie ;
- La méthanisation ;

- La géothermie ;
- Le solaire thermique.

Le potentiel de production ENR est néanmoins insuffisant pour assurer l'autonomie énergétique du territoire à l'horizon 2050. L'objectif d'autonomie devra nécessairement passer par des actions de réduction des consommations.

### Chiffres clés – Productible atteignable en énergies renouvelables et emplois associés

Le productible atteignable en énergie renouvelable pour Vichy communauté s'élève à 962 GWh.

➔ Ce potentiel représente près de 3 fois la production actuelle.

Un développement de l'intégralité du potentiel ENR combiné à une réduction massive des consommations (objectif de -50% de la loi TEPCV en 2050) permettrait au territoire d'atteindre l'autonomie énergétique. Une telle trajectoire inscrirait le territoire de Vichy Communauté dans une démarche TEPOS (Territoire à Energie Positive).

Le développement des différentes filières EnR présentées dans le diagnostic est susceptible d'entraîner la création des ETP suivants (selon outil TETE ADEME):

- 277 ETP au niveau national
- 128 ETP au niveau local

### 2.1.4. Etat des réseaux de transport et de distribution de l'énergie

La dynamique de transition énergétique et de développement des installations de production d'énergie renouvelable place en première ligne les réseaux de transport et de distribution qui se doit d'être en adéquation avec l'évolution de la production du territoire.

Le réseau HTA est exploité par le gestionnaire des réseaux de distribution (ENEDIS) sous concession du SDE 03. Le réseau HTA est composé de lignes de 15 kV, 20 kV et 33 kV. Les postes HT / BT sont répartis sur l'ensemble du réseau de distribution et permettent de passer du réseau HTA au réseau BT.

#### Le réseau électrique

Le calcul de potentiel de production d'énergie renouvelable et notamment photovoltaïque est important. La contrainte liée aux postes sources dans le cadre du S3EnR du territoire est limitante aux vues des possibilités de développement des EnR de la Communauté d'Agglomération.

La capacité d'injection diminue et le coût de raccordement augmente lorsqu'on s'éloigne du poste HTA/BT. Aux vues du potentiel photovoltaïque (incluant un gros potentiel de petite production raccordable au réseau basse tension), de **réels enjeux d'adaptabilité du réseau basse tension se posent.**

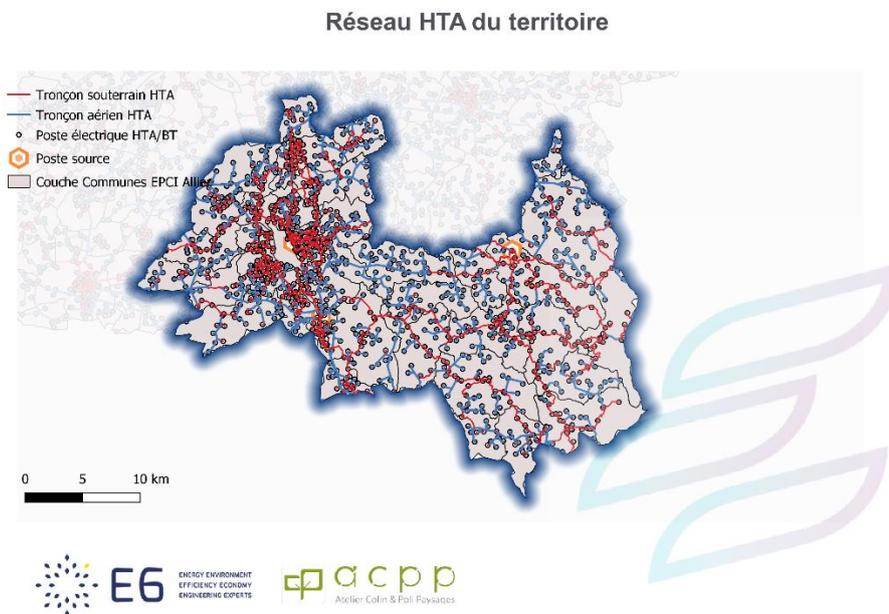


Figure 8 : Réseau HTA, Source : E6 à partir des données ENEDIS

#### Le réseau de Gaz

Le gaz est une composante clé de la transition actuelle, un élément indispensable du mix énergétique et complémentaires aux énergies renouvelables car faiblement carboné. Le gaz naturel ou les gaz renouvelables (biogaz, biométhane) peuvent s'ajouter en complément aux énergies renouvelables de nature intermittentes pour assurer une bonne desserte énergétique.

## Réseau de gaz du territoire

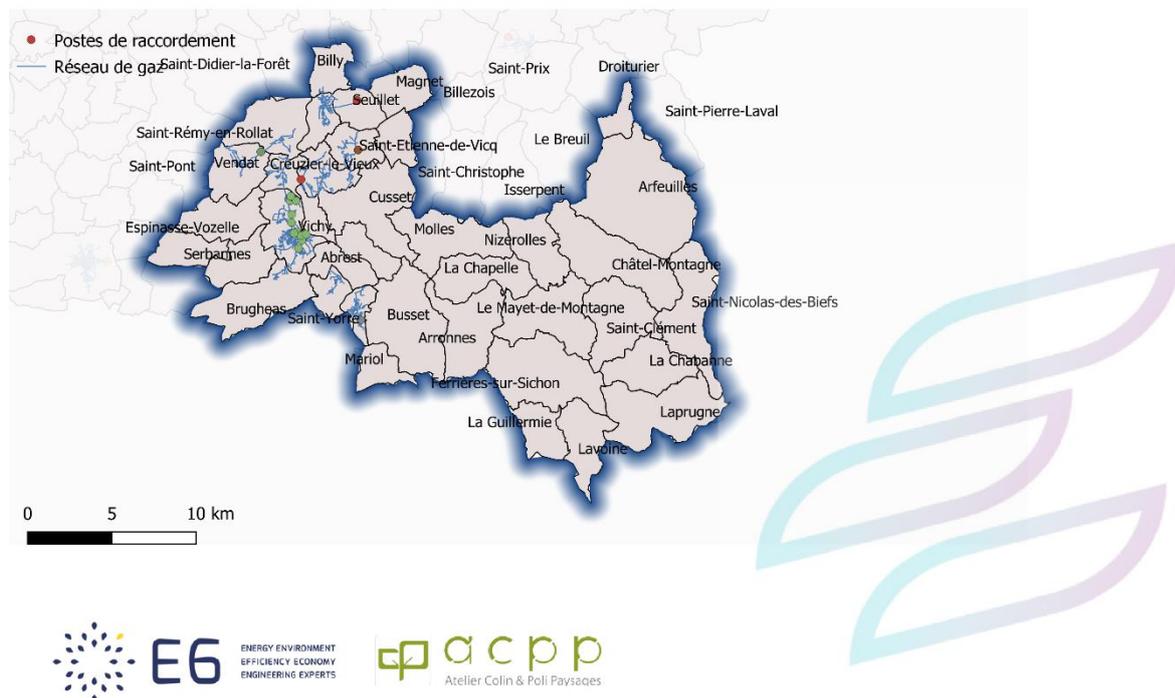


Figure 9 : Réseau basse pression, Source : E6 à partir des données GRDF

Aujourd'hui, 12 communes sont raccordées au réseau de distribution de gaz. La consommation de gaz du territoire est principalement liée à un usage résidentiel et tertiaire. **L'extension des réseaux de gaz** dans le but de toucher un maximum d'utilisateurs **et le renforcement** (si nécessaire) des réseaux dans le but de répondre **aux objectifs d'injection de gaz vert** (Loi TEPCV – 10% de gaz vert injecté dans le réseau à l'horizon 2030) sont des enjeux pour le maillage national et territorial.

### Les réseaux de chaleur

Les réseaux de chaleur sont les seuls moyens de mobiliser massivement d'importants gisements d'énergies renouvelables tels que la biomasse, la géothermie profonde, ainsi que les énergies de récupération issues du traitement des déchets ou de l'industrie. Avec **un potentiel géothermique non négligeable** sur Vichy communauté, le développement et la création de réseaux de chaleur apparaît comme axe de travail prioritaire.

### 2.1.5. Bilan des émissions de GES du territoire

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre est basé sur la méthode Bilan Carbone. Il intègre les consommations énergétiques du territoire issues du bilan énergétique, et les complète par les émissions dites « non énergétiques » qui correspondent, pour le secteur agricole, aux émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O de l'élevage et des cultures, d'autre part, aux émissions des fluides frigorigènes et enfin aux émissions générées par les secteurs de la construction, des déchets, ou encore l'alimentation.

Le Scope 1 correspond aux émissions directes du territoire (c'est-à-dire réalisée sur le territoire), le scope 2 aux émissions indirectes liées à la production d'électricité consommée sur le territoire et le scope 3 aux autres émissions indirectes (produites en dehors du territoire mais pour permettre son fonctionnement)

#### BEGES de territoire, 2015, (source : OREGES)

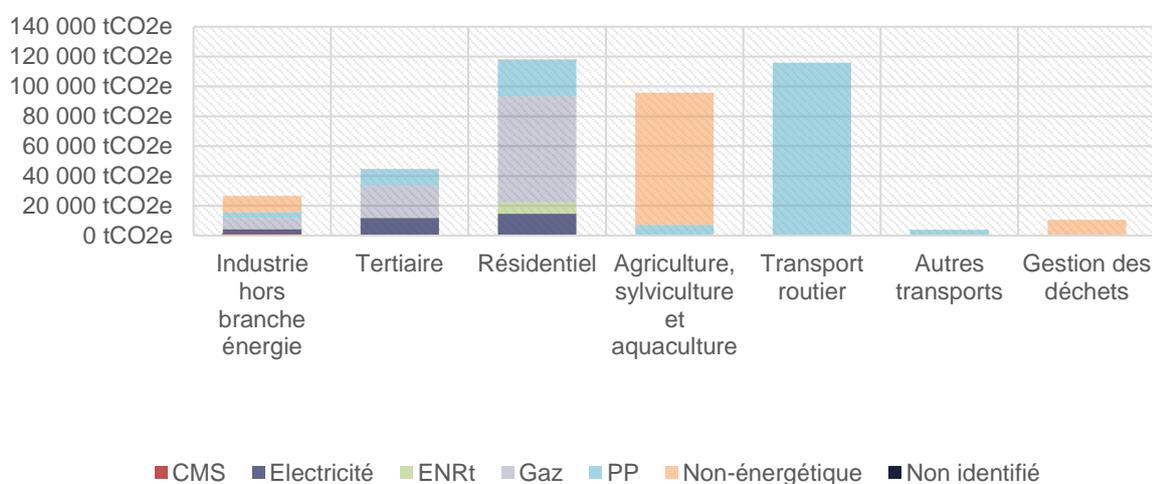


Figure 10 : Présentation du bilan des émissions de gaz à effet de serre de Vichy communauté - Source E6

- Le résidentiel (28%) et le transport (28%) sont les deux postes d'émissions (directe) de GES les plus importants sur le territoire ;
- Les émissions induites par les activités agricoles sont également significatives (23%) – les émissions non énergétiques de l'agriculture sont très majoritairement à l'origine de cet impact ;
- Les consommations énergétiques des bâtiments (tertiaire + résidentiel) induisent 40% des émissions directes du territoire.

#### Chiffres clés 2015 – Bilan GES du territoire

Le territoire émet annuellement environ **695 ktCO<sub>2e</sub>**, soit 8 tCO<sub>2e</sub> par habitant (moyenne nationale : 12 tCO<sub>2e</sub>/hab.).

Les émissions de GES issues du bilan énergétique représentent **73%** des émissions directes du territoire.

Le secteur résidentiel est l'un des principaux postes émetteurs de GES. Les actions concourant à réduire les consommations énergétiques de ce secteur (notamment par des actions de rénovation) auront un effet direct sur la réduction de l'empreinte Carbone de ce premier poste d'émission.

### 2.1.6. Séquestration carbone sur le territoire

Le volet Séquestration carbone vise à valoriser le carbone stocké dans les sols, les forêts, les cultures, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre engendrées par les changements d'usage des sols.

Le diagnostic comprend : **une estimation de la séquestration nette de dioxyde de carbone et de ses possibilités de développement, en tenant compte des changements d'affectation des terres.**

Le territoire de Vichy communauté est composé principalement de prairies, forêts, cultures.

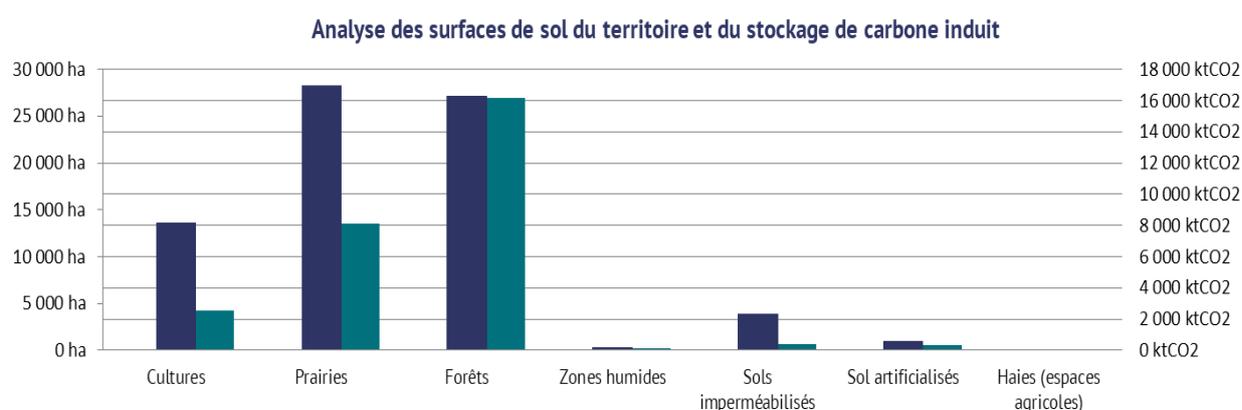


Figure 11 : Analyse des surfaces de sol du territoire et du stockage de Carbone induit

Le territoire de Vichy Communauté séquestre plus de **28 440 ktCO2e** de carbone grâce à son écosystème naturel.

#### Chiffres clés – Séquestration carbone du territoire

Chaque année, 139 ktCO2e sont stockées, soit 20 % du Bilan GES de territoire (si les utilisations des sols restent inchangées).

L'objectif est de conserver ce stock dans les sols et tenter de l'accroître naturellement pour répondre aux enjeux actuels. Ceci pourra se faire en :

- Luttant contre l'étalement urbain ;
- Limitant les surfaces imperméabilisées et l'artificialisation des sols ;
- Développant la filière bois et biosourcés.

### 2.1.7. Qualité de l'air sur le territoire

Dans le cadre du PCAET de Vichy Communauté, un diagnostic de la qualité de l'air a été réalisé par Atmo Auvergne Rhone Alpes. Celui-ci présente les résultats d'émission pour les 6 polluants et les différents secteurs réglementés.

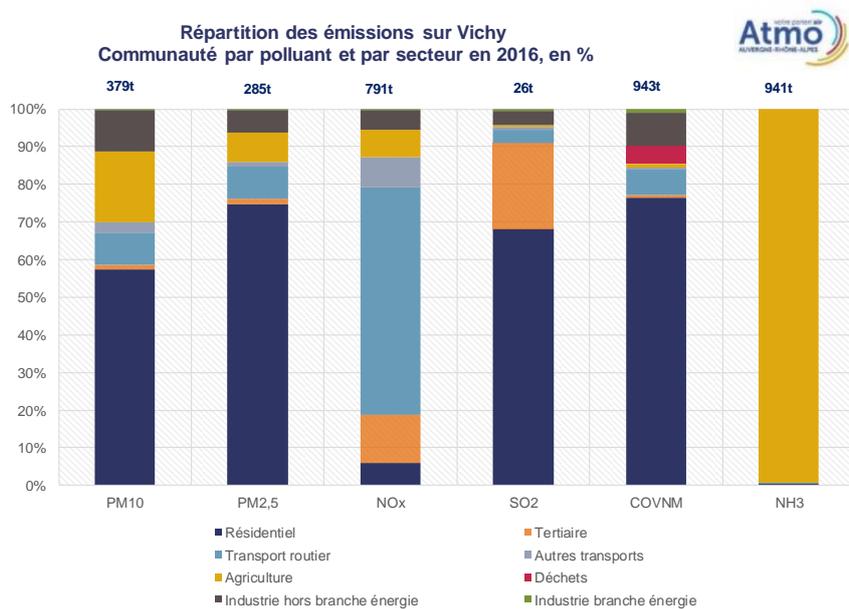


Figure 12 : Répartition des émissions de polluants atmosphériques du territoire, 2016, Atmo Auvergne Rhône Alpes

Le secteur agricole est le principal contributeur des émissions de NH<sub>3</sub>. L'enjeu est notamment de tendre vers de nouvelles pratiques agricoles

Le secteur résidentiel/tertiaire est le principal contributeur pour les COVNM et les Particules Fines. L'enjeu porte sur le renouvellement et le remplacement des installations de chauffage bois individuel peu performant.

Le secteur routier est le principal contributeur pour les Nox. L'enjeu porte sur les solutions à apporter pour le territoire, en particulier pour les déplacements de marchandises mais aussi pour les déplacements de personnes.

## 2.1.8. Vulnérabilité sur le territoire

### Evolution du climat de la Région

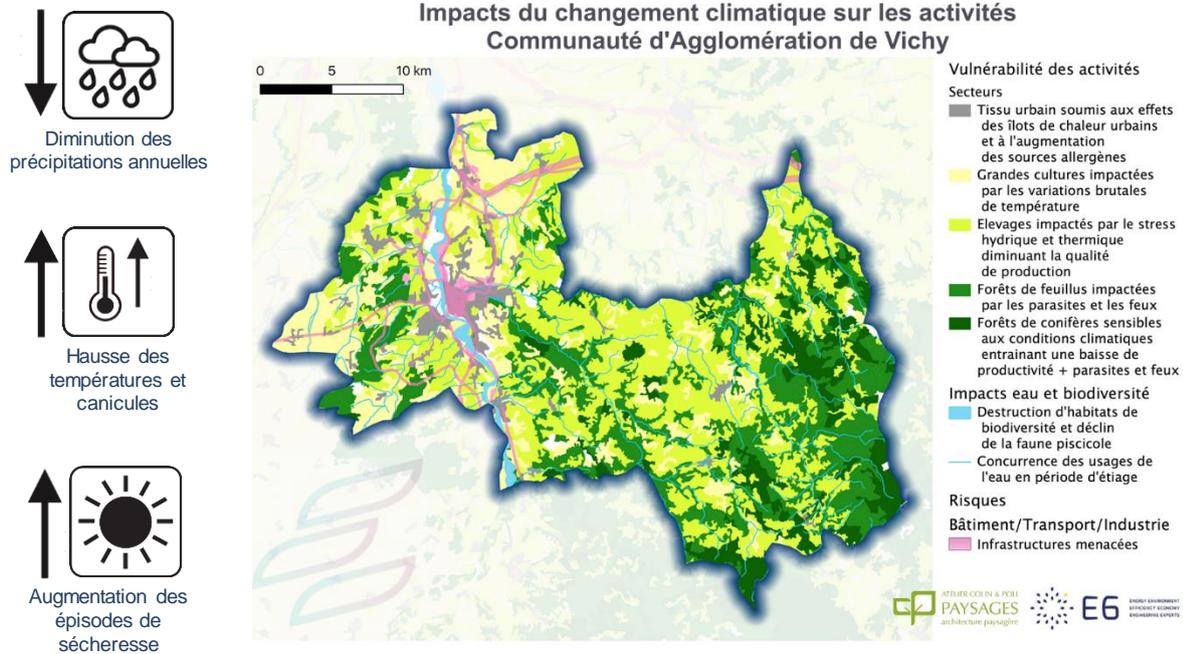


Figure 13: Impact du changement climatique sur les activités, Vichy communauté

Le territoire de Vichy communauté est relativement dépendant du **phénomène d'étéage bas de l'Allier**. Ce phénomène d'étéage bas en période estivale tend à s'intensifier dans les prochaines années du fait de la multiplication des épisodes de sécheresse, qui vont se normaliser. Ce phénomène peut entraîner également une problématique de réchauffement de l'eau et de concentration des pollutions.

Le **secteur agricole** bien présent sur le territoire pourrait être de plus en plus impacté dans les années à venir avec une diminution de la qualité de la production d'élevage à cause du **stress hydrique et thermique sur les productions fourragères**. Le stress thermique pourrait induire une augmentation des maladies parasitaires affectant directement la santé animale et par conséquent la productivité.

En milieu urbain, l'augmentation des **risques du phénomène des îlots de chaleur urbains** et le développement des allergènes et maladies allergiques sont des éléments qui pourraient s'amplifier. Des moyens préventifs existent notamment en réimplantant du végétal en ville. L'outil score ICU peut permettre à la collectivité de l'aider à prioriser son action sur ce sujet

## Opportunités du territoire

Le diagnostic réalisé à l'échelle du territoire permet de réaliser une photo du territoire, tel qu'il est actuellement. L'année 2015 servira alors d'année de référence pour chiffrer l'impact de toutes actions entreprises sur le territoire en faveur des enjeux Air Energie et Climat.

Ce diagnostic permet également de mettre en évidence les points forts du territoire, à valoriser dans le cadre de la future politique environnementale, mais également les points de faiblesses, qui constituent des axes de travail prioritaires.



### Atouts du territoire

- Le territoire de Vichy communauté est le plus important producteur en énergies renouvelables de l'Allier ;
- Le territoire dispose d'un gisement vent globalement favorable et impacté localement par le relief, notamment pour le secteur de Vichy ;
- Les importantes surfaces de toiture (par rapport au reste du département) sont une réelle opportunité de développement du photovoltaïque en toiture ;
- Une diversité de projet de production d'ENR sont en cours ; L'évolution prévue de la production d'énergie renouvelable sur le territoire de Vichy Communauté est en nette augmentation.
- Le Territoire possède un stock de carbone important principalement lié à la présence de forêt et de cultures ;
- Le changement d'affectation des sols (surfaces naturelles=>surfaces artificialisées) a été limité ces dernières années. Cette tendance doit être confortée par des stratégies de renouvellement urbain et de densification pour limiter l'étalement ;
- Une grande partie des déplacements effectués sont des flux pendulaires entre territoires voisins. Il existe de réelles opportunités de développer les solutions de promotion de pratiques alternatives à l'usage de la voiture individuelle comme le covoiturage ;
- Pour atteindre la Neutralité Carbone, si le territoire diminue d'un facteur 4 ses émissions, la capacité actuelle de captation de la forêt atteindrait 135%. Le territoire a largement les capacités d'atteindre la Neutralité Carbone ;
- Le territoire est un fort consommateur de bois, principalement à usage domestique. Un enjeu fort du territoire sur la ressource bois énergie peut être le développement d'une filière d'approvisionnement local.

## Faiblesses du territoire

- Le secteur résidentiel est bien présent sur le territoire (par rapport aux autres EPCI du département). 58% des résidences principales ont été construites avant 1970. Un vaste programme de rénovation est nécessaire pour limiter leurs consommations énergétiques ;
- Les résidences principales sont chauffées majoritairement au bois avec des équipements peu performants (sources d'émissions de particules fines) ;
- Le territoire présente une vulnérabilité forte aux effets à venir du changement climatique, notamment avec :
  - o Les phénomènes de sécheresse de plus en plus intenses et fréquents qui ont déjà un impact sur le secteur agricole (et en particulier l'élevage) ;
  - o Les phénomènes de retraits/gonflements des argiles qui dans l'Ouest du territoire font déjà l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles ;
  - o Le dépérissement déjà amorcé de certaines espèces sylvicoles sensibles au manque d'eau (hêtre, épicéa) ;
  - o Les phénomènes d'îlots de chaleur urbains qui pourraient être limités par des actions telles que la re- végétalisation des centres urbains.

# III. AIR

- FONDAMENTAUX SUR LA QUALITE DE L'AIR
- CHIFFRES CLÉS DE TERRITOIRE

## 3. AIR

---

### Fondamentaux sur la qualité de l'air

#### 3.1.1. Pollution et polluants

L'air dans lequel nous évoluons est compris dans une fine couche de l'atmosphère. Il est composé de substances très diverses, dont les composés majoritaires sont l'azote (N<sub>2</sub>) à 78% et l'oxygène (O<sub>2</sub>) à 21%. Le 1% restant rassemble des gaz rares (argon, hélium, néon, krypton, radon), de la vapeur d'eau, du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de l'hydrogène, des particules solides et liquides en suspension (eau liquide ou solide, poussières fines, cristaux salins, pollens), du méthane (CH<sub>4</sub>) et d'autres polluants atmosphériques.

L'atmosphère terrestre désigne l'enveloppe gazeuse entourant la Terre solide. Elle protège la vie sur Terre en absorbant le rayonnement solaire ultraviolet, en réchauffant la surface par la rétention de chaleur (effet de serre) et en réduisant les écarts de température entre le jour et la nuit (cf chapitre Propos introductifs).

Les polluants dans l'air que nous respirons peuvent mettre en danger la santé humaine et dégrader les écosystèmes, influencer le climat et provoquer des nuisances diverses (perturbation des productions agricoles, dégradation du bâti, odeurs gênantes...).

##### 3.1.1.1. Origine des polluants

### Points de vigilance

**Deux notions sont à bien différencier : émissions et concentrations.**

Les **émissions** correspondent aux quantités de polluants (exprimées en unité massique par an) directement rejetées dans l'atmosphère sur le territoire local. Les émissions sont calculées à partir de méthodologie reconnue.

La **concentration** est la quantité de polluants par volume d'air, exprimée par exemple en µg/m<sup>3</sup>. Les mesures de concentration caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

La **qualité de l'air** résulte d'un équilibre complexe entre la quantité de polluants rejetée dans l'air (émissions) et les différents phénomènes auxquels ces polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère sous l'action de la météorologie : transport, dispersion sous l'action du vent et de la pluie, dépôt ou réactions chimiques des polluants entre eux ou sous l'action des rayons du soleil. C'est pour cela que certains polluants sont dits secondaires, comme par exemple l'ozone (O<sub>3</sub>) : ils ne sont pas directement émis dans l'atmosphère mais sont formés à partir de polluants primaires (directement issus des sources d'émission).

Les polluants dans l'air extérieur ont deux origines : origine naturelle et induite par l'homme.

#### *Sources de pollution induite par l'activité humaine*

- les transports et notamment le trafic routier ;
- les bâtiments (chauffage en particulier le bois et le fioul) ;
- l'agriculture par l'utilisation d'engrais azotés, de pesticides et les émissions gazeuses d'origine animale ;
- le stockage, l'incinération et le brûlage à l'air libre des déchets ;
- les industries et la production d'énergie.

### Sources naturelles de pollution :

- les éruptions volcaniques qui envoient dans l'atmosphère d'énormes quantités de gaz ( $\text{SO}_2$ ) et de particules ;
- les plantes qui produisent des pollens, dont certains sont responsables d'allergies respiratoires, et des substances organiques volatiles qui contribuent à la formation de l'ozone troposphérique ou qui participent à la réactivité entre polluants par contact avec les feuilles ;
- la foudre qui émet des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et de l'ozone ;
- les incendies qui produisent des particules fines (par exemple des particules de suie) et des gaz ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ...), etc.

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux polluants de l'air extérieur et leurs origines.

Polluants extérieurs	Origine liée aux activités humaines	Origine naturelle
<b>Particules Fines</b> ( $\text{PM}_{2,5}$ et $\text{PM}_{10}$ )	Surtout en zone urbaine : émissions du trafic routier (en particulier moteurs Diesel anciens), des industries, de la combustion de biomasse (chauffage individuel au bois, brûlage à l'air libre de déchets verts) ou de la combustion du fioul  Plus localement : poussières des carrières, des cimenteries, émissions de l'agriculture...	Poussières provenant de l'érosion et des éruptions volcaniques
<b>Oxydes d'Azote</b> ( $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ )	Trafic routier, installations de combustion, quelques procédés industriels comme la production d'acide nitrique et la fabrication d'engrais azotés  → le <i>NO</i> majoritairement émis se transforme en présence d'oxygène en <i>NO</i> <sub>2</sub> .  → participe à la formation de l'ozone et de particules secondaires	
<b>Ozone (<math>\text{O}_3</math>)</b>	Polluant secondaire qui se forme à partir des oxydes d'azote et des composés organiques volatils sous l'effet du rayonnement solaire	
<b>Ammoniac</b> ( $\text{NH}_3$ )	Agriculture essentiellement (rejets organiques de l'élevage et utilisation d'engrais azotés) et combustion  → participe à la formation de particules secondaires	
<b>Dioxyde de Soufre</b> ( $\text{SO}_2$ )	Combustion (charbon, fioul, etc)  → participe à la formation de polluants secondaires	Éruptions volcaniques → participent à la formation de polluants secondaires
<b>Monoxyde de carbone</b> ( $\text{CO}$ )	Trafic routier, chauffage :  → participe à la formation de l'ozone	
<b>Composés Organiques Volatils</b> ( $\text{COV}$ )	Évaporation de solvants (peintures, colles, encres), combustion, évaporation de carburants, traitements agricoles (pesticides, engrais)  → participent à la formation de l'ozone et de particules secondaires  → La notation <i>COVNM</i> permet de distinguer le méthane ( $\text{CH}_4$ ) qui est un <i>GES</i> des autres <i>COV</i> .	Forêts et cultures  → participent à la formation de l'ozone et de particules secondaires
<b>Polluants Organiques Persistants</b>	Combustions incomplètes (incinération des ordures, métallurgie, chauffage au bois, brûlage à l'air libre de déchets verts, moteurs Diesel, etc)  → souvent liés aux particules	Incendies de forêts  → souvent liés aux particules
<b>Métaux Lourds</b>	Combustion du charbon, du pétrole, des ordures ménagères, trafic routier  → généralement liés aux particules	

Certains facteurs favorisent, amplifient, déplacent ou transforment la pollution, mais peuvent aussi contribuer à la diluer.

#### *Des facteurs créés par l'homme*

La densité du trafic automobile favorise la concentration de certains polluants, notamment les particules mais aussi les oxydes d'azote et par conséquent la formation d'ozone par temps chaud et ensoleillé.

Les constructions peuvent gêner la dispersion des polluants, dans les zones où le bâti est dense.

Enfin, la densité des industries sur une petite aire géographique génère des pollutions qui peuvent être importantes.

#### *Des facteurs météorologiques et topographiques*

Une grande stabilité des couches d'air, en cas d'inversion de températures basses (couches de l'atmosphère plus froides que les couches supérieures) ou de conditions anticycloniques, favorise la stagnation des polluants dans les basses couches de la troposphère.

Les vents dispersent la pollution ou la déplacent d'un endroit à l'autre, localement (brises de mer et de terre sur les côtes, brises de vallée et de montagne, brises de campagne entre îlots de chaleur urbains et zones avoisinantes) ou beaucoup plus loin.

L'humidité, la chaleur et le rayonnement solaire peuvent favoriser la transformation chimique des polluants.

On distingue trois échelles de pollution :

- **Locale** : elle affecte la qualité de l'air ambiant au voisinage des sources d'émissions dans un rayon de quelques kilomètres ;
- **Régionale** : il s'agit, sur des distances de quelques kilomètres à un millier de kilomètres, de pollutions de type pluies acides, réactions photochimiques et dégradation de la qualité des eaux;
- **Globale** : il s'agit principalement, au niveau planétaire, de l'appauvrissement de la couche d'ozone, du réchauffement climatique provoqué par l'émission de gaz à effet de serre, principalement le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), des pesticides.

### **3.1.1.2. Nature des polluants**

Les polluants de l'air sont des agents chimiques, physiques ou biologiques qui affectent à court ou à long terme la santé des êtres vivants (principalement par inhalation, mais aussi par contact) et des écosystèmes (en se déposant sur les sols et les végétaux ou dans l'eau).

Certains d'entre eux (CFC et HCFC, interdits depuis 1987) dégradent la couche d'ozone stratosphérique (« bon » ozone) qui protège l'homme du rayonnement solaire ultraviolet.

Le dioxyde d'azote, l'ozone troposphérique et les particules sont des polluants de l'air extérieur et jouent aussi un rôle dans l'effet de serre.

Les particules sont des polluants complexes, couramment classées par taille, en fonction de leur diamètre en micromètre. On parle de PM<sub>10</sub> (particules de moins de 10 micromètres de diamètre) et de PM<sub>2,5</sub> (particules de moins de 2,5 micromètres de diamètre).

Une distinction est faite entre les polluants primaires et les polluants secondaires :

- Les polluants **primaires** sont directement émis par des sources de pollution.
- Les polluants **secondaires** sont formés dans l'air à partir de polluants primaires, qui se combinent entre eux. Les particules peuvent être à la fois des polluants primaires (directement émises sous forme particulaire dans l'atmosphère) et secondaires (générées dans l'atmosphère à partir d'autres polluants dits précurseurs gazeux).

### 3.1.1.3. Pollution locale et facteur transfrontalier

Le sujet de la pollution transfrontalière est particulièrement difficile à étudier : outre les émissions à la source, il s'agit de tenir compte de la météorologie (et donc de la circulation des polluants), ainsi que de la transformation chimique des polluants dans l'atmosphère.

Le programme européen de surveillance mondiale de l'environnement Copernicus permet de retracer la part des émissions transfrontalières dans la pollution atmosphérique. Il a pour objectif de mutualiser, entre Etats membres, les observations in situ et par satellite relatives à l'environnement et à la sécurité, afin de construire des « services d'intérêt général européen, à accès libre, plein et entier ».

Il en ressort que l'aspect transfrontalier est un phénomène important dans l'émergence de la pollution atmosphérique, mais avec de larges variations d'un jour à l'autre.

Voici un exemple à Paris sur la contribution locale et externe des émissions de PM<sub>10</sub> (test pilote mené par Copernicus du vendredi 11 novembre au dimanche 13 novembre) : il en ressort que moins de 50% de la pollution aux PM<sub>10</sub> est d'origine française.



Figure 14 : Exemple de rendu issu de Copernicus sur les contributions locales et externes des émissions de polluants atmosphériques

Selon le type d'épisode de pollution (hivernal, continental, inter-saison), la part des PM<sub>10</sub> dans l'atmosphère liée à des émissions locales est plus ou moins forte. Cette part est plus forte lors d'épisodes hivernaux (vents très faibles, inversions thermiques à proximité du sol qui piègent les polluants à proximité des sources), que lors d'épisodes de pollution à l'échelle continentale (vent modéré à fort, pollution diffuse et homogène).

Ceci arrive car les particules fines se comportent en fait comme des gaz. Cela signifie donc que la pollution atmosphérique émise par une région contamine donc aussi fortement les autres régions et pays.

Ainsi, les actions locales auront plus d'impact en période hivernale lors d'épisodes de pollution qualifiés de « locaux ». Les actions portant sur des sources d'émission qui sont particulièrement fortes lors de ces périodes froides (comme le chauffage) seront alors également plus efficaces.

## Que retenir ?

La pollution atmosphérique locale est impactée de manière plus ou moins forte par des émissions provenant d'autres régions et pays et il est nécessaire d'agir sur l'ensemble des territoires en diminuant les émissions locales, d'une part, afin d'éviter les pics de pollution lors des apports de polluants atmosphériques transfrontalières mais également, d'autre part, pour éviter tout export de pollution atmosphérique vers d'autres régions car, sur l'ensemble de la zone européenne, la pollution est souvent d'origine étrangère en fonction des vents.

### 3.1.2. Enjeux

#### 3.1.2.1. Enjeux sanitaires

Une étude Santé publique France<sup>2</sup> estime que 48 000 décès prématurés par an seraient attribuables à la pollution particulaire.

Les particules fines ne sont pas les seuls polluants à effets sanitaires, d'autres composés ont des effets sur la santé dont certains sont réglementés : les oxydes d'azote (NOx), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>). Il est important de ne pas négliger l'impact sur la santé des polluants non réglementés : les pesticides, l'ammoniac, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), etc.

Si les effets de la pollution sont plus importants dans les grandes villes, les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont également concernés.

Les effets des polluants atmosphériques sont classés en 2 groupes :

- les **effets immédiats** (suite à une exposition de courte durée) : réactions qui surviennent dans des délais rapides après des variations journalières (très fortes doses) des niveaux ambiants de pollution atmosphérique ; irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthmes ;
- les **effets à long terme** (après des expositions répétées ou continues tout au long de la vie) : ils contribuent au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques...

L'exposition de fond (sur la durée) est à l'origine d'un impact plus important sur la santé que des épisodes de pollution ponctuels<sup>3</sup>.

La pollution de l'air a des impacts particulièrement importants sur les personnes vulnérables ou sensibles (enfants, personnes âgées, femmes enceintes, fumeurs, malades du cœur ou des poumons, asthmatiques). En cas de pics de pollution, il est conseillé à ces personnes de limiter les efforts physiques d'intensité élevée (jogging, sports collectifs...).

Le tableau suivant présente les impacts sanitaires des principaux polluants atmosphériques.

Polluant atmosphérique	Impact sanitaire
------------------------	------------------

<sup>2</sup> Pascal M, de Crouy Chanel P, Corso M, Medina S, Wagner V, Gorla S, et al., Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique, Santé Publique France, 2016

<sup>3</sup> Corso M., Medina S., Tillier C., Quelle est la part des pics de pollution dans les effets à court terme de la pollution de l'air sur la santé dans les villes de France ? Santé Publique France, 2016

<b>NO<sub>x</sub></b>	<p>NO présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.</p> <p>NO<sub>2</sub> est un gaz irritant qui pénètre dans les voies respiratoires profondes, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants.</p>
<b>SO<sub>2</sub></b>	Gaz irritant, il affecte le système respiratoire, le fonctionnement des poumons et il provoque des irritations oculaires. L'inflammation du système respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus ou une exacerbation de l'asthme.
<b>COVNM</b>	<p>Certains COVNM peuvent être à l'origine de maladies chroniques telles que des cancers, des maladies du système nerveux central, des lésions du foie et des reins, des dysfonctionnements de l'appareil reproducteur, des malformations.</p> <p>Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) est connu pour ces effets mutagènes et cancérigènes.</p>
<b>NH<sub>3</sub></b>	Gaz incolore et odorant, très irritant pour le système respiratoire, la peau, et les yeux. Son contact direct peut provoquer des brûlures graves. A forte concentration, ce gaz peut entraîner des œdèmes pulmonaires.
<b>Particules fines</b>	<p>Les impacts des particules sur la santé sont variés du fait de la grande variation de taille et de composition chimique. Plus elles sont fines et plus elles pénètrent profond dans l'arbre pulmonaire, elles atteignent les alvéoles pulmonaires et pénètrent dans le sang.</p> <p>Atteinte fonctionnelle respiratoire, le déclenchement de crises d'asthme, de bronchites chroniques et la hausse du nombre de décès pour cause cardiovasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (bronchitiques chroniques, asthmatiques...).</p> <p>Elles peuvent même transporter des composés cancérigènes sur leur surface jusqu'aux poumons.</p>

Tableau 1 : Impact sanitaire des principaux polluants atmosphériques

### 3.1.2.2. Enjeux environnementaux

Les polluants atmosphériques participent à l'acidification des milieux naturels, à l'eutrophisation des eaux et ainsi à une altération de la végétation et de la biodiversité.

La pollution induit de la corrosion due au dioxyde de soufre, des noircissements et encroûtements des bâtiments par les poussières, ainsi que des altérations diverses en association avec le gel, l'humidité et les micro-organismes.

Les dépôts atmosphériques peuvent affecter la production et la qualité des produits agricoles.

L'ozone à forte quantité a un impact sur les cultures et entraîne une baisse des rendements.

Les composés organiques volatils et les oxydes d'azote participent à la formation de gaz à effet de serre.

Le tableau suivant présente les impacts environnementaux des principaux polluants atmosphériques.

Polluant atmosphérique	Impact sanitaire
<b>NO<sub>x</sub></b>	NO <sub>2</sub> 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. Sous l'effet du soleil, les NOx favorisent la formation d'ozone troposphérique et contribuent indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.
SO <sub>2</sub>	Il se transforme principalement en acide sulfurique, qui se dépose au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification et à l'appauvrissement des milieux naturels, il participe aussi à la détérioration des matériaux utilisés dans la construction des bâtiments (pierre, métaux).
COVNM	Ils réagissent avec les NOx, sous l'effet du rayonnement solaire, pour former de l'ozone troposphérique. Cet ozone que nous respirons est nocif pour notre santé (difficultés respiratoires, irritations oculaires, etc.) et pour la végétation. Ils contribuent également à la formation de particules fines secondaires.
NH <sub>3</sub>	Risque de pollution des eaux et d'atteintes aux organismes aquatiques, en particulier dans les eaux stagnantes (acidification et eutrophisation des milieux naturels). En milieu côtier, NH <sub>3</sub> peut faciliter la prolifération d'algues. Sa re-déposition assez rapide contribue à la problématique régionale des nitrates.
Particules fines	Elles réduisent la visibilité et influencent le climat en absorbant et en diffusant la lumière. Contribution à la dégradation physique et chimique des matériaux. Perturbation du milieu naturel en réduisant la photosynthèse et limitant les échanges gazeux chez les plantes.

Tableau 2 : Impact environnemental des principaux polluants atmosphériques

### 3.1.2.3. Enjeux économiques

En 2015, la commission d'enquête du Sénat<sup>4</sup> a évalué jusqu'à environ 100 milliards d'euro par an le coût total de la pollution de l'air dont 20 à 30 milliards sont liés aux dommages sanitaires causés par les particules.

Les effets non sanitaires (dégradation des bâtiments, baisse des rendements agricoles, perte de biodiversité, coût de la réglementation, de la taxation ou encore des politiques de prévention) représenteraient un coût d'au moins 4,3 milliards d'euros.

La France fait l'objet de contentieux avec l'Europe pour des dépassements en NOx et concernant le non-respect des normes de qualité des particules en suspension (PM<sub>10</sub>).

### 3.1.3. Cadre réglementaire

En matière de qualité de l'air, trois niveaux de réglementations imbriqués peuvent être distingués : européen, national et local. Les directives européennes sont transposées dans la réglementation française.

Au niveau mondial, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) publie également des recommandations et préconise des concentrations limites afin de réduire les risques sanitaires.

Des seuils réglementaires nationaux sont fixés pour certains polluants tels que des objectifs de qualité, des seuils d'alerte et valeurs limites.

<sup>4</sup> Commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air, Pollution de l'air : Le coût de l'inaction, 2015

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement<sup>5</sup>. La réglementation exige la mise en œuvre d'une politique qui reconnaît le droit à chacun de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé.

Pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition de la population aux polluants atmosphériques, des objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques sont fixés par décret<sup>6</sup>, conformément à la directive (EU) 2016/2284 du parlement européen.

	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	A partir de 2030
SO <sub>2</sub>	-55%	-66%	-77%
NO <sub>x</sub>	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH <sub>3</sub>	-4%	-8%	-13%
PM <sub>2,5</sub>	-27%	-42%	-57%

Tableau 3 : objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques (source : décret n°2017-949 du 10 mai 2017)

Les objectifs de réduction présentés dans le tableau ci-dessus sont définis par rapport aux émissions de l'année de référence 2005.

Le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prepa), établi par l'arrêté du 10 mai 2017, fixe la stratégie de l'Etat pour la période 2017 - 2021. Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

### 3.1.4. Cadre du PCAET

Dans le cadre du PCAET, seuls certains polluants atmosphériques sont à quantifier pour une année (la plus récente possible) :

- Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>),
- Les particules : PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>,
- Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM),
- Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>),
- L'ammoniac (NH<sub>3</sub>).

## Que retenir ?

Dans le cadre du PCAET, seules les **émissions** exprimées en unité massique (exemple tonne - t) sont à chiffrer sur le territoire.

Les secteurs d'activités à cibler sont :

- Le résidentiel,
- Le tertiaire,
- Le transport routier,

<sup>5</sup> Code de l'environnement : dispositions législatives et réglementaires au titre II Air et atmosphère du livre II de ce code - articles L220-1 à L228-3 et R221-1 à R228-1

<sup>6</sup> Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat, Décret n°2017-949 du 10 Mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L.222-9 du code de l'environnement

- Les autres transports,
- L'agriculture,
- Les déchets,
- L'industrie hors branche énergie,
- L'industrie branche énergie.

## Règle de comptabilisation

D'après le décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, en son article R. 229-52, pour la réalisation du diagnostic et l'élaboration des objectifs du plan climat-air-énergie territorial, les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques sont comptabilisées selon une méthode prenant en compte les **émissions directes produites sur l'ensemble du territoire** par tous les secteurs d'activités, en distinguant les contributions respectives de ces différents secteurs.

## Exposition de la population à la pollution atmosphérique

Les cartes annuelles de la pollution atmosphérique présentent l'exposition des populations à la pollution atmosphérique au niveau du territoire. Le territoire dispose de deux stations de mesure de la qualité de l'air. Les niveaux de concentration sont déterminés à partir des résultats des stations de mesures combinés à de la modélisation, entre autres, sur la base de données météorologiques.

Les cartes suivantes présentent donc l'exposition de la population selon des valeurs réglementaires.

En termes de NOx (ou NO<sub>2</sub>), en 2017, seule 0,1% de la population du territoire est exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>.

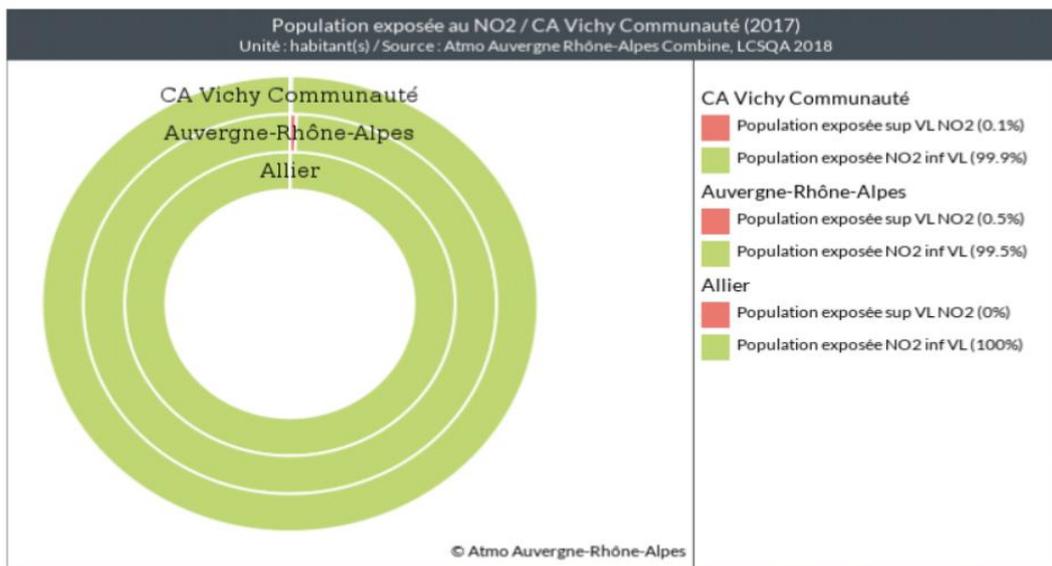


Figure 15 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO<sub>2</sub> sur le territoire en 2017

En termes de PM<sub>10</sub>, en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> mais 0,3% de la population est exposée à la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définie à 20 µg/m<sup>3</sup>.

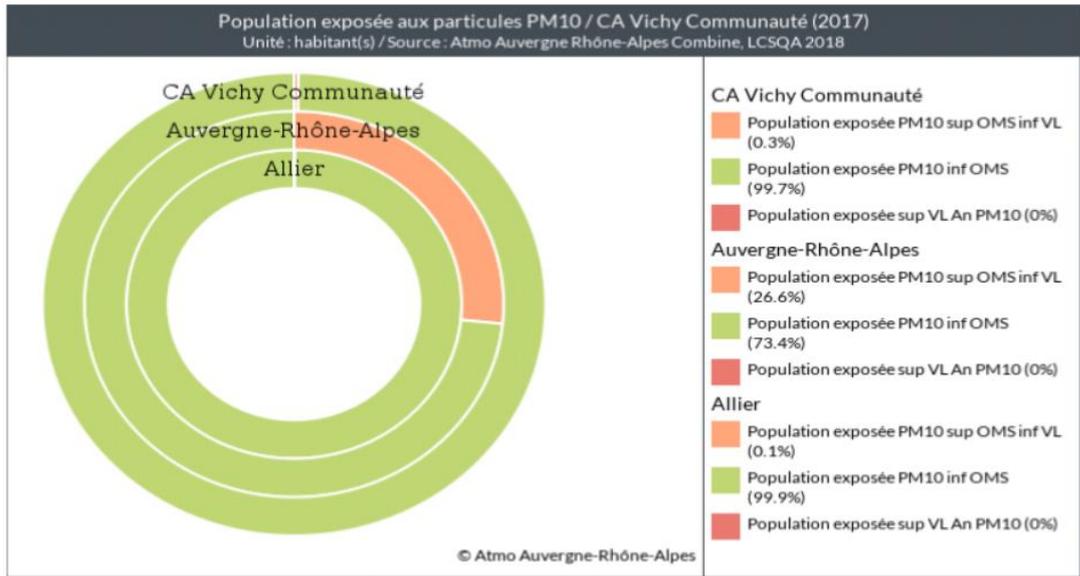


Figure 16 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle et de la valeur guide de l'OMS pour les PM<sub>10</sub> sur le territoire en 2017

En termes de PM<sub>2,5</sub>, en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à 25 µg/m<sup>3</sup>. Toutefois, 89,8% de la population du territoire est exposée au dépassement de la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définie à 10 µg/m<sup>3</sup>.

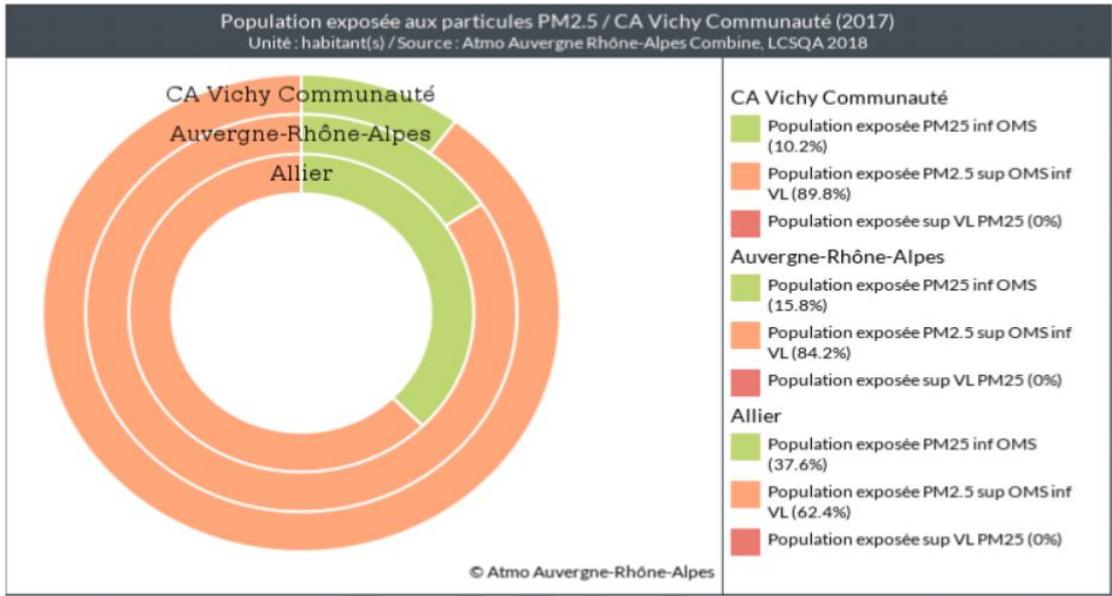


Figure 17 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle et de la valeur guide de l'OMS pour les PM<sub>2,5</sub> sur le territoire en 2017

### Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques

Les chiffres présentés ci-après sont les émissions de polluants atmosphériques qui ont été estimées pour l'année 2016 par le réseau de qualité de l'air ATMO Auvergne Rhône Alpes<sup>7</sup>.

Les émissions de polluants atmosphériques ne sont pas mesurées mais calculées. Elles sont issues de la dernière version de l'inventaire spatialisé des émissions d'ATMO Auvergne Rhône Alpes Cet inventaire recense, à un instant donné, la quantité de polluants émis dans l'atmosphère.

Il est construit sur la base d'une méthodologie de référence formalisée par le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT), prévu par l'arrêté relatif au Système National d'Inventaires d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA). Cette méthodologie, utilisée par l'ensemble des régions françaises, s'appuie sur une méthodologie européenne développée par l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA) et permet des comparatifs nationaux et locaux. Elle précise les bases de données et les facteurs d'émissions utilisés, les sources d'informations nécessaires et disponibles pour la description des activités, ainsi que les modalités de calcul des émissions.

Cette méthodologie est compatible avec celle utilisée par le CITEPA qui est en charge de réaliser les inventaires d'émission nationaux pour le compte du Ministère de l'Ecologie.

Des comparaisons des émissions de ce territoire avec le niveau départemental et national sont également réalisées. Les données départementales sont relatives à l'année 2016 et proviennent d'ATMO Auvergne Rhône Alpes<sup>8</sup> et les données nationales (France métropolitaine) relatives à l'année 2016 proviennent du CITEPA<sup>9</sup>. La méthodologie de calcul entre ces différents organismes est commune et repose sur la méthodologie définie dans le PCIT. Les valeurs peuvent donc être comparées.

### 3.1.5. Bilan en 2016

Les résultats du diagnostic réglementaire sur le territoire de Vichy Communauté pour l'année 2016 (dernière année disponible) pour les six polluants atmosphériques sont présentés dans le tableau suivant.

	Vichy Communauté - Année 2016					
	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COVNM	NH3
	t	t	t	t	t	t
Résidentiel	217,3	212,8	48,1	17,8	720,8	3,3
Tertiaire	4,7	4,2	99,9	5,9	6,5	0,0
Transport routier	32,9	24,8	478,1	0,9	63,3	3,9
Autres transports	10,1	3,6	63,8	0,2	5,1	0,0
Agriculture	71,0	22,1	58,1	0,1	9,6	933,8
Déchets	0,0	0,0	0,0	0,0	44,6	0,0
Industrie hors branche énergie	42,3	17,0	40,9	1,0	82,7	0,0
Industrie branche énergie	0,9	0,6	2,5	0,1	10,0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>379</b>	<b>285</b>	<b>791</b>	<b>26</b>	<b>943</b>	<b>941</b>

Tableau 4 : bilan des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de Vichy Communauté en 2016 – source : ATMO Auvergne Rhône Alpes

Les émissions du secteur autres transports correspondent aux émissions du transport ferroviaire (diesel) de marchandises et de personnes ainsi qu'aux émissions du transport aérien.

Dans ce bilan, conformément aux calculs des émissions nationales (protocole de Göteborg), les sources naturelles ne sont pas prises en compte.

<sup>7</sup>Fiche opteer Vichy.pdf – ATMO Auvergne Rhône Alpes

<sup>8</sup> ATMO Auvergne Rhône Alpes - details EMI 03.xlsx

<sup>9</sup> CITEPA – inventaire SECTEN, édition avril 2018

### Répartition des émissions sur Vichy Communauté par polluant et par secteur en 2016, en %

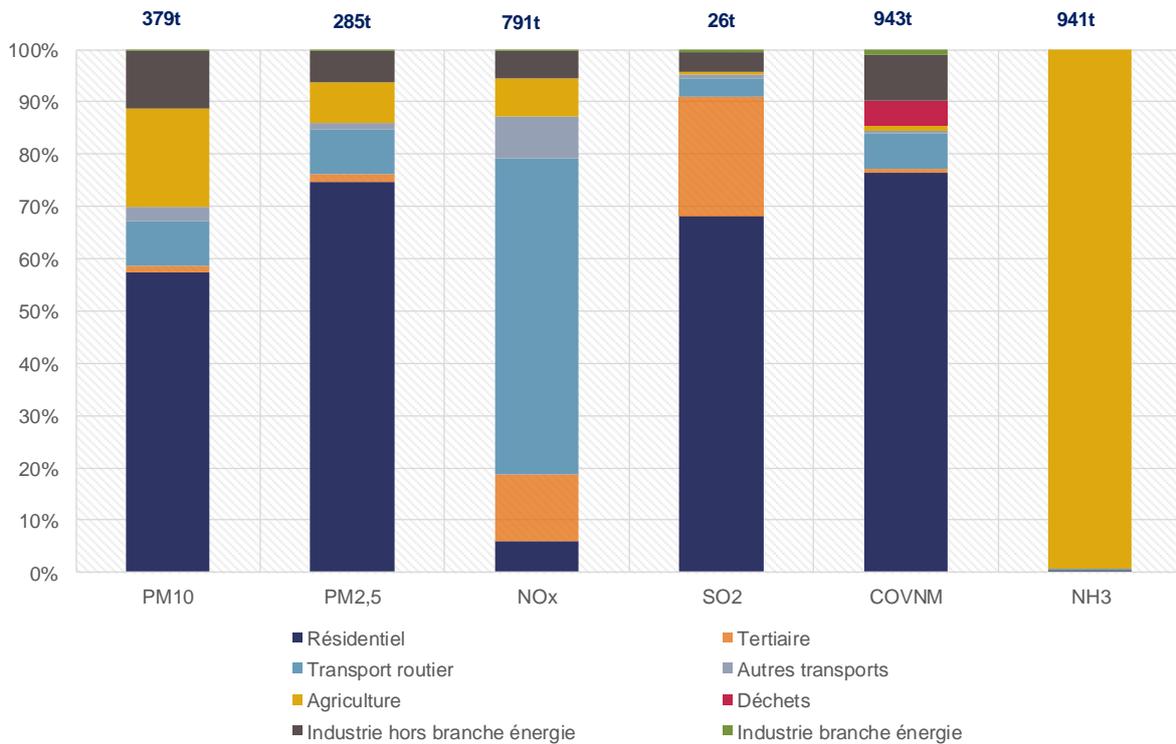


Figure 18 : Répartition des émissions de Vichy Communauté par polluant atmosphérique et par secteur en 2016 en % et émissions totales en tonne

La figure suivante présente les émissions de polluant atmosphérique par habitant en 2016 selon trois échelles : la Communauté d'Agglomération, le département de l'Allier et la France métropolitaine.

### Emissions par habitant (kg/hb)

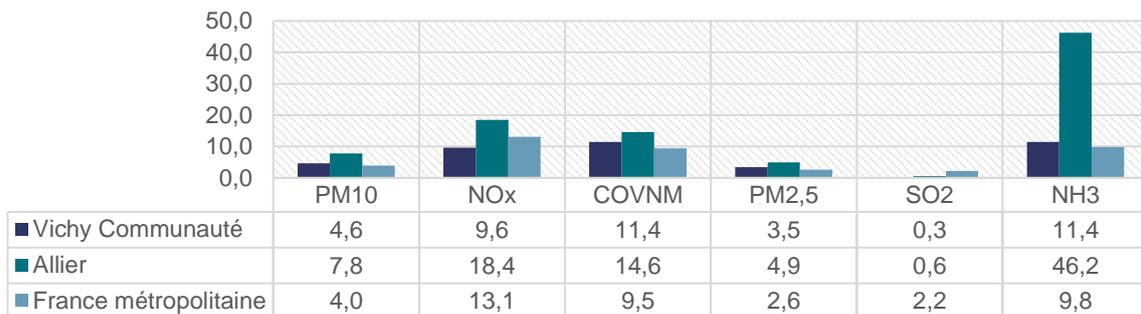


Figure 19 : Emissions par habitant et comparaison avec l'Allier et la France métropolitaine

Le niveau d'émission par habitant de Vichy Communauté est faible pour le SO<sub>2</sub> au regard du niveau national (environ 7 fois moins élevé) mais supérieur à celui de l'Allier (2 fois plus élevé).

En termes de NO<sub>x</sub>, les émissions par habitant de Vichy Communauté ont un niveau inférieur à celui observé en France métropolitaine et dans l'Allier. Cela traduit un territoire à trafic routier plus modéré par rapport à d'autre territoire.

Le niveau de COVNM exprimé en kg/habitant pour Vichy Communauté est supérieur au niveau national mais inférieur au niveau départemental. Cela traduit, d'une part, un tissu industriel moins émetteur de COVNM et, d'autre part, une consommation importante de bois dans le secteur résidentiel avec des équipements peu performants.

Le niveau des émissions de NH<sub>3</sub> par habitant sur Vichy Communauté est légèrement supérieur au niveau observé en France métropolitaine et inférieur à celui observé au niveau départemental (niveau de Vichy communauté représente environ 4 fois moins que le niveau départemental). Cela démontre un territoire moins tourné vers l'agriculture que d'autres territoires du département.

En termes de particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>), le niveau par habitant de Vichy Communauté est légèrement supérieur au niveau national mais inférieur au niveau départemental. Cela démontre un territoire moins agricole que d'autres territoires d'Allier mais qui consomme du bois dans le secteur résidentiel via des équipements peu performants.

### 3.1.6. SO<sub>2</sub>

#### 3.1.6.1. Bilan des émissions de SO<sub>2</sub> sur le territoire

La répartition des émissions de SO<sub>2</sub> sur le territoire de Vichy Communauté est présentée sur la figure suivante.

Il en ressort que les principales sources émettrices en termes de SO<sub>2</sub> sur le territoire de Vichy Communauté sont, d'une part, le secteur résidentiel avec 68% des émissions du territoire du fait de la combustion puis le secteur tertiaire (23%) du fait également de la combustion.

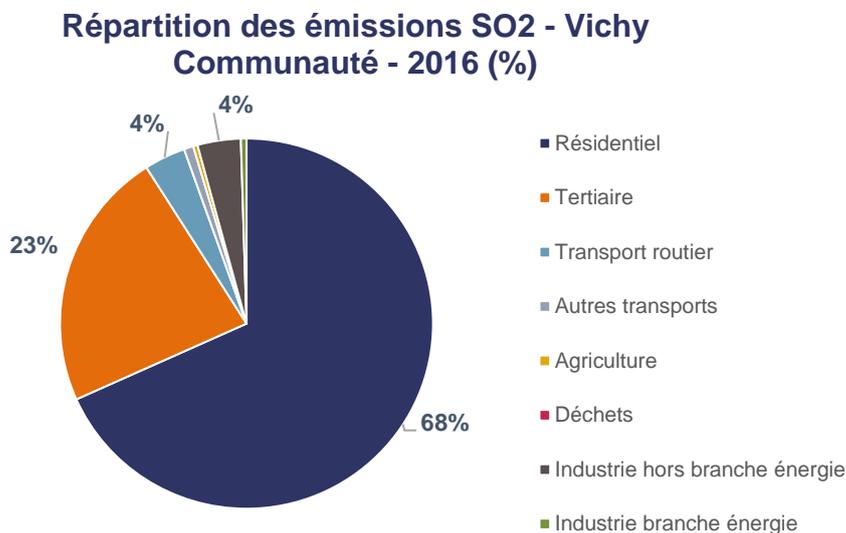


Figure 20 : Répartition par secteur des émissions de SO<sub>2</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

#### 3.1.6.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

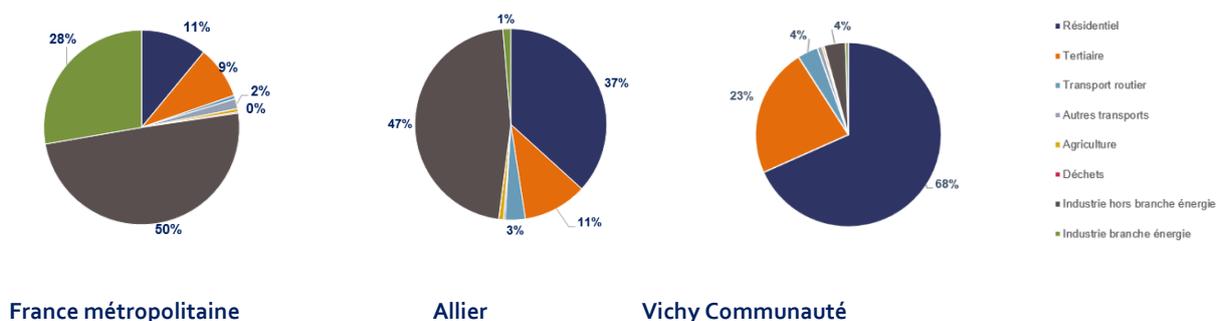


Figure 21 : Comparaison de la répartition des émissions de SO<sub>2</sub> avec les données départementales et nationales

Tout d'abord, le niveau des émissions de SO<sub>2</sub> sur le territoire est relativement élevé. En effet, même s'il ne représente que 0,02% des émissions nationales (France métropolitaine), au niveau de l'Allier, les émissions du territoire représentent 12,5% (à titre de comparaison, le territoire représente 24,1% de la population nationale).

La répartition entre Vichy Communauté et l'Allier, d'une part, et la France métropolitaine, d'autre part, est très différente. Les émissions sont en effet principalement induites par le secteur industriel au niveau national, avec une répartition entre la branche de l'énergie et la branche hors énergie. Dans le cas du territoire, le secteur industriel est peu émissif, les émissions proviennent majoritairement du secteur résidentiel et plus particulièrement des chaudières au fioul.

## Points clés – SO<sub>2</sub>

Le polluant SO<sub>2</sub> provient principalement du secteur résidentiel et plus particulièrement des chaudières au fioul.

### 3.1.7. NO<sub>x</sub>

#### 3.1.7.1. Bilan des émissions de NO<sub>x</sub> sur le territoire

La répartition des émissions de NO<sub>x</sub> sur le territoire de Vichy Communauté est présentée sur la figure suivante.

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NO<sub>x</sub> sur le territoire avec 61% des émissions du territoire. En seconde position (13%) se trouve le secteur tertiaire puis les autres transports (hors routier) avec 8% du fait du transport ferroviaire (diesel) de marchandises et de personnes.

#### Répartition des émissions NO<sub>x</sub> - Vichy Communauté - 2016 (%)

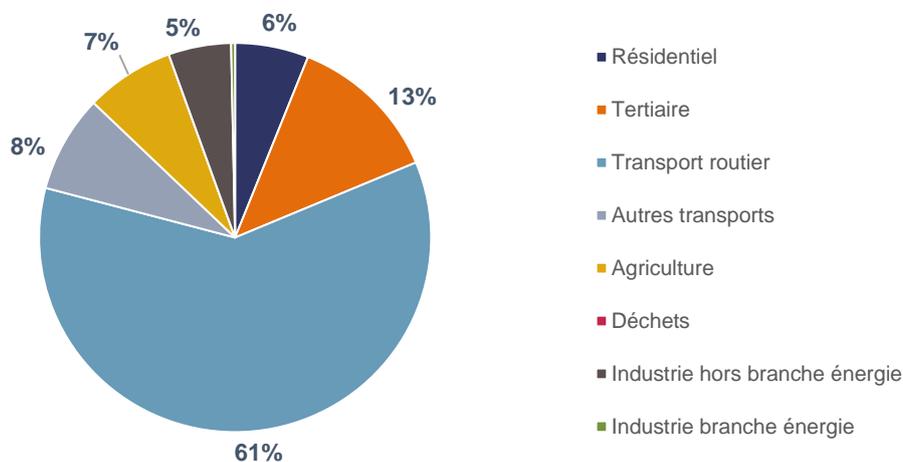


Figure 22 : Répartition par secteur des émissions de NO<sub>x</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

#### 3.1.7.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

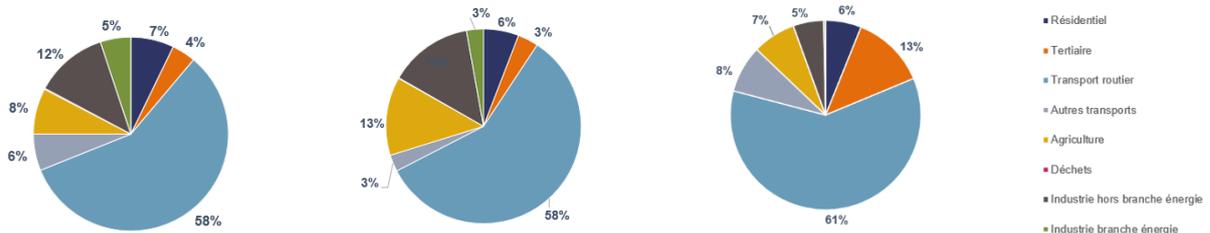


Figure 23 : Comparaison de la répartition des émissions de NOx avec les données départementales et nationales

Le profil des émissions de NOx sur le territoire de Vichy Communauté est assez différent de celui observé dans l'Allier et au niveau national du fait de la place importante du secteur tertiaire sur le territoire.

Le niveau des émissions de NOx sur le territoire représente 12,6% des émissions de l'Allier et 0,1% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, le nombre d'habitants sur le territoire représente 24,1% de la population départementale et 0,13% de la population nationale - France métropolitaine). Les émissions de NOx du territoire ne sont donc pas corrélées aux nombres d'habitants du fait d'un trafic routier dense.

### Points clés – NOx

Le polluant NOx est émis très majoritairement sur le territoire par le transport routier puis par le secteur tertiaire qui est une particularité du territoire.

#### 3.1.8. COVNM

#### 3.1.9. Bilan des émissions de COVNM sur le territoire

La répartition des émissions de COVNM sur le territoire de Vichy Communauté est présentée sur la figure suivante.

Le secteur résidentiel est le premier secteur émetteur de COVNM sur le territoire avec 76% des émissions du territoire. Les émissions proviennent, très majoritairement, des émissions induites par l'utilisation de biomasse dans les équipements domestiques (chaudières, inserts, etc) (74% des émissions du secteur résidentiel) et, dans une moindre mesure (22%), des émissions issues de l'utilisation des produits solvantés (colle, peinture, solvant, etc).

Le secteur de l'industrie hors branche de l'énergie vient en seconde position avec 9% des émissions totales de COVNM du territoire.

### Répartition des émissions COVNM - Vichy Communauté - 2016 (%)

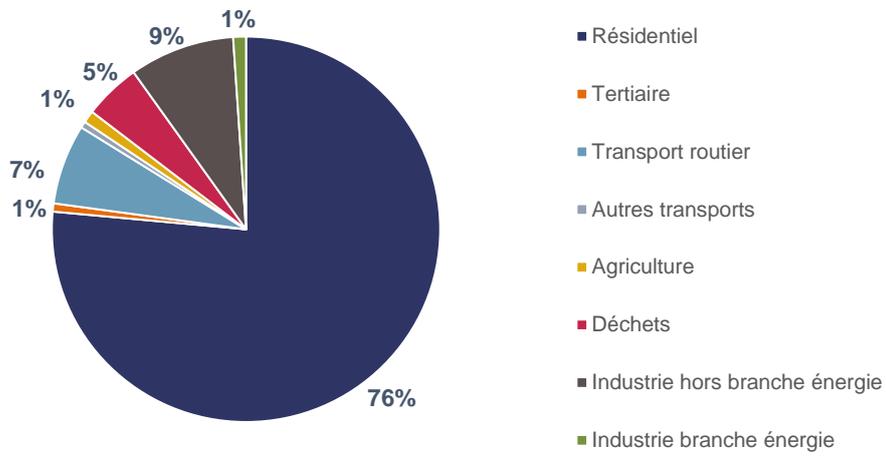


Figure 24 : Répartition par secteur des émissions de COVNM sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

### 3.1.10. Comparaison avec les données départementales et nationales

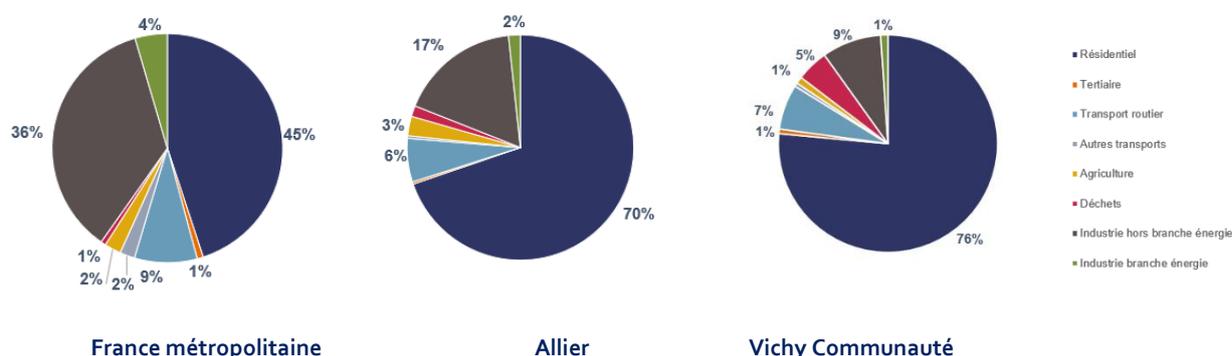


Figure 25 : Comparaison de la répartition des émissions de COVNM avec les données départementales et nationales

Tout d'abord, le niveau des émissions de COVNM sur le territoire représente 18,9% des émissions de l'Allier (à titre de comparaison, la part de la population du territoire par rapport à l'Allier est de 24,1%) et 0,15% des émissions de la France métropolitaine (à titre de comparaison, la part de la population du territoire par rapport à la France métropolitaine est de 0,13%).

La répartition entre Vichy Communauté et l'Allier, d'une part, et la France métropolitaine, d'autre part, est très différente, en particulier, du fait d'un tissu industriel moins présent sur le territoire par rapport à d'autres territoires de l'Allier et de France.

## Points clés – COVNM

Le polluant COVNM est principalement émis sur le territoire par le secteur résidentiel du fait, d'une part, de la combustion et plus particulièrement de la combustion de la biomasse dans les équipements domestiques (foyers ouverts et fermés, chaudières, etc) et, d'autre part, de l'utilisation de produits solvantés (colles, solvants, peintures).

### 3.1.11. NH<sub>3</sub>

#### 3.1.11.1. Bilan des émissions de NH<sub>3</sub> sur le territoire

Les émissions de NH<sub>3</sub> proviennent presque exclusivement du secteur agricole (99% des émissions du territoire). Le niveau par habitant est de 11,4kg/habitant alors qu'il est de 9,8 au niveau national et de 46,2 au niveau de l'Allier. Ce niveau d'émission démontre que le territoire de Vichy Communauté est un territoire moins agricole que d'autres territoires de l'Allier.

Les émissions du secteur agricole proviennent, d'une part, de l'élevage du fait de l'azote contenu dans les effluents d'élevage et, d'autre part, des cultures du fait de l'utilisation de fertilisants azotés (transformation des engrais azotés présents dans les sols par les bactéries).

## Répartition des émissions NH<sub>3</sub> - Vichy Communauté - 2016 (%)

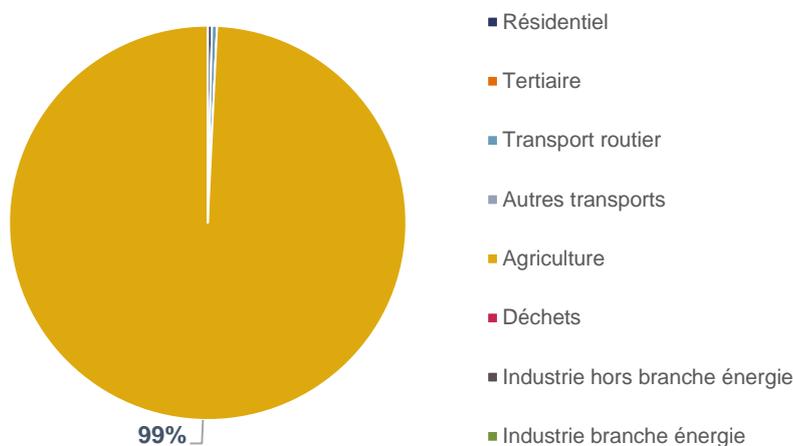


Figure 26 : Répartition par secteur des émissions de NH<sub>3</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

### 3.1.11.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

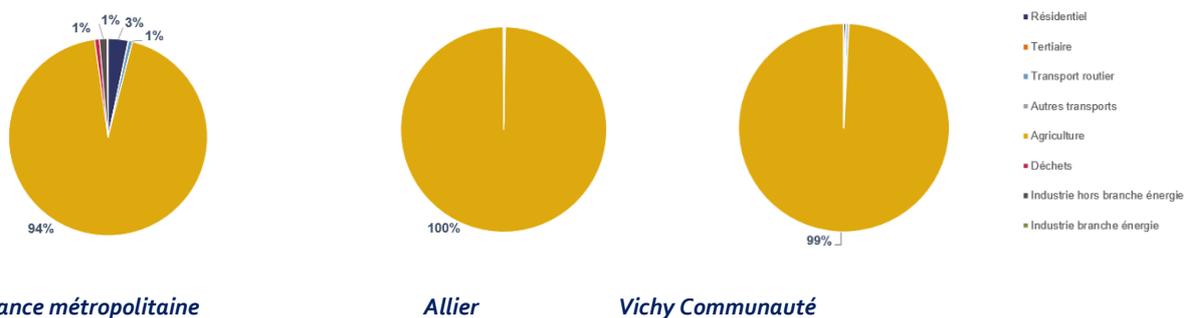


Figure 27 : Comparaison de la répartition des émissions de NH<sub>3</sub> avec les données départementales et nationales

En plus des émissions agricoles, des émissions de NH<sub>3</sub> sont induites par l'utilisation de la biomasse comme combustible mais le niveau est très faible pour Vichy Communauté.

De plus, le niveau des émissions de NH<sub>3</sub> sur le territoire représente 6% des émissions de l'Allier (à titre de comparaison, la part de la superficie du territoire par rapport à l'Allier est de 10%) et 0,15% des émissions de la France métropolitaine (à titre de comparaison, la part de la superficie du territoire par rapport à la France métropolitaine est de 0,14%). Cela traduit une bonne corrélation avec la superficie du territoire.

## Points clés – NH<sub>3</sub>

Le niveau d'émission de NH<sub>3</sub> sur le territoire traduit un territoire moins agricole que d'autres territoires du département.

### 3.1.12. PM10

#### 3.1.12.1. Bilan des émissions de PM10 sur le territoire

Les émissions de PM<sub>10</sub> sur le territoire représentent 379 tonnes. Ces émissions se répartissent par secteur comme présenté sur la figure suivante.

Les émissions de PM<sub>10</sub> sont induites, tout d'abord, par le secteur résidentiel (57% des émissions totales) du fait de la combustion de la biomasse et en particulier dans des équipements peu performants puis par le secteur agricole (19%) dont les émissions proviennent, d'une part, des travaux agricoles (labours), d'autre part, des animaux (plumes par exemple) et enfin, de la combustion des engins. Le secteur du transport routier avec 9% des émissions se positionne en troisième position, d'une part, du fait de l'échappement et, d'autre part, de l'usure des routes et de certains organes des véhicules.

#### Répartition des émissions PM10 - Vichy Communauté - 2016 (%)

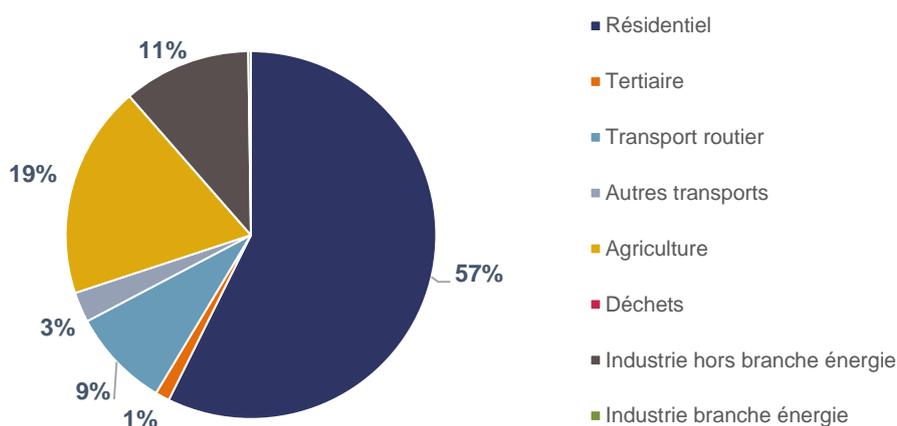


Figure 28 : Répartition par secteur des émissions de PM<sub>10</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

#### 3.1.12.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

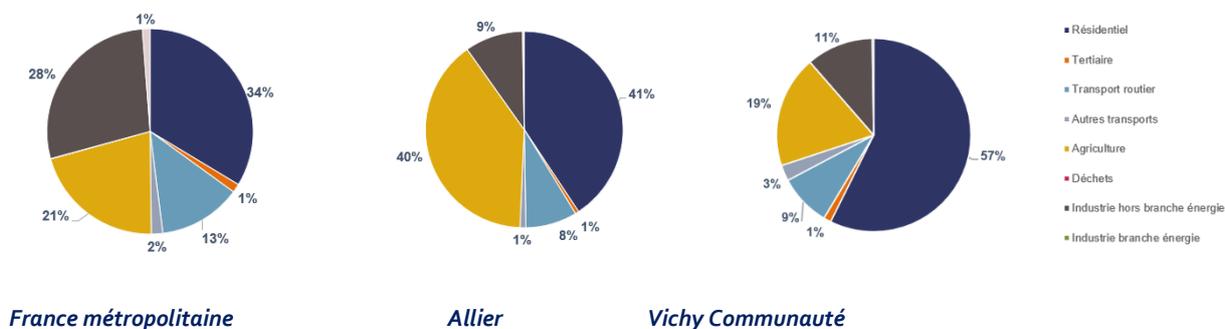


Figure 29 : Comparaison de la répartition des émissions de PM<sub>10</sub> avec les données départementales et nationales

La répartition des émissions de PM<sub>10</sub> sur le territoire de Vichy Communauté est différente de celle observée en France métropolitaine et dans l'Allier. Le secteur résidentiel y est plus représenté alors que les secteurs agricole et industriel y sont moins marqués.

Le niveau des émissions de PM<sub>10</sub> sur le territoire représente 14,2% des émissions d'Allier et 0,15% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, la population sur le territoire représente 24,1% de la population départementale et 0,13% de la population nationale - France métropolitaine).

## Points clés – PM<sub>10</sub>

Les émissions de PM<sub>10</sub> proviennent majoritairement du secteur résidentiel du fait de la combustion de la biomasse dans des équipements peu performants et du secteur agricole. Dans le secteur de l'industrie hors branche de l'énergie, les émissions sont induites par l'exploitation de carrières.

### 3.1.13. PM<sub>2,5</sub>

#### 3.1.13.1. Bilan des émissions de PM<sub>2,5</sub> sur le territoire

La répartition des émissions de PM<sub>2,5</sub> sur le territoire de Vichy Communauté est présentée sur la figure suivante.

Le secteur résidentiel est la première source d'émission de PM<sub>2,5</sub> avec 75% des émissions du territoire. La principale source d'émission est la combustion de la biomasse dans les équipements domestiques. La seconde source d'émission avec 9% des émissions du territoire est le secteur du transport routier, les émissions provenant de l'échappement et, d'autre part, de l'usure des routes et de certains organes des véhicules. En troisième position avec 8% se situe le secteur agricole.

#### Répartition des émissions PM<sub>2,5</sub> - Vichy Communauté - 2016 (%)

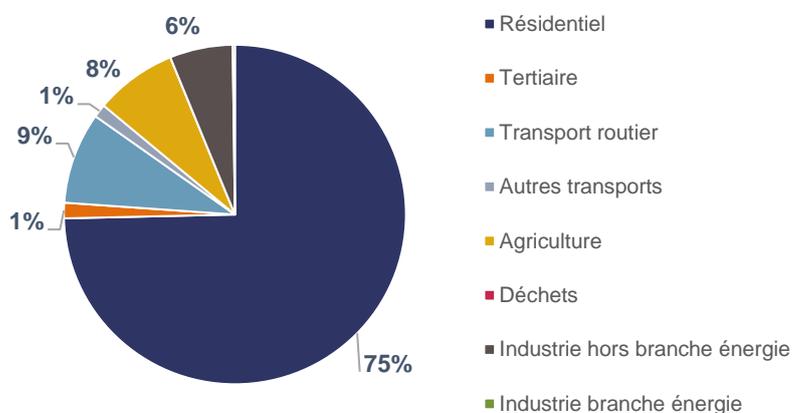


Figure 30 : Répartition par secteur des émissions de PM<sub>2,5</sub> sur Vichy Communauté en 2016 (Diagnostic qualité air Vichy.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

### 3.1.13.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

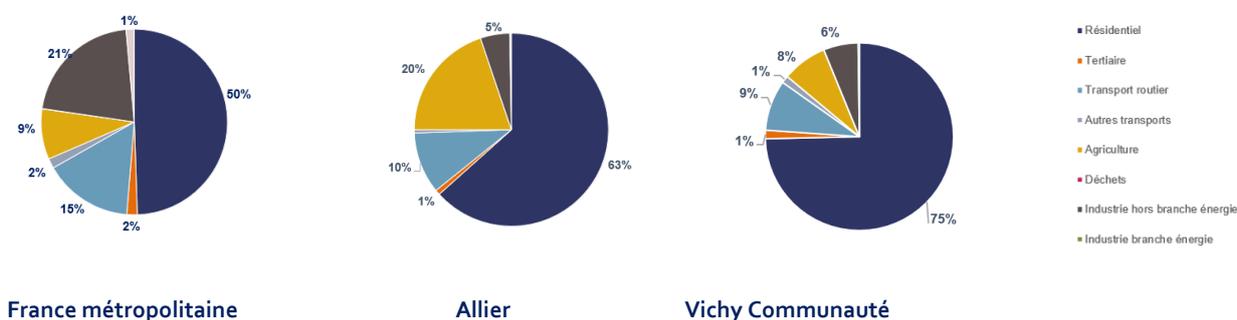


Figure 31 : Comparaison de la répartition des émissions de PM<sub>2,5</sub> avec les données départementales et nationales

Le profil des émissions de PM<sub>2,5</sub> sur le territoire de Vichy Communauté est différent de celui pour l'Allier (même s'il s'en rapproche) et pour la France métropolitaine dans la mesure où le territoire est moins agricole que d'autres territoires de l'Allier.

Le niveau des émissions de PM<sub>2,5</sub> sur le territoire représente 17% des émissions d'Allier et 0,17% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, la population sur le territoire représente 24,1% de la population départementale et 0,13% de la population nationale - France métropolitaine).

#### Points clés – PM<sub>2,5</sub>

Comme pour les PM<sub>10</sub>, les émissions de PM<sub>2,5</sub> proviennent majoritairement du secteur résidentiel (combustion de la biomasse).

### Forces et faiblesses du territoire en termes de qualité de l'air

A partir du diagnostic relatif aux émissions de polluants atmosphériques, les forces et les faiblesses du territoire de Vichy Communauté peuvent être mises en évidence en termes de qualité de l'air. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Forces	Faiblesses
<p>Bon niveau global de qualité de l'air sur le territoire (peu de dépassement des valeurs limites réglementaires en termes de concentration)</p> <p>Secteur industriel peu émetteur</p>	<p>Territoire agricole mais moins que d'autres territoires de l'Allier</p> <p>Trafic routier dense qui génère entre autres des émissions de NOx et de particules fines</p> <p>Territoire résidentiel avec une forte consommation de bois dans des équipements peu performants</p> <p>Exploitation de carrières sur le territoire qui génère des particules fines</p> <p>Secteur tertiaire bien implanté</p>

Tableau 5 : synthèse des forces et des faiblesses sur le territoire de Vichy Communauté en termes de qualité de l'air

# IV. ENERGIE

- **CONSOMMATION ACTUELLE DU TERRITOIRE**
- **PRODUCTION ACTUELLE D'ENERGIE RENOUVELABLE SUR LE TERRITOIRE**
- **POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES**
- **LES INTERMITTENCES DUES AUX ENERGIES RENOUVELABLES**
- **LES RESEAUX DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ENERGIE**

## 4. ENERGIE

---

### Consommation actuelle d'énergie du territoire

#### 4.1.1. Contexte et méthodologie

#### 4.1.2. Le décret PCAET

Dans le cadre du décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, l'état des lieux de la situation énergétique doit contenir une estimation des consommations d'énergie finale du territoire, pour les secteurs de référence suivants :

- **Résidentiel** : consommations liées au chauffage, à la production d'eaux chaudes sanitaires et aux usages spécifiques de l'électricité des résidences principales du territoire ;
- **Tertiaire** : consommations liées au chauffage, à la production d'eaux chaudes sanitaires et aux usages spécifiques de l'électricité des entreprises tertiaires du territoire
- **Industrie** : consommations liées aux procédés industriels ;
- **Agriculture** : consommations liées à l'usage de carburant des machines et véhicules agricoles, dans les bâtiments et dans les serres ;
- **Transport routier** : consommations liées aux déplacements de personnes et de marchandises sur les routes du territoire ;
- **Transport non routier** : consommations liées aux déplacements de personnes et marchandises hors route sur le territoire ;
- **Déchets** : consommations d'énergie des installations de traitement de déchets présentes sur le territoire.

Les sources d'énergie prises en compte dans cette étude sont les suivantes :

- CMS : Combustibles Minéraux Solides (Charbon, Houille)
- ENRt : Energies Renouvelables thermiques (bois, solaire thermique, géothermie, etc. )
- Electricité
- Gaz
- Organo-carburants
- Produits pétroliers (intégrant le fioul et les carburants)

L'année de référence choisie est 2015.

### A savoir

Le bilan énergétique du territoire permet :

- de situer la responsabilité du territoire vis-à-vis des enjeux énergie-climat ;
- de révéler ses leviers d'actions pour l'atténuation et la maîtrise de l'énergie ;
- de comprendre les déterminants de ses émissions et de hiérarchiser les enjeux selon les différents secteurs ou postes d'émissions.

### 4.1.3. Les notions clés

Les unités utilisées dans le cadre de ce diagnostic seront les GWh, les MWh ou les kWh :

1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh

1 GWh = 86 tep (tonne équivalent pétrole)

1 kWh = 3 600 000 J (Joules)

Les consommations sont exprimées en **énergie finale**, c'est-à-dire l'énergie qui est directement délivrée au consommateur, sans prendre en compte les pertes liées à son extraction, sa transformation et son transport. Le calcul de ces pertes permet de déterminer l'**énergie primaire** consommée.

Par convention, le coefficient de conversion entre énergie primaire et énergie finale est de 2,58 pour l'électricité et de 1 pour toutes les autres énergies.

Par défaut dans le présent rapport, sauf mention contraire, **les résultats concernent les consommations d'énergie finale**.

### 4.1.4. Les données utilisées

Afin de mener à bien l'étude, les données du diagnostic réalisé par l'OREGES (Observatoire de l'Énergie et des Gaz à Effet de Serre de la Région Auvergne Rhône Alpes) ont été utilisées. Elles ont été précisées et complétées à partir des données d'acteurs locaux.

Les données territoriales ainsi que les méthodologies utilisées peuvent être téléchargées en suivant ce lien :

<http://oreges.auvergnerhonealpes.fr/fr/donnees-territoriales.html>

### 4.1.5. Les consommations d'énergie du territoire

#### 4.1.5.1. Consommations globales

Le graphique suivant représente les consommations d'énergie finale du territoire pour chacun des secteurs de référence et par source en 2015 :

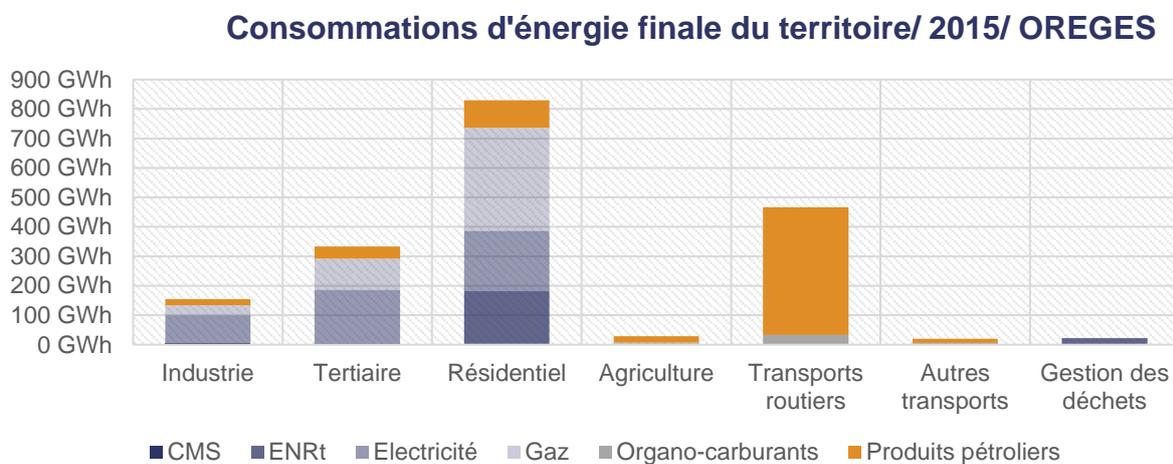


Figure 32 : Consommation d'énergie finale du territoire, Source OREGES, 2015

La consommation totale d'énergie finale est de **1 855 GWh sur le territoire en 2015, soit 22 MWh par habitant**. Les secteurs du territoire les plus consommateurs sont le résidentiel (45%), le tertiaire (18%) et le transport routier (26%).

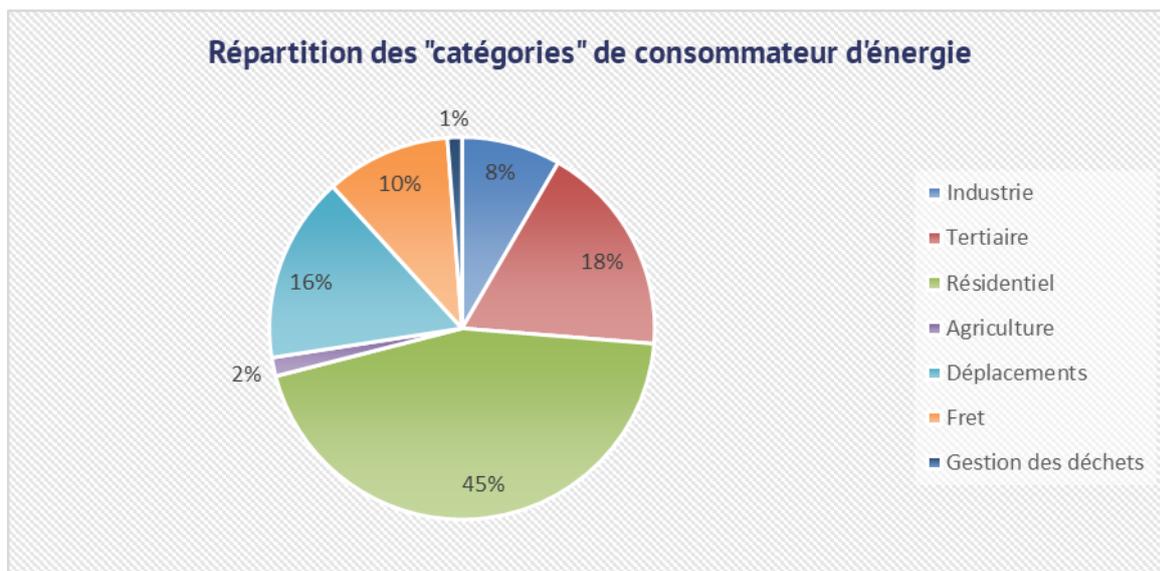


Figure 33 : Part relative des différents secteur, 2015, Source : OREGES

#### 4.1.5.2. Le secteur résidentiel

##### Consommations du secteur :

Les consommations du secteur résidentiel en 2015 s'élèvent à 829 GWh (45% du bilan global), réparties de la manière suivante : 350 GWh de gaz, 93 GWh de fioul, 205 GWh d'électricité et enfin 181 GWh de bois énergie.

#### Répartition des consommations du secteur Résidentiel, 2015, OREGES

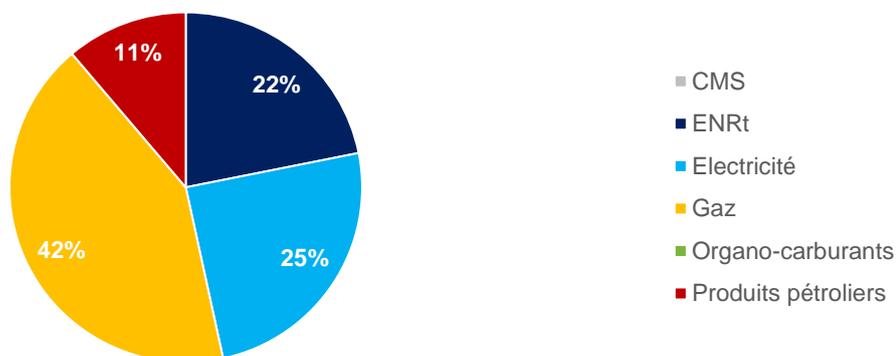


Figure 34 : Répartition des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel, Source : OREGES, 2015

Ces consommations sont réparties selon plusieurs usages : le chauffage, la production d'eau chaudes sanitaires, la cuisson, l'utilisation d'eau chaude spécifique (appareils électroniques), l'éclairage, la production de froids et le lavage.

## Consommation d'énergie par usage, OREGES, 2015

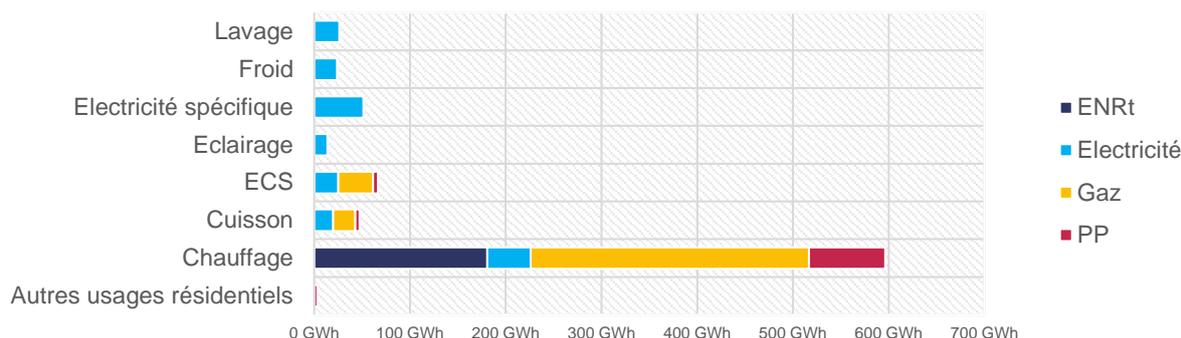


Figure 35 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel, Source OREGES, 2015

Le chauffage des logements représente la majeure partie des consommations du secteur résidentiel (72%), majoritairement au gaz et au bois.

La carte suivante représente les énergies de chauffage utilisées dans les résidences principales :

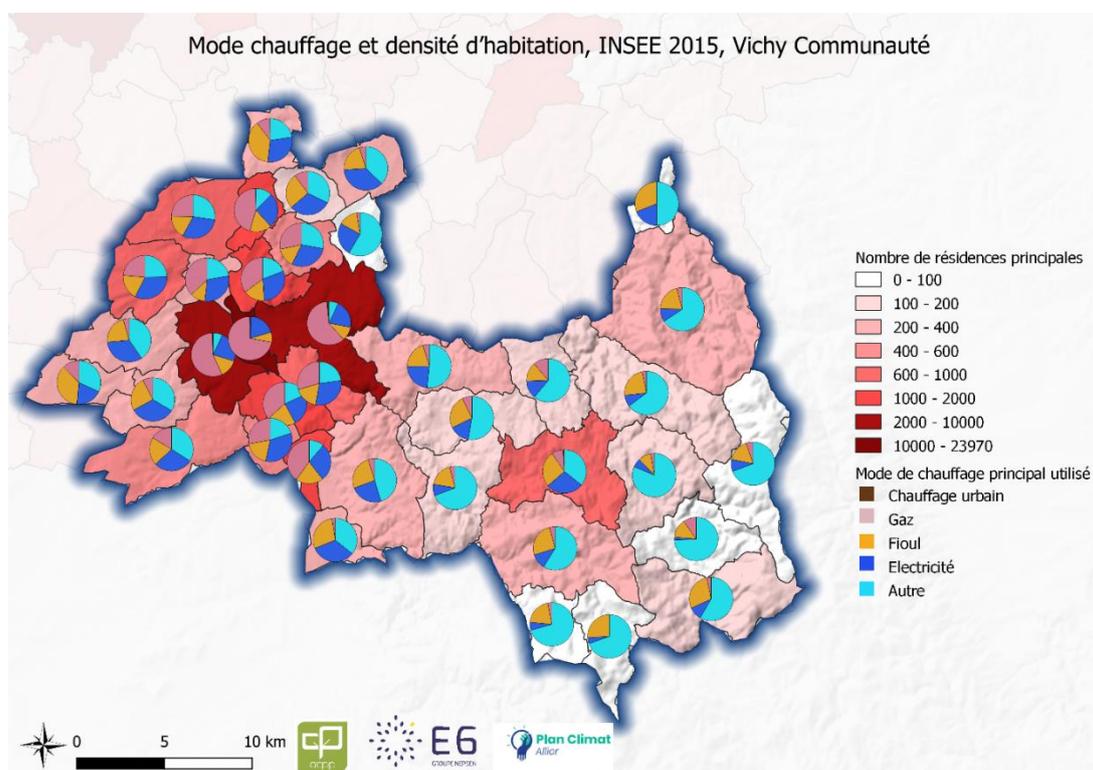


Figure 36 : Source de chauffage des résidences principales, 2015, Source : données INSEE traitement E6

On peut observer que, dans les communes alimentées par le réseau de gaz, cette source est la principale utilisée, notamment à Cusset, Vichy ou Bellerive-sur-Allier. Cette énergie alimente près de 50% des résidences principales du territoire.

14% des ménages du territoire se chauffent au fioul, ceci constitue un enjeu important car cette énergie est la plus vulnérable à la hausse éventuelle des prix du pétrole. Enfin, 13% des résidences principales sont chauffées avec une **autre** énergie que celle listée ci-dessus, majoritairement du bois, surtout sur la partie Est du territoire.

Sur le territoire, les consommations d'énergie du secteur résidentiel sont élevées, ce qui en fait le second poste. Ceci s'explique de diverses manières.

Premièrement, l'âge des bâtiments : 58% des résidences ont été construites avant 1970 d'après l'INSEE, c'est-à-dire avant la première réglementation imposant un certain niveau d'isolation aux bâtiments neufs.

Avant 1919	1919 - 1945	1945 - 1970	1971 - 1990	1991 - 2005	2006 - 2012
3017	6005	7334	10350	9771	4426
47%	15%	18%	25%	24%	11%

Ensuite, les logements du territoire sont de taille importante : il y a peu d'appartements et une majorité de maisons.



### 4.1.5.3. Le transport (routier et non routier)

#### Consommations du secteur :

L'étude inclut les transports de personnes et les transports de marchandises effectués sur le territoire. Ces déplacements sont à l'origine d'une consommation de 487 GWh en 2015, soit 26% du bilan, répartis de la manière suivante :

#### Répartition des consommations d'énergie liées au transport, OREGES, 2015

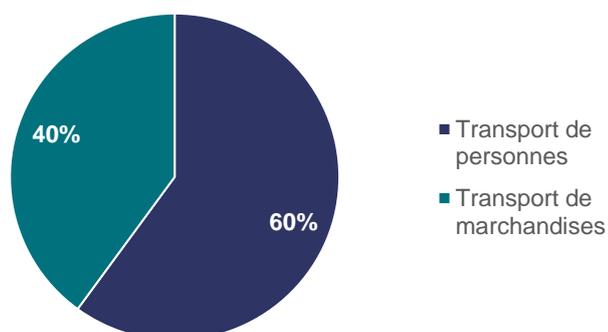


Figure 37 : Répartition des consommations du secteur transports, Source OREGES, 2015

Le trafic est dense sur le territoire, notamment au niveau de Vichy et de Charmeil, où passent plus de 15 000 véhicules par jour, dont entre 5 et 10% de camions. Des axes de transit majeurs traversent également le territoire, tels que l'A 719 ou la D 2209/N 209.

#### Le transport de marchandises :

Comme le présente le graphique suivant, le fret sur le territoire est majoritairement routier :

## Consommations d'énergie associées au fret, 2015, OREGES

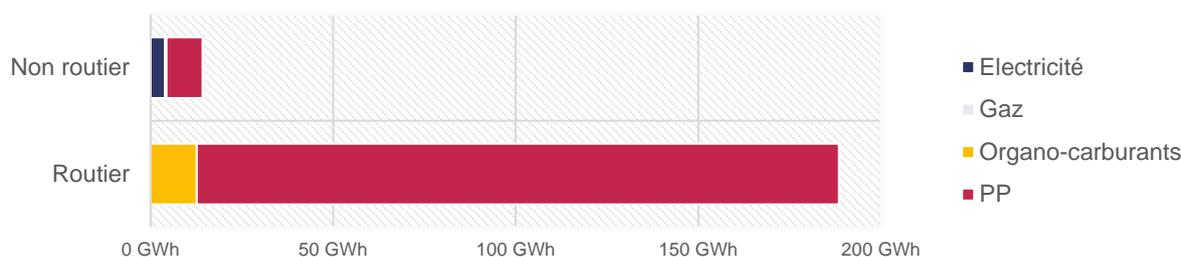


Figure 38 : Répartition des consommations énergétiques du fret, 2015, OREGES

La partie jaune représente la part d'organo-carburants intégrée dans les carburants vendus en France. Il n'y a aucune production sur le territoire de l'agglomération de Vichy.

### Le transport de personnes :

De même que pour le transport de marchandises, le transport de personnes sur le territoire est routier. Aucun véhicule électrique ou gaz n'a été recensé par l'OREGES.

## Consommations d'énergie associées aux déplacements de personnes, 2015, OREGES

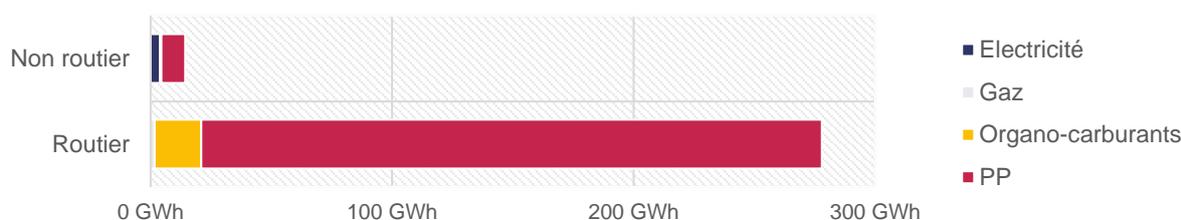
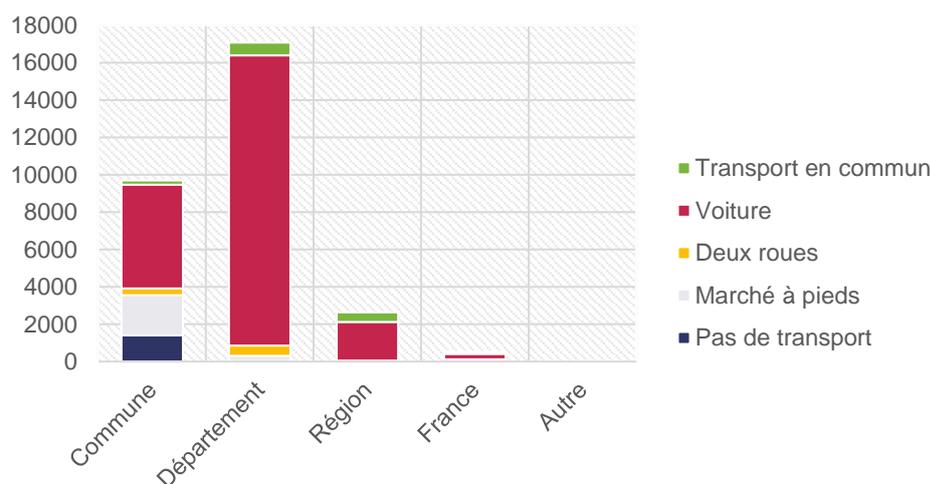


Figure 39 : Répartition des consommations énergétiques des déplacements de personnes, 2015, OREGES

## Déplacements domicile travail, 2015, Vichy co



Ceci s'observe notamment dans les habitudes de déplacements domicile-travail des résidents :

Figure 40 : Déplacements domicile-travail des actifs de Vichy Communauté, INSEE, 2015

Nombre de personnes	Pas de transport	Marché à pieds	Deux roues	Voiture
Commune	1405	2161	357	5558
Autre commune du Département	31	286	536	15537
Autre département de la Région	8	18	24	2073
Autre région en France	11	19	101	286
Autre	0	5	0	24

Tableau 6 : Déplacements domicile-travail des actifs de Vichy Co, INSEE, 2015

Il est important de noter que la voiture est utilisée majoritairement pour les déplacements domicile-travail (à hauteur de 82% au global), même pour les personnes travaillant sur leur commune de résidence.

On observe également que la majorité des actifs du territoire travaillent soit sur leur commune de résidence, soit ailleurs sur le département de l'Allier.



#### 4.1.5.4. Le secteur tertiaire

##### Consommations du secteur :

La consommation du secteur (333 GWh en 2015, 18%) est répartie de la manière suivantes : 41 GWh de fioul, 106 GWh de gaz, 5 GWh de bois énergie et 180 GWh d'électricité.

#### Répartition des consommations du secteur tertiaire, 2015, OREGES

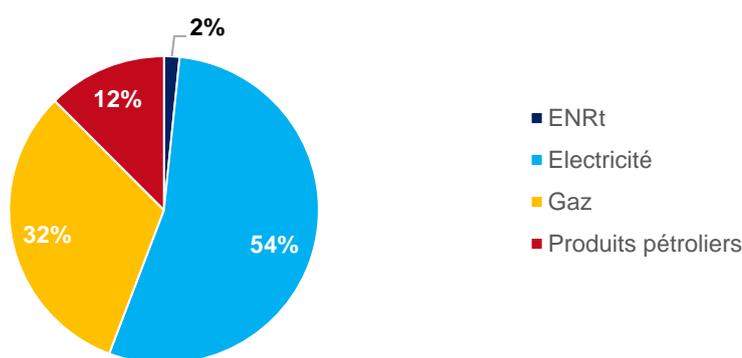


Figure 41 : Répartition des consommations du secteur tertiaire, 2015, Source : OREGES

Ces consommations sont réparties entre les usages suivants :

## Consommation d'énergie par usage, OREGES, 2015

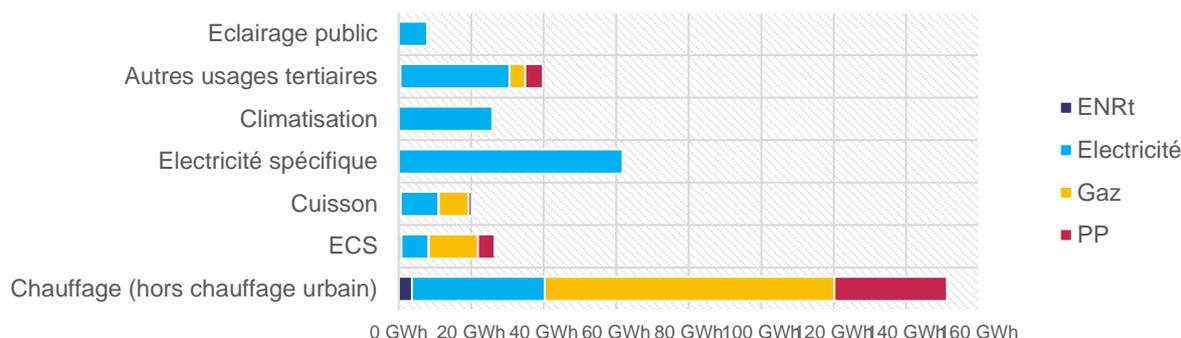


Figure 42 : Répartition des consommations du secteur tertiaire par usage, 2015, OREGES

Plus de 50% des consommations d'énergie du secteur sont réalisées pour assurer les besoins en chaleur (production d'eaux chaudes sanitaires et chauffage).

### 4.1.5.5. L'industrie

#### Consommations du secteur :

Le secteur industriel a consommé en 2015, 155 GWh, soit 8% du bilan énergétique.

### Répartition des consommations d'énergie du secteur industriel, 2015, OREGES

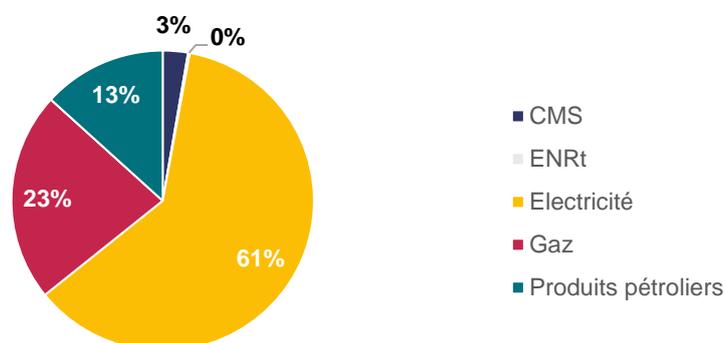


Figure 43 : Répartition des consommations du secteur industriel, 2015, Source : OREGES

### 4.1.5.6. L'agriculture

#### Consommations du secteur :

Le secteur agricole est à l'origine d'une consommation de 29 GWh, soit 2% de la consommation territoriale totale :

## Répartition de consommations du secteur agricole, 2015, OREGES

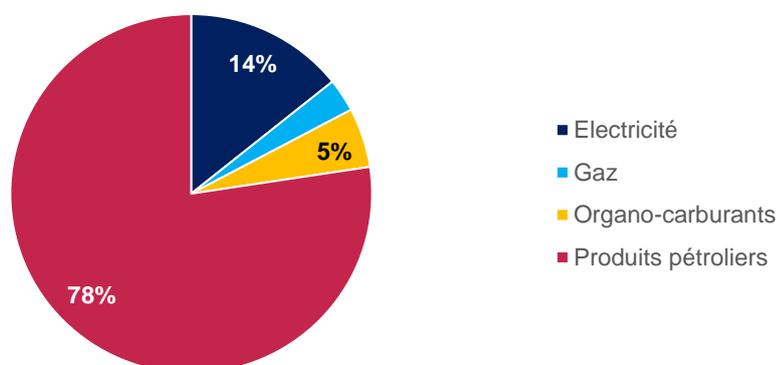


Figure 44 : Répartition des consommations du secteur agricole, OREGES, 2015

Ces consommations sont réparties de la manière suivante :

### Consommation d'énergie par usage, OREGES, 2015



Figure 45 : Répartition des consommations d'énergie par usage, 2015, OREGES

La quasi-totalité des consommations (80%) proviennent des carburants utilisés pour les engins agricoles.

#### 4.1.6. Les enjeux mis en évidence par l'étude

Cette étude des consommations énergétiques met en évidence plusieurs enjeux pour le territoire :

- Un enjeu sur la sensibilisation et la sobriété énergétique ;
- Une part importante de logements anciens, qui devront faire l'objet dans le cadre du plan climat d'actions prioritaires ;
- Une part importante de chaudières fioul (à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre et de vulnérabilité énergétique) et de chaudières bois (à l'origine d'émissions de particules fines si les installations sont vétustes) ;
- Des carburants utilisés sont peu diversifiés : les produits pétroliers sont de très loin majoritaires par rapport au gaz ou à l'électricité, que ce soit pour les transports de marchandises ou de personnes ;
- Le transit, notamment de poids lourds, est important sur le territoire. Cela offre des opportunités de développement pour les carburants alternatifs tels que le GNV/bioGNV ;
- Pour les déplacements des résidents, la voiture individuelle est le principal mode de transport utilisé, et ce même pour les trajets courts. Des offres de mobilité alternatives sont à développer ;

- La majeure partie des flux pendulaires ont lieu avec les territoires voisins : la thématique de la mobilité pourra se traiter à une échelle plus globale que celle de l'agglomération ;
- Des entreprises consommatrices à impliquer pour la suite de la démarche ;
- Les consommations de produits pétroliers sont prédominantes dans le secteur agricole. Un travail sera donc à mener avec les professionnels du secteur pour identifier les pistes de réduction de celles-ci, notamment la modernisation des équipements, l'échange parcellaire ou bien le développement de carburants alternatifs.

## Production d'énergie renouvelable sur le territoire en 2015

Dans un premier temps, le volet de la production en énergie renouvelable est contextualisé à l'échelle du département de l'Allier. Il sera ensuite détaillé à l'échelle de la communauté d'agglomération de Vichy Communauté.

### 4.1.7. Production d'énergie renouvelable à l'échelle départementale

Répartition de la production par filière et vecteur

La production d'énergie renouvelable s'élève à **1585 GWh** pour l'année de référence 2015 sur l'ensemble des 11 EPCI de l'Allier. D'une manière générale, cette production est inégalement répartie entre les différentes filières ENR, et les vecteurs de production (chaleur ou électricité).

La production d'énergie renouvelable est en grande partie issue de la filière bois énergie (66% de l'énergie produite : 44% en installations individuelles de chauffage résidentiel, et 22% en chaufferies collectives et industrielles. Suivent ensuite l'hydraulique (9%), la géothermie (9%), l'éolien (4%), le solaire photovoltaïque (4%), l'énergie fatale (4%), et la méthanisation (3%). La filière du solaire thermique (1%), est également présente, mais son poids est aujourd'hui plus marginal dans l'Allier. Le thermalisme n'est actuellement pas développé.

#### Production par filière en 2015 (GWh)

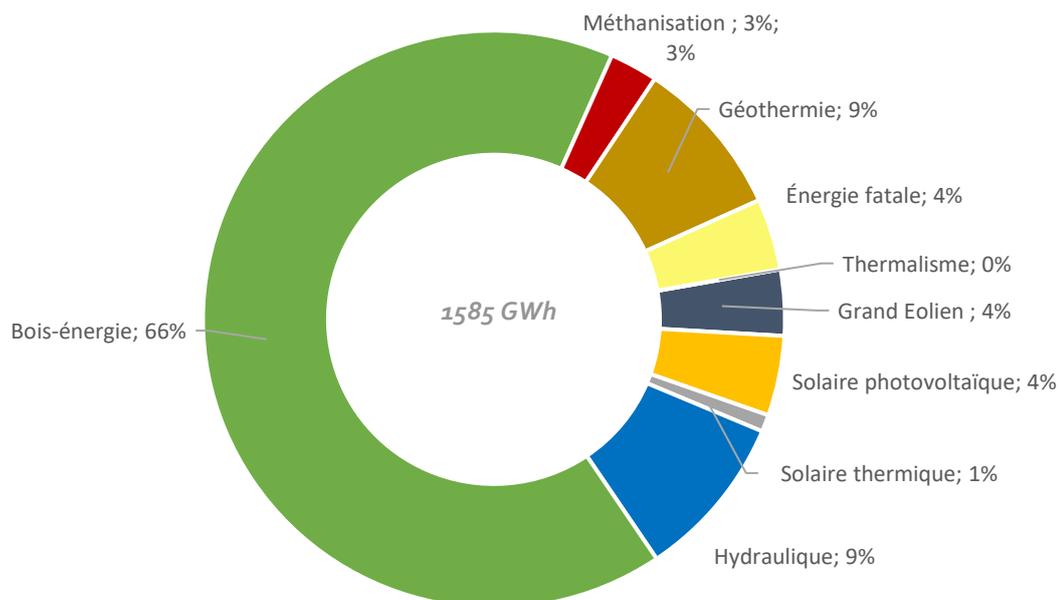


Figure 46 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par filière. Source : OREGES, E6.

L'énergie éolienne, photovoltaïque et hydraulique est convertie en électricité. Les filières du solaire thermique, du thermalisme, de l'énergie fatale et de la géothermie sont converties en chaleur. Le bois-énergie et la méthanisation produisent principalement de la chaleur, mais peuvent aussi produire de l'électricité en cogénération. Au global, 79% de l'énergie est produite sous forme de chaleur, et 21% sous forme d'électricité.

### Production par vecteur en 2015 (GWh)



Figure 47 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par secteur. Source : OREGES, E6.

### Répartition de la production par territoire

Cette production est inégalement répartie sur le département. Sur les 1585 GWh produit, 78% le sont par les 5 territoires les plus conséquents (Moulins Communauté, Montluçon Communauté, Vichy Communauté, Saint-Pourçain Sioule Limagne et Entr'Allier Besbre et Loire).

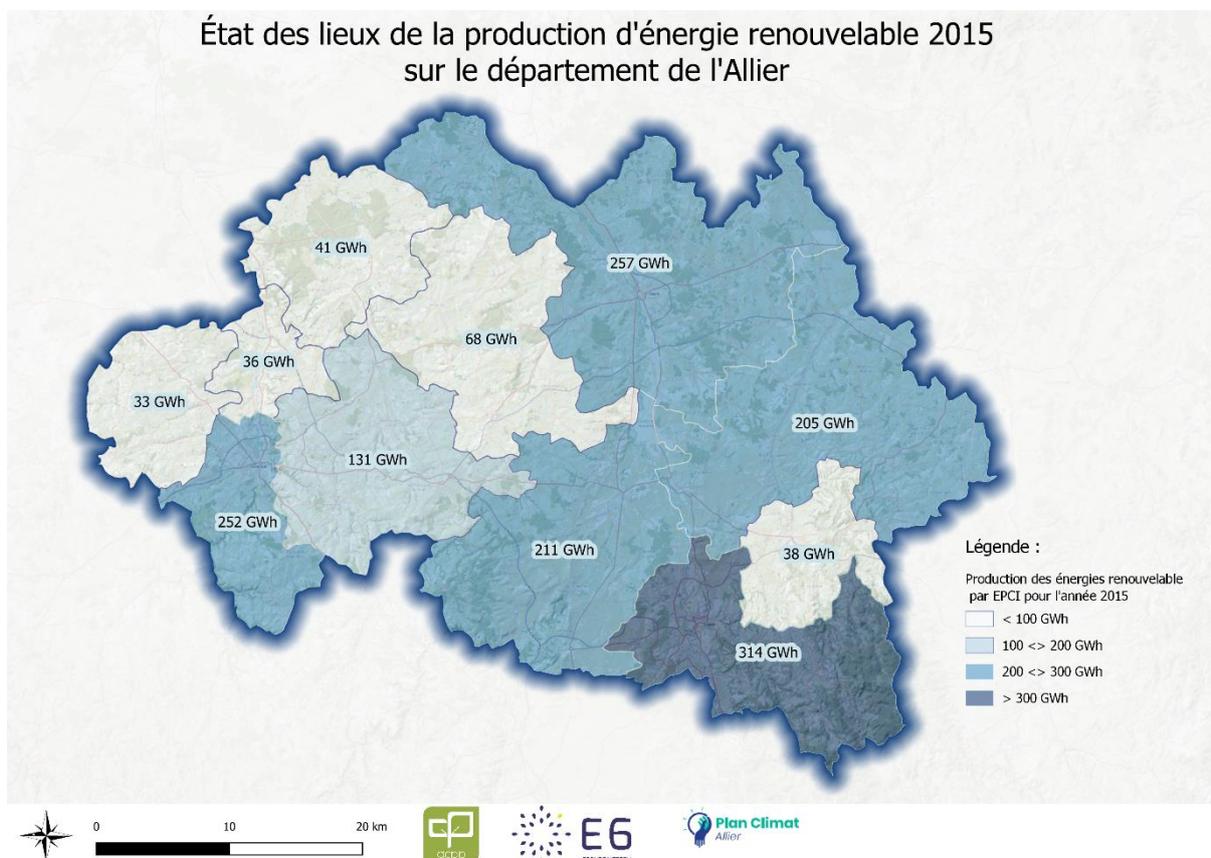


Figure 48 : Cartographie de la production totale de 2015 en énergie renouvelable pour chacun des EPCI. Source : OREGES, E6.

En effet, ce sont sur ces territoires que se trouvent les principales installations de production d'énergie renouvelable en 2015. Les 3 parcs éolien, qui comptabilisent au total 16 mâts, se trouvent dans le sud du département. Les centrales hydroélectriques sont implantées sur les cours d'eau majeurs du département : la Besbre, la Sioule et le Cher. Parmi les autres filières de production ENR, on retrouve 3 centrales photovoltaïques, 3 Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) avec valorisation du biogaz, 1 Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) avec valorisation énergétique, 2 unités de méthanisation et 3 centrales de cogénérations biomasse. La géothermie et le photovoltaïque en toiture sont présents de manière diffuse sur l'ensemble du département. Les chaufferies biomasses ne sont pas cartographiées ici.

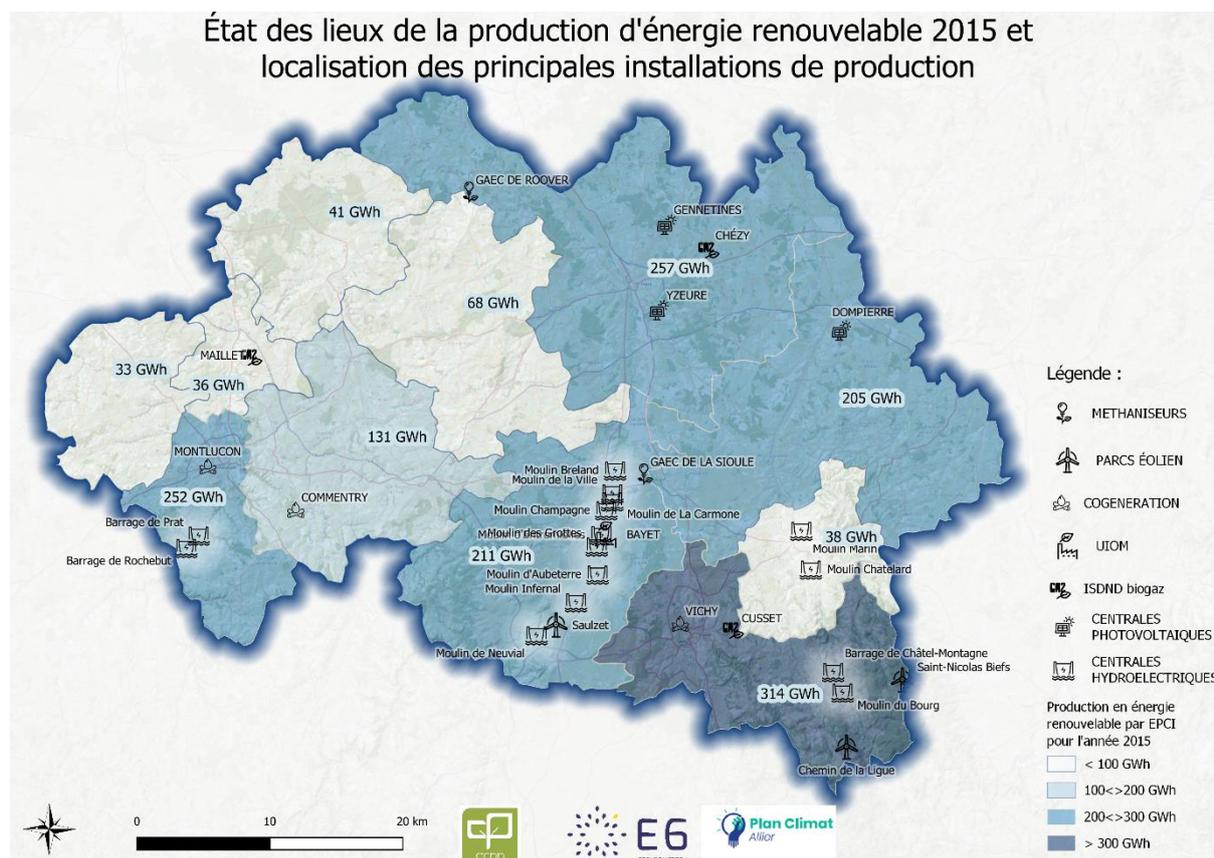


Figure 49 : Localisation des principales installations de production d'énergie sur le département en 2015. Source : DDT, SDE03.

La répartition de ces installations sur le territoire se répercutent logiquement dans la répartition de la production par EPCI et par filière :

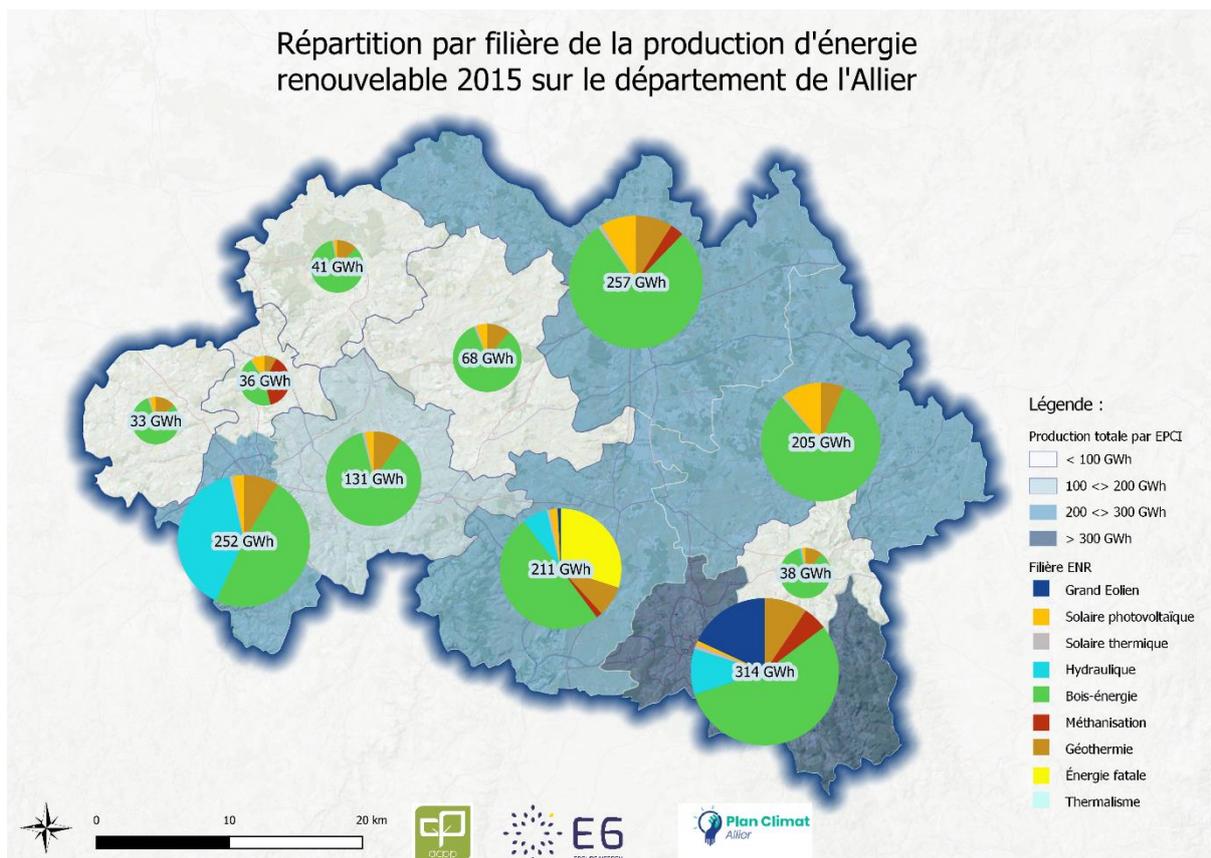


Figure 50 : Répartition de la production par filière ENR pour chacun des EPCI de l'Allier. Source : OREGES, E6.

#### 4.1.8. Production d'énergie renouvelable à l'échelle de Vichy Communauté

Concernant le territoire de la Communauté d'Agglomération de Vichy Communauté, plusieurs ressources sont mobilisées permettant ainsi une production locale, de chaleur et d'électricité d'origine renouvelable. Le territoire a ainsi produit, en 2015, **314 GWh d'énergie**, avec la répartition suivante : 32% d'électricité et 68% de chaleur.

#### Production par filière en 2015 (GWh) sur Vichy Communauté

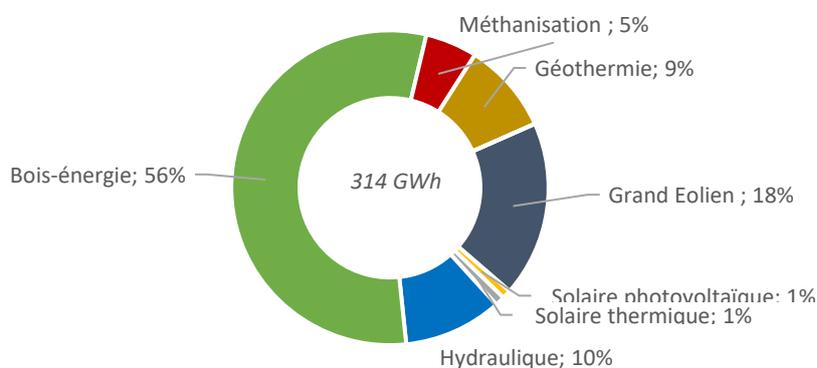


Figure 51 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur Vichy Communauté en 2015, Source : OREGES.

## Production par vecteur en 2015 (GWh) sur Vichy Communauté



Figure 52 : Répartition par vecteur de l'énergie renouvelable produite sur Vichy Communauté en 2015, Source : OREGES.

La première source de production d'énergie du territoire est le bois énergie (56%). Il est utilisé principalement dans les résidences du territoire mais également pour alimenter les chaudières des entreprises et collectivités. Il y a environ 10 chaufferies (source SDE03), réparties sur les communes de Cusset, Abrest, Arfeuilles, Bost, Busset, Châtelus, et le Mayet-de-Montagne. La principale étant la chaufferie qui alimente de réseau de chaleur de Mayet-de-Montagne. On retrouve ensuite la filière du grand éolien (18%) par l'intermédiaire de deux parcs éoliens au sud-est du territoire, qui regroupe au total 15 éoliennes. Parmi les autres installations notables de production d'énergie renouvelable et locale, on recense également la production hydroélectrique (10%), avec deux centrales basées sur la Besbre, ainsi qu'une unité de production de méthanisation (5%) par l'intermédiaire de l'installation de stockage de déchet non dangereux de Gaïa - Cusset, qui valorise le biogaz. Ces installations de production d'énergie renouvelables emblématiques du territoire sont cartographiées ci-dessous. Lors de la rédaction du diagnostic, nous n'avons pas identifié d'autres installations notables sur l'ensemble des filières étudiées, la production solaire et géothermique étant une production liée à un développement diffus de ces technologies (installations de particuliers de petites puissances). Les installations diffuses et de faibles puissances ne sont volontairement pas représentées ici.

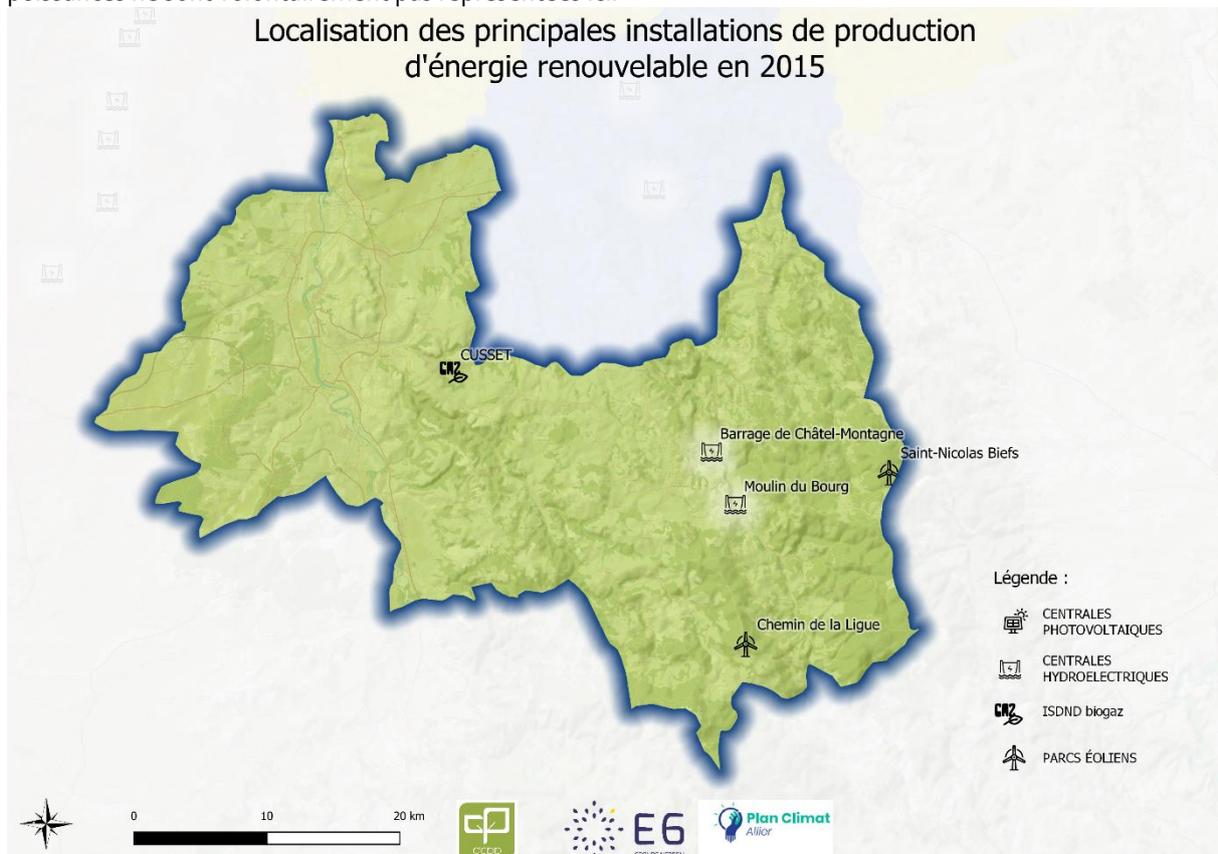


Figure 53: Localisation des installations de production d'énergie d'origine renouvelable du territoire en 2015 (source DDT, SDE03, E6)

Ce graphique présente l'évolution des productions d'énergies renouvelables depuis 2005. Le bois énergie a été volontairement retiré afin de rendre plus lisible les autres éléments :

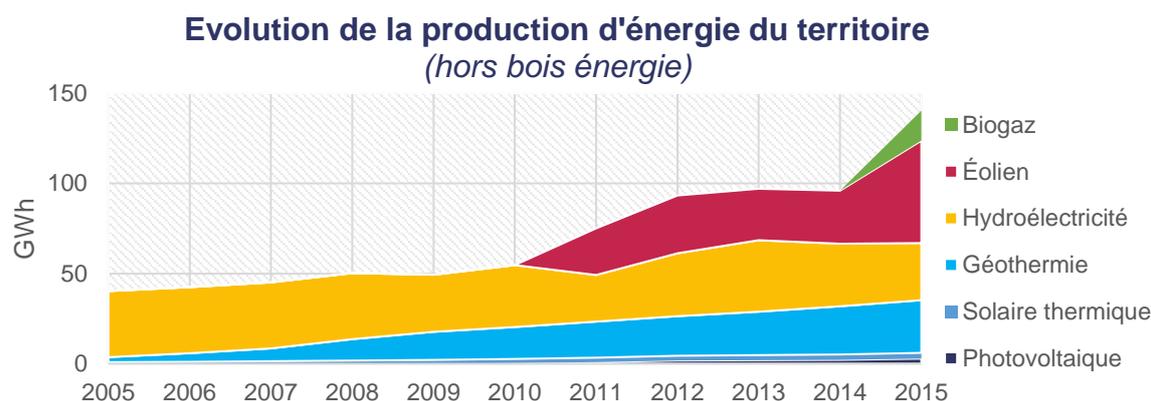


Figure 54 : Evolution de la production d'énergies renouvelables locales (hors bois énergie), OREGES, 2015

Les variations observées sur le graphique sont liées d'une part à la variabilité de la production hydroélectrique, et également à la hausse progressive et diffuse de la géothermie TBE (installation de pompes à chaleur), et des panneaux solaires (thermiques ou photovoltaïques) chez les particuliers. La hausse conséquente de production d'énergie à partir de 2011 est due à la mise en service des parcs éolien et de la valorisation du biogaz.

#### Parcs éoliens

**Le parc éolien du Chemin de la Ligue** est mis en service en mars 2011. Il se situe sur les communes de Laprugne, Ferrières-sur-Sichon et Saint-Clément. Il regroupe 8 mâts éoliens ayant un diamètre de rotor de 82 m. Chacune des turbines a une puissance unitaire de 2 MW. La puissance nominale totale est donc de 16 MW, pour une production estimée à 34,5 GWh.

**Le parc éolien de Saint-Nicolas-des-Biefs** est mis en service en décembre 2014. Il regroupe 7 mâts éoliens d'une hauteur de nacelle de 105 m pour un diamètre de rotor de 90 m. Chacune des turbines a une puissance de 2 MW. La puissance nominale totale est donc de 14 MW, pour une production estimée à 30,5 GWh.

#### Centrales hydroélectriques

Le territoire dispose d'une ressource hydroélectrique intéressante grâce à la rivière la Besbre. Deux centrales hydroélectriques exploitent cette ressource : le Moulin du Bourg, et le barrage de Saint-Clément se situe à la frontière entre les communes de Châtel-Montagne et du Mayet-de-Montagne.

**Le barrage de Châtel-Montagne** a été construit en 1931. Long de 99,5 mètres et haut de 21 mètres, il retient un volume d'eau de 1 190 milliers de m<sup>3</sup> sur une surface de 22 hectares. La puissance de la centrale est de 9 MW.

**Le Moulin du Bourg** est une microcentrale. Ce moulin hydraulique est basé dans le bourg de la commune de Saint-Clément (à ne pas confondre avec le barrage de Saint-Clément, situé en aval). La puissance est d'environ 40 kW.

#### Réseau de chaleur de Mayet-de-Montagne

Ce réseau de chauffage de 1,5 km dessert 150 équivalents-logements. Il est géré par COFELY. Il est alimenté à 99% par la biomasse, et 1% par un appoint en fioul. Il livre 1,8 GWh en 2016.

Source : ANNUAIRE DES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID 2016/2017, réalisé par VIA SEVA.

## ISDND de Cusset avec valorisation du biogaz

L'installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND), est située sur le site de Gaïa à Cusset. En 2014, 73 500 tonnes de déchets ont été enfouis. Un moteur à cogénération permet de valoriser le biogaz. En 2015, le moteur de valorisation a permis une production d'énergie électrique de 6, 301 GWh soit l'équivalent du besoin électrique (tout usage résidentiel) de 19% de la population de Cusset (base : recensement 2012 et données MEDDE et INSEE 2009). L'énergie récupérée sur le moteur permet le chauffage de la salle pédagogique. Sur l'année 2015, 15,8 MWh ont ainsi été valorisés thermiquement.

SOURCE :

PLAN DE PRÉVENTION ET DE GESTION DES DÉCHETS NON DANGEREUX 2012 – 2014, Conseil départemental de l'Allier.  
DOSSIER D'INFORMATION ANNUEL 2015, ISDND de CUSSET, SUEZ.

### 4.1.9. Évolution de la production en incluant les installations postérieures à 2015 et projets en cours de développement

Les installations mises en service depuis 2015.

Le diagnostic étant réalisé pour une année référence de 2015, certaines installations mises en service entre 2015 et 2018 ne sont pas prises en comptes dans les résultats précédents. Leur inventaire est présenté ici.

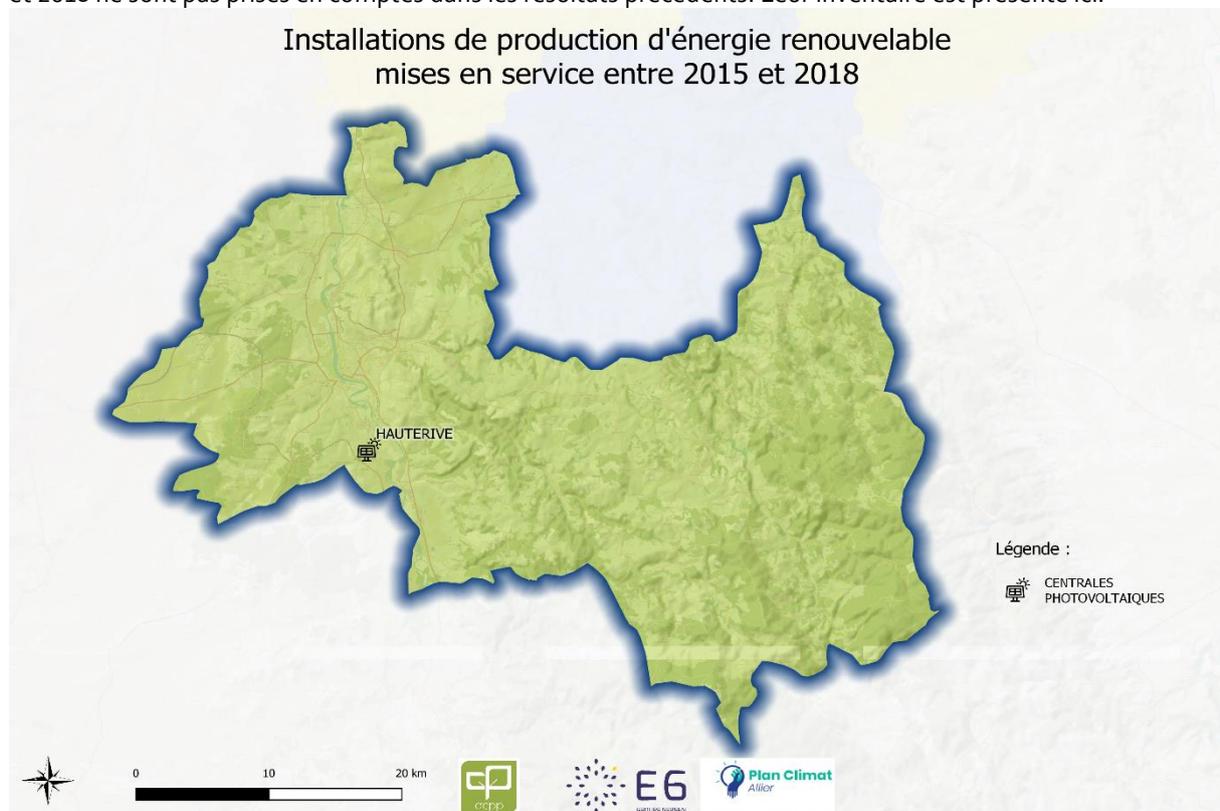


Figure 55 : Localisation des installations de production ENR du territoire en 2018 (source DDT, SDEo3, E6)

#### Centrale photovoltaïque au sol

La centrale photovoltaïque au sol de Hauterive est entrée en service en août 2017. Elle est implantée au lieu-dit « Fonsalive » et occupe une surface de 6,7 ha. 17 000 modules sont installés, qui recouvre 2,6 ha pour une puissance installée de 4,3 MWc. La production annuelle est estimée à environ 4,12 GWh par an, permettant d'alimenter l'équivalent de 1 600 personnes. Le projet est porté par la société LUXEL.

SOURCE : DDT, La Montagne.

#### 4.1.10. Les projets en cours de développement

Plusieurs projets sont actuellement en développement sur le territoire de Vichy Communauté : 6 projets de centrales photovoltaïques au sol, un projet de centrale photovoltaïque en toiture, et un projet de méthanisation. Tous ces projets sont cartographiés ci-dessous :

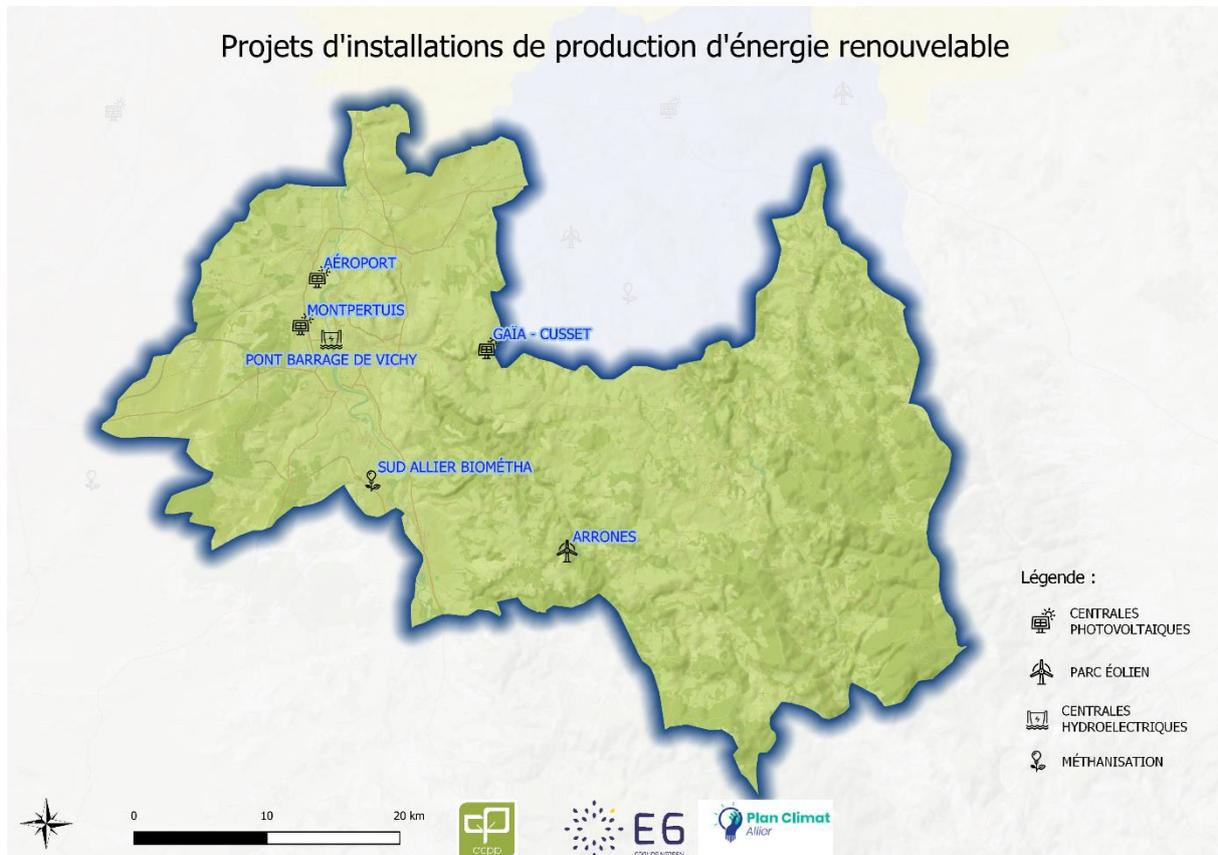


Figure 56 : Localisation des projets d'installations de production d'énergie d'origine renouvelable sur le territoire (source DDT, SDEo3, E6)

#### Développement photovoltaïque

Les différents projets d'implantation photovoltaïques sont les suivants :

- 3 dossiers sont en cours d'instruction concernant l'implantation de centrales au sol : sur l'aéroport de Vichy, à Montpertuis sur la commune de Bellerive sur Allier, et enfin sur le site de Gaïa sur la commune de Cusset. Ces 3 projets représentent une production énergétique estimée à 53 GWh.
- 32 sites de 100 kWc chacun sont à l'étude pour la mise en place d'ombrières de parkings. Notamment un projet de 1200 m<sup>2</sup> du parking couvert du Stade Aquatique de Bellerive, et les ombrières du dépôt de bus de Cusset pour alimenter les bus électriques.

SOURCE : LE MAG VICHY COMMUNAUTÉ NOVEMBRE 2018

#### Développement de la méthanisation

Un projet de méthanisation territoriale de 11,3 GWh est à l'étude sur la commune de Hauterive. Sud Allier Biométha, en charge de ce projet, regroupe quatre partenaires à parts égales : Métajoules, Engie Biogaz, Vichy Communauté et le Fonds régional OSER, à l'origine du projet.

SOURCE : LE MAG VICHY COMMUNAUTÉ NOVEMBRE 2018

#### Développement de l'hydraulique

Un projet de centrale hydroélectrique est à l'étude sur le barrage du Lac d'Allier, à Vichy. « Une étude a en effet mis en évidence l'opportunité d'une centrale hydroélectrique installée au pont barrage de Vichy.

Plusieurs opérateurs privés se sont intéressés au sujet et c'est le projet SHEMA, filiale d'EDF, qui a été sélectionné par le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. Ce projet ambitieux, avec une échéance sur 5 ans, est conçu pour maximiser le potentiel d'énergie renouvelable créé par le barrage et une hauteur de chute d'eau de 5 mètres ». Cela entraînerait une production énergétique de 17 GWh.

SOURCE : LE MAG VICHY COMMUNAUTÉ NOVEMBRE 2018

### Développement de l'Éolien

Un projet de 7 à 8 éoliennes de 2 à 4 MW est à l'étude sur les communes de Arronnes, Le Busset et Vernet, soit une production possible de 50 GWh environ. De plus, l'extension du parc éolien de Saint-Nicolas-des-Biefs projette une mise en service prévue pour 2022

#### 4.1.11.Évolution de la production

En considérant toutes les installations en développement (mises en service depuis 2015, en construction ou en instruction), il est possible d'estimer la production prévisionnelle. La cartographie ci-dessous représente toutes les installations actuelles (à l'année 2018) et les projets d'installations.

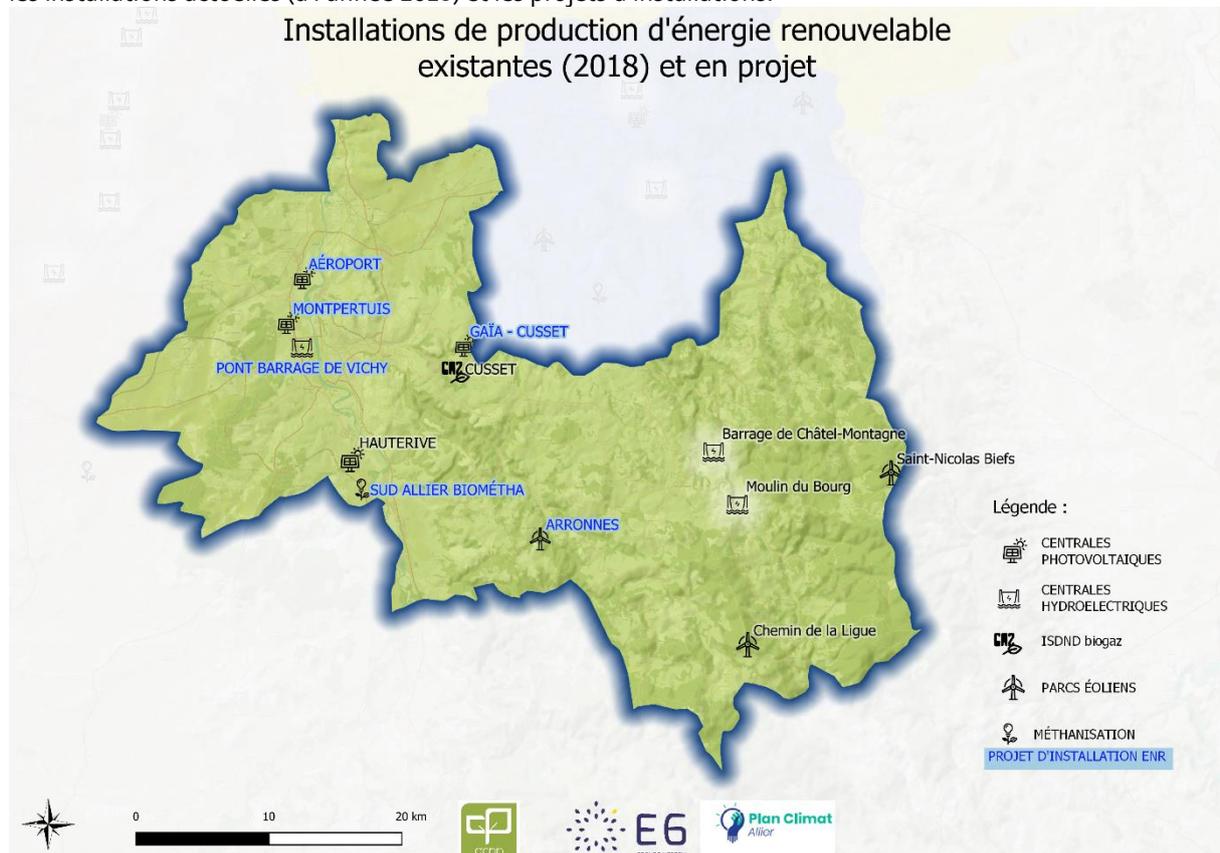


Figure 57 Implantations de production ENR existantes en 2018 et nouvelles implantations prévues. Source : DDT, SDE03, E6

L'évolution prévue de la production d'énergie renouvelable sur le territoire de Vichy Communauté est en nette augmentation, en passant de 314 GWh en 2015 à 461 GWh. Elle s'appuie sur une grande variété de filière énergétique : photovoltaïque, méthanisation, hydraulique, et éolienne.

Le graphique ci-dessous présente la tendance des prochaines années si tous les projets d'installations détaillés ci-dessus voient le jour.

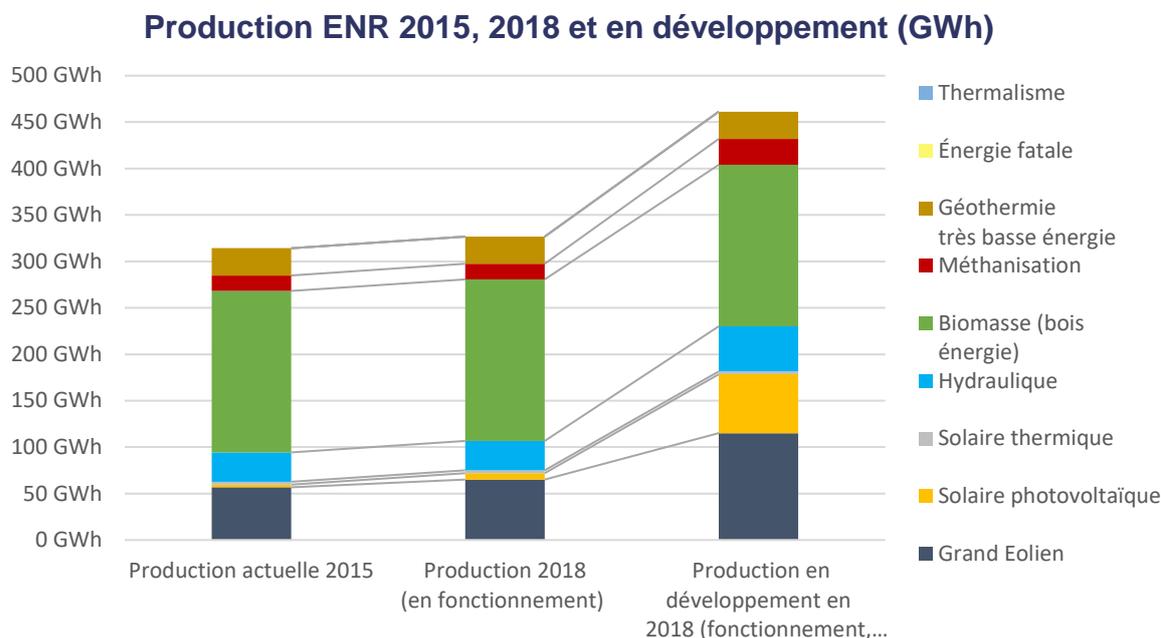


Figure 58 : Évolution de la production en tenant compte des nouveaux projets (mis en service récemment ou en instruction).  
Source : OREGES, DDT, E6

#### 4.1.12. Autonomie énergétique du territoire

Il est important de comparer la consommation à la production. En effet, la France se fixe un objectif pour 2050 d'avoir 55% d'énergie renouvelable et d'origine française dans son mix énergétique. Il faut toutefois préciser que la production d'électricité et de biogaz peut être décorrélée des consommations. En effet, les productions peuvent être injectées dans le réseau et ainsi alimenter le reste du territoire. En 2015, le territoire a consommé 1855 GWh et en a produit 314 de source renouvelable et locale, **soit l'équivalent de 17% de sa consommation**. La production a couvert l'équivalent de 25% de la chaleur consommée et 20% de l'électricité consommée. Le territoire ne produit aucun carburant.

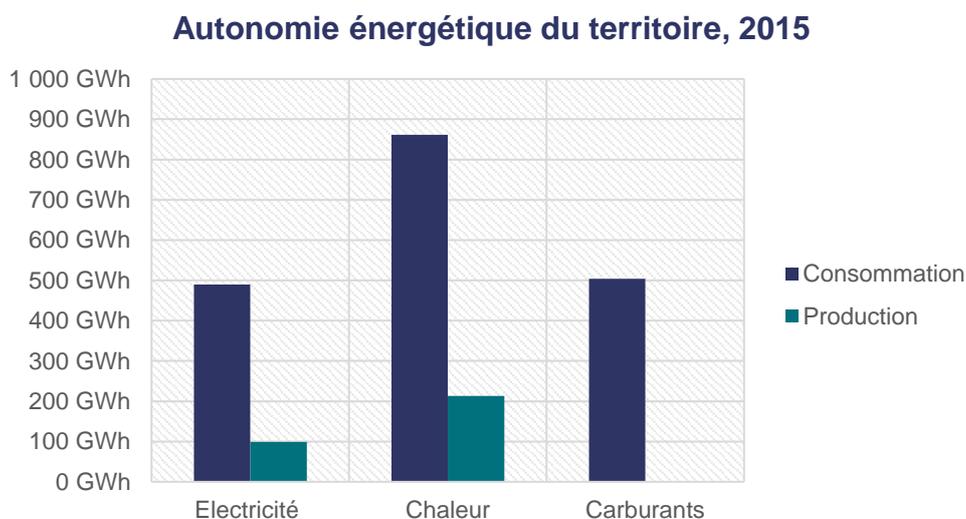


Figure 59 : Autonomie énergétique du territoire, Source : OREGES traitement E6 – 2015

## Potentiel en énergies renouvelables du territoire

Ainsi, le Plan Climat Air Energie Territorial demande à ce qu'un diagnostic de potentiel en énergies



### **Que dit le décret du PCAET à propos des potentiels en énergie renouvelable ?**

Décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat air-énergie territorial ; Art R. 229-51, I. 2°

« Le diagnostic comprend : un état de la production des énergies renouvelables sur le territoire, détaillant les filières de production d'électricité (éolien terrestre, solaire photovoltaïque, solaire thermodynamique, hydraulique, biomasse solide, biogaz, géothermie), de chaleur (biomasse solide, pompes à chaleur, géothermie, solaire thermique, biogaz), de biométhane et de biocarburants ; une estimation du potentiel de développement de celles-ci ainsi que du potentiel disponible d'énergie de récupération et de stockage énergétique. »

renouvelables soit réalisé pour étudier l'état de la production des énergies renouvelables sur le territoire et le potentiel de développement disponible pour chacune d'entre elles.

### **4.1.13. Méthodologie et fondamentaux**

Le diagnostic du Potentiel de Développement en Energies Renouvelables vise à estimer le potentiel de production en Energies Renouvelables (EnR) pouvant être mobilisé annuellement à horizon 2050 en exploitant les ressources naturelles et issues d'activités anthropiques.

Les potentiels des filières suivantes ont fait l'objet de l'étude :



#### **Production d'électricité**

- Solaire photovoltaïque
- Éolien
- Hydroélectricité



#### **Production de chaleur**

- Méthanisation
- Solaire thermique
- Biomasse / bois énergie
- Pompes à chaleur
- Géothermie
- Chaleur fatale

L'étude présente les résultats sous la forme de différents potentiels qu'il est important d'explicitier dès à présent.

## Unités

Les unités de consommation ou de production d'énergie utilisées dans le cadre de la présente étude sont les GWh, les MWh ou les kWh :

- 1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh
- 1 GWh = 86 tep (tonne équivalent pétrole)
- 1 kWh = 3 600 000 J (Joules)

En parallèle, les unités de puissance utilisées seront les GW, MW et kW dans le cas général, ainsi que les GWc, MWc, kWc et Wc (puissance dite « crête ») pour le photovoltaïque :

- 1 GWh correspond à l'énergie produite par un générateur de 1 GW pendant 1h ou 1 MW pendant 1 000 h.
- Une éolienne de 1 GW a une production d'énergie de l'ordre de 2 000 GWh par an.
- Une centrale photovoltaïque de 1 GWc a une production d'énergie de l'ordre de 980 GWh par an.

## Potentiel de développement mobilisable

Le potentiel de développement mobilisable correspond au potentiel estimé après avoir considéré certaines contraintes urbanistiques, architecturales, paysagères, patrimoniales, environnementales, économiques et réglementaires.

Ces potentiels dépendent donc des conditions locales (conditions météorologiques, et climatiques, géologiques) et des conditions socio-économiques locales (agriculture, sylviculture, industries agro-alimentaires, etc). En fonction des filières et des informations disponibles, il n'est pas toujours possible de prendre en compte l'ensemble des contraintes sur chaque filière. Les contraintes prises en compte et celles qui ne le sont pas seront précisées pour chaque filière. De plus, les ruptures technologiques n'ont pas pu être considérées.

**Le potentiel de développement mobilisable correspond donc à l'énergie que produiraient de nouvelles installations sur le territoire, sans la production actuelle. Il permet d'identifier les filières EnR qui présentent le plus grand potentiel de mobilisation par rapport à la situation initiale**

## Productible atteignable à horizon 2050

Il s'agit de la production actuelle à laquelle est ajoutée le potentiel de développement mobilisable, c'est la valeur qui est retenue pour la définition des objectifs stratégiques du territoire concernant la planification énergétique.

**Ce productible est estimé à horizon 2050 et inclut donc une estimation de la projection démographique du territoire, il inclut également le productible des installations existantes et en projet d'énergie renouvelable du territoire. Il permet de définir le mix énergétique potentiel du territoire à horizon 2050.**

## Précautions concernant les résultats présentés

Les résultats présentés doivent être considérés avec précaution compte tenu de **l'incertitude sur certaines données ou du manque de précisions sectorielles** (des hypothèses et estimations ont été réalisées pour segmenter les productions énergétiques).

Nous rappelons qu'il s'agit d'une **étude de prospective et non d'une modélisation fine sur un avenir incertain**. Les valeurs globales et moyennes de production des EnR sont donc à considérer en tant **qu'ordres de grandeurs permettant d'orienter les stratégies et ne peuvent en aucun cas constituer des chiffres détaillés**.

**La définition plus précise des potentialités nécessite de passer par des outils opérationnels de type Schéma Directeur des EnR pour affiner les tendances présentées.**

Enfin, les chiffres sont par définition théoriques et ne peuvent **se substituer aux études de faisabilité** ciblées qu'il convient de réaliser avant tout développement d'un projet en Energie Renouvelable.

## Présentation des contraintes transversales prises en compte par la méthode cartographique

Il a été précisé auparavant que le potentiel de développement des Energies Renouvelables du territoire se détermine en appliquant des contraintes sur chacune des filières étudiées. Ces contraintes sont de plusieurs ordres : **des servitudes d'utilité publique, des zonages environnementaux, et des contraintes d'infrastructures**. Une partie de ces contraintes est directement liée à la topographie du territoire, ainsi qu'aux différentes zones présentant un enjeu environnemental. Ce point est particulièrement important pour les filières potentiellement consommatrices d'espaces que sont l'éolien et le photovoltaïque pour les centrales au sol, ainsi que la biomasse pour l'exploitation des ressources forestières.

### Répartition de l'usage des sols

L'occupation des sols du territoire est à forte dominante naturelle et agricole : en effet 55% de la surface totale est à destination de l'agriculture (terres agricoles 18% + prairies 37%). Les massifs forestiers couvrent quant à eux 37% de la surface du territoire, et sont essentiellement composés pour moitié de massifs de feuillus. Les surfaces artificialisées représentent quant à elles environ 7% de la superficie totale.

La variété de l'usage des sols, et les enjeux liés à ses utilisations, peuvent être sources de contraintes importantes pour l'implantation d'EnR, il est donc important de bien prendre en compte la typologie de celui-ci.

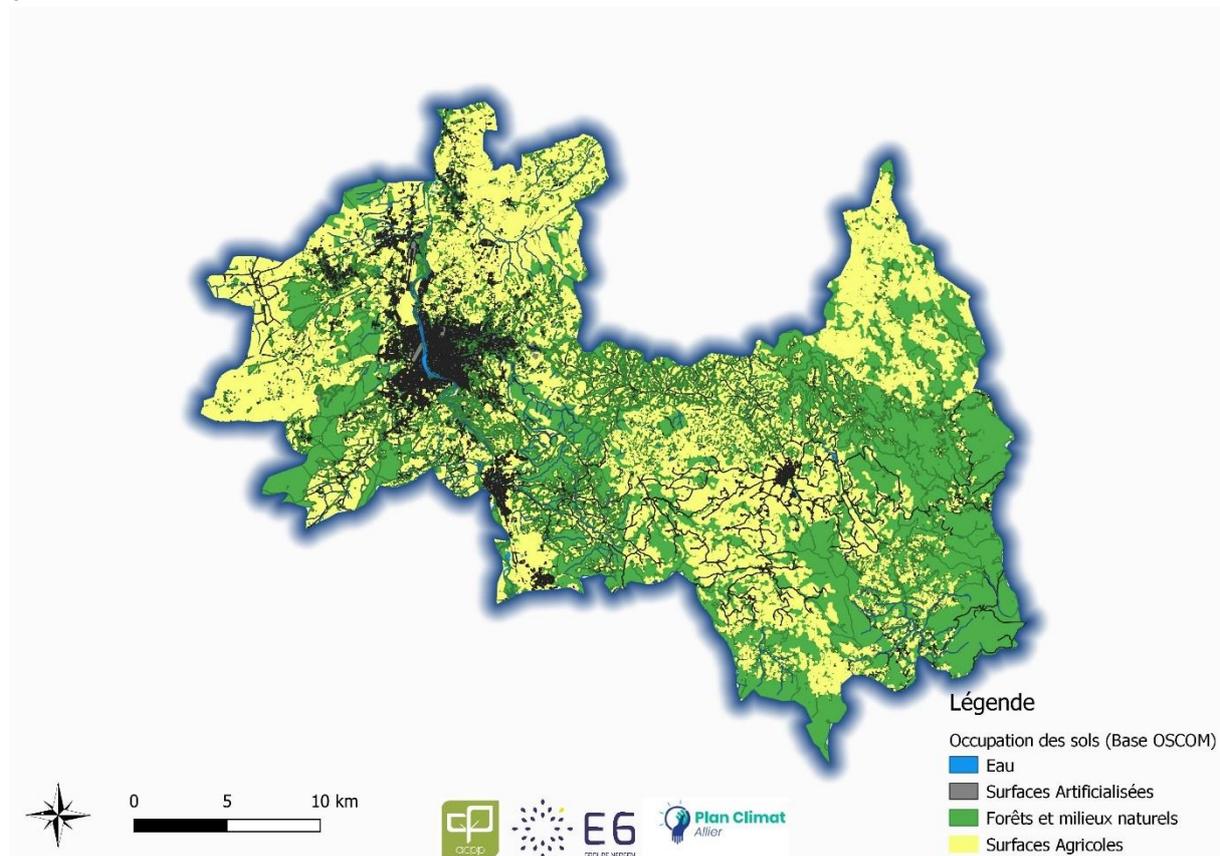


Figure 60: Occupation des sols (base OSCOM)

### Contraintes environnementales, structurelles, et servitudes d'utilité publique

Un travail de cartographie a donc été réalisé afin d'établir une première approche du territoire permettant d'éviter dès la phase de diagnostic tout conflit entre le développement des Energies Renouvelables et les enjeux environnementaux, les contraintes administratives de type Servitudes d'Utilité Publique (SUP), et les contraintes liées aux infrastructures. Ceci permet d'obtenir un « calque environnemental » du territoire permettant la protection de ces zones.

### Servitudes d'Utilité Publique

Ci-dessous à titre indicatif la cartographie associée au territoire pour les SUP.

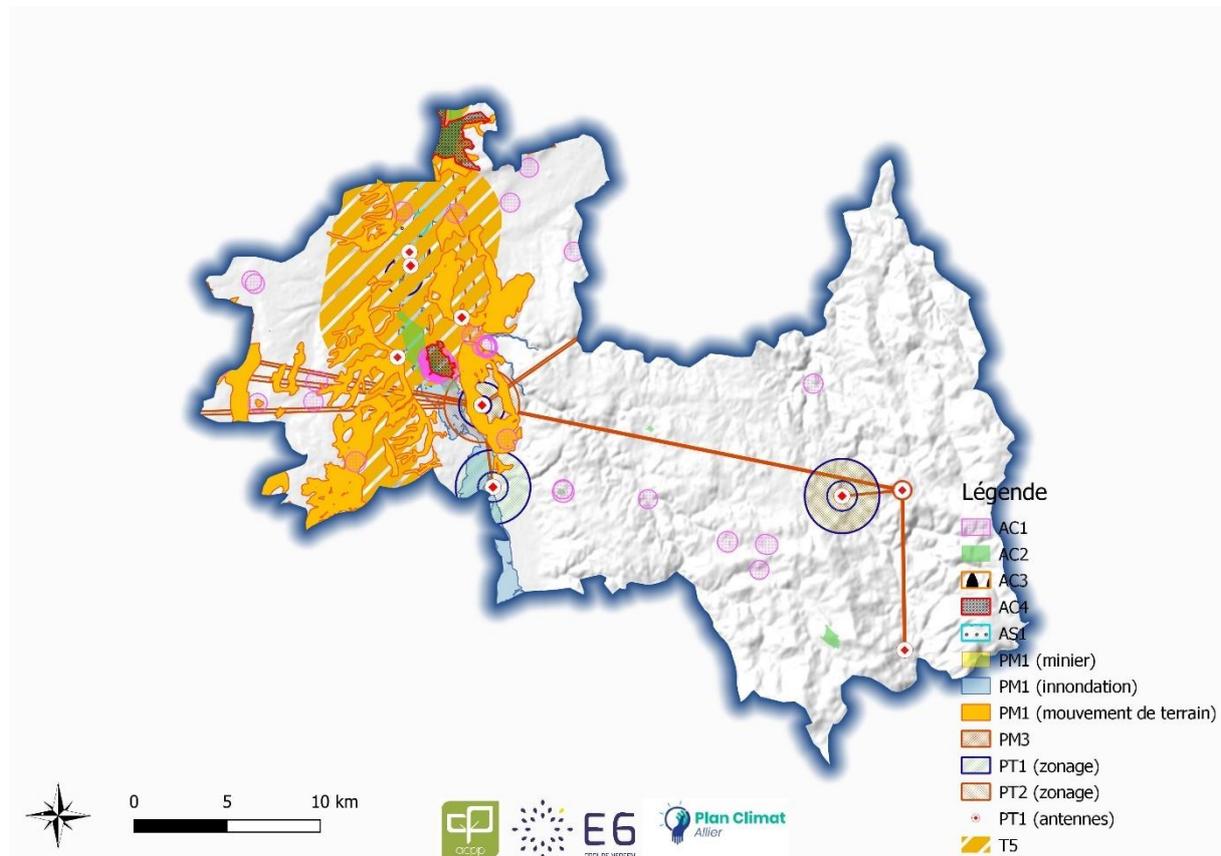


Figure 61: Cartographie des servitudes d'utilité publique appliquées au territoire (source DDT, E6)

Pour rappel, les servitudes présentées ci-dessus sont les suivantes :

Nom de la servitude	Objet	Impact sur le développement des EnR
AC <sub>1</sub>	Servitude de protection des monuments historiques	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le solaire PV et éolien)
AC <sub>2</sub>	Servitudes de protection des sites et monuments naturels	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le solaire PV et éolien)
AC <sub>3</sub>	Servitudes relatives aux réserves naturelles et périmètres de protection autour des réserves naturelles	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le solaire PV, géothermie, biomasse et éolien)
AC <sub>4</sub>	Zone de servitude de protection du patrimoine architectural et urbain	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le solaire PV et éolien)
AS <sub>1</sub>	Servitudes relatives à la protection des eaux potables et eaux minérales	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le potentiel géothermie)
PM <sub>1</sub>	Plan de prévention des risques naturels prévisibles ou miniers	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR
PM <sub>3</sub>	Plan de prévention des risques technologiques	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR

<b>PT1</b>	<i>Point</i> : Installation pour la réception radioélectrique <i>Zonage</i> : Servitude de protection des centres de réception radioélectrique contre les perturbations électromagnétiques	Sans Objet
<b>PT2</b>	Servitude de protection des centres radioélectriques d'émission et de réception contre les obstacles	Contraintes sur le potentiel éolien
<b>T5</b>	Servitudes aéronautiques de dégagement	Contraintes sur le potentiel éolien

## Zonages et enjeux environnementaux

Certaines zones du territoire sont des espaces naturels. Ils représentent des zones à enjeux forts sur lesquels le déploiement de nouveaux moyens de productions d'énergie est à éviter, quel que soit le moyen considéré. Les milieux naturels protégés sont de plusieurs types :

- **Aires de protection du biotope** : elles ont pour vocation la conservation de l'habitat d'espèces protégées. C'est un outil de protection réglementaire de niveau départemental.
- **ZNIEFF** : les Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) constituent un inventaire du patrimoine naturel à l'échelle nationale. Il a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Les **ZNIEFF 1** sont des secteurs de grand intérêt biologique ou écologique. Les **ZNIEFF 2** constituent de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.
- **Natura 2000 ZPS** : zones de protection spéciale classées au titre de la directive « Oiseaux » de la directive Natura 2000.
- **Natura 2000 ZSC** : zones spéciales de conservation classées au titre de la directive « Habitats » de la directive Natura 2000.
- **Réserves naturelles nationales, régionales, et réserves biologiques.**
- **Ramsar** (Convention sur les Zones Humides). Il n'y a pas de zones RAMSAR sur le département.
- **ZICO** (Zone Importante pour la Conservation de Oiseaux).
- **Cours d'eau classés** Liste 1 et 2.

Les différents zonages environnementaux du territoire permettent une approche plus fine des contraintes et enjeux environnementaux spécifiques. Le périmètre exact de ces zones de protection naturelles exclu l'implantation de l'éolien et du solaire (photovoltaïque et thermique). Ci-dessous à titre indicatif, la cartographie des zonages environnementaux du territoire.

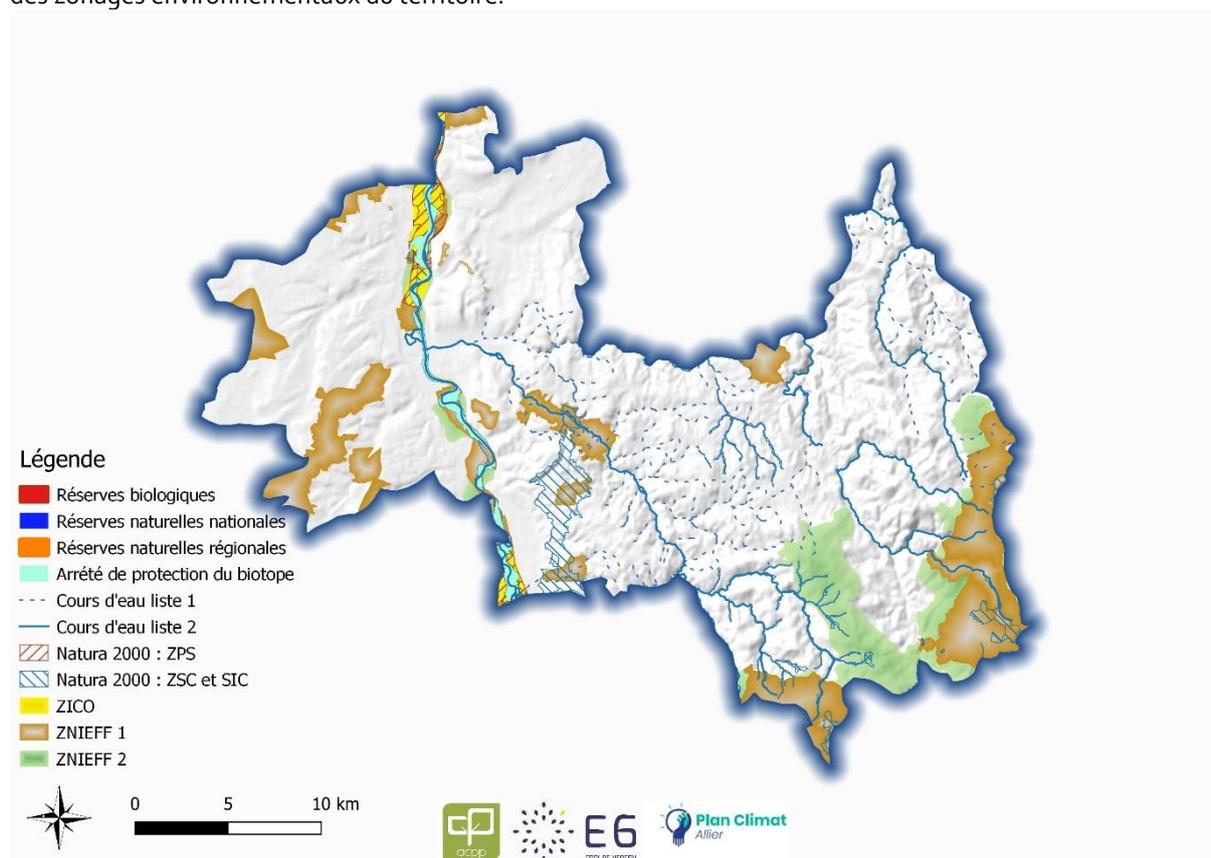


Figure 62 : Cartographie des zonages environnementaux appliqués au territoire (Source : INPN)

## Infrastructures

Nous présentons ci-dessous à titre indicatif les contraintes prises en compte lors du calcul du potentiel de développement mobilisable pour l'éolien et le solaire photovoltaïque.

Contraintes	Eolien	Solaire PV/STH
<b>Monuments et sites historiques classés</b>	Exclusion 500 m	Vigilance 500m
<b>Bâtiment d'habitation et de bureaux</b>	Exclusion 500 m	Pas de contrainte
<b>Réseau routier, ferré et électrique</b>	Exclusion 200 m	Pas de contrainte
<b>Réseau de télécommunication (antennes relais)</b>	Exclusion 500 m	Pas de contrainte
<b>ICPE</b>	Exclusion 300 m	Pas de contrainte
<b>Aérodrome</b>	Exclusion 5 km	Soumis à étude d'éblouissement

Certaines de ces contraintes sont déjà prises en compte par les Servitudes d'Utilité Publiques, mais le périmètre d'exclusion est relatif à chacune des filières ENR. Ci-dessous à titre indicatif, la cartographie des zonages des contraintes liées aux infrastructures du territoire :

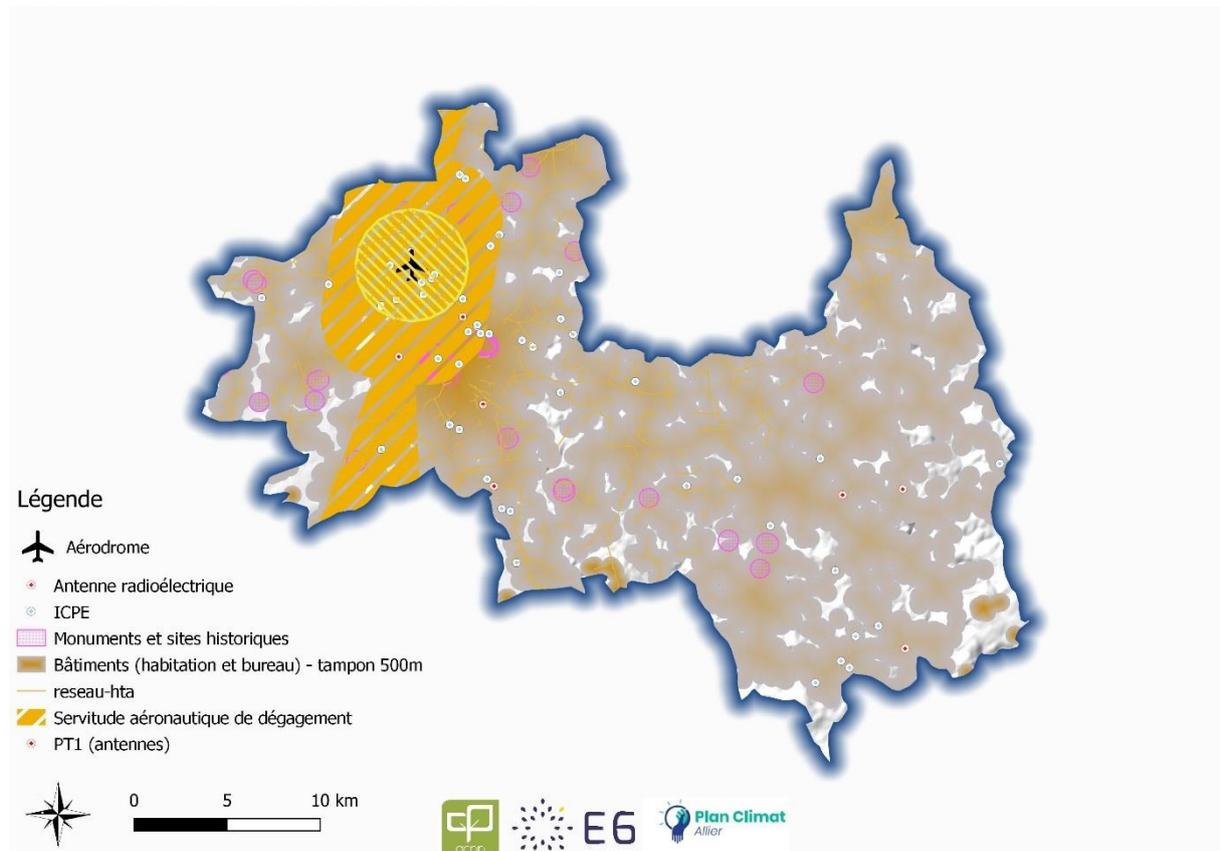


Figure 63 : Cartographie des zonages liées aux infrastructures du territoire (Source : DDT, IGN)

## Économiques, sociales et politiques

Le département de l'Allier est un département où l'agriculture occupe une place importante. L'agriculture représentant une source de revenus et une part d'identité importante pour le département, il convient de veiller à ce que le développement des EnR sur le territoire ne viennent pas contraindre les activités agricoles, en entraînant des conflits d'usages pour les sols et les cours d'eau. A ce titre, les projets énergétiques nécessitant une forte emprise au sol (centrale photovoltaïque, parc éolien) devront s'établir au maximum sur des zones sans valeur agricole (zones polluées, ancienne carrière ou toiture pour les générateurs photovoltaïque, par exemple).

L'acceptation sociale des projets d'EnR est un enjeu majeur. De nombreuses associations nationales ou locales se mobilisent contre l'implantation de sites de production sur leur territoire, soit par motivations environnementales et paysagères, soit par « nymbisme », soit par désinformation. La pression exercée par ces

collectifs impose souvent des positionnements politiques anti-EnR par crainte des répercussions dans les urnes. L'information, la concertation et l'implication locale sont autant de conditions à l'acceptation.

### Origine des données

Ci-dessous à titre informatif l'origine des données concernant les contraintes considérées pour déterminer le potentiel de développement des énergies renouvelables du territoire.

Contraintes	Origine des données	Date de dernière mise à jour des données
Zones de protections environnementales (ZNIEFF TYPE 1 et 2, NATURA 2000, Corridors Ecologiques, ZICO, Espaces Protégés)	Site de l'INPN <a href="https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique">https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique</a>	Début 2019 selon les zones
Cours d'eau et plans d'eau du territoire	BD TOPO® Hydrographie	2019
Servitudes d'Utilité Publique	Servitudes d'Utilité Publiques transmises par le SDE03 et la DDT	2019
Bâti	Cadastre	2019

### Projection à horizon 2050

Afin d'intégrer les évolutions futures du territoire à horizon 2050 et les besoins/potentiels en découlant, nous avons réalisé une projection des constructions basée sur les autorisations de permis de construire des 10 dernières années sur le territoire par l'intermédiaire de la base de données Sitadel, croisées avec les données issues de l'INSEE (+ 0,20% d'évolution démographique annuelle).

#### 4.1.14. Synthèse des résultats

##### Potentiel de Développement Mobilisable

Le potentiel mobilisable de développement en énergies renouvelables du territoire de Vichy Communauté est détaillé ci-dessous. Ce potentiel permet de mettre en avant les ordres de grandeur des potentialités de développement de chacune des énergies **sans prise en compte de l'état actuel de la production**. Il s'agit réellement des capacités de développement du territoire en énergie renouvelable. Tous les projets en construction ou en instruction sont considérés comme déjà mobilisés et ne sont donc pas inclus ici.

Filière	Potentiel de Développement Mobilisable en GWh
Grand Eolien	-
Solaire photovoltaïque	382,2
Solaire thermique	39
Biomasse - Bois Energie*	110
<small>*cette valeur représente le productible atteignable en 2050</small>	
Biomasse - Bois Energie*	108
<small>*cette valeur représente la ressource mobilisable en 2050</small>	
Méthanisation - Biogaz	38,9
Géothermie et aérothermie	79,0
Hydroélectrique	0,4
Energies de Récupération – Énergie fatale	8,0
Thermalisme	16,0
<b>TOTAL</b>	<b>689 GWh</b>

Tableau 7 : Répartition des potentiels de développement mobilisables du territoire (source E6)

##### Analyse des potentiels de développement mobilisable des filières EnR

Si l'on regarde en détail les potentiels de développement indépendamment de la situation actuelle du territoire en matière de production d'énergies renouvelables, on observe que le grand levier de développement est constitué par l'énergie solaire photovoltaïque.

#### Potentiel de développement des énergies renouvelables

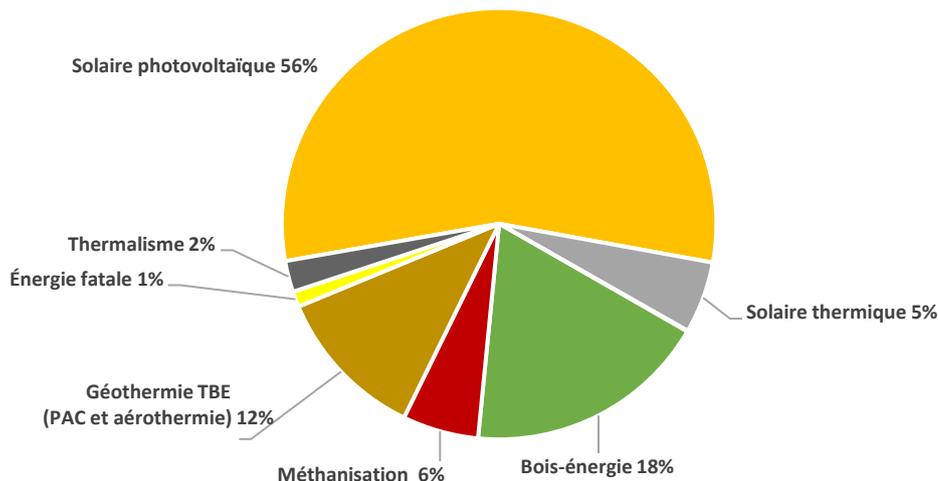


Figure 64: Répartition des potentiels de développement mobilisables des EnR (source E6)

Cette répartition est représentative de la morphologie du territoire. En effet, les 2 principales sources de production actuelles, (hors bois-énergie), l'hydraulique et l'éolien, sont considérés développés à leur quasi-

maximum. En tenant compte des projets en cours de développement (projet éolien +50GWh, projet hydroélectrique + 17 GWh), tout le potentiel détecté est déjà mobilisé.

A l'inverse, pour les autres filières, la quasi-totalité du potentiel détecté reste à mobiliser, en lien avec la structure d'un territoire agricole (fort potentiel méthanisable) avec une prédominance des bâtiments individuels (forte disponibilité en toiture pour un développement diffus du solaire photovoltaïque et thermique). Le développement de la géothermie, par l'intermédiaire de la géothermie très basse énergie et l'hydrothermie, ainsi que la consolidation du développement de la filière bois biomasse, sont également intéressants.

## Productible en Energies Renouvelables à horizon 2050

La production en énergies renouvelables estimée atteignable à horizon 2050 pour le territoire de Vichy Communauté est présenté ci-dessous.

Filière	Productible en Energies Renouvelables en GWh
Grand Eolien	115,1
Solaire photovoltaïque	44,6
Solaire thermique	4,2
Biomasse - Bois Energie - Production	110
Biomasse - Bois Energie – Ressource	108
Méthanisation - Biogaz	66,8
Géothermie et aérothermie	108,4
Hydroélectrique	49,0
Energies de Récupération	8,9
Thermalisme	16,0
<b>TOTAL</b>	<b>962 GWh</b>

Tableau 8 : Décomposition du productible atteignable à horizon 2050 (source E6)

## Analyse du productible atteignable à horizon 2050

### Évolution de la production en EnR et projection à horizon 2050

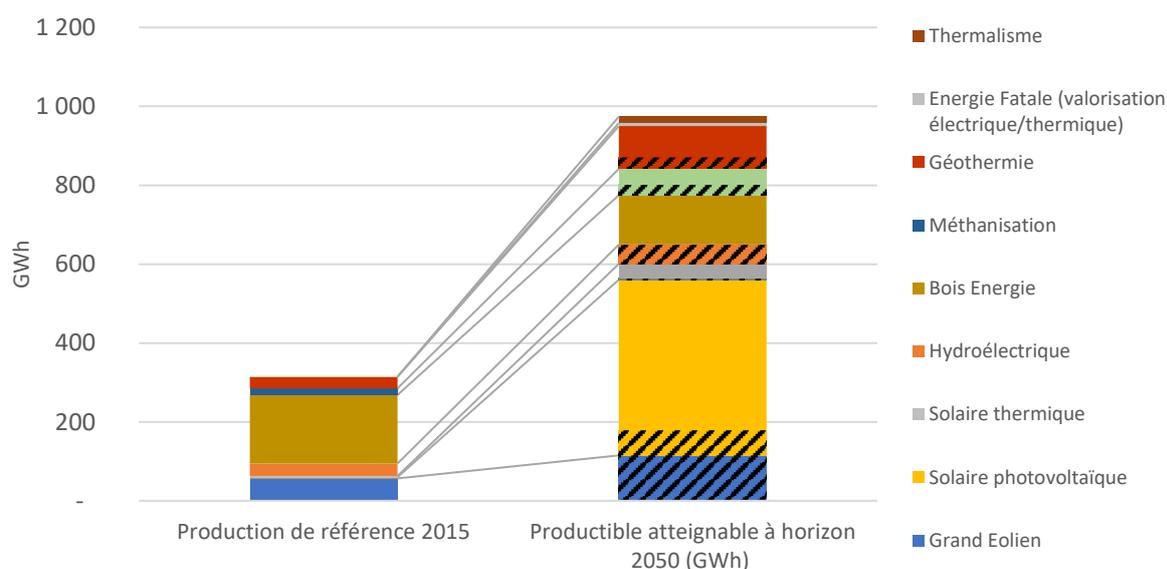


Figure 65: Potentiel en énergie renouvelable à horizon 2050. La partie hachurée représente la part du productible atteignable qui est déjà couverte par les projets ENR en fonctionnement et en développement (construction et instruction). La partie non hachurée représente donc ce qu'il reste à développer. (Source E6).

Le développement des potentiels mobilisables sur le territoire représente à horizon 2050 une production d'environ 962 GWh et correspond à une multiplication par 3 de la production actuelle. Dans cette configuration, le principal contributeur est la filière solaire (photovoltaïque et thermique) qui représente environ 44,6 GWh, la filière Biomasse (bois-énergie) qui contribue pour 110 GWh au productible estimé, ainsi que la filière géothermie avec 108 GWh. La productible atteignable de l'éolien et de l'hydraulique sera atteint si les projets actuels voient le jour.

Le graphique ci-dessous permet de comprendre plus précisément pour chaque filière, la **production actuelle** (en vert) – qui tient également compte des projets - et le potentiel de **production à développer** (en bleu).

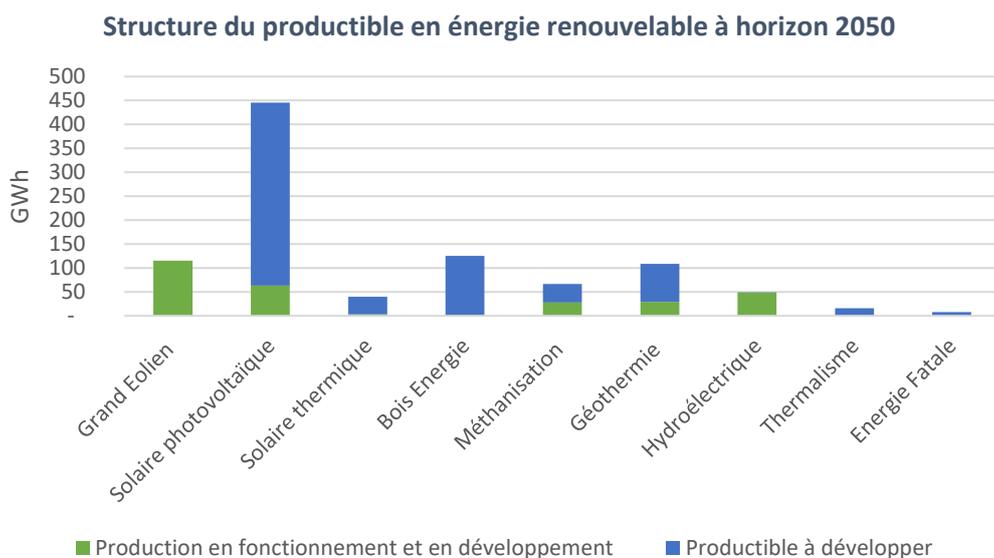


Figure 66: Structure du productible en énergie renouvelable atteignable à horizon 2050

#### 4.1.15. Autonomie énergétique à horizon 2050 et emplois liés à la transition énergétique

La mobilisation de l'intégralité du potentiel en énergie renouvelable estimé représenterait à horizon 2050 53% des consommations actuelles du territoire contre 17% actuellement.

Cela signifie que même en exploitant la totalité du potentiel de développement en énergie renouvelable, le territoire de Vichy Communauté ne parviendrait pas à couvrir tous ses besoins actuels. Le développement de la production énergétique doit donc s'accompagner d'une réduction des besoins de consommations. Le graphique ci-dessous montre en effet qu'un développement de l'intégralité du potentiel ENR combiné à une réduction massive des consommations (objectif de -50% de la loi TEPCV en 2050) permettrait au territoire d'atteindre l'autonomie énergétique (croisement des deux droites ci-dessous). Une telle trajectoire inscrirait le territoire de Vichy Communauté dans une démarche TEPOS (Territoire à Energie Positive).

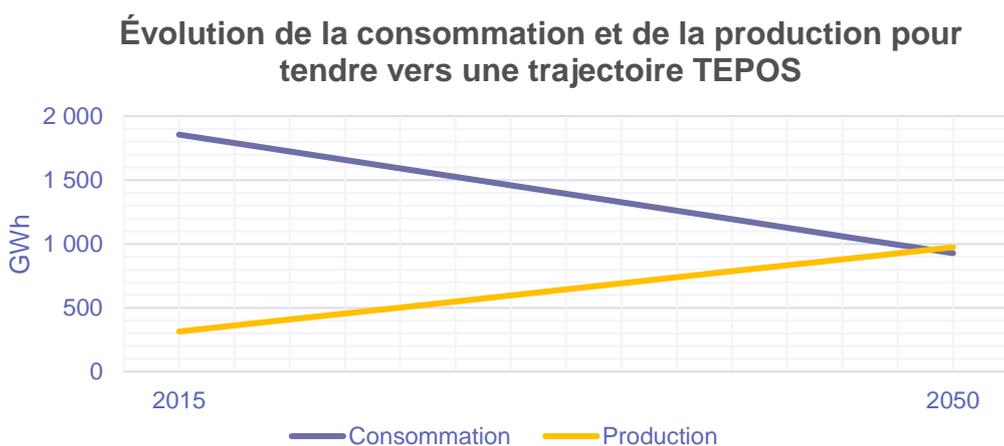


Figure 67 : Évolution des consommations entre l'état actuel 2015 et un objectif de -50% en 2050 ; Évolution de la production ENR entre l'état actuel 2015 et le développement de l'intégralité du potentiel en 2050. Source : E6

L'outil TETE de l'ADEME fournit à titre indicatif le nombre d'emploi équivalent temps plein (ETP) qui pourraient être générés au niveau local et national par le développement des différentes filières EnR identifiées. TETE est un outil qui permet d'effectuer une estimation des emplois créés à travers des politiques de transition

écologique à l'échelle d'un territoire pour chaque année d'ici à 2050. Il a été réalisé par le Réseau Action Climat et l'ADEME.

### Emplois potentiels via le développement des ENR

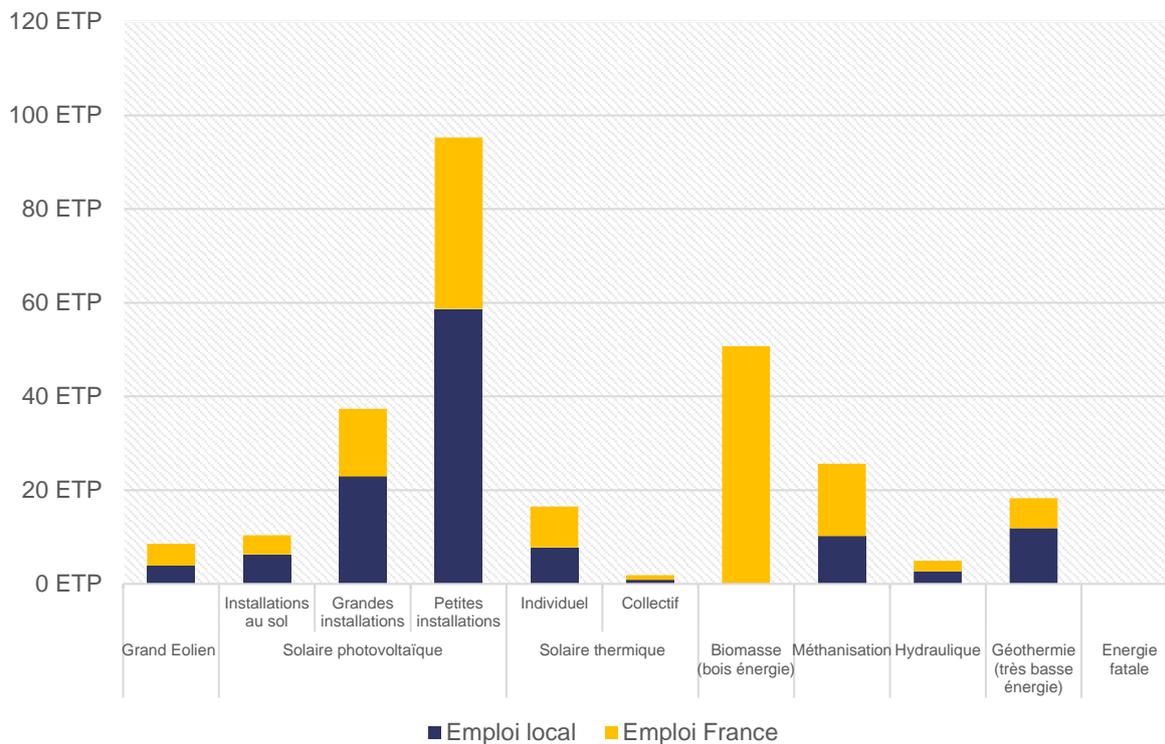


Figure 68: Estimation des ETP créés par le développement des filières EnR du territoire (source ADEME, E6)

Il est ainsi estimé que le développement des potentiels en énergie renouvelable sur le territoire pourrait représenter 270 ETP dont 125 ETP sur le territoire.

#### 4.1.16. Le solaire photovoltaïque

Potentiel Mobilisable	Toitures favorablement orientées et contraintes de mise en œuvre (par ratio) Prise en compte des Zones de protection des Monuments Historiques et de la PPAUP (Zone de protection du patrimoine architectural et paysager) (pas d'exclusion mais identification de la part du potentiel impacté identifiée) Centrales au sol (BASOL, Carrières, Décharges)
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire (centrales au sol / PV HTA) + production du potentiel mobilisable A noter que pour le calcul du productible atteignable, les installations de production existantes (diffuses) sont considérées incluses dans le productible final hormis pour les centrales au sol existantes.

##### 4.1.16.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

Le département de l'Allier bénéficie d'un ensoleillement annuel supérieur à 1200 kWh/m<sup>2</sup> et plus de 1900 heures d'ensoleillement annuel.



Figure 6g: Irradiation horizontale mensuelle et productivité en Allier (Source Calsol)

Le productible estimé annuellement et retenu pour l'étude s'élève à 958 kWh/kWc.an en moyenne.

L'estimation du potentiel mobilisable du territoire passe par l'estimation des surfaces disponibles pour l'accueil de modules photovoltaïques.

Les surfaces disponibles sur le territoire ont été estimées en procédant de la manière suivante :

- Potentiels solaire photovoltaïque calculés par l'Observatoire Régional Climat Air Energie Auvergne Rhône Alpes dans le cadre de l'outil Terri story et de la publication des profils Air Climat Energie.
- En complément des données précédentes, utilisation des données de la base cadastrale pour récupérer les emprises de bâtiments et les surfaces projetées de toitures. La base de données ne présente aucune distinction entre les différentes typologies de bâtiment. Nous avons donc appliqué arbitrairement le distinguo suivant :

Surface de bâtiment	Typologie appliquée
De 80m <sup>2</sup> à 400m <sup>2</sup>	Logement individuel
De 400m <sup>2</sup> à 1000m <sup>2</sup>	Logement collectif
Supérieure à 1000m <sup>2</sup>	Grandes toitures (tertiaires, agricoles, industrielles)

- Surface disponible pour des centrales au sol ou ombrières :

Nous utilisons les données fournies par les données CORINELANDCOVER concernant les friches et délaissés potentiels (carrières et décharges) ainsi que les sites BASOL (sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif). Nous faisons l'hypothèse que ces surfaces peuvent être utilisées pour la mise en œuvre de centrales photovoltaïques au sol, notamment pour les carrières qui sont considérées comme délaissés à horizon 2050.

Les surfaces de parking sont répertoriées par l'intermédiaire de la base de données Open Street Map et les valeurs de productibles sont celles calculées par l'ORCAE (parkings disposant d'une surface supérieure à 5000m<sup>2</sup>)

- Projection des surfaces disponibles futures en toiture de bâtiment par l'intermédiaire des projections présentées précédemment.

Nous présentons ci-dessous la synthèse des hypothèses appliquées aux surfaces identifiées pour le calcul de la puissance installée et du productible associé.

	Ratio de puissance Wc/m <sup>2</sup> <sup>10</sup>	Technologie	Coefficient de masque	Coefficient d'orientation	Coefficient d'implantation
Maisons	140	Polycristallin	0,85	0,8	0,35
Logements collectifs	100	Amorphe	0,9	0,7	0,6
Bâtiments Tertiaires	100	Amorphe	0,9	0,9	0,6
Ombrières PV	100	Polycristallin	0,9	0,9	0,4
Centrale au sol	0,5 (MWc/Ha)	Polycristallin	SO	SO	0,6
Contraintes transversales	Zones à enjeux non réhabilitables : Servitudes liées aux zones de protection des Monuments Historiques, PPAUP, Zones de protection naturelles (Znieff Type 1 et 2, Natura 2000)				

Tableau 9 contraintes prises en compte pour le solaire photovoltaïque

<sup>10</sup> <https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/potential-solaire-dun-toit-ou-dun-terrain/>

## Potentiel

L'application de ces contraintes de mobilisation, et la projection à horizon 2050 des surfaces construites permettent d'estimer le potentiel de développement mobilisable suivant sur le territoire.

Nous présentons ci-dessous le détail des potentiels pour les toitures :

TYPLOGIE	SURFACES PV MOBILISABLES (m <sup>2</sup> )	PUISSANCE (MWc)	PRODUCTIBLE (GWh)
HABITAT INDIVIDUEL	1 429 981	200,20	191,8
HABITAT COLLECTIF	453 069	45,31	43,4
BATIMENTS TERTIAIRE, INDUSTRIE, AGRICOLE	743 845	74,38	71,3
TOTAL	2 626 895	212.9	306.5

Nous présentons ci-dessous le détail des potentiels pour les délaissés et surfaces au sol :

Type	Surface PV mobilisable (Ha) ou nombre de sites	Puissance installée (MWc)	Productible (GWh)
DELAISSES (Carrières, décharges, sites BASOL)	157 Ha	78.50	75.20
PARKING	5 sites	3.9	3.5
TOTAL	-	82.4	78.7

Les contraintes relatives aux zones de protection des monuments historiques et PPAUP impactent le potentiel mobilisable d'environ 8%.

### Gisement Photovoltaïque CA Vichy

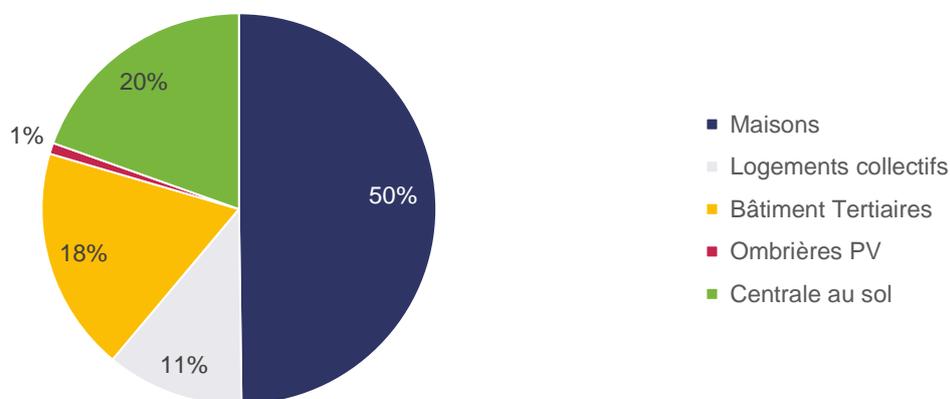


Figure 70: Répartition du gisement photovoltaïque

#### 4.1.16.2. Zoom sur le potentiel d'autoconsommation photovoltaïque

Le potentiel d'autoconsommation du territoire est ici estimé à partir du gisement photovoltaïque net du département. Le taux d'autoconsommation indiqué dépend alors de deux paramètres :

- La part des projets installés en autoconsommation en 2018, sur les nouvelles installations (chiffres territoire national : 68.3%) .
- La part d'énergie autoconsommé pour les centrales en autoconsommation sur le bâti résidentiel (~50%), le reste étant considéré injecté sur le réseau. Il est donc considéré que les centrales installées exploitent le plein potentiel de la toiture et vendent leur surplus d'énergie.

Tableau 10 : Taux d'autoconsommation et énergie consommée par type de support pour le photovoltaïque

	Productible atteignable	Taux d'autoconsommation	Energie autoconsommée
Bâti résidentiel	192	23%	44.2

Les secteurs tertiaire et agricole, avec des activités principalement diurnes et des surfaces de toiture importantes, sont particulièrement intéressants pour le développement de l'autoconsommation mais les données actuellement disponibles sur le territoire sont insuffisantes pour afficher une projection cohérente du taux d'autoconsommation associé. Il est néanmoins intéressant de souligner qu'au contraire du résidentiel, les installations tertiaires en autoconsommation sont généralement dimensionnées pour assurer un taux d'autoconsommation de 80 à 95%

#### 4.1.16.3. Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque

Le potentiel de production d'énergie solaire photovoltaïque représente 445 GWh à horizon 2050 dont 2.9 GWh déjà produit sur le territoire en 2015 et 63 GWh estimés à horizon 2020 (en intégrant les installations raccordées depuis 2015 et les projets en développement).

Voici la structure du potentiel solaire photovoltaïque du territoire

	En service (GWh)	En projet (GWh)	Potentiel de développement mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
Photovoltaïque en toiture résidentiel	3	0	232	235
Photovoltaïque grande toitures tertiaires, agricoles et industrielles	0	0	71	71
Centrales au sol et ombrières	0	61	79	140
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>61</b>	<b>382</b>	<b>446</b>

Concrètement, il s'agit des surfaces suivantes :

- 1 800 000 m<sup>2</sup> en toiture de bâtiment résidentiel intégrant les installations existantes (~30 000m<sup>2</sup>)
- 740 800 m<sup>2</sup> en toiture de bâtiments industriels, tertiaire et agricole, intégrant les installations existantes (~0 m<sup>2</sup>)
- 157 Ha de délaissés potentiellement mobilisables en centrales au sol (dont ombrières photovoltaïque sur parking) en supplément des installations existantes ou en projet (~110 Ha)

La typologie du territoire favorise le développement diffus de cette filière, par l'intermédiaire du recours aux toitures résidentielles individuelles et collectives.

Une part intéressante du potentiel est également lié à la mise en œuvre de centrales photovoltaïques sur grandes toitures de type agricoles, tertiaires ou industrielles ainsi que sur les délaissés potentiels.

#### 4.1.17. Le solaire thermique

Potentiel Mobilisable	Toitures favorablement orientées et contraintes de mise en œuvre (par ratio) Bâtiment résidentiels chauffés au fioul, propane et électricité, 75% des bâtiments neufs
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

##### 4.1.17.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

L'énergie solaire est utilisable partout sur le territoire, grâce à :

- Une durée moyenne d'ensoleillement de 1 908 heures par an,
- Une irradiation solaire globale horizontale qui varie autour de 1 182 kWh/m<sup>2</sup>.an.
- La productivité annuelle attendue d'une installation individuelle est de 503 kWh/m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques installés pour des panneaux inclinés à 45° par rapport à l'horizontal et orientés plein sud.

En 2015, le territoire a produit environ 3200 MWh de chaleur d'origine solaire thermique et comprend environ 6000 m<sup>2</sup> de panneaux installés (estimation ORCEA). Ceci correspond à une filière thermique structurée de manière diffuse et principalement constitué d'installations en toiture résidentielle. Il n'existe pas à notre connaissance d'installations de chauffage ou froid solaire.

Méthodologie et potentiel

Le potentiel solaire thermique est estimée à partir des données *logements* de la BD INSEE (2016). A noter, lors de l'estimation dudit potentiel, il est considéré que les logements individuels et collectifs sont équipés à la fois de panneaux photovoltaïques et de capteurs solaires thermiques afin d'anticiper les conflits d'occupation potentiel.

Cela étant, plusieurs autres usages ou configurations sont exclus du périmètre de l'analyse :

- Les gymnases, qui présentent de fortes demandes ponctuelles, incompatibles avec ce type de génération de chaleur.
- Les bâtiments d'enseignement, inoccupés en été, pendant le pic de production solaire thermique.
- L'industrie, le solaire thermique ne permettant pas de délivrer de l'eau chaude à haute température. Le potentiel existant est donc marginal.
- Les bâtiments tertiaires, présentant un très faible besoin en ECS, rendant non opportun le développement de chauffage solaire. Des solutions d'appoint doivent être privilégiées.
- Les centrales au sol. Ces centrales viennent en général compléter des réseaux de chaleur alimentés par des chaudières biomasse. Elles nécessitent des infrastructures importantes. Les friches et sites pollués recensés ne sont pas adaptés, par leur localisation, à de tels projets.

Le nombre d'installations sur le territoire a donc été estimé en procédant de la manière suivante :

- CESI : équipement de l'ensemble des logements individuels existants sauf chauffage au bois ou RCU et 75% des logements neufs ;
- CESC : équipement de l'ensemble des logements collectifs existants sauf chauffage au bois ou RCU et 75% des logements neufs – équipement des Hôtels et Résidences de Tourisme, auberge de jeunesse et village vacances).
- Chauffage Piscine : équipement des piscines et centres nautiques du territoire.

Le potentiel mobilisable sur le territoire est ensuite estimé par l'application de contraintes afin de représenter des conditions de mobilisations « raisonnables ».

Typologie	Unité	Surface modules nécessaires toiture / unité	Productible associé en kWh/m <sup>2</sup>	Détail Mobilisation
CESI existant	maison	4	503	toute maison sauf chauffage au bois ou RCU
CESI neuf	maison	4	503	75% des maison neuves
CESC existant	logements	1,5	550	tout logement sauf chauffage au bois ou RCU
CESC neuf	logements	1,5	550	75% des logements collectifs neufs
Piscine	surface bassin	0,5	500	tout centre aquatique sauf bois
Hôtel/Hébergements Touristiques/Hospitalier et médico social	nb lits	1.5	550	Ensemble du patrimoine associé

Tableau 11 Hypothèses de mobilisation pour le solaire thermique

L'application de ces hypothèses de mobilisation permettent d'estimer le potentiel de développement mobilisable suivant :

	Surface associée (m <sup>2</sup> )	Potentiel mobilisable GWh
<b>Maisons</b>	64 278	32,3
<b>Logements collectifs</b>	10 180	5,6
<b>Hôtel/résidences touristiques/médico-social</b>	5 409	3,0
<b>Piscine</b>	2 436	1,0
<b>TOTAL</b>	82 302,4	42,0

Tableau 12 Potentiel Mobilisable pour le Solaire Thermique

Le potentiel de production de chaleur d'origine solaire thermique est estimé à environ 82 000 m<sup>2</sup> représentant une production de chaleur estimée à 42 GWh.

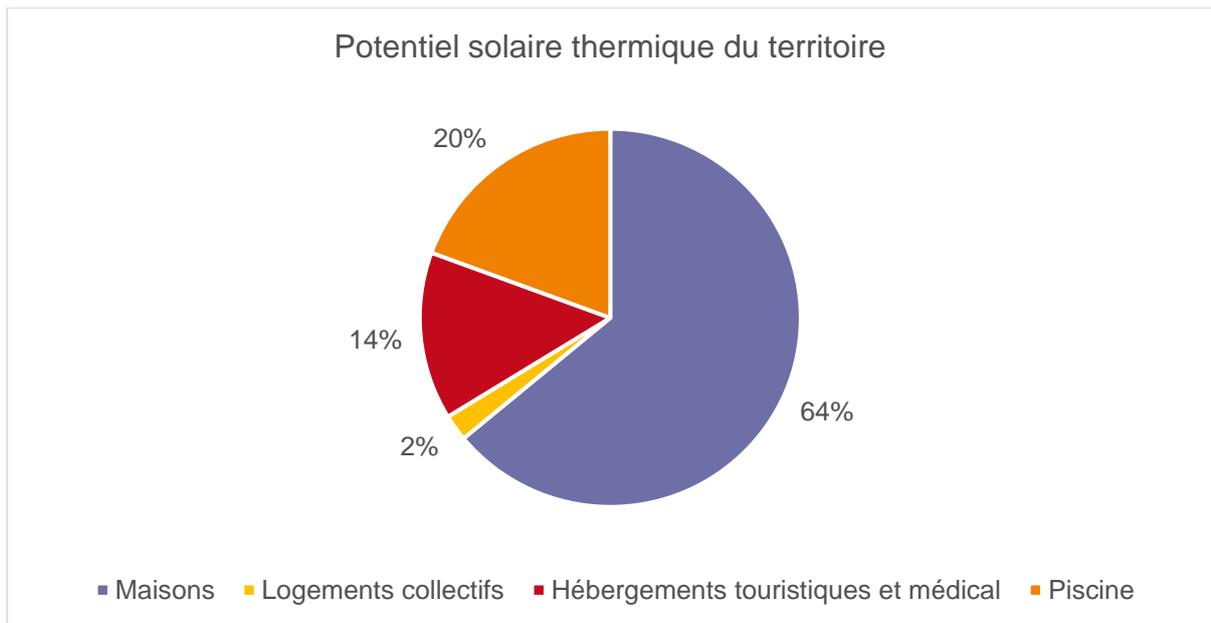


Figure 71: Potentiel solaire thermique du territoire

### Zoom sur le chauffage solaire individuel et industriel

Les calculs de potentiel Solaire thermique présentés ici considèrent uniquement la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS). En effet, cette technologie est éprouvée et dispose d'un solide retour d'expérience. Les appareils sont aujourd'hui efficaces et performants, et s'adaptent aussi bien à des demandes individuelles qu'à des besoins collectifs.

Mais l'énergie solaire, peut aussi couvrir une partie des besoins de chauffage des bâtiments. On parle alors de systèmes solaires combinés qui peuvent couvrir de 20 à 40 % des besoins annuels, selon la région et la taille de l'installation.

Comme toute installation de chauffage central, un système solaire combiné comporte, outre les capteurs solaires thermiques :

- une distribution, par un réseau de tuyauteries semblable à celui utilisé dans les systèmes classiques ;
- un (ou des) dispositif(s) de stockage de l'énergie thermique (ballon-tampon, dalle de béton) ;
- des émetteurs de chaleur (radiateurs basse température, dalle chauffante, etc.) ;
- une régulation ;
- Un système d'appoint permet de pallier les insuffisances du rayonnement solaire. L'appoint peut être intégré ou séparé du ballon de stockage. On utilise alors une chaudière classique (fioul, gaz, bois, électrique).

La régulation gère la mise en route et l'arrêt de l'appoint, en fonction de l'ensoleillement, de la demande de chauffage ou d'eau chaude sanitaire.

Ainsi, l'utilisation du solaire thermique a toute fin de chauffage ou production de chaleur est donc possible, mais plusieurs contraintes sont à prendre en compte :

- Dans l'existant, il est préférable d'envisager l'installation de chauffage solaire sur des logements déjà équipés de chauffage central.
- Le chauffage solaire peut assurer seulement 20 à 40% des besoins annuels de chauffage. Il doit donc nécessairement être associé à un appoint (de manière indépendante ou couplée) qui peut être une chaudière bois ou gaz.

Cette technologie reste malgré tout plus confidentielle que l'usage production d'ECS et nous n'avons donc pas estimé le gisement complémentaire associé mais la production de chaleur solaire mérite d'être étudiée de

manière complémentaire lors de la mise en œuvre d'un Chauffe-Eau Solaire, en particulier sur des bâtiments déjà équipés de chauffage central.

De la même manière, cette solution peut être considérée à plus grande échelle pour l'industrie et notamment les processus industriels nécessitant des températures comprises entre 20 et 120°C. De la même manière que pour le résidentiel, cette solution devra être couplée avec un appoint, idéalement biomasse ou biogaz.

L'Ademe soutient fortement le développement de cette filière par l'intermédiaire des appels à projets régionaux du Fond Chaleur et l'appel à projet national Grandes Installations Solaires Thermiques. Par ailleurs, pour favoriser l'émergence de nouvelles technologies solaires thermiques, l'appel à projets « Nouvelles Technologies Emergentes » est conduit depuis 2012.

A noter que les surfaces nécessaires au déploiement de cette technologie sur le résidentiel et l'industrie la font entrer directement en concurrence avec le solaire photovoltaïque.

Compétition d'usage : solaire thermique et photovoltaïque

La Réglementation Thermique 2020 fixe un objectif d'intégration des énergies renouvelables dans les logements, sans imposer une filière plutôt qu'une autre. Le solaire thermique est ainsi en « compétition » économique et technique avec le solaire photovoltaïque, les pompes à chaleur, la cogénération et la biomasse qui sont autant de filières potentielles.

Comme évoqué pour le solaire photovoltaïque, ces deux technologies utilisent le même support (toiture des bâtiments) ce qui présente donc une source de compétitivité entre elles.

Le potentiel est calculé pour chacune des filières afin de prendre en compte cette compétition d'usage. Dans le cas d'un déploiement à 100% du potentiel solaire thermique, la surface nécessaire pour les installations solaire thermique doit être retranchée du potentiel photovoltaïque à hauteur de 80 000m<sup>2</sup> représentant un productible photovoltaïque déduit d'environ 7600 MWh.

Encore méconnue, le couplage de ces technologies par le biais d'un panneau solaire hybride "photovoltaïque et thermique" est une option envisageable.

#### 4.1.17.2. Synthèse du potentiel solaire thermique

Le potentiel de production d'énergie solaire thermique représente 42 GWh à horizon 2050 dont 3.1 GWh déjà produit sur le territoire en 2015.

Concrètement, il pourrait s'agir des surfaces suivantes :

- 75 000 m<sup>2</sup> en toiture de bâtiments résidentiels (dont 6000m<sup>2</sup> existants)
- 5500 m<sup>2</sup> en toiture de bâtiments touristiques, hôtels et bâtiment hospitaliers et médico sociaux.
- 2500 m<sup>2</sup> pour les centres aquatiques et piscines

La typologie du territoire favorise le développement diffus de cette filière, par l'intermédiaire du recours aux toitures résidentielles individuelles et collectives.

Les usages autres du solaire thermique (chauffage, production de froid, secteur industriel) ne doivent pas être éclipsés mais ne sont pas quantifiables précisément à ce niveau de diagnostic. Une étude spécifique de gisement solaire thermique peut être engagée pour déterminer les potentiels associés lors de la mise en œuvre du plan d'action.

	Installations en services (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Potentiel de développement (GWh)	Productible atteignable (GWh)
<b>Solaire thermique (ECS)</b>	3	0	39	42

#### 4.1.18. La biomasse – Bois Energie

Potentiel Mobilisable	Consommation projetée de bois de chauffe (avec neuf + rénovation de l'existant) en considérant la capacité de la ressource mobilisable à couvrir les besoins.
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire (chaufferie bois et réseau de chaleur) + production du potentiel mobilisable

#### 4.1.19. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

*Nous nous intéressons ici au potentiel concernant le bois forestier. Ce potentiel peut être complété par des données concernant les connexes de bois d'œuvre et de bois d'industrie, ainsi que le volume de bois déchets.*

Le territoire a produit en 2015 environ 174 GWh de chaleur via la biomasse répartis entre les usages résidentiels et les chaufferies collectives. D'après les données du SDE03, le territoire dispose de 10 chaufferies collectives pour une puissance de 4300 kW.

Les massifs forestiers couvrent 40 % de la surface du territoire, et sont essentiellement composés de massifs de feuillus. La base de données BD Forêt de l'IGN permet de fournir la répartition suivante :

Essence	Ventilation des surfaces (%)
conifères	30%
feuillus	60%
mixtes	10%

La carte ci-dessous permet de visualiser la répartition de la surface forestière du territoire.

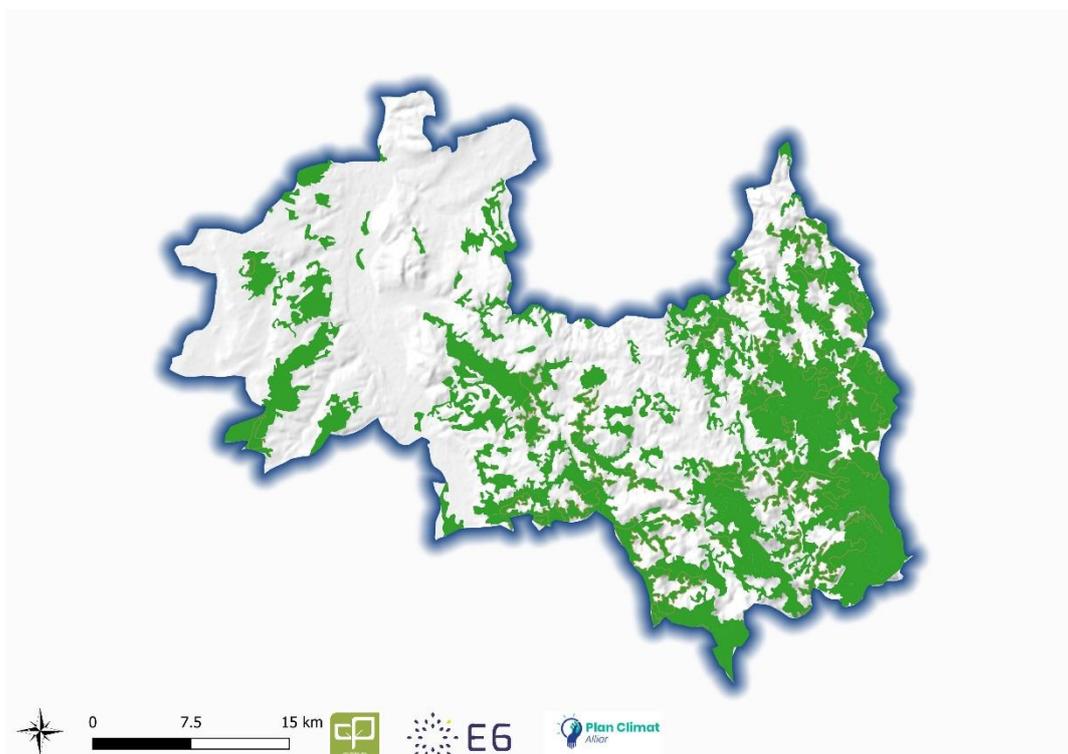


Figure 72: Répartition des surfaces forestières du territoire

Le tableau ci-dessous présente pour chacune des typologies présentes, les données correspondantes en matière de volume de bois sur pied, de production, de prélèvement ainsi que le taux de prélèvement actuellement constaté sur le territoire.

Ces données proviennent de l'outil ALDO développé par l'ADEME qui permet d'estimer la séquestration carbone d'un territoire. Ces données proviennent notamment des inventaires forestiers de l'IGN et de la BD Forêt.

Essence	PRODUCTION (m3·ha-1)	PRELEVEMENT (m3·ha-1·an-1)	Taux de prélèvement
Conifères	12	8	72
Feuillus	5	1	34
Mixtes	8	2	34

Tableau 13: Tableau des données de production (source ADEME / CLC 2012 / outil ALDO)

Afin de déterminer la ressource mobilisable pour le déploiement du bois énergie sur le territoire, cette analyse est croisée avec les résultats du calcul de potentiel Bois Energie réalisé par l'ORCAE dans le cadre des profils Air Climat Energie de la région Auvergne Rhône Alpes.

Cette étude permet la prise en compte de plusieurs paramètres relatifs à l'exploitation de la ressource Bois Energie et notamment la notion de pente et de zonage environnementaux. Sont ainsi considérées les hypothèses suivantes :

- Les forêts situées sur des pentes supérieures à 60° sont considérées non exploitables d'un point de vue technique.
- Les forêts situées dans des Réserves Biologiques Intégrales sont considérées non exploitables d'un point de vue environnemental : aucune réserve biologique intégrale n'existe sur le territoire

La part mobilisable de la ressource forestière est structurée comme suivant :

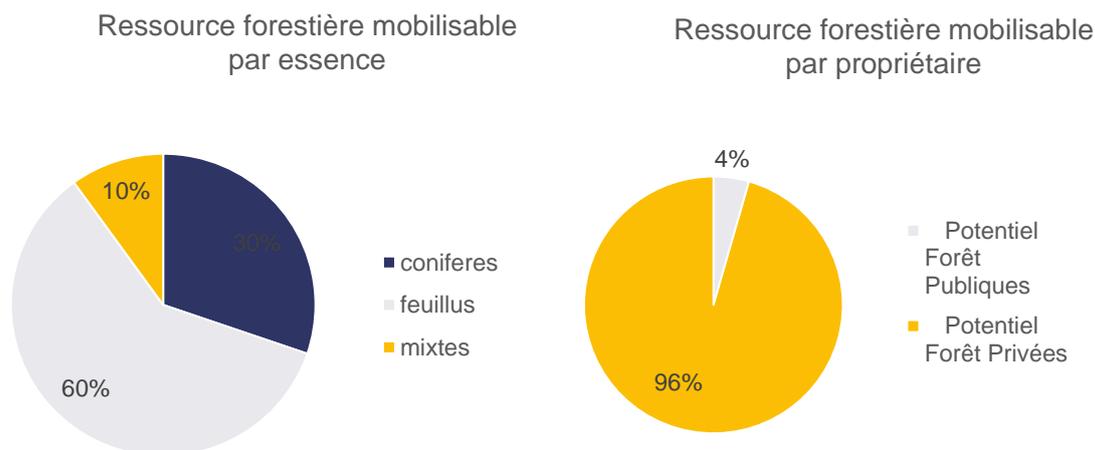


Figure 73: Structure de la ressource forestière mobilisable sur le territoire (source ORCAE, AURAE, IGN)

**Ainsi, la ressource forestière mobilisable est composée majoritairement de feuillus (60 %) et issue de forêts majoritairement privées (96%).**

En synthèse, la ressource mobilisable sur le territoire est composée de :

- ~26 900 Ha de forêts exploitables techniquement
- ~204 000 m3 de production brute mobilisable

L'approvisionnement de la filière bois énergie peut faire appel à des ressources bois de différentes natures, celles-ci pouvant déjà être captées par d'autres filières de valorisation du bois, en tout ou partie. L'enjeu lié au stockage du carbone est également à prendre en compte. Il est également important de veiller à éviter les conflits d'usage sur la ressource bois.

De plus, d'autres contraintes peuvent entrer en ligne de compte, notamment :

- Contrainte de mobilisation de la ressource auprès des propriétaires

- Accessibilité des surfaces (distance de débardage)

## Méthodologie

Nous avons utilisé les hypothèses du scénario Afterres pour estimer le potentiel énergétique lié au déploiement du bois énergie sur le territoire :

- Taux de prélèvement porté à 70% de la production mobilisable
- Part du bois énergie mobilisé fixé à 30%
- Projection des consommations en bois à horizon 2050 intégrant la rénovation énergétique des bâtiments (division des consommations par 2) et le remplacement des équipements actuels.
- Estimation d'une part de logement futurs se chauffant au bois (dans les proportions actuelles augmentées de 10%).
- Intégration des projets de développement de chaufferie automatique sur le territoire ( aucun projet identifié lors de la rédaction du diagnostic).
- On considère une équivalence de 900kg/m<sup>3</sup> et de 3500 kWh/Tonnes., ainsi qu'un rendement des chaudières de l'ordre de 90%.

Tableau 14 : Calcul du potentiel Bois Energie Mobilisable sur le territoire

	Surface exploitable (Ha)	Production brute disponible (m3)	Prélèvement 2050 (70% de la production) (m3)	Part mobilisable en Bois Energie - 30% (m3)	Equivalence en Tonnes	Potentiel énergétique associé (GWh)	Production énergétique mobilisable (rendement 90%)
<b>Conifères</b>	8 942	111 170	77 819	22 567	20 311	60,93	55
<b>Feuillus</b>	17 683	84 243	58 970	17 101	15 391	46,17	42
<b>Mixtes</b>	2 948	23 467	16 427	4 764	4 287	12,86	12
<b>TOTAL</b>	29 573	218 879	153 216	44 433	39 989	120	108

Afin de déterminer la couverture projetée des besoins en bois énergie du territoire, il est nécessaire de s'intéresser à l'état des lieux de la consommation du territoire et de projeter à horizon 2050 les futures consommations.

Nous présentons ci-dessous l'estimation des consommations en bois énergie du territoire basée sur le profil Air Energie Climat produit par l'OREGES et les données de consommations des chaufferies bois du territoire.

Etat initial du territoire (données OREGES, 2015 )	Consommation (GWh)	Ressource Bois nécessaire (Tonnes)	Proportion de la ressource du territoire
Bois de chauffe	162	46 394	116%
Chaufferies automatiques	12	3 286	8%
<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>49 680</b>	<b>124%</b>

On observe dès à présent que notre estimation de la ressource mobilisable ne permet pas de couvrir les besoins actuels du territoire. En effet, le territoire présente une demande annuelle en bois énergie d'environ 50 000 contre 40 000T estimée raisonnablement mobilisables.

- **Le territoire semble donc importateur de bois pour ses besoins énergétiques.**

Afin d'affiner cette analyse, les consommations estimées en bois énergies des bâtiments ont été projetées en considérant également que la rénovation des maisons et appartements à horizon 2050 permettra une division par 2 des consommations actuelles et que les maisons et appartements construits d'ici 2050 sont des bâtiments RE2020.

La synthèse du potentiel biomasse – Bois Energie mobilisable sur le territoire est donc la suivante

	Potentiel énergétique (GWh)
<b>Gisement Ressource forestière mobilisable</b>	108
<b>Gisement Production chaleur résidentiel (2050)</b>	97

<b>Gisement Production chaleur RCU/Chaufferie (2050)</b>	11.5
<b>Gisement Production de chaleur à horizon 2050</b>	110
<b>Couverture estimée des besoins 2050 par la ressource forestière locale</b>	98%

Tableau 15 Potentiel mobilisable Biomasse (source E6)

#### 4.1.19.1. Synthèse du potentiel Biomasse Bois Energie du Territoire

Le potentiel de production bois Energie du territoire est de l'ordre de 110 GWh à horizon 2050.

Concrètement, il est constitué des gisements suivants :

- 97 GWh de production de chaleur sur les usages Bois Energie domestique en intégrant les logements existants et futurs
- 11.5 GWh de production de chaleur pour les usages tertiaires et industries (chaufferies collectives) sans prendre en compte de nouveaux projets
- Une ressource forestière locale mobilisable d'environ 108 GWh permettant de couvrir 98% des besoins à horizon 2050.

Le territoire est un fort consommateur de bois, principalement à usage domestique. Un enjeu fort du territoire sur la ressource bois énergie peut être le développement d'une filière d'approvisionnement utilisant la ressource locale mobilisable pour s'affranchir au mieux de l'approvisionnement extérieur tout en assurant l'entretien de la forêt et l'utilisation de la ressource excédentaire pour le développement de nouveaux projets de chaufferies collectives.

	Production actuelle (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Ressource mobilisable pour la couverture des besoins	Productible atteignable (GWh)	Taux de couverture 2050
<b>Biomasse</b>	174		108	110	98%

#### 4.1.20. La géothermie – aérothermie

Potentiel Mobilisable	Couverture d'une partie des besoins de chaleur du territoire pour les secteurs résidentiels et tertiaires à partir de la carte de chaleur du CEREMA et de la densité des communes.
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire et production du potentiel mobilisable

##### 4.1.20.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

La ressource géothermique a été cartographiée à l'échelle de l'ancienne région Auvergne par le BRGM. Un rapport spécifique a été rédigé et présente les principales ressources disponibles.<sup>11</sup>

Ce rapport présente les différentes ressources du sous-sol du département.

Les nappes alluviales et les massifs volcaniques peuvent être le siège de ressources en eau. Le socle, malgré son étendue (60% du territoire) ne renferme que des formations aquifères superficielles et diffuses (sources dans les arènes granitiques). En dehors du grand bassin d'effondrement de la Limagne au remplissage marneux faiblement aquifère, les horizons sédimentaires sont très peu représentés. Les vallées glaciaires du Cantal ainsi que les recouvrements détritiques de la Sologne bourbonnaise peuvent cependant représenter des aquifères localisés et en général peu productifs.

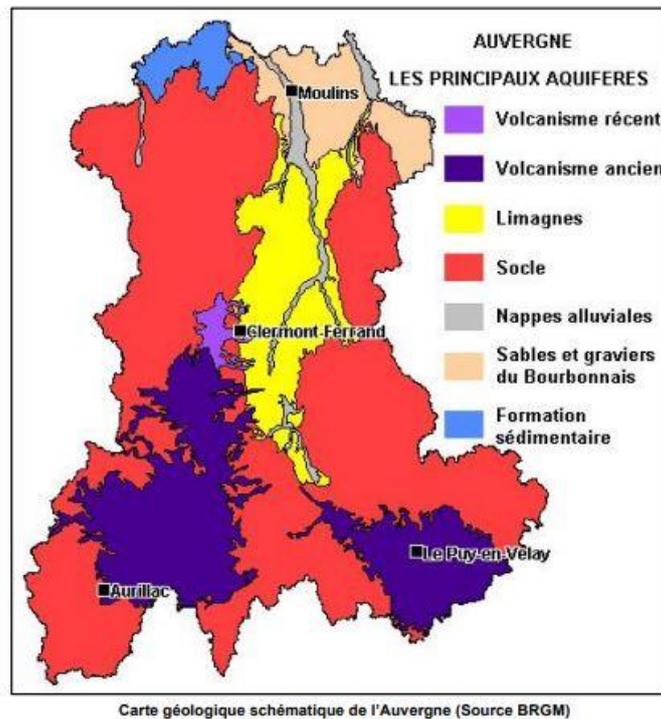


Figure 74: Carte géologique schématique des aquifères de l'Auvergne (Source BRGM)

L'étude conclut que le territoire est favorable à la mise en œuvre de l'énergie géothermique sous la forme de sondes par l'intermédiaire de la géothermie très basse énergie présentée précédemment.

A titre d'exemple, plusieurs installations utilisant la géothermie très basse énergie existent sur le département de l'allier, notamment à Moulins sur le centre aqualudique OVIVE<sup>12</sup> et à Creuzier le Vieux sur le site de Loreal<sup>13</sup>

<sup>11</sup> [http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/10.\\_geothermie\\_en\\_auvergne.pdf](http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/10._geothermie_en_auvergne.pdf)

<sup>12</sup> [http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/auvergne\\_rhone\\_alpes\\_moulin\\_centre\\_aqua\\_nappe\\_chauffage\\_rafraichissement\\_ecs\\_b\\_ade\\_me\\_chauffer\\_rafraichir\\_geothermie\\_tres\\_basse\\_energie1.pdf](http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/auvergne_rhone_alpes_moulin_centre_aqua_nappe_chauffage_rafraichissement_ecs_b_ade_me_chauffer_rafraichir_geothermie_tres_basse_energie1.pdf)

<sup>13</sup> [http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/loreal\\_creuzier\\_le\\_vieux.pdf](http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/loreal_creuzier_le_vieux.pdf)

Le territoire a produit en 2015, 30 GWh de chaleur via la géothermie pour environ 1400 installations sur le territoire. Il n'existe pas à notre connaissance de forage ou installations sur le territoire exploitant la géothermie haute énergie. Notre étude portera sur le potentiel géothermique lié à la très basse énergie.

## Méthodologie

Le potentiel géothermique est à étudier sous l'angle de l'adéquation de la ressource et des consommations. En effet, cette ressource énergétique (en partie quantifiée sur [www.geothermie-perspectives.org](http://www.geothermie-perspectives.org)) peut paraître « infinie » dans l'absolue. Aussi, et afin de la caractériser correctement, il est nécessaire de la relier à un besoin énergétique.

Le potentiel mobilisable sur le territoire est estimé sur la base de plusieurs hypothèses :

- Conflit d'usage : pour éviter tout conflit d'usage avec les autres filières, on considère uniquement les logements existants non raccordés au réseau de chaleur et utilisant l'électricité, le fioul et le gaz propane comme source d'énergie. La part de logements concernés a donc été calculée et appliquée au zonage des besoins de chaleur par commune.
- Pour les bâtiments tertiaires, on considère arbitrairement la couverture de 10% des besoins estimés.
- Contraintes techniques : on applique des facteurs de couverture des besoins liés à la densité en habitant par kilomètre carré des communes. Plus la densité est importante et plus le taux de couverture applicable est faible par les contraintes techniques s'appliquant (espace nécessaire pour l'implantation des sondes).

Densité habitation de la commune (Habitants/km <sup>2</sup> )	Ratio appliqué
De 0 à 100 habitants/km <sup>2</sup>	0.5
De 100 à 1000 habitants/km <sup>2</sup>	0.3
Supérieur à 1000 hab/km <sup>2</sup>	0.1

Ces ratios sont issus des règles de l'art constaté sur plusieurs études de potentiel d'énergies renouvelables.

- Le potentiel lié à la construction neuve n'est pas estimé car la part associée est trop complexe à estimer, mais cette technologie est particulièrement adaptée aux projets tertiaires et opérations d'aménagement lorsque l'implantation des sondes peut être anticipée.

La cartographie correspondante est présentée ci-dessous :

### Carte des besoins de chaleur du territoire

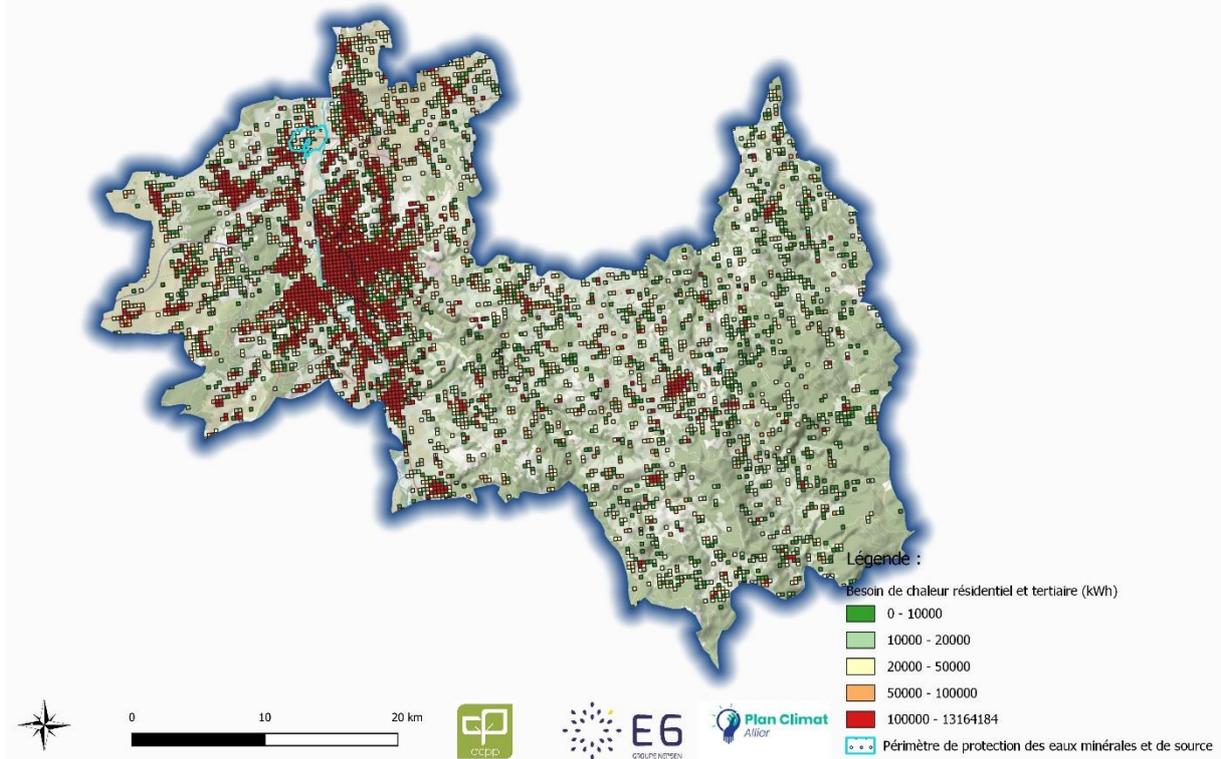


Figure 75: Cartographie des besoins de chaleur du territoire en kWh pour le résidentiel et le tertiaire (source E6, BRGM, CEREMA)

Ainsi, le potentiel mobilisable du territoire est estimé à environ 108 GWh dont 87 GWh sur le résidentiel et 21GWh sur le tertiaire.

Nous présentons à titre indicatif, la répartition de ce potentiel par commune :

Communes	Besoin de Chaleur résidentiel + tertiaire (GWh)	Besoin de chaleur résidentiel (GWh)	Gisement mobilisable selon combustible logements (GWh)	Taux de couverture associé (%)	Besoin de chaleur tertiaire (GWh)	Gisement mobilisable (10%)
Abrest	28,3	23,0	3,2	14%	5,2	0,5
Arfeuilles	9,1	8,9	1,5	17%	0,2	0,0
Arronnes	3,8	3,7	0,6	15%	0,1	0,0
Bellerive-sur-Allier	88,8	68,5	7,7	11%	20,3	2,0
Billy	8,6	7,9	2,9	36%	0,7	0,1
Bost	2,0	1,9	0,4	21%	0,1	0,0
Brugheas	12,4	12,2	3,2	27%	0,3	0,0
Busset	9,0	8,7	2,4	27%	0,3	0,0
Châtel-Montagne	5,2	5,0	0,9	17%	0,1	0,0
Châtelus	1,8	1,8	0,4	25%	0,0	0,0
Charmeil	11,5	7,5	0,9	13%	4,0	0,4
Cognat-Lyonne	6,1	5,8	2,0	34%	0,3	0,0
Creuzier-le-Neuf	11,6	8,9	1,2	14%	2,7	0,3
Creuzier-le-Vieux	35,9	28,4	4,0	14%	7,5	0,7
Cusset	141,9	102,3	9,8	10%	39,6	4,0
Espinasse-Vozelle	8,9	8,6	2,6	30%	0,3	0,0
Ferrières-sur-Sichon	5,9	5,7	1,1	20%	0,3	0,0
Hauterive	11,4	9,7	1,6	16%	1,7	0,2
La Chabanne	2,3	2,2	0,3	13%	0,1	0,0
La Chapelle	4,4	4,3	1,0	24%	0,1	0,0
La Guillermie	1,9	1,9	0,3	15%	0,0	0,0
Laprugne	4,4	4,0	0,8	21%	0,4	0,0
Lavoine	2,0	2,0	0,3	15%	0,1	0,0
Le Mayet-de-Montagne	16,4	13,3	4,1	31%	3,1	0,3
Le Vernet	17,3	16,2	2,4	15%	1,1	0,1
Magnet	7,7	7,1	2,2	31%	0,6	0,1
Mariol	7,0	6,8	2,2	32%	0,2	0,0
Molles	8,3	8,1	1,9	24%	0,2	0,0
Nizerolles	3,3	3,3	0,6	19%	0,0	0,0
Saint-Clément	4,7	4,6	0,4	9%	0,1	0,0
Saint-Germain-des-Fossés	33,1	27,2	3,6	13%	5,9	0,6
Saint-Nicolas-des-Biefs	2,6	2,4	0,4	15%	0,1	0,0
Saint-Pont	5,4	5,3	1,6	31%	0,1	0,0
Saint-Rémy-en-Rollat	15,3	13,5	3,5	26%	1,8	0,2
Saint-Yorre	22,4	19,7	3,0	15%	2,7	0,3
Serbannes	6,9	6,6	2,2	33%	0,3	0,0
Seuillet	5,9	5,4	1,7	31%	0,5	0,0
Vendat	19,1	18,1	3,0	16%	0,9	0,1
Vichy	300,7	192,3	5,3	3%	108,4	10,8
<b>Total</b>	<b>893,1</b>	<b>683,0</b>	<b>87,3</b>		<b>210,1</b>	<b>21,0</b>

### 4.1.20.2. Synthèse du potentiel géothermique

Le potentiel géothermique du territoire est estimé à 108 GWh à horizon 2050 dont 29 GWh produits en 2015.

Ce potentiel est majoritairement porté par le secteur du résidentiel, mais il est tout à fait adapté à la réalisation de projets tertiaires, notamment lors de la mise en œuvre d'opération d'aménagement et/ou de constructions neuves lorsque l'implantation des sondes peut être anticipée.

La structure du potentiel géothermique est la suivante :

	Installations en services (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Potentiel de développement (GWh)	Productible atteignable (GWh)
<b>Géothermie</b>	29	0	79	108

Il est important de ne pas oublier que le fonctionnement des PAC géothermiques nécessite un apport d'énergie électrique à hauteur de 25% à 35% de l'énergie thermique produite. Il faut donc prévoir un apport électrique d'environ 32 GWh afin d'exploiter ces 108 GWh. Ceci est particulièrement important dans une stratégie territoriale d'augmentation du taux de pénétration des EnR et de réduction des consommations.

### 4.1.21. L'éolien

Potentiel Mobilisable	Ensemble des zones de développement éolien ou zones disponibles situées à plus de 500m des habitations et hors des zones de protection naturelle (ZNIEFF Type 1 et 2, NATURA 2000, Corridors écologiques, etc) et servitudes publiques permettant l'installation de 3 éoliennes à minima sur la même parcelle avec gisement de vent exploitable Contraintes issue de l'analyse de l'ORCAE (Terristroy)
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable Pour le calcul du productible atteignable, nous nous basons sur l'atlas éolien de l'Ademe qui permet de connaître pour un point le gisement de vent selon la hauteur et le toilage de l'éolienne.

#### 4.1.21.1. Méthodologie et potentiel

Rappel important concernant le potentiel éolien

L'éolien est une ressource présentant des caractéristiques très spécifiques tant d'un point de vue de la localisation des zones favorables, de l'acceptabilité locale et du dimensionnement des parcs. L'approche adoptée dans le cadre de ce diagnostic consiste à identifier les zones favorables à l'implantation d'éoliennes et ne présentant aucun enjeu ou point de vigilance pouvant freiner l'implantation. Les critères minimaux fixés pour le dimensionnement des parcs (emprise minimale à considérer par éolienne, nombre minimal d'éolienne au sein d'une même zone et productible annoncé) restent critiquables et peuvent être ajustés en fonction des retours d'expériences des territoires. Les développeurs éoliens disposent de ressources permettant d'ajuster précisément le dimensionnement des parcs, un travail complémentaire peut être menés avec ceux-ci pour affiner les résultats de notre diagnostic.

Notre méthodologie reste donc une approche qualitative permettant d'identifier les zones favorables sans enjeux notables pouvant faire opposition au développement de parcs éoliens.

La ressource sur le territoire – Contexte et Etat des Lieux

Comme rappelé précédemment, le territoire dispose de plusieurs parcs en services (Saint Nicolas des Biefs, St Clément, Ferrières sur Sichon et Laprugne) ainsi que d'un parc actuellement en cours de développement (Busset/Le Vernet/ Arrones). Un projet d'extension est en cours sur Saint Nicolas des Biefs.

Notre approche concernant le potentiel éolien considère les enjeux et caractéristiques du territoire ainsi que le gisement de vent.

Le site Global Wind Atlas<sup>14</sup> permet de visualiser les vitesses moyennes de vents à différentes hauteurs vis-à-vis du sol (20-100-200m). Nous présentons ci-dessous la carte des vitesses de vent du département à 100m.

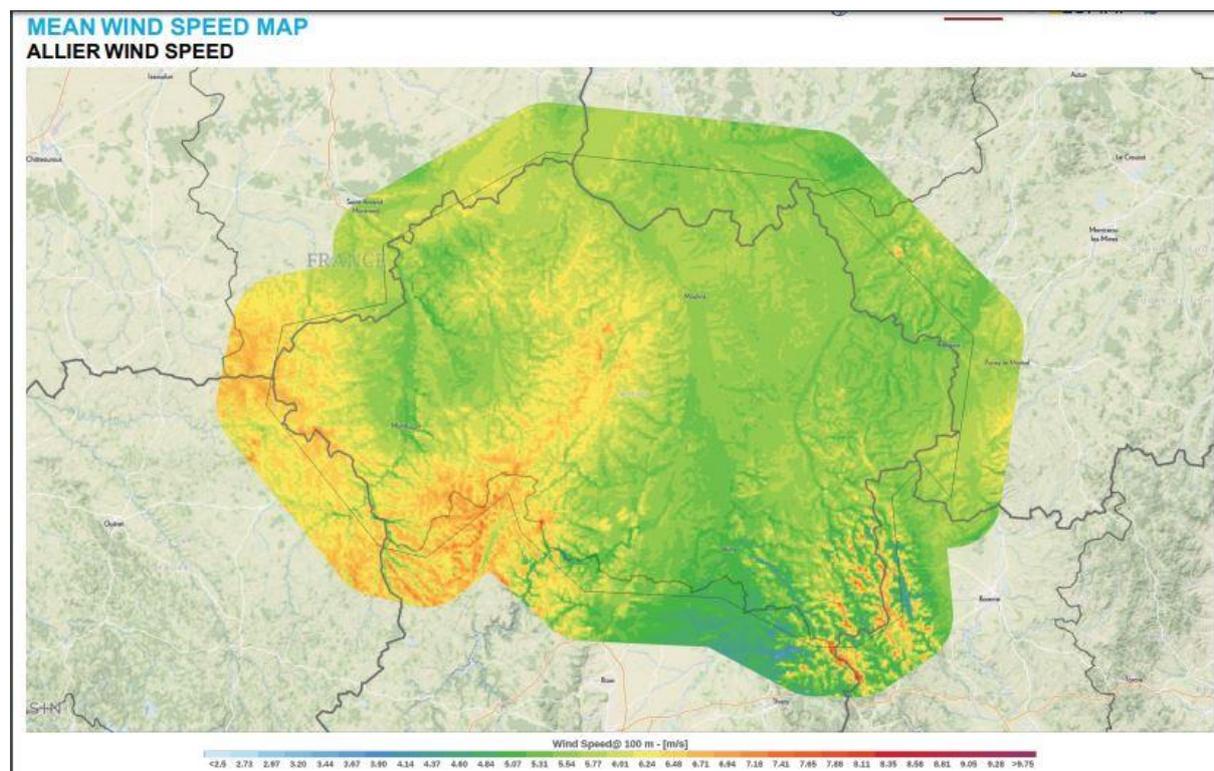


Figure 76: Vitesse des vents à 100m sur le territoire (source globalwindatlas)

On observe que le territoire dispose d'un gisement vent globalement favorable et impacté localement par le relief, notamment pour le secteur de Vichy. D'une manière générale, le territoire départemental est parcouru par des vents dont la vitesse à 100m est comprise entre 5.5 et 7m/s tandis que les reliefs disposent d'un gisement compris entre 6 et 9.5m/s.

Le territoire de l'EPCI bénéficie d'un gisement favorable pour l'implantation d'éolienne sur sa partie Ouest et d'une ressource à étudier plus spécifiquement sur sa partie Est présentant des reliefs marqués.

### Les contraintes appliquées

L'estimation du potentiel mobilisable du territoire passe par l'estimation des surfaces propices à l'implantation d'éoliennes puis à l'estimation du nombre de mâts déployables. Afin de prendre en compte l'ensemble des servitudes et contraintes potentielles, les données utilisées sont issues du travail réalisé par l'ORCAE<sup>15</sup> dans le cadre de l'estimation des zones de contraintes applicables relatives à l'implantation d'éoliennes.

A noter que l'ORCAE identifie et classe les servitudes et contraintes selon des niveaux d'impacts : vigilance, enjeu fort et exclusion. Afin d'éviter tout conflit avec les enjeux environnementaux du territoire, l'ensemble des zones est identifié mais ne sont retenus pour le potentiel de développement que les zones libres de tout enjeu et écarter les zones vigilances et enjeu fort.

Enfin, l'identification de ces zones ne permet pas de disposer des informations concernant les contraintes liées au chiroptères, à l'avifaune et aux enjeux paysagers qui doivent faire l'objet d'investigations complémentaires. De la même manière, il est nécessaire de s'assurer in situ de l'absence effective de bâtiment de bureau ou d'habitation dans un périmètre de 500m autour de la zone d'implantation envisagée, le masque appliqué lors de l'analyse étant basé sur les données cadastrales sans identification de la destination d'usage des bâtiments.

Cette méthodologie nous permet d'aboutir à la cartographie des contraintes suivante à l'échelle du territoire:  
Cette méthodologie nous permet d'aboutir à la cartographie des contraintes suivante à l'échelle du territoire:

<sup>14</sup> <https://globalwindatlas.info/area/France>

<sup>15</sup> <https://www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr/methodologie/energie/potentiel-enr>

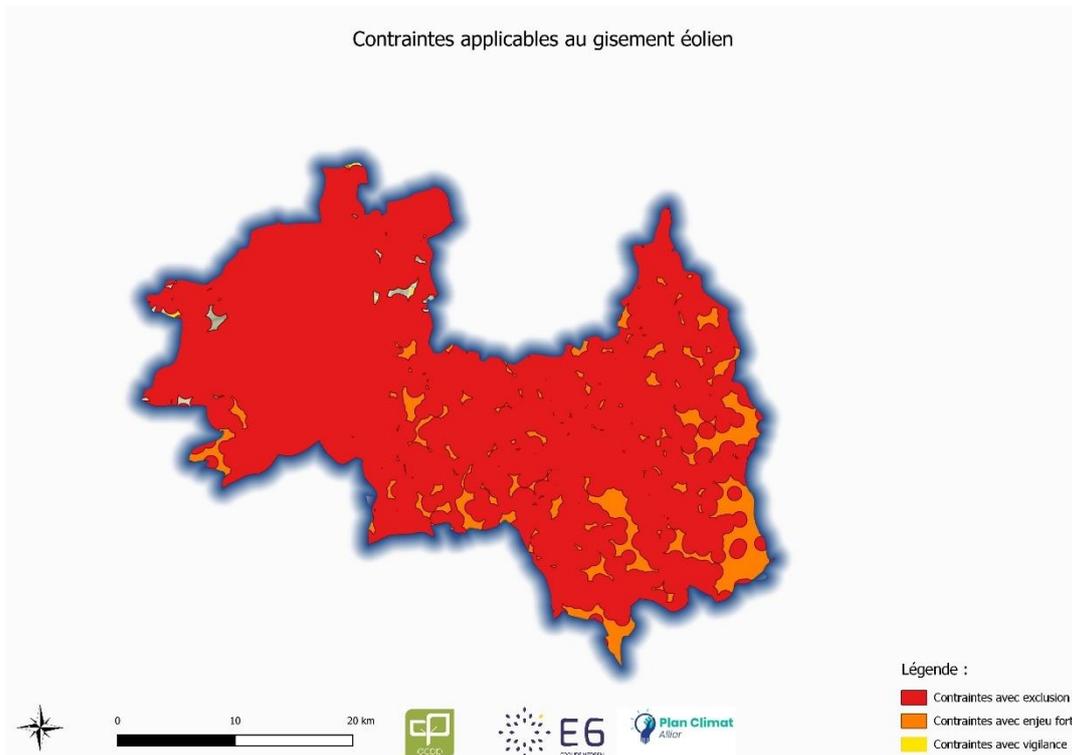


Figure 77: Zones de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien

Par extraction des surfaces concernées, les zones favorables à l'implantation d'éoliennes et classifiées selon la présence ou non d'impacts sont identifiées. Seront retenus dans le cadre de l'étude uniquement les zones favorables sans enjeu, c'est-à-dire libre de tout enjeu lié aux servitudes et contraintes environnementales, patrimoniales et structurelles mais restant soumis aux conditions énoncées précédemment, aux conditions de raccordement, d'acceptabilité locale et d'accessibilité.

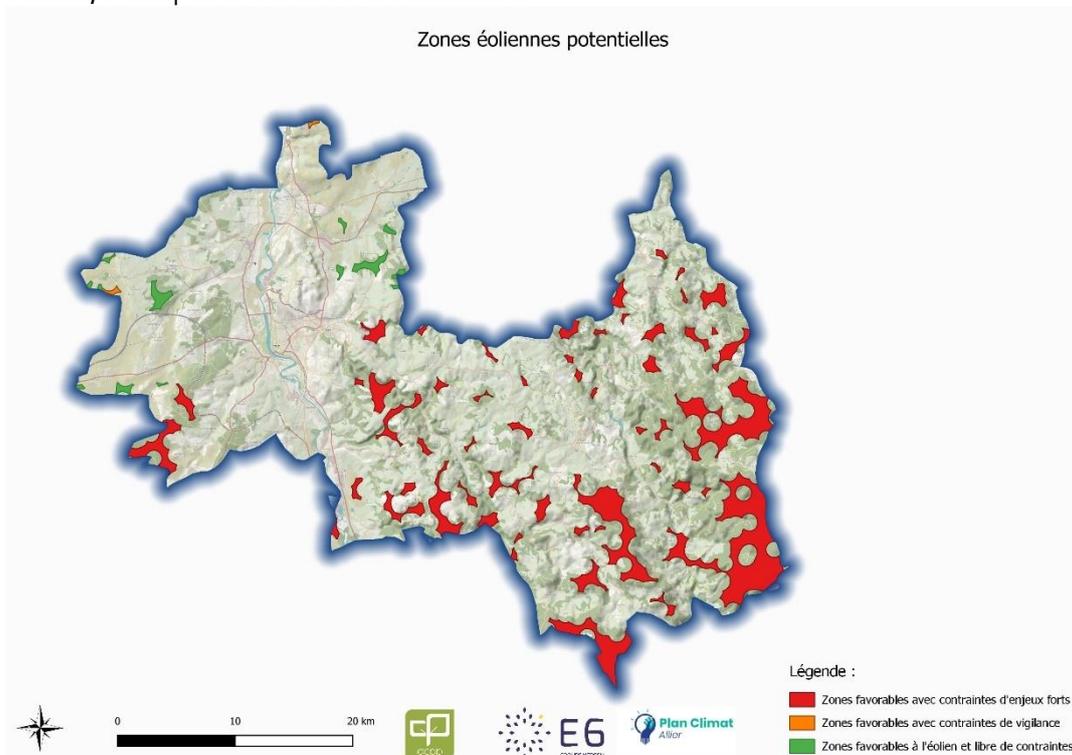


Figure 78: Zones libres de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien

## Hypothèses considérées pour le développement et l'implantation d'éoliennes

Sont considérées des éoliennes de 3MW du même type que celles qui sont actuellement prévues dans les projets éoliens en instruction sur le département.

Une turbine de classe II dimensionnée pour une vitesse de vent moyenne allant jusqu'à 8,5 m/s présentera un facteur de charge moyen de 21% sur la région Rhône Alpes soit environ 1840h de fonctionnement à pleine puissance. Pour une éolienne de 3MW de puissance, cela signifie une production moyenne 5,5 GWh/an.

Etant donnée la relative uniformité du gisement de vent sur le territoire et la complexité de la détermination d'un gisement de vent sur un site précis, le potentiel du territoire sera calculé avec ce facteur de charge moyen.

Concernant l'implantation d'éoliennes :

- Il est considéré la possibilité d'implanter 1 éolienne sur une zone identifiée comme favorable dès 10Ha.
- Il est considéré que pour des raisons d'insertion paysagère, seules les zones présentant la possibilité d'implanter un parc d'au moins 3 éoliennes sont retenues pour le calcul du potentiel de développement. Nous considérons donc uniquement les zones de plus de 234Ha permettant de respecter une distance inter-éolienne équivalente à 5 fois le diamètre de rotor entre éoliennes afin d'éviter les effets de sillage (ce qui correspond à une surface minimale par éolienne d'environ 78 Ha).

En phase projet, l'implantation des éoliennes dans un parc se fait selon des critères d'insertion paysagère (point de vue, perspectives, alignement etc.) qu'il est impossible d'anticiper lors d'une prospective macroscopique, ainsi le potentiel proposé reste avant tout indicatif.

*NB : A noter qu'il s'agit ici de la surface nécessaire pour l'espacement entre plusieurs éoliennes (en fonction de l'écartement de rotor et du diamètre retenu) et non de l'emprise au sol liée à l'implantation de l'éolienne (qui est d'environ 1 000 m<sup>2</sup> pour l'ensemble fondation + surface de grutage durant la phase de travaux puis 200 à 300 m<sup>2</sup> pendant la phase d'exploitation). Il est possible de maintenir l'usage des sols sur l'ensemble de la surface du parc éolien à l'exception des surfaces artificialisées associées à l'exploitation (fondation, voirie).*

- Lorsqu'un parc existant ou en projet n'est pas localisé sur une des zones favorables identifiées, son productible est ajouté au potentiel de développement pour obtenir le productible atteignable. Lorsqu'il est localisé sur une zone favorable identifiée, le productible de la zone est retenu comme valeur finale.

### Potentiel éolien du territoire

Le potentiel de développement éolien du territoire est estimé comme suivant :

Enjeu des zones	Nombre de zones	Nombre d'éoliennes	Puissance installée (MW)	Productible estimée (GWh)
Favorables sans enjeu	13	13	39	73,5
Vigilance	2	2	6	11,3
Fort	54	98	294	553,9

Comme rappelé précédemment, le potentiel éolien est estimé en considérant uniquement les zones favorables sans enjeu afin de concentrer la stratégie sur les zones les plus facilement exploitables :

- 13 zones favorables pour une surface totale de 575 Ha
- 13 mats éoliens pour une puissance installée de 39 MW et un productible estimé à 73.5 GWh.

En appliquant la condition de surface considérant l'implantation de 3 éoliennes à minima : Aucune zone favorable répondant à l'ensemble de ces critères n'est identifiée sur le territoire

#### 4.1.21.2. Synthèse du potentiel éolien

Le territoire présente un potentiel éolien estimé comme suivant au regard des hypothèses présentées précédemment :

- 3 parcs existants présentant un productible d'environ 65 GWh.
- 1 parc en développement et 1 en extension présentant un productible d'environ 50 GWh.
- 69 zones d'implantation potentielle dont 13 zones sans enjeu considérées favorables à l'implantation d'éoliennes sur le territoire.
- Parmi ces zones favorables, aucune zone favorable à l'implantation de parcs éoliens selon les conditions précédemment.

Le tableau ci-dessous synthétise le potentiel éolien du territoire au regard des critères appliqués :

	Production actuelle (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Potentiel de développement mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
<b>Grand éolien</b>	65	50	0	115

#### 4.1.21.3. Zoom sur le micro éolien

Il est également intéressant de considérer la possibilité de mettre en œuvre le petit éolien. En effet, cette technologie peut se positionner comme un levier de développement d'une production diffuse d'électricité d'origine renouvelable.

Cette technologie présente plusieurs avantages notamment dans un contexte rural permettant d'assurer la réduction de la dépendance énergétique de zones non connectée ou sites isolés en complément avec des installations exploitant l'énergie solaire (photovoltaïque et thermique).

Ce potentiel à estimer au cas par cas n'est pas présenté dans le cadre du diagnostic mais peut être considéré comme une solution potentielle dans certaines situations pour lesquelles l'autoconsommation est recherchée. La faisabilité de chaque projet doit reposer sur une estimation de la ressource en vent disponible et une étude des contraintes réglementaires et environnementales.

#### 4.1.22. La méthanisation

Potentiel Mobilisable	Ensemble des substrats, effluents et matières méthanisables mobilisables Prise en compte des usages actuels et application des taux de mobilisation Utilisation des données Terristroy et de l'étude de méthanisation de l'Allier réalisée par Solagro
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

#### 4.1.22.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

D'après les données du recensement agricole, le territoire dispose d'une ressource en substrats méthanisables intéressante avec les précautions suivantes :

- L'élevage est présent on retrouve majoritairement l'élevage de bovins (30 356 en 2010) et de volaille (144 541).
- Les terres agricoles du territoire sont réparties sur 13 504 ha ce qui représente 18% de la superficie du territoire.
- Les prairies du territoire sont réparties sur 28 090 ha ce qui représente 37% de la superficie du territoire.
- Les gisements complémentaires sont marginaux au regard des gisements agricoles.

Détails des gisements considérés

Les données utilisées pour considérer les gisements méthanisables du territoire sont issue de l'étude de l'ORCAE réalisée dans le cadre des profil Air Energie Climat des EPCI de la région Auvergne Rhône Alpes.

Cette étude recense pour chaque commune les tonnages de substrats mobilisables (hors usage actuel) et la conversion en énergie associée. Nous reprenez ci-dessous les chiffres extraits à l'échelle du territoire.<sup>16</sup>

Les déchets agricoles

Les ressources agricoles méthanisables étudiées dans cette étude sont :

<sup>16</sup> <https://www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr/methodologie/energie/potentiel-enr>

- Les ressources issues de l'élevage : fumier et lisier/fientes ;
- Les ressources végétales : résidus de culture (pailles et menues pailles), les issus de silo et les CIVE (Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique).

A l'échelle du territoire, la répartition du gisement associé à la méthanisation des déchets agricoles est la suivante :

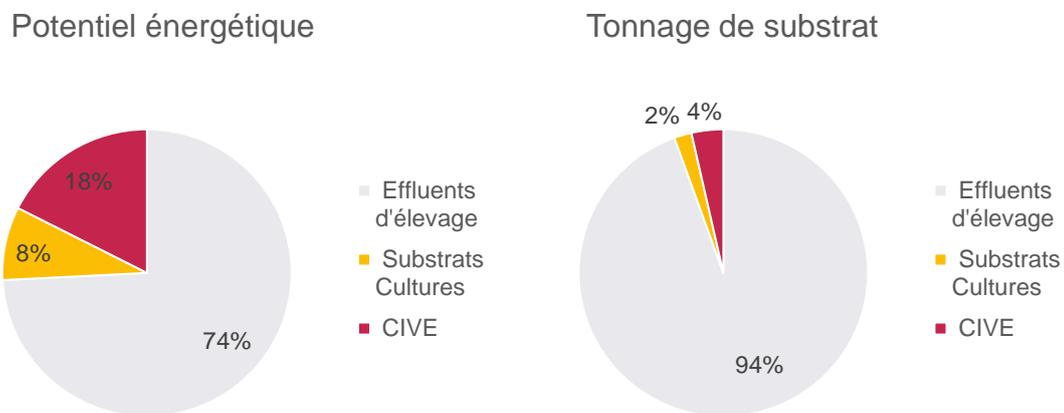


Figure 79: Répartition du gisement méthanisable agricole (source ORCAE, OREGES, AURAE)

Ainsi, les effluents d'élevages représentent le principal contributeur avec 134 000 Tonnes de substrats mobilisables pour environ 46.2 GWh de valorisation énergétique. Les effluents d'élevages représentent plus de la moitié du gisement agricole mobilisable (74%).

Les résidus de culture et les CIVE représentent respectivement 2700 Tonnes de substrats mobilisables pour 5.1 GWh de valorisation énergétique et 5000 Tonnes de substrats mobilisables pour 10.9 GWh de valorisation énergétique.

Autres filières :

- Les boues de station d'épuration

Les sous-produits de l'assainissement sont formés de boues urbaines et de graisses pour les stations d'épuration urbaines (STEU), et de matières de vidange pour les systèmes d'assainissement autonomes.

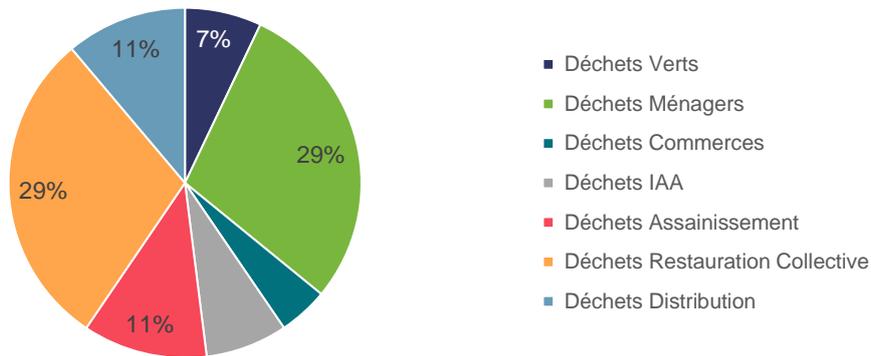
A l'échelle du territoire, la part du gisement associé à la méthanisation des boues de STEP est estimée à 520 MWh.

- Les déchets verts et biodéchets

On considère ici :

- La part fermentescible des déchets des ménages.
- Les déchets de restauration issus de préparation de repas dans les restaurants et cantines/cuisines collectives des établissements scolaires et établissements de santé.
- Les déchets des industries agroalimentaires qui génèrent des sous-produits issus de leur activité. On considère les activités suivantes : transformation, préparation, conservation de viande, transformation et conservation de fruits et légumes, fabrication de vins, et de bière, fabrication de lait & produits frais, industrie de corps gras, fabrication de plats préparés, fabrication d'aliments pour animaux, travail du grain, boulangeries-pâtisseries.

## Potentiel énergétique



## Tonnage de substrat

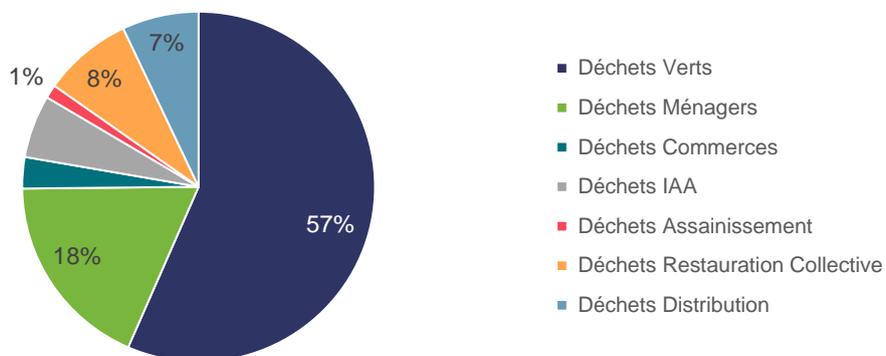


Figure 8o: Répartition du gisement mobilisable en Volume et Energie concernant les substrats méthanisables déchets et biodéchets (source ORCAE, AURAE)

Ainsi, les déchets et biodéchets représentent environ 6685 tonnes de substrats méthanisables pour environ 4.5 GWh de valorisation énergétique. Les déchets ménagers et déchets des industries agroalimentaires sont les principaux contributeurs.

## Potentiel mobilisable sur le territoire et modèle de méthanisation

Le calcul du potentiel mobilisable est réalisé par la prise en compte des usages actuels. Ainsi, le potentiel total du territoire est estimé à environ 148 000 tonnes de substrats méthanisables représentant un gisement énergétique de 66.8 GWh.

## Potentiel énergétique mobilisable

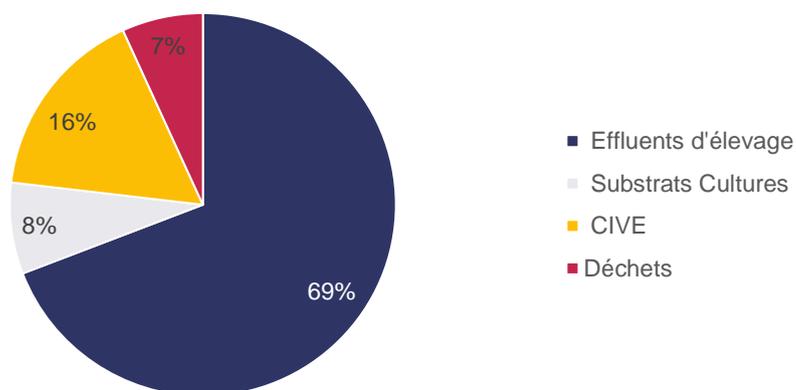


Figure 81: Potentiel énergétique mobilisable du territoire

Il existe un projet de méthanisation en développement sur le territoire de type territorial, SUD ALLIER BIOMETHA qui regroupe 4 structures (Métajoules, Engie Biogaz, Vichy Communauté et OSER) pour une production estimée à 11. GWh

A titre informatif, l'étude portant sur le potentiel de méthanisation sur le département de l'Allier réalisée en 2014-2015 par le cabinet Solagro présentait en complément des préconisations portant sur les modèles de méthanisation estimés les plus adaptés au territoire selon la typologie des substrats, les débouchés identifiés et la présence ou non d'un réseau de distribution et de transport de gaz.

Pour le territoire étudié, un modèle est préconisé :

- Développement d'une méthanisation de type agricole collectif avec injection réseau pour la partie Est du territoire (anciennement Montagne Bourbonnaise)
- Développement d'une méthanisation de type territorial avec injection réseau pour la partie Ouest du territoire (anciennement Vichy Val d'Allier).

La carte ci-dessous présente la répartition du potentiel de méthanisation toutes filières confondues pour le territoire.

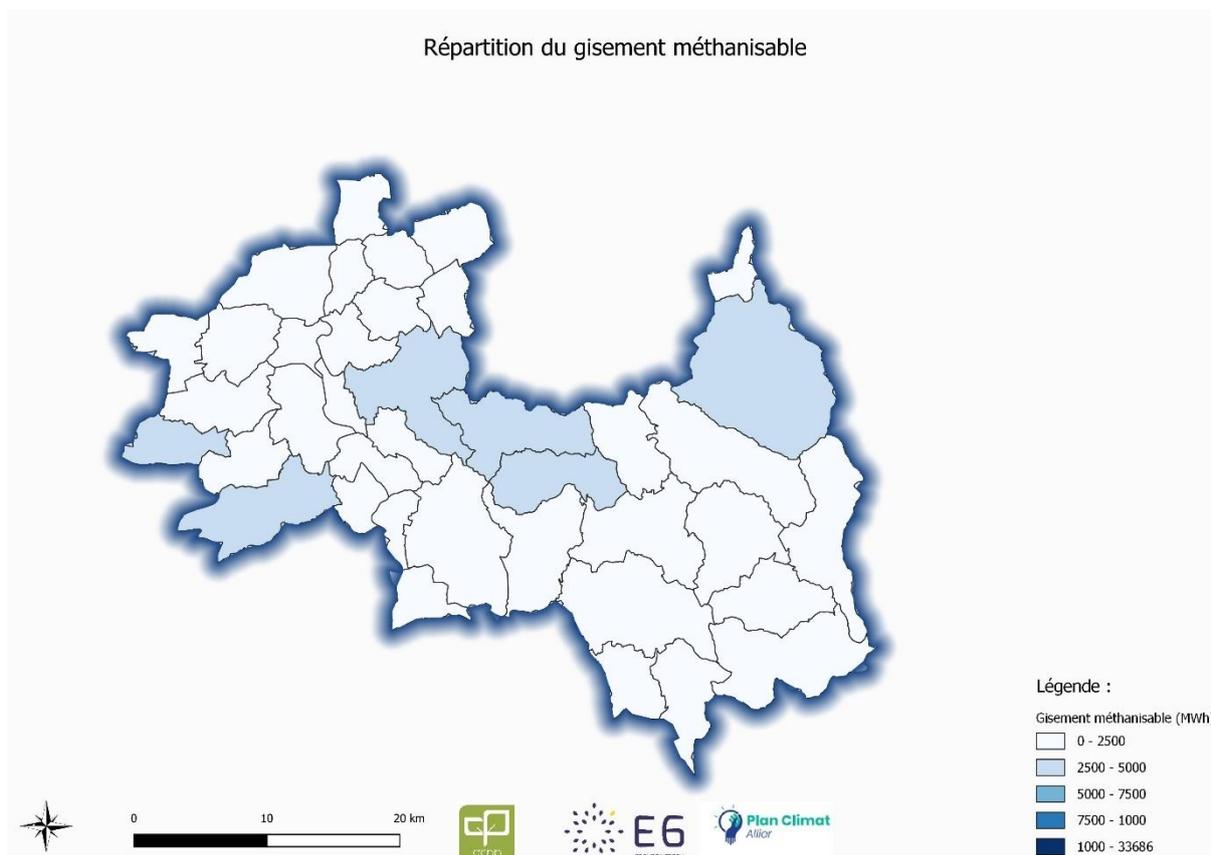


Figure 82: Carte du gisement méthanisable du territoire (source E6, ORCAE, Terristory)

#### 4.1.22.2. Synthèse du potentiel méthanisation

Le productible atteignable est donc estimé à environ 66.8 GWh à horizon 2050 dont les substrats méthanisables sont majoritairement issus des activités agricoles du territoire, en particulier les effluents d'élevage.

	Production actuelle (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Potentiel de développement mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
<b>Méthanisation</b>	16,7	11	38,9	66.8

#### 4.1.23. Les énergies de récupération

<b>Potentiel Mobilisable</b>	Potentiels mobilisables sur la chaleur fatale industrielle
<b>Productible Atteignable</b>	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable pour les usages précisés (Industries uniquement pour les ICPE)

##### 4.1.23.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

Le territoire ne dispose actuellement d'aucune installation de récupération de chaleur fatale recensée comme telle.

Le territoire dispose d'établissements thermaux pouvant constituer une source de récupération d'énergie fatale.

Potentiel mobilisable

- Les eaux thermales

Les établissements thermaux exploitent pour la plupart des eaux thermo minérales susceptibles de faire l'objet d'une valorisation thermique, que ce soit pour les besoins propres de l'établissement ou pour d'autres usages/utilisateurs à proximité.

Les établissements thermaux de Vichy sont notamment cités dans l'étude VERTH<sup>17</sup> (Valorisation Energétique des Rejets d'Eau Thermale) réalisée par le cluster Innovatherm en partenariat avec l'Ademe en 2016.

En effet, en moyenne, les eaux thermales ressortent à 30°C après usage. La valorisation de cette chaleur représente l'opportunité de générer des économies, voire une nouvelle source de revenu, et de réduire les impacts environnementaux sur plusieurs plans (réduction des consommations d'énergie, d'eau, des émissions de gaz à effet de serre et refroidissement de l'eau avant rejet dans la nature). L'intérêt économique dépend en revanche du contexte et du montant des investissements à réaliser.

L'étude de potentiel EnR réalisée en 2017 dans le cadre du dossier TEPOS du territoire montre un potentiel de valorisation des eaux thermales estimé à 16GWh.

- Chaleur industrielle

Le secteur industriel (au sens large) est le secteur ayant le plus gros potentiel, de nombreuses industries ayant besoin de chaleur. Si cette chaleur est majoritairement utilisée durant le process, il existe souvent des calories en surplus qu'il est intéressant de valoriser. L'objectif de la récupération de chaleur est d'utiliser cet excédent de chaleur pour préchauffer une étape du process ou bien alimenter un réseau de chaleur.

Lorsque la « dissipation naturelle » de cet excédent thermique est impossible, les industriels utilisent des Tours Aéroréfrigérantes (TARs) afin de faciliter le refroidissement. Ainsi, et si l'existence d'un système de production de chaleur ne garantit pas à lui seul la présence d'un gisement de chaleur fatale, la présence de TARs conjointement à une telle source de chaleur laisse supposer qu'il existe bien un excédent. L'exploitation de chaudières (de puissance supérieure à 500 kW) et de TAR relevant des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), il est alors possible de recenser toutes les industries du territoire présentant un tel potentiel de chaleur fatale via la base de données ICPE puis de qualifier ce dernier.

En outre, la thématique de la récupération de chaleur fatale est souvent liée aux projets d'écologie industrielle territoriale. En ce sens, l'étude des entreprises présentes autour du potentiel avéré est fondamentale pour l'exploitation de celui-ci.

La méthodologie consiste à identifier les entreprises disposants de chaudières (code 2910 de la base ICPE). Ces chaudières sont souvent déclarées au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) au-delà d'un certain seuil de puissance. La présence d'une chaudière témoigne ainsi d'un procédé nécessitant de la chaleur.

Cette recherche permet d'identifier 28 sites ICPE concernés sur le territoire pour une puissance installée de 77 MW.

La recherche effectuée pour les ICPE disposant de TAR permet d'identifier les installations suivantes :

Etablissement	Communes	Régime	SEVESO	Etat d'activité	Puissance (kW)
ARRIVE AUVERGNE	ST GERMAIN DES FOSSES	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	1 830
ARRIVE AUVERGNE	ST GERMAIN DES FOSSES	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	1 806
S C B V	ST YORRE	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	7 256
S C B V	ST YORRE	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	5 800
CONVIVAL	CREUZIER LE VIEUX	Autorisation	Non Seveso	A l'arrêt	0
ZELLER PLASTIK France SAS	CREUZIER LE VIEUX	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	1 395
ZELLER PLASTIK France SAS	CREUZIER LE VIEUX	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	580

<sup>17</sup> <http://www.innovatherm.fr/download/brochure-etude-verth.pdf>

En croisant les puissances des installations avec une durée de fonctionnement de 8h par jour 300 jours par an et en supposant la capacité à récupérer 20% de la chaleur évacuée, il est estimé un potentiel de récupération de chaleur fatale industrielle estimé comme suivant

CA Vichy Communauté	Récupération de chaleur fatale (GWh)	Puissance installée (kW)
ARRIVE AUVERGNE	1.7	3636
CONVIVAL		
S C B V	6.2	13056
ZELLER PLASTIK France SAS	0,9	1975
TOTAL	8.9	18 667

#### 4.1.23.2. Synthèse du potentiel en récupération de chaleur fatale

Le potentiel de production lié à la récupération d'énergie fatale représente 25 GWh à horizon 2050 dont 0 GWh déjà produit sur le territoire en 2015.

Ce potentiel est lié au potentiel de récupération de chaleur fatale industrielle estimé sur les sites identifiés du territoire ainsi qu'à la valorisation énergétique des eaux thermales.

	Production actuelle (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Potentiel de développement (GWh)	Productible atteignable (GWh)
<b>Thermalisme</b>	0	0	16	16
<b>UIOM</b>	0	0	0	0
<b>Chaleur fatale industrielle</b>	0	0	8.9	8.9

#### 4.1.24. L'hydro-électricité

<b>Potentiel Mobilisable</b>	Ensemble des tronçons identifiés par l'étude de l'UFE (Union Française de l'Electricité) et des seuils et équipements existants recensés par le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement de l'ONEMA Exclusion de tous les cours d'eau classés en liste 1 Exclusion des centrales d'une puissance électrique inférieure à 50kWe (pico hydro)
<b>Productible Atteignable</b>	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

##### 4.1.24.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

Le territoire dispose d'une centrale de production hydroélectrique, la centrale du barrage de Châtel Montagne qui produit 31.5 GWh pour une puissance de 8800 kW.

Il existe également une centrale hydroélectrique de type micro sur le Moulin du Bourg.

Un projet d'équipement du Pont barrage de Vichy à Bellerive Sur Allier est actuellement en développement pour une production estimée à 17 GWh

Méthodologie

Pour estimer le potentiel en hydroélectricité sur le territoire, nous utilisons le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement de l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques). En effet, la faisabilité de petites, micro ou picocentrales est très largement conditionnée par l'existence préalable du génie civil. Les débits et seuils sont alors issus de la base de donnée de l'IRSTEA. La BD Cartage nous apporte quant-à-elle les indications nécessaires quant à leur classement (continuité écologique, transport suffisant des sédiments, circulation des

poissons migrateurs). Nous croisons ensuite ces données au regard du classement des cours d'eau sur lesquels sont situés les obstacles.

Il est important de noter le classement des cours d'eau au regard de la continuité écologique. En effet, un classement des cours d'eau établi en 2013 et a fixé deux catégories :

- La liste 1 dont l'objectif est la contribution à la non-dégradation des milieux aquatiques. Sur les cours d'eau ou tronçon figurant dans cette liste, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique. Le renouvellement de l'autorisation des ouvrages existants est subordonné à des prescriptions particulières
- La liste 2 concerne les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau nécessitant des actions de restauration de la continuité écologique (transport des sédiments et circulation des poissons). Tout ouvrage faisant obstacle doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles spécifiques.

La prise en compte des enjeux environnementaux au sein d'un Plan Climat Air Energie conduit à considérer le classement d'un cours d'eau en liste 1 comme contrainte rédhibitoire pour la création d'une centrale hydroélectrique.

L'étude de l'UFE ne répertorie aucun cours d'eau du territoire présentant un potentiel hydroélectrique par la création de nouveaux ouvrages.

L'étude concernant la détermination du potentiel mobilisable à l'échelle du territoire, via l'équipement de seuils existants, se fait en plusieurs étapes, et suit la méthodologie suivante :

- Recensement de tous les cours d'eau présents sur le territoire.
- Recensement de tous les ouvrages existants répertoriés sur ces cours d'eau par l'intermédiaire du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement
- Estimation des puissances potentielles à installer (par l'intermédiaire des hauteurs de chute, débits et typologie de seuils).

La représentation cartographique des obstacles et du classement des cours d'eau sur le territoire est la suivante.

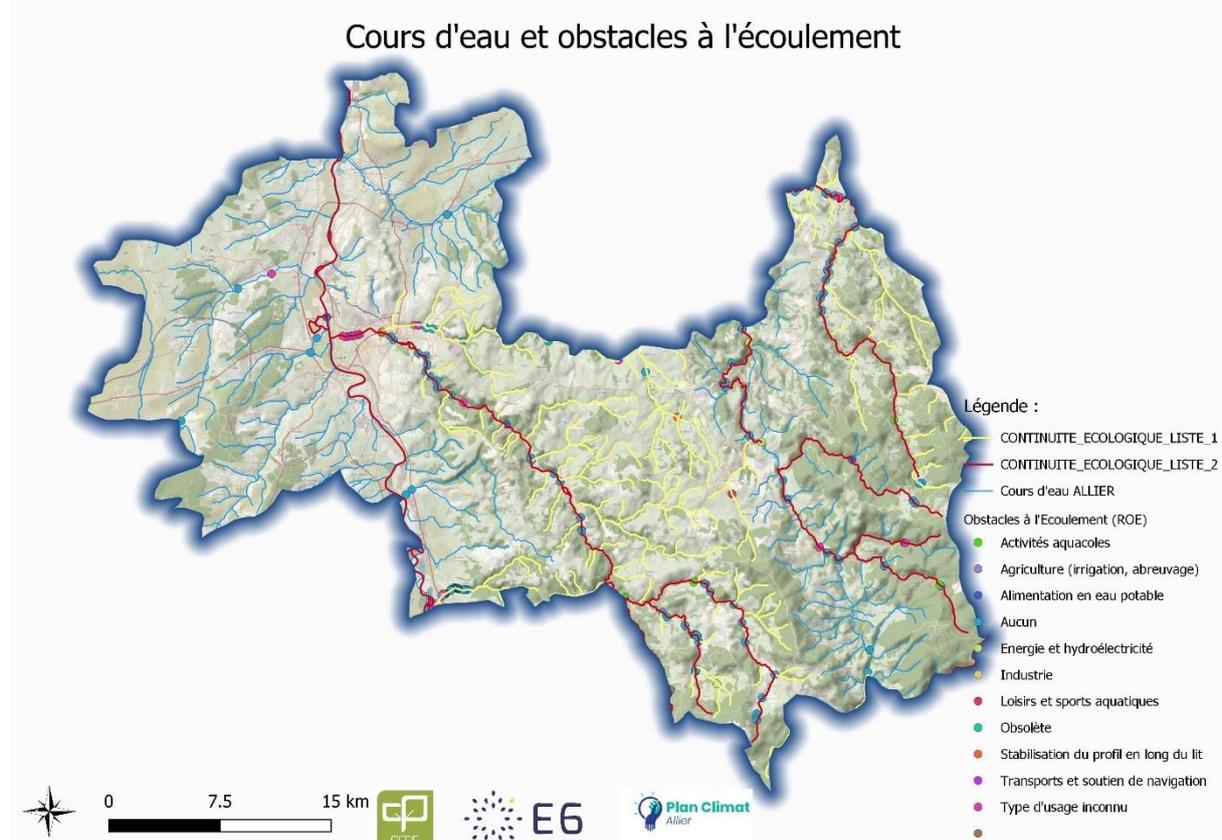


Figure 83: Cartographie des Obstacles à l'écoulement référencés sur le territoire (source E6, Onema, IRSTEA)

## Potentiel

Un total de 180 obstacles à l'écoulement a été recensés sur le territoire via le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement.

En prenant en compte uniquement ceux dont la hauteur de chute est connue et supérieure à 1m, nous obtenons une liste de 30 obstacles à l'écoulement.

Le calcul de la puissance disponible, de la puissance électrique et du productible annuel est ensuite réalisé pour les ouvrages avec les valeurs de débit issues des données de l'IRSTEA.

En complément du seuil de Bellerive sur Allier, l'évaluation du potentiel hydroélectrique du territoire permet d'identifier la possibilité d'équipement d'un seuil existant pour un productible estimé à 0.4 GWh.

### 4.1.24.2. Synthèse du potentiel hydroélectrique

Le territoire présente un potentiel hydroélectrique estimé comme suivant au regard des hypothèses présentées précédemment :

- Une installation de production hydroélectrique existante sur le territoire
- Un projet d'équipement du pont barrage de Vichy pour un productible d'environ 17 GWh
- Une possibilité d'équipement d'un seuil existant pour un productible d'environ 0.4 GWh

Le tableau ci-dessous synthétise le potentiel hydroélectrique du territoire au regard des critères appliqués :

	Production actuelle (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Potentiel de développement mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
<b>Hydroélectricité</b>	31.6	17	0.4	49

## Les intermittences dues aux énergies renouvelables

Pour affronter les enjeux écologiques et énergétiques majeurs de notre siècle, la France se doit de répondre aux objectifs qu'elle s'est fixée : viser une production d'énergie reposant à 100 % ou presque sur des sources renouvelables. Mais on entend souvent que, comme le soleil ne brille pas en permanence, pas plus que le vent ne souffle constamment, on ne peut pas faire confiance aux sources d'énergies renouvelables. Il faut en effet gérer alors l'intermittence des énergies renouvelables. L'intermittence traduit en effet le fait que la production énergétique dépend des conditions climatiques, et n'est pas toujours en corrélation avec la consommation.

### 4.1.25. Les EnRs, sources d'énergies variables

L'intermittence des énergies renouvelables est l'un des points d'achoppement de la transition énergétique. Il est vrai que les énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque), sont dépendantes des phénomènes météorologiques (ensoleillement, force du vent) et de fait, leur production est variable. Impossible donc de maîtriser la période de production, forcément discontinue. On peut toutefois l'anticiper, avec quelques jours d'avance, mais elle ne coïncide pas nécessairement avec les besoins en termes de consommations.

Or, ces variations sont indépendantes de la consommation, et malheureusement, l'électricité ne se stocke pas facilement, ce qui rend plus difficile encore l'équilibre entre offre et demande nécessaire au fonctionnement des réseaux électriques. Par exemple, les périodes hivernales correspondent souvent aux pics de consommation, alors que les jours écourtés, et donc la diminution de la lumière naturelle ainsi que la couverture nuageuse, limitent la production d'énergie solaire. Le problème est le même concernant l'énergie éolienne, les périodes de grand froid sont rarement propices aux grands vents.

Pour bien comprendre ce qu'est l'intermittence, en voici deux exemples gérés par EDF :

- *Un convecteur électrique est intermittent. En effet, ce dernier passe des dizaines de fois par jour des positions «marche» à «arrêt» sans transition. En France, on en compte environ 25 millions*
- *De même, une centrale de production qui tombe en panne ou qui nécessite des opérations de maintenance peut priver le réseau à tout moment de plusieurs centaines de MW de manière totalement imprévisible. C'est donc une source de production intermittente.*

#### 4.1.26. Les EnRs, sources d'énergies intermittentes contrôlées

On remarque que les sources de production d'énergies renouvelables les plus courantes (éolienne, photovoltaïque ...) sont relativement dépendantes des cycles naturels. Or aujourd'hui, grâce à tous les progrès réalisés, il est possible de relever le défi de cette fluctuation » de production.

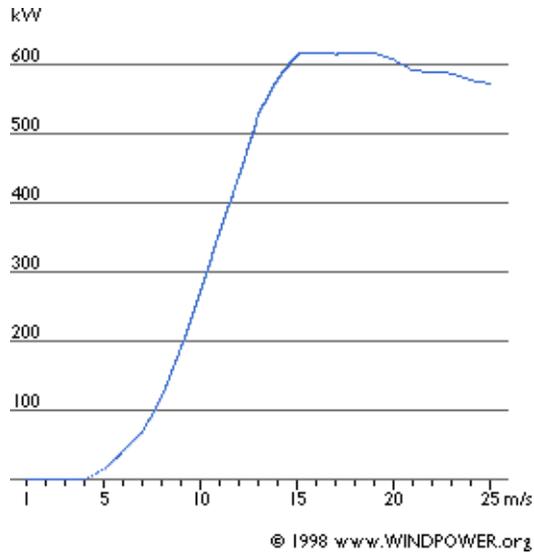


Figure 84: Courbe de puissance d'une éolienne en fonction de la vitesse du vent

Par exemple, le vent ne s'arrête jamais de façon brutale, de sorte que la puissance d'une éolienne oscille de façon régulière. Grâce aux nouvelles technologies de prévisions qui permettent de recueillir des données très fines, il est donc possible d'anticiper au minimum ces fluctuations.

De même, la puissance de production photovoltaïque oscille sur des plages horaires bien connues. Certes, à partir d'une certaine heure de la journée, la production s'arrête mais cela reste parfaitement prévu et anticipé. De même pour les autres moyens de production des EnR, les plages de production sont parfaitement prévues et donc compensables.

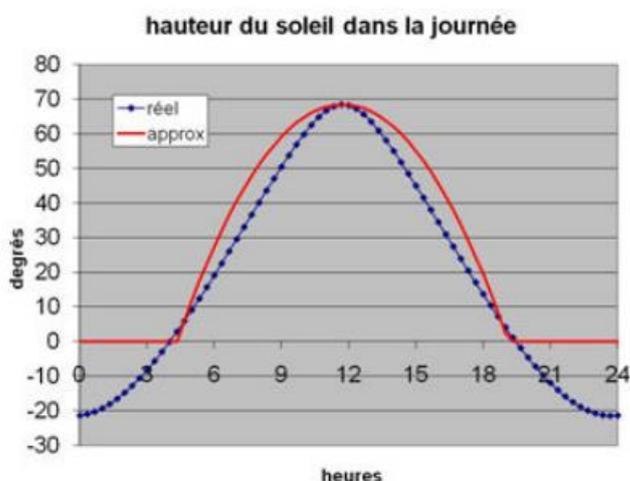


Figure 85: Position du soleil dans la journée

Pour rappel, afin de répondre à la demande électrique, les services de production de l'électricité sont composés de centrales de base telles que les centrales nucléaires qui sont utilisées pour répondre à une demande électrique constante et importante, des centrales intermédiaires telles que les centrales hydrauliques et à gaz, utilisées pour combler les variations de la demande, ainsi que des dispositions additionnelles aussi appelées des réserve (primaires, secondaires et tertiaires) pour répondre aux augmentations imprévues de la demande. De nombreuses recherches démontrent qu'un faible pourcentage d'intégration des EnRs dans le mix énergétique

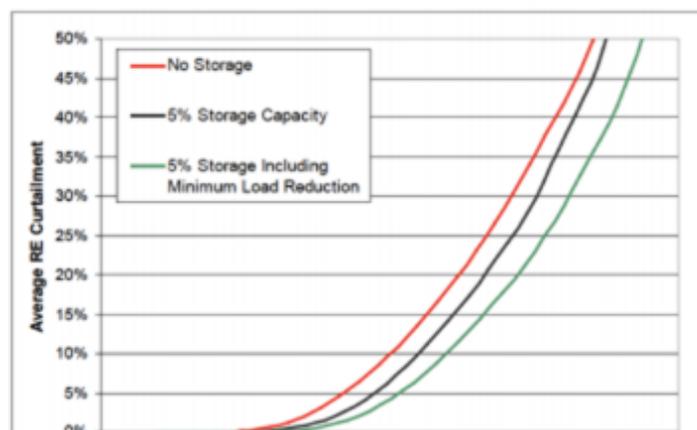


Figure 86 Réduction de taux d'effacement des ENRs par le stockage d'énergie

n'engendre pas de surcoûts supplémentaires car il n'y a pas de surplus de production. A plus grande échelle, la

question de la gestion de l'intermittence des énergies renouvelables et du stockage de leur production pour gérer l'intermittence se pose.

#### 4.1.27. L'intégration des EnRs au mix de production énergétique

Afin d'optimiser la rentabilité économique des EnRs dans les réseaux, il faut maintenir une certaine sûreté électrique et une qualité de fourniture notamment en raison du caractère variable de ces énergies nouvelles et de leur faible contribution à l'inertie du système électrique. En effet, l'intégration d'une production intermittente a pour effet de changer le fonctionnement du mix de production d'électricité et engendre des coûts d'intégration dus au réglage de la fréquence, au maintien de la tension ou encore à la variabilité et l'intermittence de la ressource. L'une des pistes à exploiter afin de pouvoir pallier l'intermittence des EnRs est le stockage de l'électricité.

Dans le cas d'une intégration importante des EnRs et d'une forte production par celles-ci, il y a des problèmes de surplus de production pendant certaines périodes. Or, certaines unités de base ne sont pas flexibles et donc ne peuvent pas réduire leur production. Afin d'équilibrer l'offre et la demande, l'effacement du surplus d'électricité s'effectue à partir des EnRs qui sont désactivées. Cela a pour effet d'augmenter le coût des EnRs. L'objectif pour augmenter la rentabilité de l'intégration des EnRs au réseau est donc de réduire le taux d'effacement en augmentant la flexibilité du système électrique.

#### 4.1.28. Une alternative, le stockage de l'électricité

On entend souvent dire que l'électricité ne se stocke pas et que si elle n'est pas utilisée dès sa production, elle est perdue. Certes, l'électricité ne se stocke pas toujours facilement, mais la gestion des systèmes électriques repose de manière générale sur de grands stocks d'énergies qui constituent également des sources potentielles d'électricité. Le combustible des réacteurs nucléaires, les combustibles fossiles et les grands barrages hydrauliques en sont des exemples.

Le déploiement d'autres systèmes de stockage permettrait non seulement de diminuer les émissions de gaz à effet de serre en ayant moins recours aux ressources fossiles mais aussi d'équilibrer l'offre et la demande électrique en apportant de la flexibilité.

#### 4.1.29. L'importance du stockage

Le fait d'apporter plus de flexibilité au réseau permettrait de réduire au maximum le taux d'effacement et donc le taux d'intégration de la production renouvelable. La solution du stockage de l'énergie reste la technologie habilitante la plus fiable aujourd'hui pour gérer l'intermittence des énergies renouvelables. En effet, dans le cas de la production électrique avec la part des EnRs de 50% sans stockage, le taux d'effacement est à 30%. Avec le stockage, ce taux tombe à environ 25%.

De nos jours, le stockage possède de nombreux avantages comme :

- I. *La réduction de l'effacement de la production électrique des EnRs afin d'utiliser le surplus pendant des périodes de pointe ;*
- II. *La contribution aux dispositifs de réserve des EnRs pour permettre aux centrales thermiques fonctionnant à charge partielle (fonctionnement seulement en période de pointe) de se décharger de cette tâche ;*
- III. *Le remplacement des unités de base à long terme.*

#### 4.1.30. Les différentes technologies de stockage de l'électricité

Stocker de l'énergie, c'est non seulement garder une quantité d'énergie qui sera utilisée ultérieurement mais c'est aussi stocker de la matière contenant l'énergie. Voici deux applications.

##### *Le stockage stationnaire aussi appelé le stockage fixe*

Dans ce cas de figure, ces types de stockage permettent difficilement de convertir l'électricité stockable sous forme d'énergie potentielle, cinétique ou chimique. Il existe cinq catégories physico-chimiques de stockage stationnaire.

L'énergie peut être stockée sous forme :

- *Mécanique (barrage hydroélectrique, station de transfert d'énergie par pompage) ;*

- Chimique (vecteur hydrogène) ;
- Electrochimique (piles, batteries) ;
- Electromagnétique (Bobines supra-conductrices, supercapacités) ;
- Thermique (Chaleur latente ou sensible)

*Le stockage embarqué (ex : batteries pour les véhicules, téléphones, ordinateur ...)*

Ces technologies présentent des caractéristiques techniques très variables, de leur capacité à leur puissance ou encore du fait de leur durée distincte d'autonomie et de rendement. Cette diversité insinue que ces technologies peuvent être utilisées différemment les unes des autres.

#### **4.1.31. Conclusion**

L'intégration massive des EnRs dans le mix électrique nécessite que toutes les technologies contribuant à la flexibilité du système électrique, incluant le stockage, soient comparées et évaluées.

Idéalement, il est conseillé d'utiliser les technologies dans un ordre croissant de coût, en passant à la suivante quand la précédente est épuisée. Le stockage est considéré comme une étape importante sur la courbe de flexibilité de l'offre au moment où toutes les options les moins chères sont saturées ou indisponibles.

## Les réseaux de transport et de distribution d'énergie

Depuis peu, le plan climat Air Energie Territorial impose de prendre en compte l'analyse des réseaux énergétiques dans le cadre de la distribution et du transport d'électricité, du gaz et de la chaleur. Au-delà de l'aspect réglementaire, cette analyse a pour but d'offrir une vision d'amélioration des réseaux de distribution et de transport en prenant en compte au mieux les options de développement.

### 4.1.32. Cartographie des réseaux de transports et de distribution

#### 4.1.32.1. Le réseau électrique du territoire

##### 4.1.32.1.1. Le réseau électrique français

Avant de s'intéresser à l'étude du réseau électrique du territoire, il est important de comprendre comment fonctionne le réseau d'électricité en France.

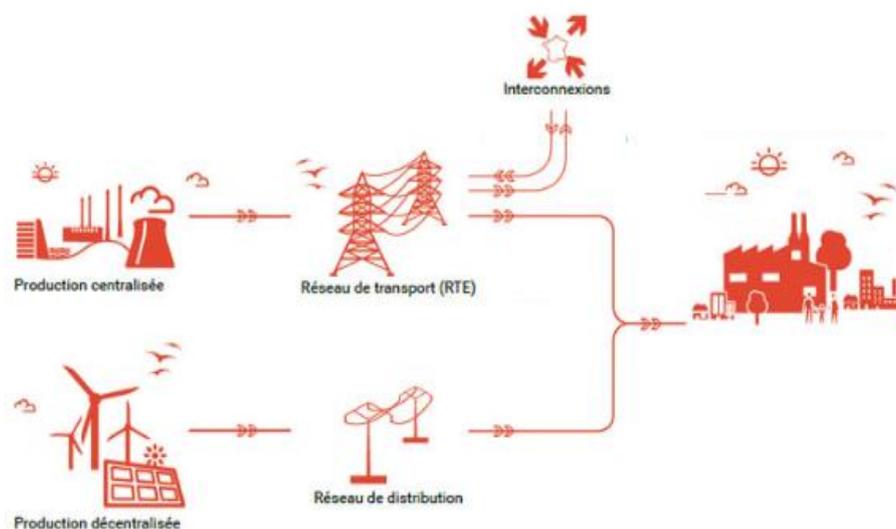


Figure 87 : Fonctionnement du réseau électrique en France

### A savoir

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs.

Il est nécessaire de discerner la production centralisée produite en grande quantité par les grands producteurs (EDF, ...) des productions décentralisées qui sont produites en plus petite quantité (éolienne, solaire ...).

Le réseau de transport et d'interconnexion est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Son niveau de tension varie de 60 000 à 400 000 volts.

Le réseau de distribution est lui destiné à acheminer l'électricité à l'échelle locale, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne et basse tension. Son niveau de tension varie de 230 à 20 000 volts.

Le maillage électrique français se compose de **lignes aériennes** et **souterraines** et de postes permettant d'acheminer l'énergie depuis les installations de production vers les sites de consommation.

**Les lignes (aériennes ou souterraines) sont des câbles/conducteurs qui varient en section selon le niveau de tension.**

Les postes électriques eux sont des plateformes de transition qui permettent par le biais de transformateur de passer d'un niveau de tension à un autre. Il existe deux types de poste :

- **Les postes sources** qui raccordent le réseau de transport au réseau haute tension ;
- **Les postes HTA /BT** qui comme leurs noms l'indiquent, raccordent le réseau haute tension au réseau basse tension.

Dans le cas de la Communauté d'agglomération de Vichy, RTE et ENEDIS sont les gestionnaires de ces réseaux.

#### 4.1.32.1.1.1. Le réseau très haute tension du territoire (réseau de transport)

Le réseau très haute tension (réseau de transport) est géré par la société RTE et s'organise de la façon suivante :

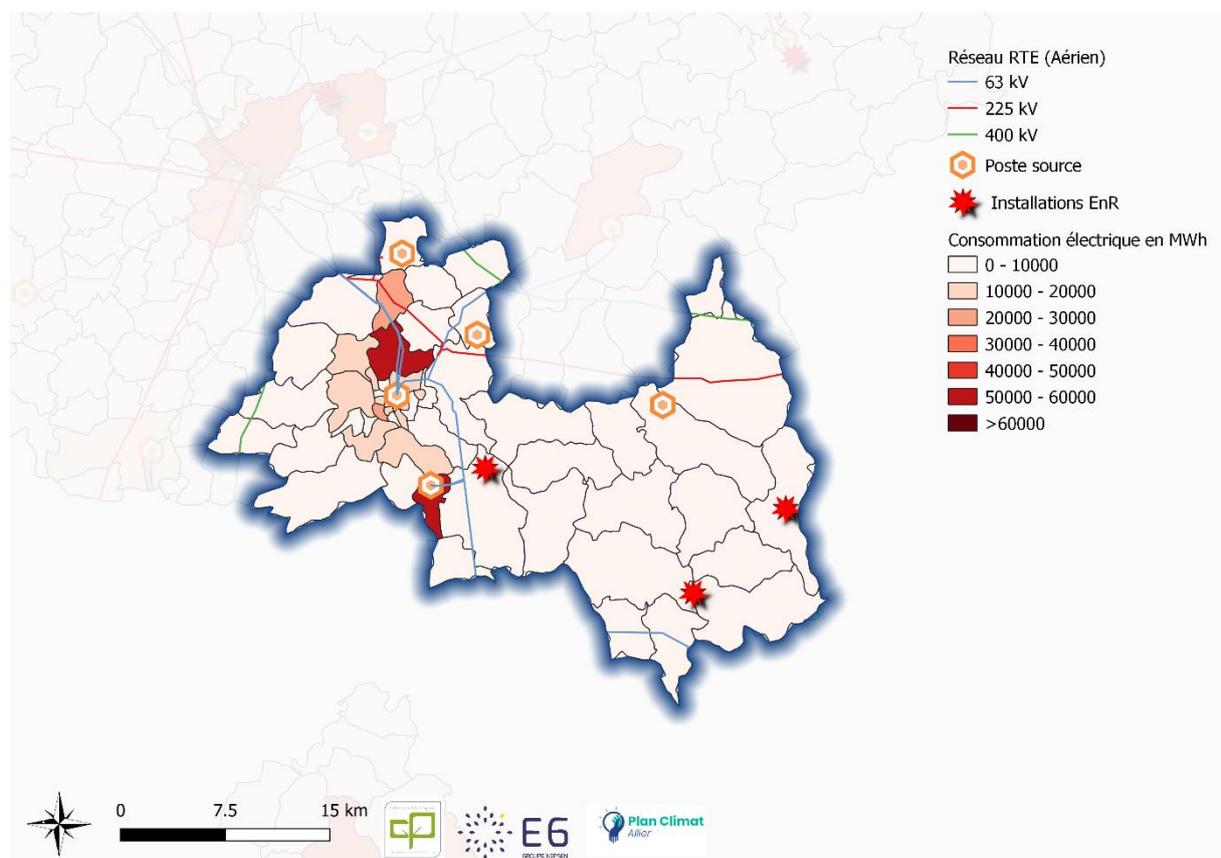


Figure 88 : Réseau de transport du territoire - Source RTE 2019

Les données disponibles en OPENDATA ne mentionnent pas de lignes souterraines très haute tension.

Un accès aux données relatives aux réseaux haute et moyenne tension ont permis de déterminer que le territoire est traversé par des **lignes haute tension de 63 kV, 225 kV et 400 kV.**

Les installations de production centralisées se raccordent au présent réseau de transport.

Les installations de productions EnR concernées :

- Une installation éolienne identifiée (autorisée et en service) sur la commune de Saint Nicolas des Biefs serait concerné par ce réseau ;
- Le parc éolien en service sur les communes de Saint Clément, Ferrières-sur-Sichon et Laprugne serait également concerné par le présent réseau de transport ;

- L'installation éolienne en projet sur les communes de Busset, Le Vernet et Arronnes pourrait être concerné également.

#### 4.1.32.1.1.2. Le réseau haute tension du territoire

Le réseau haute tension (réseau de distribution) est géré par la société ENEDIS. L'ensemble du territoire urbain est desservi via ce réseau tension.

Ce réseau raccorde les clients C1, C2 et C3 (usagers ayant souscrit un contrat de puissance supérieur à 36 kVA, ils correspondent généralement à des contrats d'entreprises ou de bâtiment publics).

Les installations de production avec une puissance inférieure à 12 MVA (centrales hydrauliques, installations éoliennes, parcs photovoltaïques et autres) sont généralement raccordé sur le réseau HTA présenté ci-dessous.

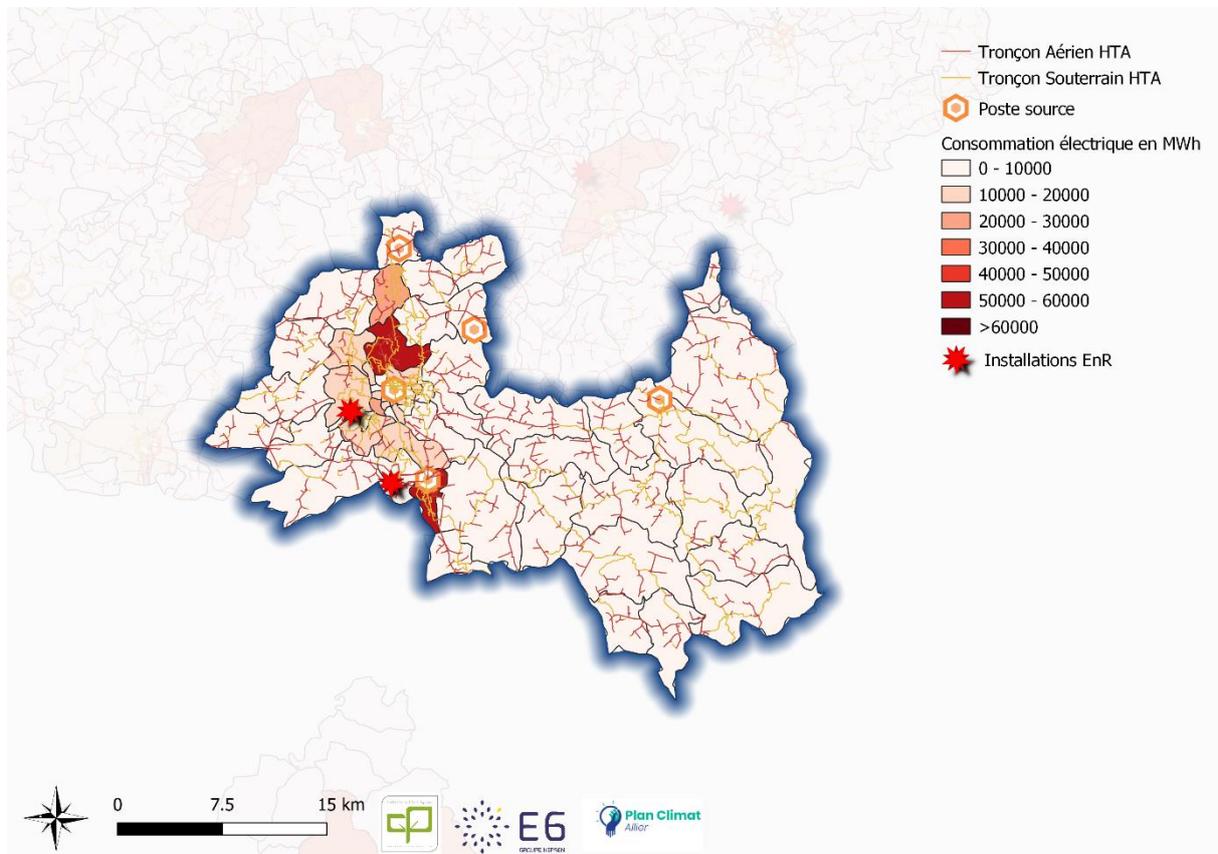


Figure 89 : Réseau de distribution Haute tension du territoire – Source données : SDE03 2019

La centrale photovoltaïque au sol de la commune Hauterive qui est en service (puissance nominale de 4,12 MWC) se raccorde au réseau haute tension.

Les installations photovoltaïques (en phase d'instruction) des communes Busset, le Vernet, Arronnes et le centrale Hydroélectrique de Bellerive-sur- Allier pourraient être concernée par un raccordement au réseau HTA du territoire.

**5 postes source sont situés sur le territoire** de la Communauté d'Agglomération et alimentent le réseau HTA et par conséquent les consommateurs du territoire. Les postes sources des communes de Varennes-sur-Allier, Lapalisse et Bayet sont également à proximité du territoire.

De manière générale, dès lors qu'une section du réseau a atteint un certain taux de saturation, des opérations de renforcement sont effectuées sur la section concernée. Un renforcement est une modification des ouvrages existants qui fait suite à l'accroissement des demandes en énergie électrique (augmentation de la section des câbles, création de postes de transformation HT/BT ou remplacement de transformateurs de puissance insuffisante).

Des extensions des réseaux dans le but de répondre à l'accroissement des demandes sont également effectuées. La technique utilisée pour effectuer ce type de travaux consiste à remplacer les câbles aériens (généralement section ancienne du réseau) par des câbles de section supérieure généralement enfouis dans le sol.

**47%** du réseau haute tension de la Communauté d'Agglomération est **souterrain** et par conséquent moins vulnérable aux intempéries et aux dégradations.

**Les extensions du réseau sont réalisées tout au long de l'année afin de raccorder les nouveaux usagers. De manière générale, la coordination des investissements d'ENEDIS avec les travaux prévus par l'autorité concédante (SDEo3, communes et autres) est nécessaire pour en optimiser l'efficacité.**

#### 4.1.32.1.1.3. Le réseau basse tension

Le réseau BT (Basse Tension) fait partie du réseau de distribution géré par la société ENEDIS.

Ce réseau raccorde les clients C4 et C5 (usagers ayant souscrit un contrat de puissance inférieure ou égale à 36 kVA, ils correspondent généralement aux petits et moyens usagers).

Les installations de production avec une puissance inférieure à 250 kVA (production photovoltaïque en général) raccordent leur production sur le réseau BT présenté ci-dessous.

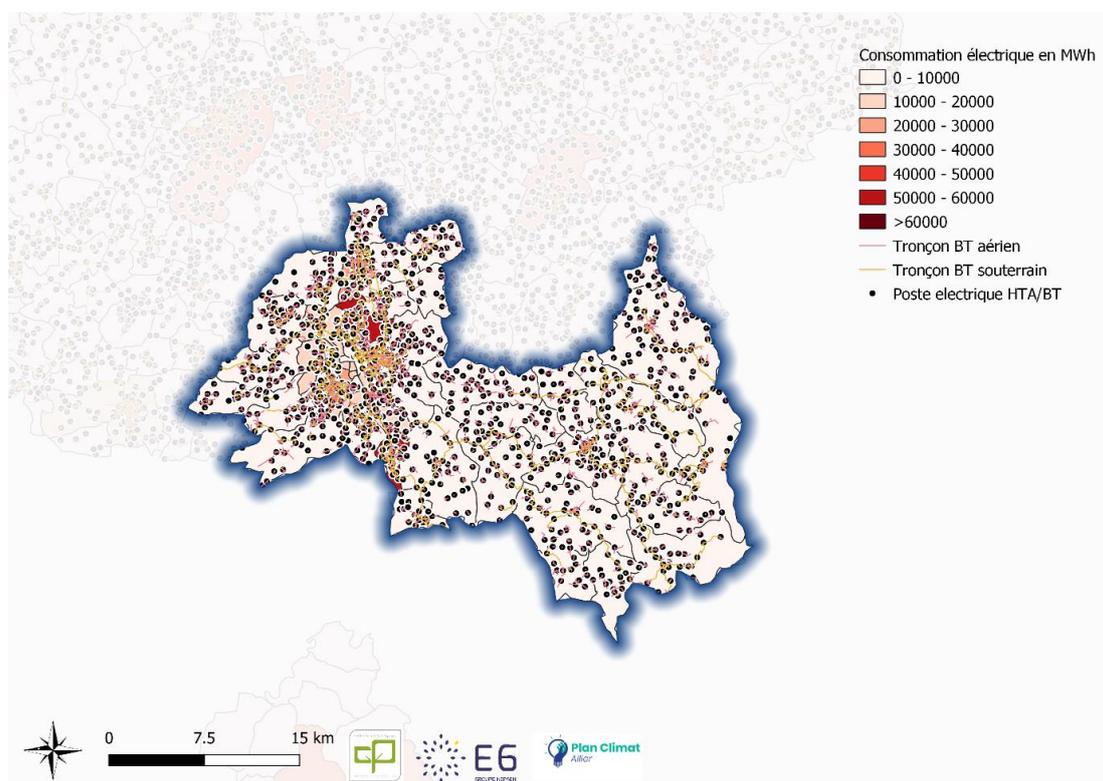


Figure 90 : Réseau de distribution basse tension du territoire – Source données : SDEo3 2019

Le réseau basse tension s'étend sur tout le territoire de la communauté d'agglomération.

**Le réseau BT du territoire est souterrain à 35%.** A la différence des réseaux haute et très haute tension, le réseau BT est bien moins manœuvrable à distance (réseau non maillé) et il nécessite donc l'intervention de techniciens sur le terrain.

#### 4.1.32.2. Cartographie du réseau de gaz du territoire

Les infrastructures gazières qui permettent d'importer le gaz et de l'acheminer sont essentielles pour le bon fonctionnement du marché et la sécurité d'approvisionnement.

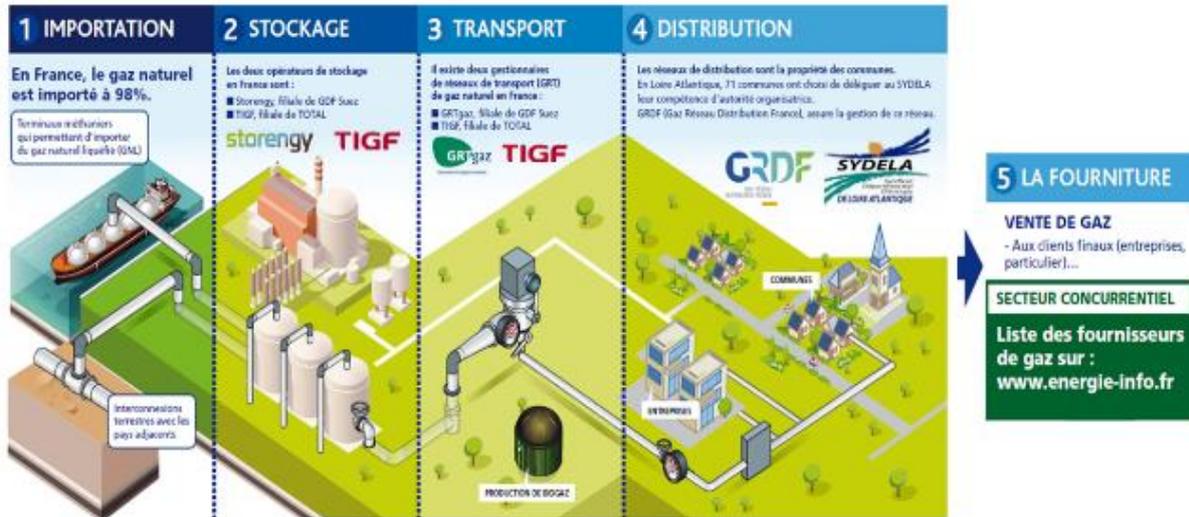


Figure 91 : Fonctionnement du réseau de gaz Français source : GRDF

- Les terminaux méthaniers permettent d'importer du gaz naturel liquéfié (GNL) et ainsi de diversifier les sources d'approvisionnement, compte tenu du développement du marché du GNL au niveau mondial ;
- Les installations de stockage de gaz contribuent elles à la gestion de la saisonnalité de la consommation de gaz et apportent plus de flexibilité ;
- Les réseaux de transport permettent l'importation du gaz depuis les interconnexions terrestres avec les pays adjacents et les terminaux méthaniers. Ils sont essentiels à l'intégration du marché français avec le reste du marché européen ;
- Les réseaux de distribution permettent l'acheminement du gaz depuis les réseaux de transport jusqu'aux consommateurs finaux qui ne sont pas directement raccordés aux réseaux de transport.

#### *Le réseau de distribution de gaz*

12 communes sont raccordées au réseau de distribution de gaz. La consommation de gaz du territoire est principalement liée à un usage résidentiel et tertiaire.

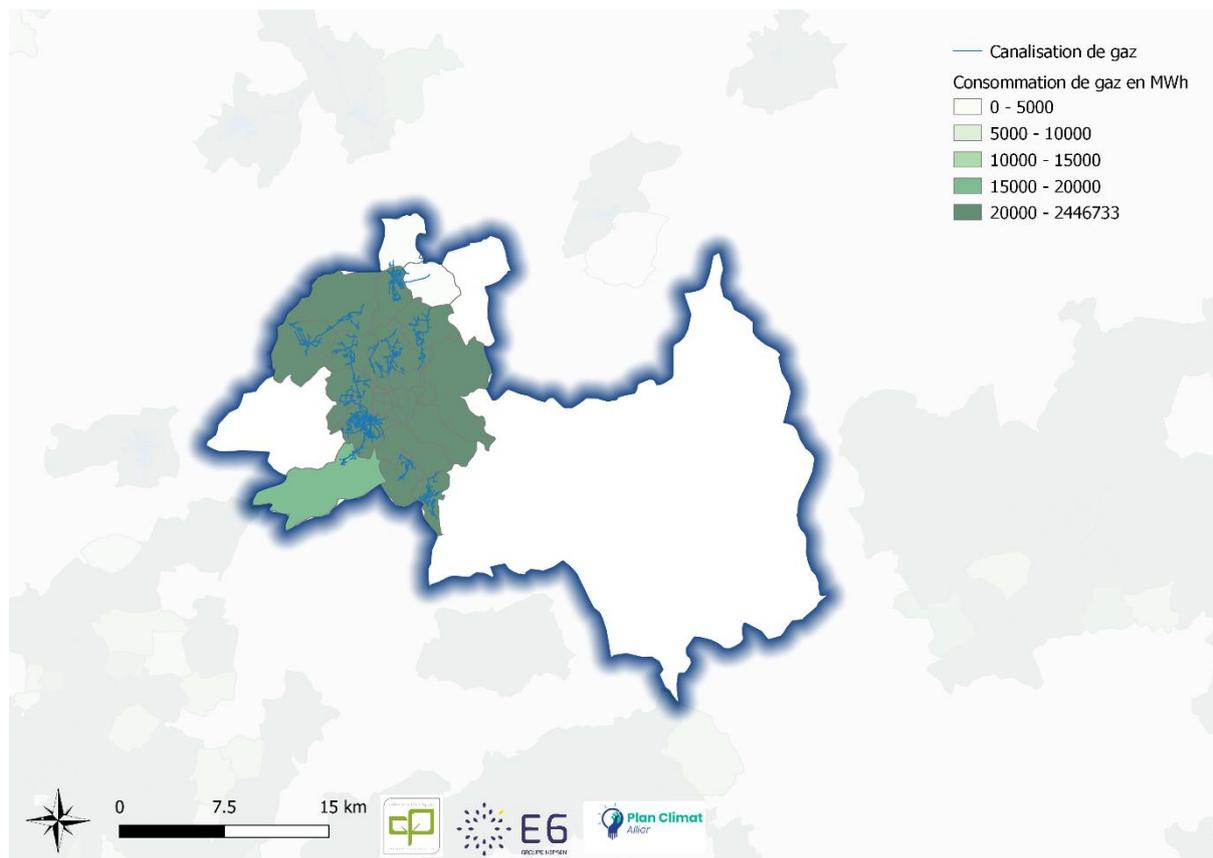


Figure 92 : Réseau de distribution de gaz du territoire – Données SDE 03 2018 et GRDF 2017

### 4.1.32.3. Cartographie des réseaux de chaleur du territoire

Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur à partir d'une installation de production centralisée afin de desservir plusieurs consommateurs. Les réseaux de chaleur sont utilisés à des fins de chauffage résidentiel, c'est à dire pour le chauffage ou encore l'eau chaude sanitaire, mais peuvent également desservir des bureaux, usines ou encore des centres commerciaux.

Le Grenelle de l'environnement a fixé des objectifs très ambitieux en matière d'énergie qui impactent fortement le développement des réseaux de chaleur. Un réseau de chaleur va permettre d'une part de valoriser la biomasse, la géothermie ainsi que la chaleur de récupération et d'autre part, d'exprimer la volonté d'une collectivité de se saisir, sur son territoire, des enjeux liés à l'énergie.

Le réseau de chaleur est adapté pour des projets demandant des consommations relativement élevées ou lorsque l'on souhaite valoriser des énergies locales, renouvelables ou de récupération (chaleur fatale). Deux réseaux de chaleur sont implantés sur le territoire :

**A l'issue de la collecte de données, un réseau de chaleur urbain a été référencé sur le territoire de la Communauté d'Agglomération :**

Commune : Le Mayet de Montagne

Energie source : Biomasse

Longueur du réseau : 2 km

Taux d'émissions : 16,995 gCO<sub>2</sub>/KWh

Taux d'EnR : 96%

19 points de livraison soit 178 Equivalent logements Fluide de transfert : eau

Apport de chaleur : 2 113 MWh (annuel)

Opérateur : Engie Cofely

### 4.1.33. Analyse de l'état de charge actuel des réseaux de transport de distribution

Les résultats présentés ci-dessous ne se substituent pas à une étude de faisabilité précise et localisée de raccordement.

#### 4.1.33.1. Evaluation de l'état de charge actuel des réseaux de transport et de distribution d'électricité

##### *Le réseau HTA et la capacité des postes sources*

Il est possible de raccorder une installation de production d'électricité au réseau HTA (de 250 kVA à 12 MW) de deux manières :

- Création d'un départ dédié direct HTA depuis le poste source (pour les installations de quelques MW à 12MW) ;
- Création d'un nouveau poste de transformation HTA sur le réseau HTA existant (pour les installations de quelques MW).

Pour chacun des postes sources, les données relatives aux puissances raccordables sont issues du Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables.

Les Schémas Régionaux de Raccordement des Réseaux des Energies Renouvelables permettent aux gestionnaires de réseaux de réserver des capacités de raccordement sur une période de dix ans.

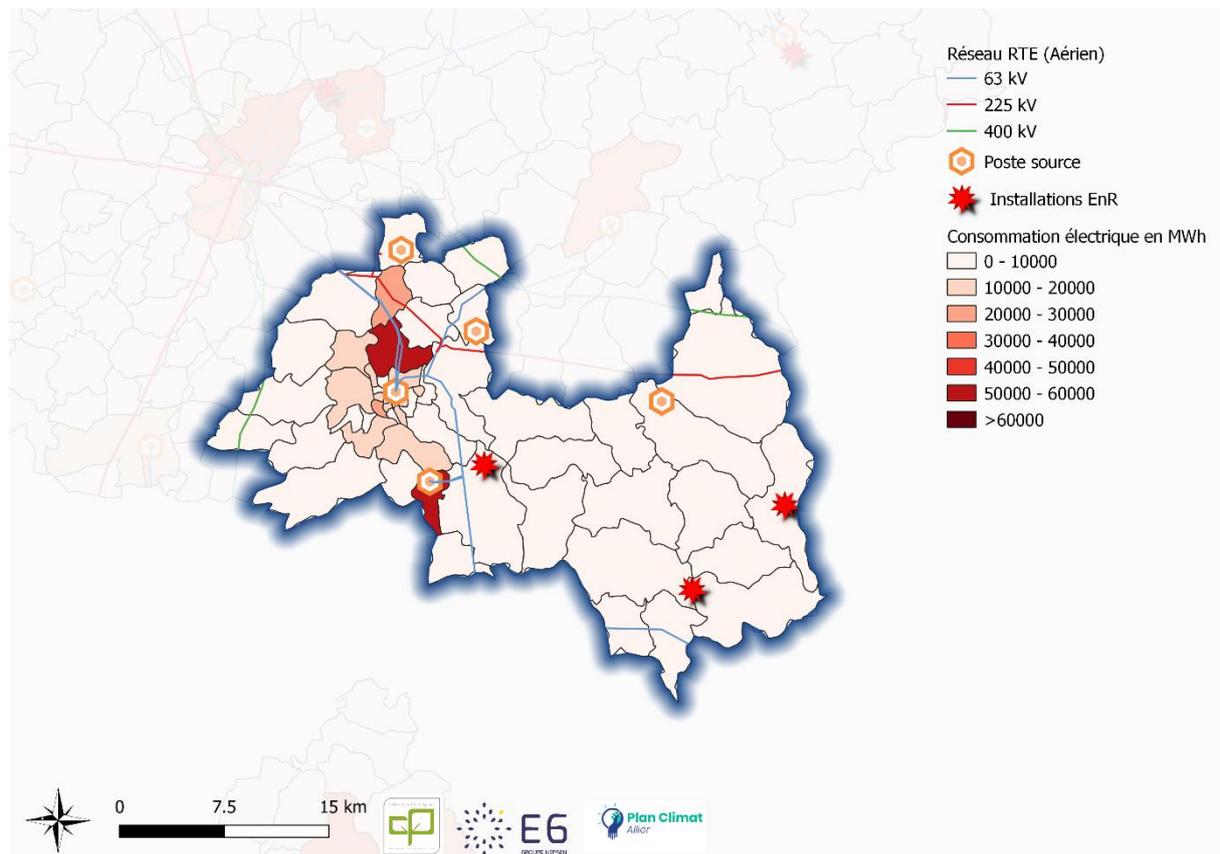


Figure 93 : Capacité de raccordements des postes sources Source : Caparéseau consulté le 11.08.2018

0,8 MW sont disponible sur le poste source de la commune de Cressanges pour raccorder les installations de production supérieure à 250 kVA. 0,5 MW sont disponibles sur le poste de la commune de Bourbon l'Archambault. Les capacités des postes sources à proximité du territoire (Vallon en Sully, Yzeure et Villefranche d'Allier) sont également très limitées.

Le calcul de potentiel d'énergie renouvelable a mis en évidence un potentiel de développement important. A titre d'exemple, 0,8 MW d'installation PV correspond à une production annuelle d'environ 1 GWh. La contrainte liée aux postes sources dans le cadre du S3EnR du territoire est donc limitante aux vues des possibilités de développement des EnR de la Communauté d'Agglomération

Les contraintes d'intensité et de tension admissibles au niveau des câbles peuvent également être limitantes.

### ***Le réseau BT***

Il est possible de raccorder une installation de production d'électricité au réseau BT (jusqu'à 250 kVA) de différentes façons :

- Création d'un nouveau poste de transformation HTA/BT et d'un réseau BT associé (installations jusqu'à 250 kVA).
- Création d'un départ direct BT du poste de transformation HTA/BT (installations jusqu'à 250 kVA).
- Raccordement sur le réseau BT existant (installations de petite puissance, notamment photovoltaïque jusqu'à 36 kVA).

Il est possible de faire une étude des capacités d'injection d'électricité sur le réseau BT et des coûts de raccordement associés en considérant que le site de production BT est rattaché au poste HTA/BT par un départ dédié.

De manière générale, on constate que la capacité d'injection diminue et que le coût de raccordement augmente lorsque l'on s'éloigne du poste HTA/BT (en suivant le tracé routier). L'injection au niveau d'un départ BT étant trop restreinte en termes de plan de tension (seulement 1,5% de marge). La création d'un départ BT est plus favorable.

### **4.1.33.2. Analyse du réseau de gaz**

Les réseaux de distribution de gaz ont la possibilité d'être alimenté par :

- Le réseau de transport par le biais des postes de détente.
- Les petites productions de biogaz par le biais des postes d'injection.

C'est cette dernière possibilité que nous étudions dans le cadre de cette étude. Cette injection consiste pour le moment en la compression et le transport par camion du gaz de l'unité de production au point d'injection. Cette solution est encore en développement et présente des coûts importants.

L'injection sur le réseau de distribution repose alors sur :

- La création d'une canalisation de distribution entre le réseau de distribution de gaz existant et l'unité de méthanisation.
- La construction d'un poste d'injection sur le réseau de distribution, regroupant les fonctions d'odorisation, d'analyse du gaz, un système anti-retour et le comptage.

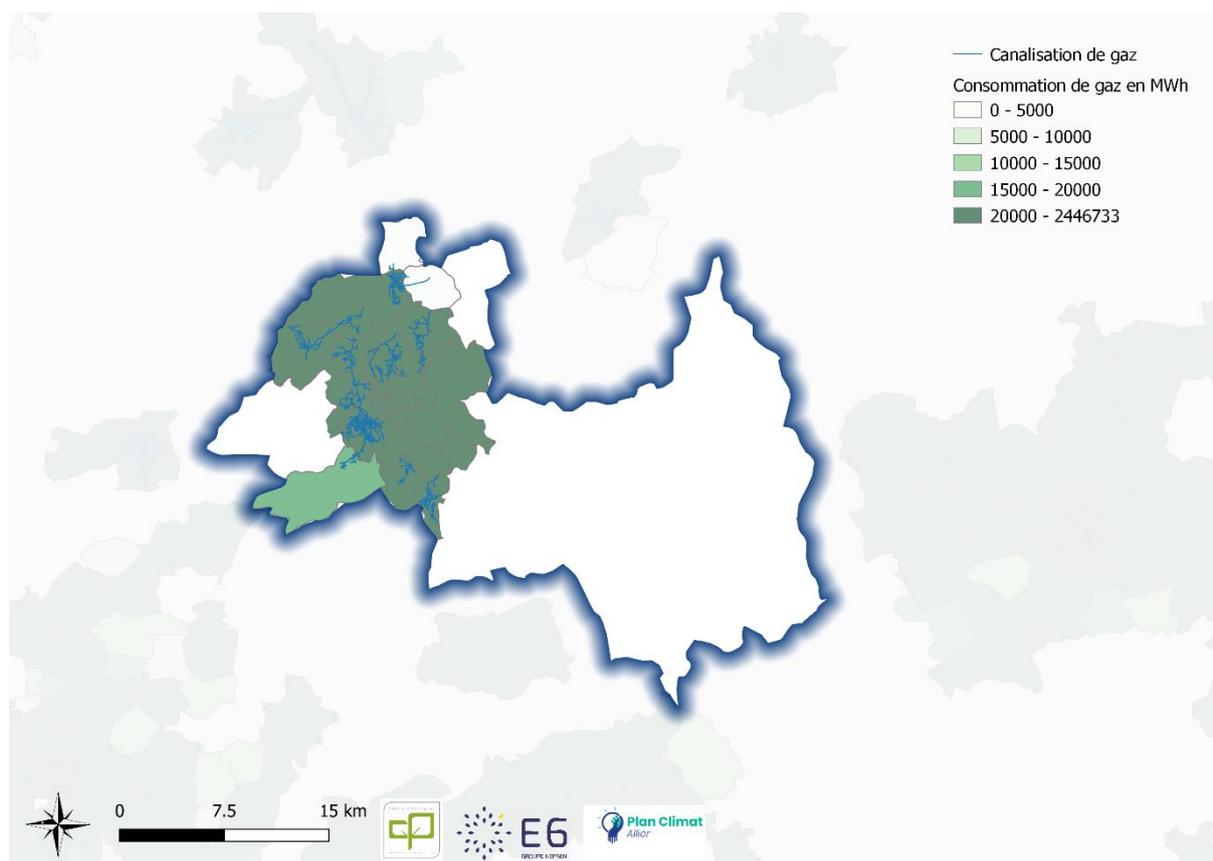


Figure 94 : Possibilité d'injection horaire sur le réseau de distribution - Source : E6 à partir des données de consommations GRDF

La modélisation des consommations gazières sur les réseaux de distribution permet d'estimer les capacités d'injection de biogaz. On remarque alors que le réseau de gaz du territoire est constitué de trois poches d'injection. En revanche les demandes en gaz restent limitées sur ces zones.

Il est aussi possible de se raccorder sur le réseau de transport de gaz, avec des débits injectables très élevés. Pour cela il est nécessaire :

- De comprimer le gaz pour porter sa pression au niveau de celle du réseau de transport. Les compresseurs sont des équipements relativement coûteux.
- De construire une canalisation de transport entre le compresseur et le poste d'injection.
- De construire un poste d'injection sur le réseau de transport, ce qui est très coûteux.

#### 4.1.33.3. Analyse des besoins en chaleur du territoire

Les réseaux de chaleur sont un outil au service de la transition énergétique et environnementale, surtout lorsqu'ils sont alimentés par une énergie renouvelable. La création d'un réseau de chaleur est un projet assez lourd mais structurant d'un point de vue énergétique. Un tel projet se caractérise par plusieurs éléments :

- Un porteur de projet (la collectivité).
- Des zones demandeuses en chaleur.

Les motivations du porteur de projet :

- Economies escomptées sur la facture énergétique des bâtiments concernés.
- Valorisation d'une ressource locale et offre d'un débouché pour des sous-produits d'industries locales.
- Renforcement d'emplois locaux (approvisionnement et exploitation des équipements).
- Contribution à la réduction des impacts sur l'environnement de la production d'énergie.

Les besoins en chaleur du territoire (200m\*200m) sont illustrés ci-dessous. Cette carte présente différents usages. Elle permet de mettre en évidence les zones sur lesquelles des études de faisabilité de réseau de chaleur devraient être menées (zones de plus de 30 000 MWh et concentrées) et identifier les zones à fort besoin en chaleur situés à proximité d'un site industriel rejetant de la chaleur.

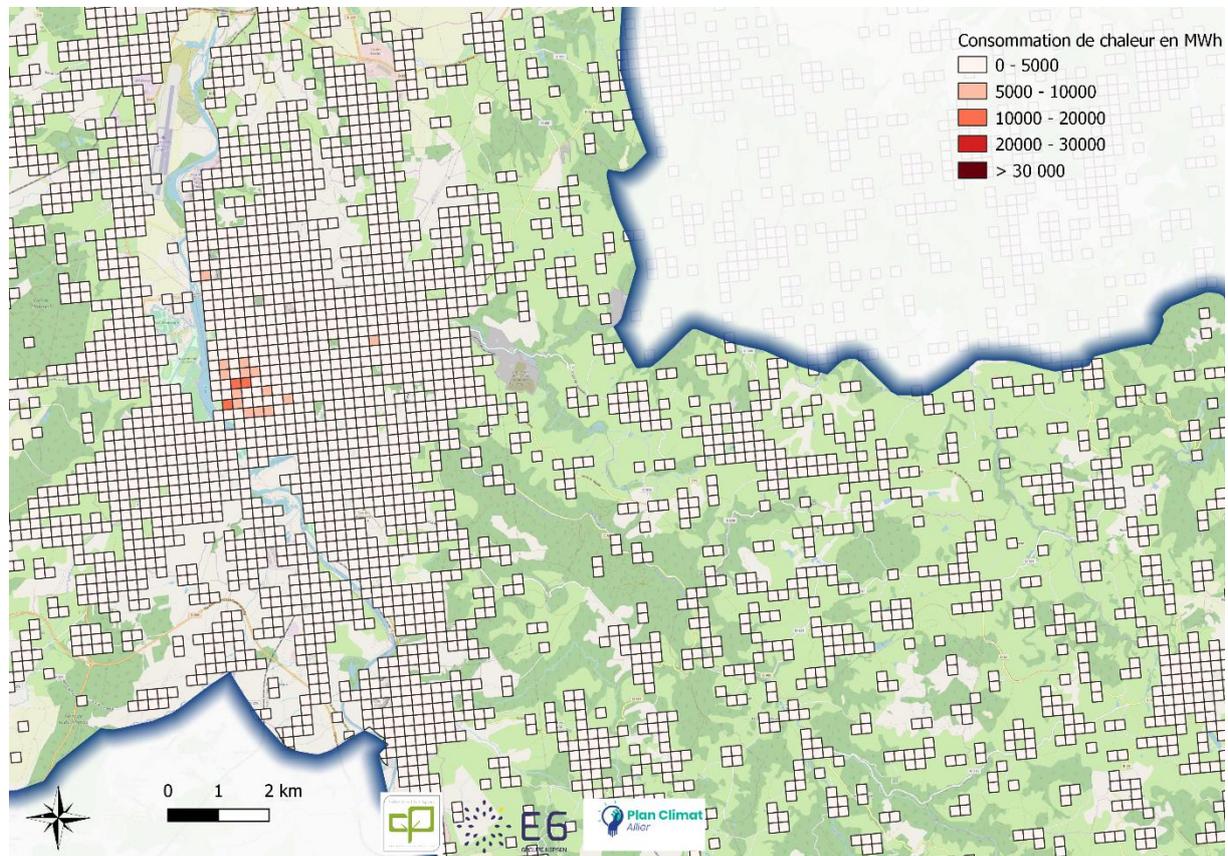


Figure 95 : Carte des besoins en chaleur (résidentiel et tertiaire) du territoire à la maille 200m\*200m Source : CEREMA 2019

La carte des consommations en chaleur du territoire met en évidence des besoins en chaleur tertiaires et résidentiels spécifiques pour le territoire.

# V. CLIMAT

- EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU TERRITOIRE
- SEQUESTRATION DE CARBONE DU TERRITOIRE
- VULNERABILITE DU TERRITOIRE AUX EFFETS DU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE

## 5. CLIMAT

---

### Emissions de gaz à effet de serre du territoire

#### 5.1.1. Contexte et méthodologie

##### 5.1.1.1. Le périmètre de l'étude

### Règles de comptabilisation

D'après le décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, en son article R. 229-52, pour la réalisation du diagnostic et l'élaboration des objectifs du plan climat-air-énergie territorial, les émissions de GES et de polluants atmosphériques sont comptabilisées selon une méthode prenant en compte les **émissions directes produites sur l'ensemble du territoire** par tous les secteurs d'activités, en distinguant les contributions respectives de ces différents secteurs.

Pour les **gaz à effet de serre**, sont soustraites de ces émissions directes les émissions liées aux installations de production d'électricité, de chaleur et de froid du territoire et sont ajoutées, pour chacun des secteurs d'activité, les émissions liées à la production nationale d'électricité et à la production de chaleur et de froid des réseaux considérés, à proportion de leur consommation finale d'électricité, de chaleur et de froid. L'ensemble du diagnostic et des objectifs portant sur les émissions de gaz à effet de serre est quantifié selon cette méthode.

En complément, certains éléments du diagnostic ou des objectifs portant sur les gaz à effet de serre peuvent faire l'objet d'une seconde quantification sur la base d'une méthode incluant non seulement l'ajustement des émissions mentionné à l'alinéa précédent mais prenant encore plus largement en compte des effets indirects, y compris lorsque ces effets indirects n'interviennent pas sur le territoire considéré ou qu'ils ne sont pas immédiats. Il peut, notamment, s'agir des émissions associées à la fabrication des produits achetés par les acteurs du territoire ou à l'utilisation des produits vendus par les acteurs du territoire, ainsi que de la demande en transport induite par les activités du territoire. Lorsque des éléments du diagnostic ou des objectifs font l'objet d'une telle quantification complémentaire, la méthode correspondante est explicitée et la présentation permet d'identifier aisément à quelle méthode se réfère chacun des chiffres cités.

Conformément au décret, un Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre a été réalisé sur l'ensemble du territoire pour les postes cités : Industrie, Résidentiel, Tertiaire, Agriculture, Transport routier, Transport non routier, Déchets et Production d'énergie. Afin de mettre en évidence de nouveaux enjeux liés aux activités du territoire, ce bilan a été complété en réalisant le Bilan Carbone® du territoire. Celui-ci inclut également les émissions de GES réalisées à l'extérieur du territoire pour permettre le fonctionnement de celui-ci, et rajoute donc de nouveaux postes : Urbanisme, Alimentation et Production de futurs déchets.

#### 5.1.1.2. Approche méthodologique globale

Le diagnostic de gaz à effet de serre (GES) porte sur l'estimation des émissions de GES et les consommations énergétiques de l'ensemble des activités du territoire. Il permet :

- de situer la responsabilité du territoire vis-à-vis des enjeux énergie-climat ;
- de révéler ses leviers d'actions pour l'atténuation et la maîtrise de l'énergie ;
- de comprendre les déterminants de ses émissions et de hiérarchiser les enjeux selon les différents secteurs ou postes d'émissions.

**L'année de référence du diagnostic est l'année 2015.** Il est réalisé en parallèle du bilan des consommations et des productions d'énergie. Les données d'entrée et hypothèses sont identiques.

## A savoir

“Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et ainsi contribuent à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est l'un des facteurs majeurs à l'origine du réchauffement climatique.”

### Émissions directes et indirectes

Le bilan estime les émissions de gaz à effet de serre (GES) directes et indirectes.

- **Les émissions directes** correspondent aux émissions du territoire, comme s'il était mis sous cloche. Elles sont induites par la combustion d'énergie telles que les produits pétroliers ou le gaz, lors de procédés industriels, lors des activités d'élevage, etc (cela correspond au périmètre d'étude dit « Scope 1 »);
- **Les émissions indirectes** correspondent à toutes les émissions de GES qui sont émises à l'extérieur du territoire mais pour le territoire. Elles sont divisées en deux Scopes :
  - *Le Scope 2* : Emissions indirectes liées à l'énergie (définition issue de la norme ISO 14 064). Cette définition est cependant trompeuse. En effet, le Scope 2 ne prend en compte que les émissions liées à la production d'électricité, de chaleur (réseau de chaleur urbain) et de froid (réseau de froid urbain) en dehors du territoire mais consommée sur le territoire.
  - *Le Scope 3* : Autres Emissions indirectes contient quant à lui les autres émissions indirectes d'origine énergétique (extraction, raffinage et transport des combustibles) et les émissions générées tout au long du cycle de vie des produits consommés sur le territoire (fabrication des véhicules utilisés par le territoire, traitement des déchets en dehors du territoire, fabrication des produits phytosanitaires utilisés sur le territoire, etc.).

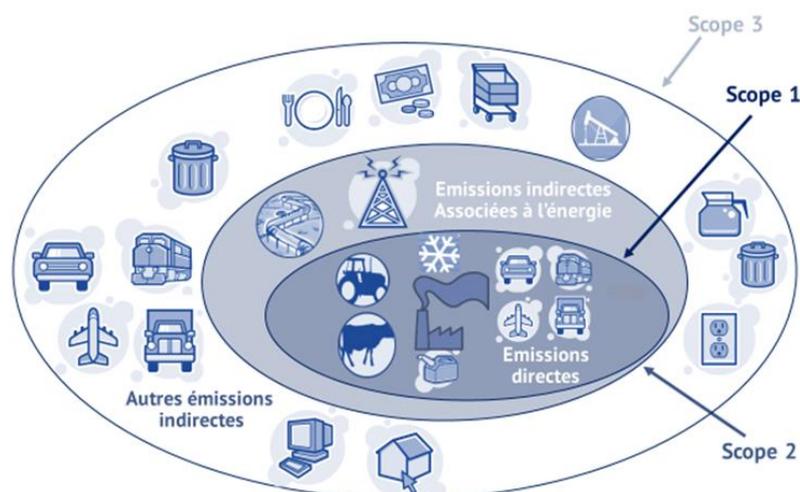


Figure 96 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire - Source E6

Les facteurs d'émission utilisés pour la conversion de la donnée d'entrée (kWh, litres, km parcourus...) en émissions de gaz à effet de serre sont issus de l'outil Bilan Carbone Territoire V7.

### Valeurs des PRG

Les 7 principaux gaz à effet de serre retenus par le Protocole de Kyoto sont :

- Le dioxyde de carbone : CO<sub>2</sub>,
- Le méthane : CH<sub>4</sub>,
- Le protoxyde d'azote : N<sub>2</sub>O,
- Les gaz fluorés : SF<sub>6</sub>, HFC, PFC et NF<sub>3</sub>.

Ces émissions sont exprimées en tonnes équivalent CO<sub>2</sub> : teqCO<sub>2</sub> ou t CO<sub>2</sub>e. C'est une unité commune pour la comptabilisation des sept gaz à effet de serre.

Les différents GES n'ont pas tous le même impact sur l'effet de serre. On définit pour chaque gaz son Pouvoir de Réchauffement Global à 100 ans (PRG<sub>100</sub> ou PRG) comme étant le rapport entre l'impact de l'émission d'une tonne de ce gaz sur l'effet de serre pendant 100 ans par rapport à celui d'une tonne de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). On peut ensuite compter les émissions de tous les GES avec une unité de mesure commune qui est la tonne équivalent CO<sub>2</sub>.

Les valeurs des PRG utilisées sont les dernières disponibles et sont issues du 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC (AR5) de 2013.

Gaz à effet de serre	PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) – valeurs AR5
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	1
Méthane (CH <sub>4</sub> ) - fossile	30
Méthane (CH <sub>4</sub> ) - biomasse	28
Oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O)	265
Hexafluorure de soufre (SF <sub>6</sub> )	23 500
Hydrocarbures perfluorés (PFC)	6 630 à 11 100
Hydrofluorocarbones (HFC)	138 à 12 400
Trifluorure d'azote (NF <sub>3</sub> )	16 100

Tableau 16 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC

Exemple de facteurs d'émission :

- La consommation d'un MWh électrique en France : 70 kg CO<sub>2</sub>e
- La consommation d'un MWh gaz naturel en France : 235 kg CO<sub>2</sub>e
- La fabrication d'une tonne de papier : 1 300 kg CO<sub>2</sub>e

### *Bilan Carbone Territoire*

Le bilan GES du territoire a été réalisé à partir des données de l'OREGES complétées grâce à de l'outil Bilan Carbone® Territoire de l'ABC (Association Bilan Carbone®). Cet outil permet d'évaluer les émissions GES « énergétiques » et « non énergétiques » des secteurs d'activités suivants :

- **Secteur du résidentiel** : émissions liées au chauffage, production d'eau chaude sanitaire et d'électricité spécifique des résidences principales et secondaires ;
- **Secteur de l'industrie** : émissions liées aux consommations d'énergie des process ;
- **Secteur tertiaire** : émissions liées aux consommations de chauffage des bâtiments et d'électricité spécifique ;
- **Secteur de l'agriculture** : émissions liées aux consommations d'énergie (bâtiments et engins agricoles), à l'utilisation d'intrants chimiques et à la digestion et à la déjection des cheptels ;
- **Secteur des déchets** : émissions liées aux déchets (solides et liquides) collectés sur le territoire et traités sur ou en dehors du territoire ainsi qu'aux émissions liées à la consommation d'énergie nécessaire à la fabrication des produits recensés comme « déchets » sur le territoire ;
- **Alimentation** : émissions liées à la consommation alimentaire de la population résidente et les touristes du territoire ;
- **Construction et voirie** : émissions liées à la construction d'infrastructures bâties et routières de ces dix dernières années ;
- **Secteur des transports** : émissions liées au transport de marchandises ou de personnes, que ce soit en transit sur le territoire, vers l'extérieur du territoire, vers l'intérieur ou en interne ;
- **La production d'énergie** injectée dans les réseaux.

Les consommations d'énergie et d'émissions de GES sont calculées à partir de **sources de données diverses** (statistiques, enquêtes, hypothèses techniques) mais **homogènes pour l'ensemble du territoire**. Les données les plus finement territorialisées sont systématiquement privilégiées afin de révéler les spécificités locales.

## 5.1.2. Les émissions de GES par secteur

### 5.1.2.1. Les résultats globaux

Les émissions de Gaz à Effet de Serre du territoire sont réparties de la manière suivante par secteur **d'activité** :

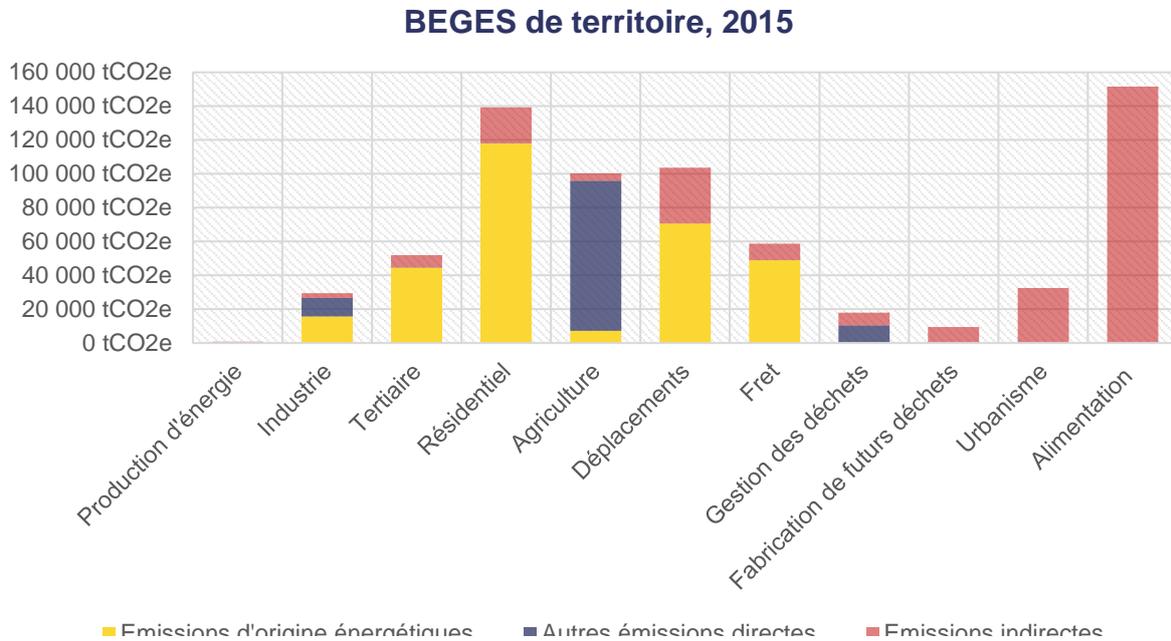


Figure 97: Emissions des gaz à effet de serres directes et indirectes du territoire de Vichy Communauté, 2015, Source E6

Sur ce graphique, trois « types » d'émissions ont été identifiés :

- En jaune, les émissions associées aux **consommations d'énergie du territoire** (présentées dans le paragraphe III.1)
- En violet les autres émissions de gaz à effet de serre **directes, non liées aux consommations d'énergie**

Ces deux postes constituent la partie réglementaire de l'étude. Ils représentent 60% du bilan carbone global

- En rouge les **émissions indirectes**. Cela représente les émissions réalisées en dehors du territoire pour lui permettre de fonctionner. On retrouve entre autres l'extraction, la transformation et le transport des combustibles utilisés sur le territoire, la fabrication de biens et de produits alimentaires en dehors du territoire, le traitement des déchets produits localement en dehors du territoire, les déplacements des visiteurs du territoire, etc.

Le territoire est à l'origine de **696 ktCO<sub>2</sub>e** annuelles, soit 8 tCO<sub>2</sub>e par habitant.

La répartition par poste est la suivante :

## Répartition des émissions de GES, 2015, E6

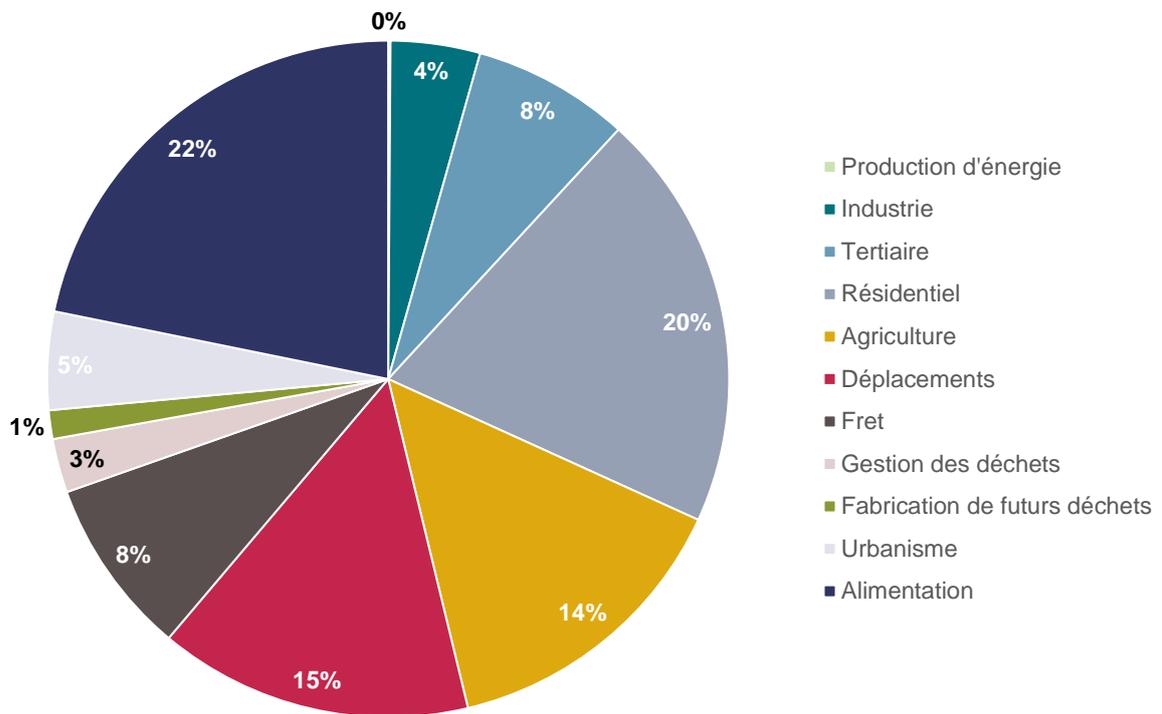


Figure 98 : Répartition des émissions de GES du territoire, 2015, E6

## 5.1.2.2. Les émissions liées au secteur des transports

### Les données utilisées

Les données issues du bilan énergétique ont été complétées pour estimer, à partir des facteurs d'émission de la base carbone de l'ADEME, les émissions de GES associées à la fabrication des engins utilisés sur le territoire, et à l'extraction/transformation/transport des combustibles utilisés.

### Les résultats du secteur

Le secteur des transports est responsable sur le territoire de l'émission d'environ 163 ktCO<sub>2</sub>e, soit 23% du bilan global. Les émissions de ce secteur sont liées à l'utilisation d'énergie pour effectuer le transport (carburant essentiellement), mais également à la fabrication de cette énergie et à la fabrication des véhicules utilisés. La construction des routes ou autres équipements n'est pas inclus.

Le graphique suivant représente la répartition de ces émissions entre le transport de marchandises et de personnes :

### Répartition des émissions de GES liées au transport, OREGES, 2015

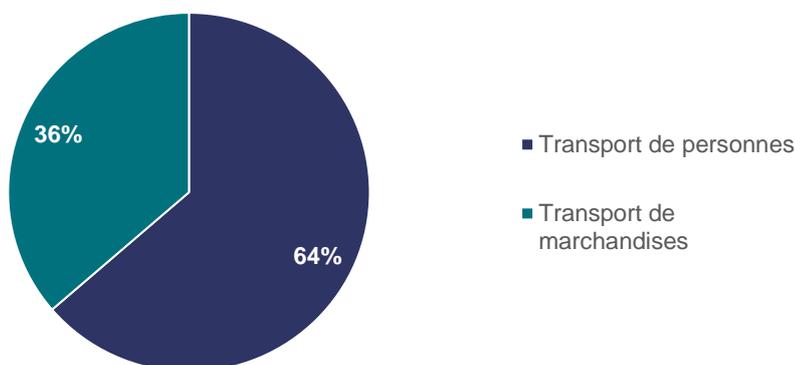


Figure 99 : Répartition des émissions de GES liées au secteur des transports, 2015, Source : E6

64% des émissions du secteur des transports sont liées aux déplacements des personnes.

### Zoom sur le transport de personnes :

Le graphique suivant représente la répartition des émissions de GES liées au transport de personnes :

### Répartition des émissions associées aux déplacements de personnes, Source : E6, 2015



### 5.1.2.3. Le secteur de l'Alimentation

#### Les données utilisées

Ce poste prend en compte les émissions engendrées par la production de denrées alimentaires consommées sur le territoire. Ces denrées peuvent être produites ou non sur le territoire. Ce poste est un double compte assumé avec les secteurs agricoles, industriel et fret.

Ce poste prend en compte les émissions :

- De la production agricole des produits (consommations énergétiques et émissions non énergétiques liées à l'élevage et à la culture qui sont présentées plus en détails dans le poste Agriculture de ce rapport),
- La transformation industrielle des produits,
- Leur acheminement jusqu'au territoire.

À défaut de données réelles, l'hypothèse retenue considère que les habitants de la collectivité mangent trois repas par jour : un végétarien le matin et un repas normal le midi et le soir.

#### Les résultats du secteur

Les émissions liées à l'alimentation sur le territoire sont de **152 ktCO<sub>2</sub>e**, ce qui équivaut à **22%** du bilan global du territoire.

Le graphique suivant représente les émissions de gaz à effet de serre générées par la production et le transport de la nourriture de chaque type de repas :

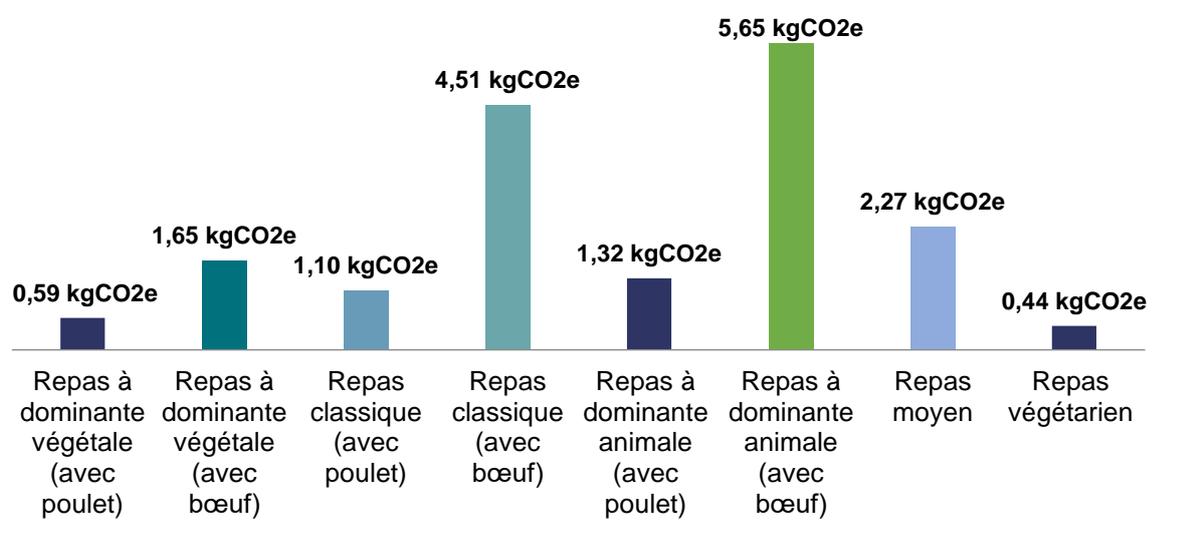


Figure 101 : Impact carbone pour un repas selon les différents types de repas, Source : Bilan Carbone, facteurs d'émissions

Ainsi, la consommation de poulet est beaucoup moins impactante que la consommation de bœuf.

Les achats de biens :

Les émissions de GES associées à l'achat de biens des habitants du territoire n'est pas incluse dans le périmètre du Bilan Carbone. Cependant, un calcul rapide a été réalisé afin de savoir qu'elle serait la part de des achats dans le bilan global.

Pour cela, un calcul a été réalisé par partir d'une étude réalisée par le bureau d'étude Carbone 4 présentant l'impact carbone global d'un français moyen (<https://www.colibris-lemouvement.org/sites/default/files/article/etude-carbone4.pdf>). Ceci représenterait pour les habitants du territoire des émissions supplémentaire de 204 ktCO<sub>2</sub>e en 2015, ce qui représenterai 23% du bilan global.



#### 5.1.2.4. Le secteur résidentiel

##### *Les données utilisées*

Pour le secteur résidentiel, les données de l'OREGES ont été complétées avec les émissions indirectes grâce aux consommations locales du secteur (voir 5.1, source : OREGES) et les facteurs d'émission de la Base carbone de l'ADEME.

##### *Les résultats du secteur*

Le secteur résidentiel est à l'origine de l'émission de 139 ktCO<sub>2</sub>e en 2015, soit 15% des émissions totales du territoire. Ces émissions sont réparties de la manière suivante :

#### Répartition des émissions du secteur résidentiel, 2015, OREGES/E6

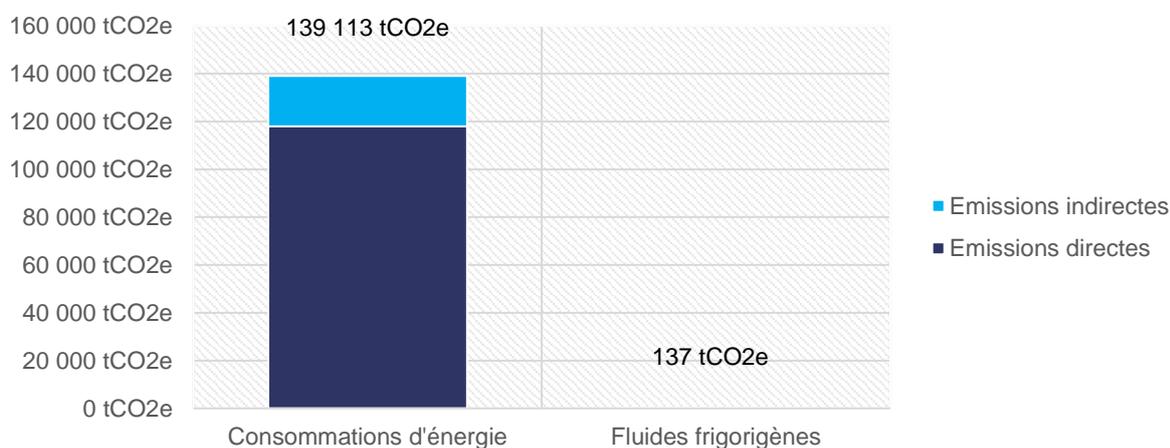


Figure 102 : Répartition des émissions du secteur résidentiel, 2015, E6/OREGES

Les émissions associées à l'extraction, au transport et à la transformation des combustibles (en bleu clair) s'ajoutent aux émissions associées à l'utilisation de ces combustibles sur site.

Les fluides frigorigènes représentent les émissions associées aux fuites de ces fluides contenus dans les équipements de climatisation ou les pompes à chaleur, qui sont de puissants gaz à effet de serre.

Comme évoqué précédemment, une partie importante des résidences principales sont chauffées au fioul sur le territoire (14%). Le facteur d'énergie est important :

## Facteur d'émissions des sources d'énergie, Base Carbone de l'ADEME, 2019

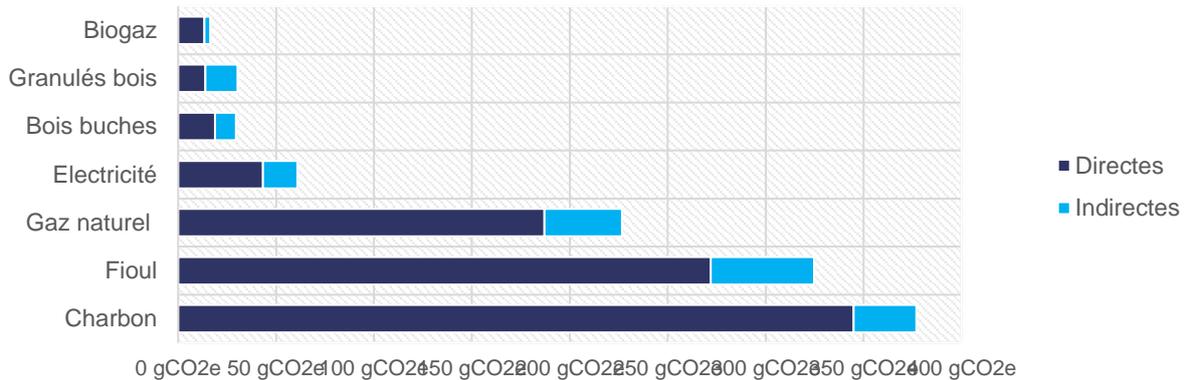


Figure 103: Facteur d'émission des différentes énergies, Base Carbone de l'ADEME, 2019

Dans le cadre du PCAET, il y a un enjeu sur le territoire au sujet de la substitution d'énergies fortement carbonées (Charbon, fioul, gaz naturel) vers des énergies moins carbonées (Biogaz, bois).

### 5.1.2.5. Le secteur agricole

#### Les données utilisées

Pour estimer les émissions associées au secteur agricole, les données de l'OREGES ont été utilisées. Elles ont ensuite été complétées avec les données de la DRAAF Auvergne Rhône Alpes spécifiques au territoire (nombre de bêtes élevées, hectares cultivés, etc.) et les facteurs d'émission de la base carbone de l'ADEME pour estimer les émissions indirectes associées à l'activité.

#### Les résultats du secteur

Les émissions de GES associées à l'activité agricole sont de 100 ktCO<sub>2</sub>e, soit 11% du bilan global répartis de la manière suivante :

### Répartition des émissions du secteur agricole, 2015, OREGES/E6

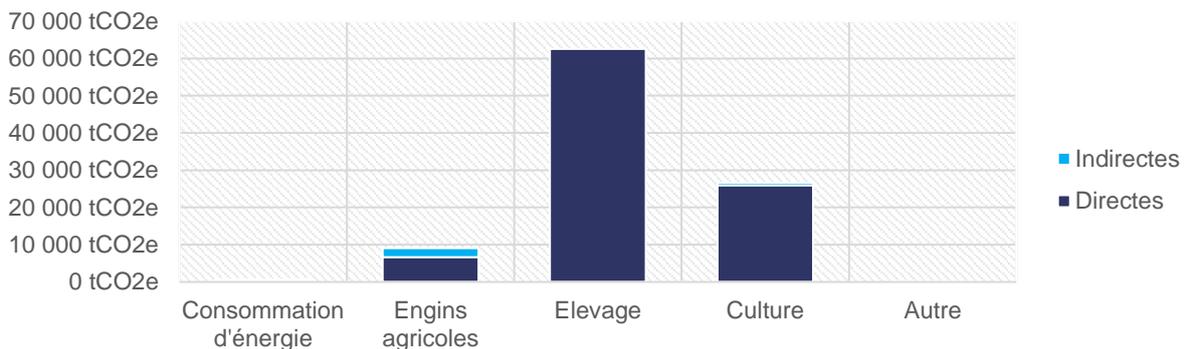


Figure 104: Répartition des émissions de GES d'origine agricole, OREGES/E6, 2015

Les émissions de GES de l'élevage sont liées à deux phénomènes : les émissions de méthane (CH<sub>4</sub>), un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement climatique est de l'ordre de 30 fois supérieur au CO<sub>2</sub> sont liées principalement à la fermentation entérique ; et les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O, de l'ordre de 265 fois plus puissant que le CO<sub>2</sub>) liée à la réaction des déjections animales avec les sols.

Les émissions de GES de la culture sont liées principalement à la réaction des engrais azotés avec les sols, à l'origine également de la production de N<sub>2</sub>O.

Le graphique suivant représente les émissions de GES associées à l'élevage des différentes espèces présentes sur le territoire :

### Emissions de GES associées à l'élevage d'un animal pendant 1 an

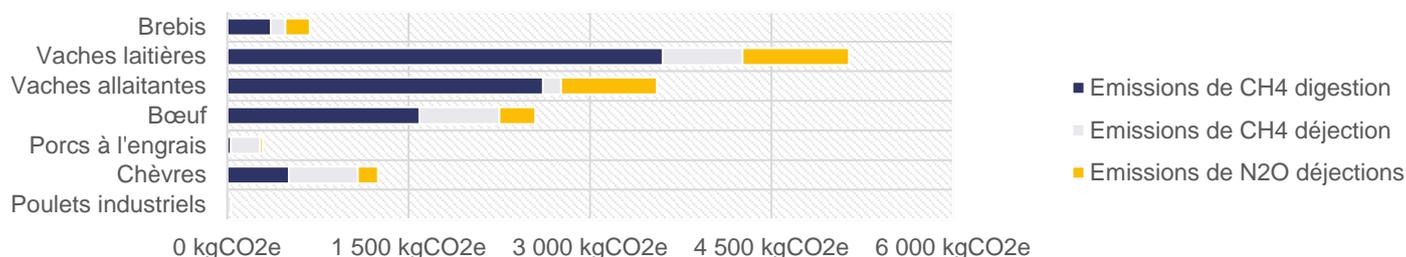


Figure 105: Emissions de gaz à effet de serre associées à l'élevage d'un animal, Source : base carbone de l'ADEME

Sur le territoire, on retrouve majoritairement l'élevage de bovins (30 356 en 2010) et de volaille (144 541).

### 5.1.2.6. Le secteur tertiaire

#### Les données utilisées

De même que précédemment, les données d'émissions d'origine énergétique de l'OREGES ont été complétées grâce aux facteurs Carbone de l'ADEME pour connaître les émissions indirectes associées à ces consommations. Les données associées aux gaz de process ont été intégrées à partir des données OREGES.

#### Les résultats du secteur

Le secteur tertiaire est à l'origine de l'émission de 52 ktCO<sub>2</sub>e en 2015 (6% du bilan global), réparties de la manière suivante :

### Répartition des émissions du secteur tertiaire, 2015, OREGES/E6

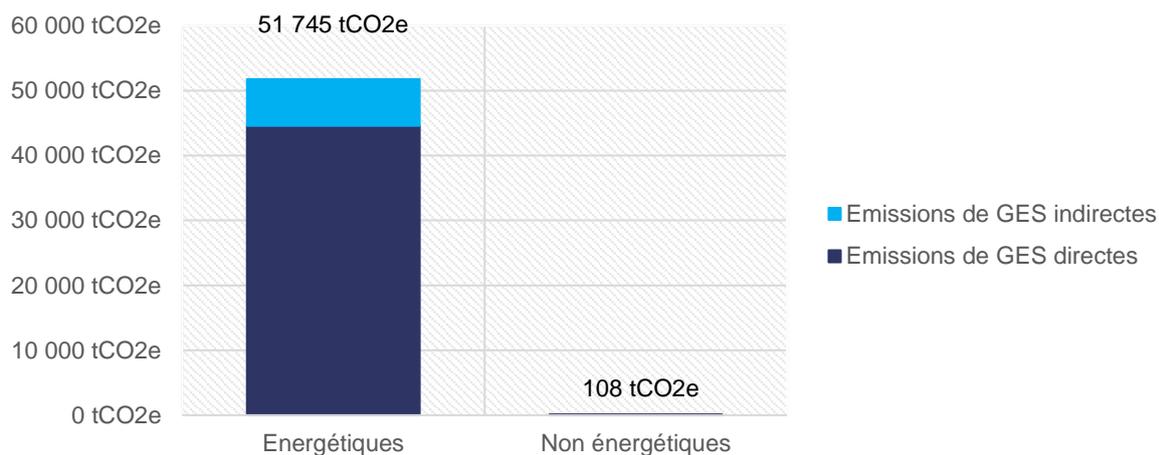


Figure 106 : Répartition des émissions du secteur tertiaire, 2015, E6/OREGES

### 5.1.2.7. L'urbanisme

#### Les données utilisées

Les émissions associées aux constructions ainsi que l'entretien des infrastructures de toute nature sur le territoire sont représentées au sein de ce secteur. Les émissions comptabilisées ici rendent compte de l'activité de construction ayant lieu sur le territoire et qui concerne les maisons individuelles, les immeubles de logements ou de bureaux.

Pour évaluer l'impact lié à la construction de bâtiments en 2015, la base de données Sit@del2, donnant les surfaces construites année après année en fonction de l'usage, a été utilisée. Les bâtiments construits au cours des 10 dernières années amortis sur 10 ans ont été sélectionnés. À défaut d'informations sur le mode constructif, l'hypothèse retenue considère que tous étaient en structure béton.

Faute de données, l'impact de la construction de voiries n'a pas été évalué.

#### Les résultats du secteur

Les émissions associées à ce poste sont de 33 ktCO<sub>2</sub>e, ce qui équivaut à **4% du bilan global du territoire**.

Le graphique suivant présente la répartition des émissions de gaz à effet de serre en fonction des différents types de bâtiments construits :

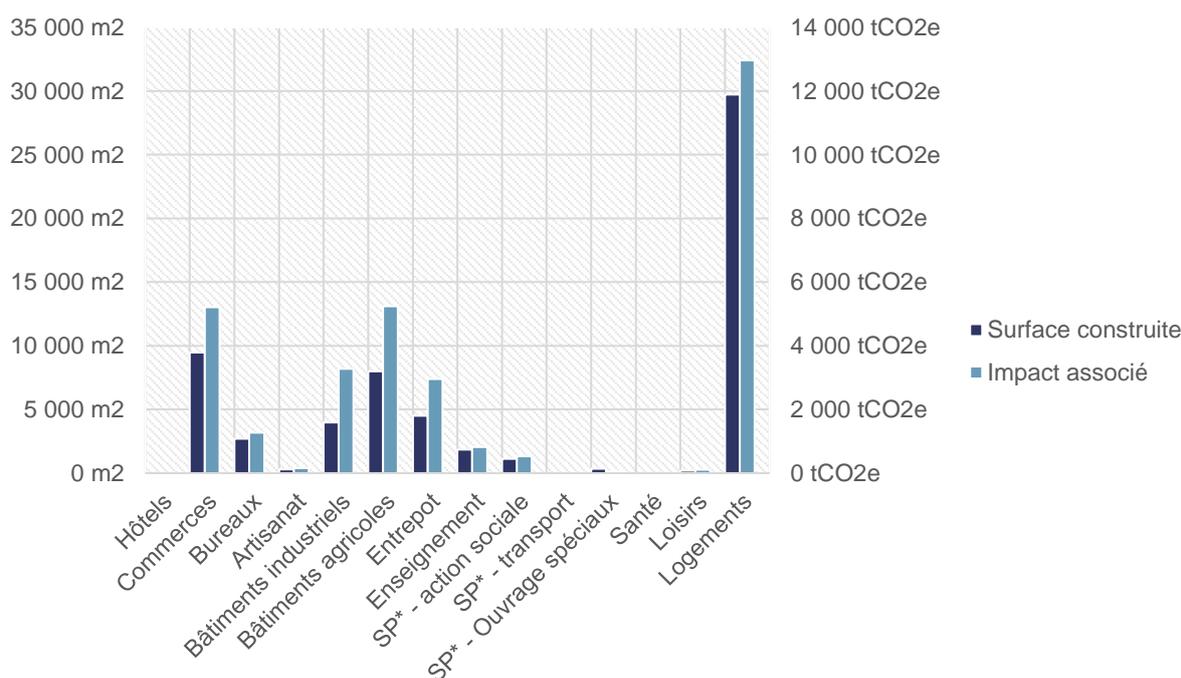


Figure 107 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé en 2015, Source : Sit@Del2/E6

\*SP : Service Public

La majorité des bâtiments construits annuellement sur le territoire sont des logements (4,8% des surfaces, 27 729 m<sup>2</sup>).

### 5.1.2.8. Le secteur industriel

#### Les données utilisées

Le périmètre du secteur industriel prend en compte :

- les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et combustibles de chauffage dans les structures ;
- les émissions non énergétiques liées au process

Pour des données énergétiques, les données de l'OREGES ont été complétées avec les émissions indirectes grâce aux consommations locales du secteur (voir 5.1, source : OREGES) et les facteurs d'émission de la Base carbone de l'ADEME. Les émissions d'origine non énergétiques sont issues du travail de l'OREGES.

### *Les résultats du secteur*

Le secteur industriel est à l'origine de l'émission de 30 ktCO<sub>2</sub>e en 2015 (13% du bilan global), réparties de la manière suivante :

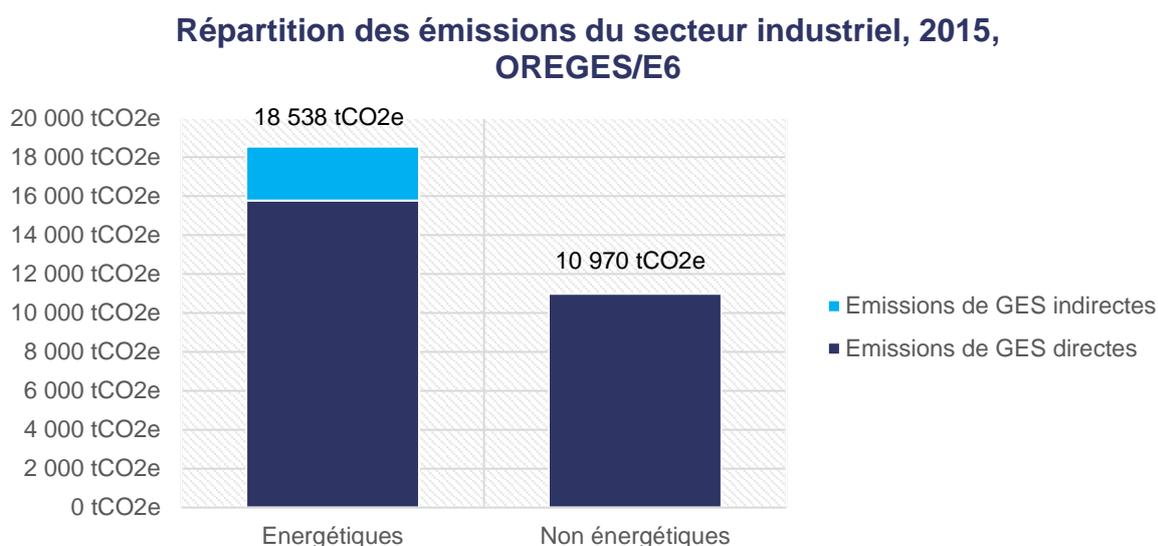


Figure 108 : Répartition des émissions du secteur industriel, 2015, E6/OREGES

Les émissions associées à l'extraction, au transport et à la transformation des combustibles (en bleu clair) s'ajoutent aux émissions associées à l'utilisation de ces combustibles sur site.

Les émissions directes d'origine non énergétiques sont liées aux gaz utilisés dans les process.

### **5.1.2.9. Le secteur des déchets**

#### *Les données utilisées*

Contrairement au bilan énergétique, le bilan d'émissions de gaz à effet de serre du secteur des déchets prend en compte ce qui est traité sur le territoire, mais également le traitement (à l'extérieur) des déchets produits sur le territoire. Le secteur des déchets est divisé en deux parties dans le Bilan Carbone® : le traitement et l'élimination des déchets sur le territoire (approche directe) ou produits par le territoire mais traités à l'extérieur (approche indirecte) et la fabrication des futurs déchets.

Pour ce qui est des émissions directes, les données de l'OREGES concernant le site d'enfouissement de Maillet ont été utilisées.

Pour estimer la quantité de déchets produits sur le territoire par type et mode de traitement, le rapport d'activité du syndicat de déchet Sud Allier a été utilisé. Les quantités de déchets collectés sur l'ensemble de son territoire ont été identifiées et les déchets collectés sur le territoire de Vichy Co ont été estimés au prorata de la population couverte. Les déchets collectés et traités par Vichy-Val d'Allier ont été estimés à partir des résultats obtenus

pour le SICTOM Sud Allier, faute de données. Les déchets envoyés au centre de stockage de Cusset n'ont pas été pris en compte ici pour éviter le double compte.

Grâce aux statistiques de l'outil, les émissions de gaz à effet de serre du traitement des différents déchets (verre, carton, papier, ordures ménagères, etc.) ont été estimées.

Les statistiques incluses dans l'outil Bilan Carbone® pour estimer l'impact de la production des plastiques, verres, papiers et métaux consommés sur le territoire ont été utilisées.

### *Les résultats du secteur*

Le secteur des déchets a généré **27 ktCO<sub>2</sub>e**, soit 3% du bilan global. Parmi ces émissions, 38% sont liées au centre de stockage.

#### Zoom sur le traitement des déchets

Comme dit précédemment, la majorité des émissions de GES liées au traitement de déchets sont liées à l'activité du Centre de Stockage des Déchets Ultimes de Cusset, qui a traité 75 057 tonnes de déchets en 2015, venant de Vichy Communauté mais également de l'extérieur. Ils sont représentés en bleu sur le graphique suivant. A cela viennent s'ajouter les émissions indirectes liées aux déchets produits sur le territoire mais traités à l'extérieur :

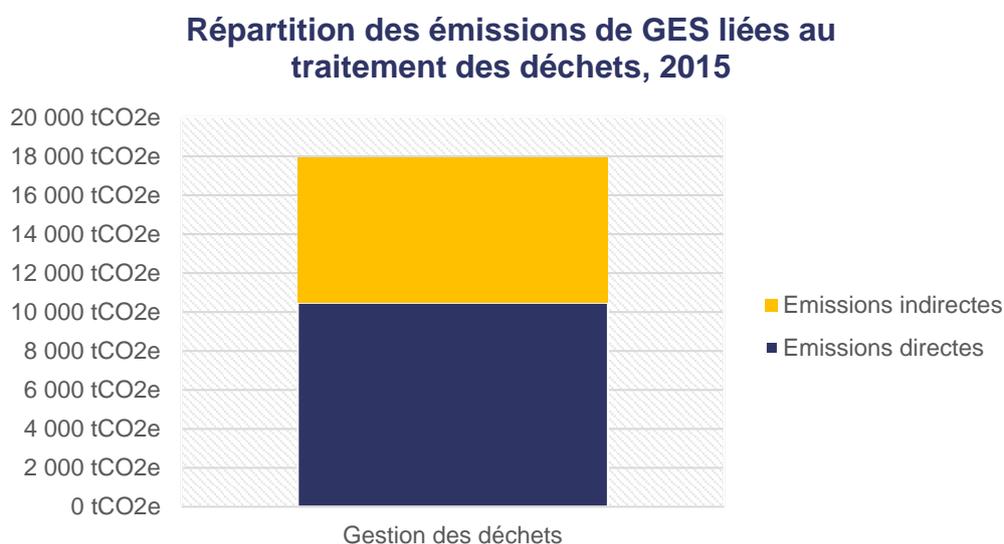


Figure 109: Répartition des émissions de GES Liées au traitement des déchets, 2015

En complément, il existe pour le territoire trois moyens pour traiter les déchets : le recyclage pour les métaux, le verre, le plastique, le papier et le carton, l'incinération à Bayet pour une partie des OMr et le compostage pour les des déchets verts.

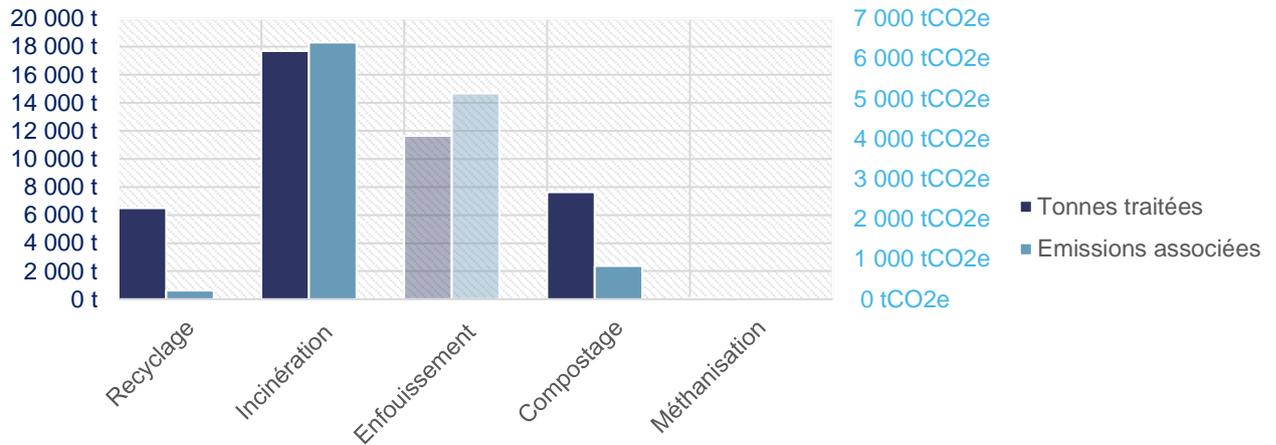


Figure 110 : Répartition des émissions de GES sur le territoire selon le type de traitement des déchets et leur quantité, Source E6, 2015

Les histogrammes en transparence sont liés à l'enfouissement des OMr produites sur le territoire.

#### Zoom sur la fabrication des futurs déchets

Le graphique suivant représente l'impact lié à la fabrication des déchets par type en fonction de la quantité :

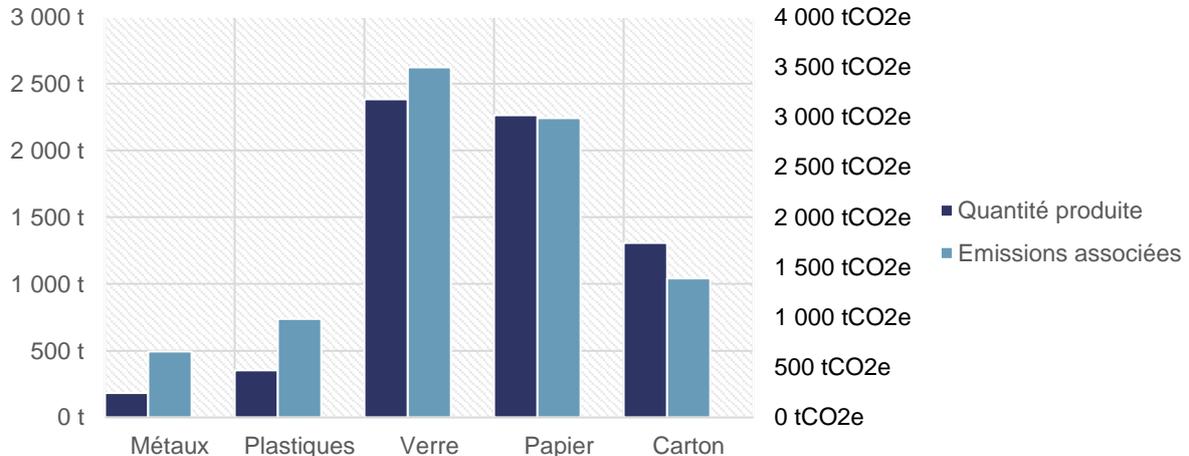


Figure 111 : Répartition de l'impact lié à la fabrication des futurs déchets sur le territoire, Source E6, 2015

La production d'aluminium est la plus impactante par rapport à la quantité extraite. Ceci est dû à l'extraction de minerais. L'utilisation d'aluminium recyclé permet de réduire de 95% cet impact (513 kgCO2e/t contre 9 827 kgCO2e/t).

Le graphique suivant représente, pour chacune des matières présentées ci-dessus, la comparaison entre l'utilisation d'une matière première neuve et d'un produit recyclé :

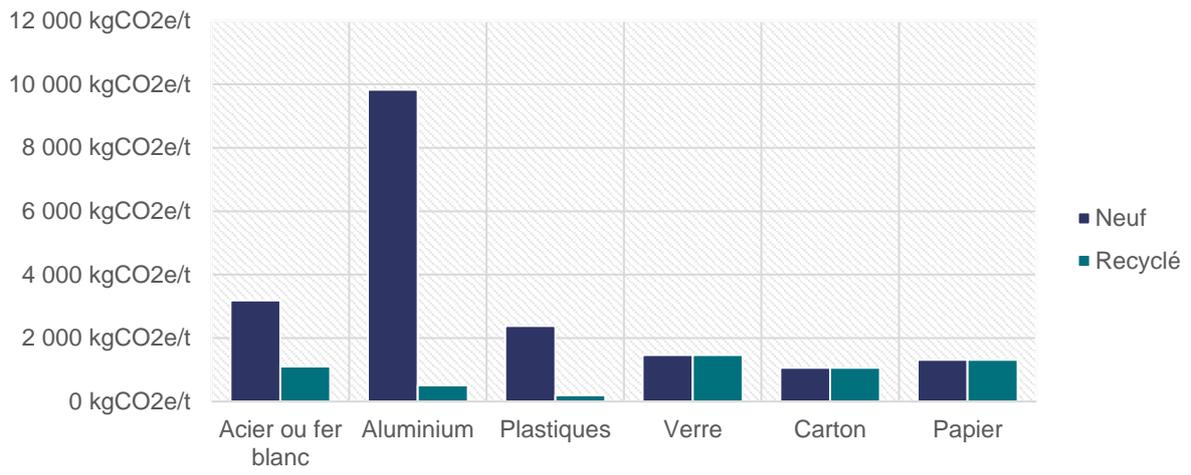


Figure 112 : Ecart entre la fabrication d'emballages à partir de matériaux recyclés ou non, Source : Base Carbone de l'ADEME

### 5.1.2.10. La production d'énergie

#### Les données utilisées

Les données de production d'énergie renouvelable par EPCI mises au point par l'OREGES ont été utilisées, ainsi que les données d'installations de production d'énergie raccordées aux réseaux de gaz et d'électricité, fournies par les gestionnaires de réseaux. Ces données sont les suivantes :

Source	Energie produite en 2015	Valeur intégrée au calcul ?
Bois énergie	171 735 MWh	Non car déjà pris en compte dans les secteurs consommateurs (catégorie ENRt)
Biogaz électricité	6 301 MWh	Oui
Biogaz chaleur	7 494 MWh	Non car déjà pris en compte dans les secteurs consommateurs (catégorie ENRt)
Eolien	56 764 MWh	Oui
Géothermie	29 315 MWh	Non car déjà pris en compte dans les secteurs consommateurs (catégorie ENRt)
Hydroélectricité	31 585 MWh	Oui
Photovoltaïque	2 872 MWh	Oui
Solaire thermique	3 120 MWh	Non car déjà pris en compte dans les secteurs consommateurs (catégorie ENRt)

Tableau 17 : Productions d'énergie du territoire, Source : OREGES 2015

#### Les résultats du secteur

Les émissions associées à la production d'énergie sur le territoire intégrées sur les réseaux sont de 764 tCO<sub>2</sub>e en 2015, soit 0,1% du bilan territorial.

Le graphique suivant représente la répartition des émissions de gaz à effet de serre par moyen de production. Ces émissions sont associées à la fabrication puis à la destruction en fin de vie des installations :

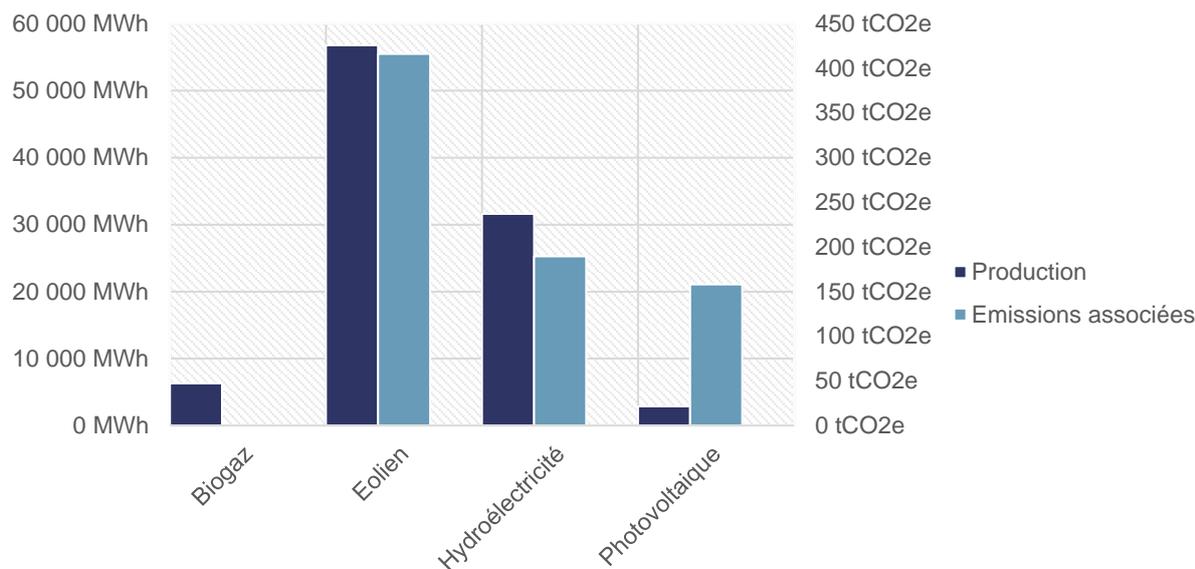


Figure 113: Répartition des émissions de gaz à effet de serre associées à la production d'énergie, E6/OREGES, 2015

#### 5.1.2.11. Le BEGES de territoire

Afin de pouvoir comparer les valeurs du territoire avec ceux des territoires voisins, de la région AURA ou de la France, la stratégie territoriale sera établie avec pour référence le BEGES réglementaire du territoire, ne prenant en compte que les scopes 1 et 2 (émissions directes et indirectes associées aux consommations d'électricité). Pour ce faire, les données de l'OREGES seront utilisées :

## BEGES de territoire, 2015, (source OREGES)

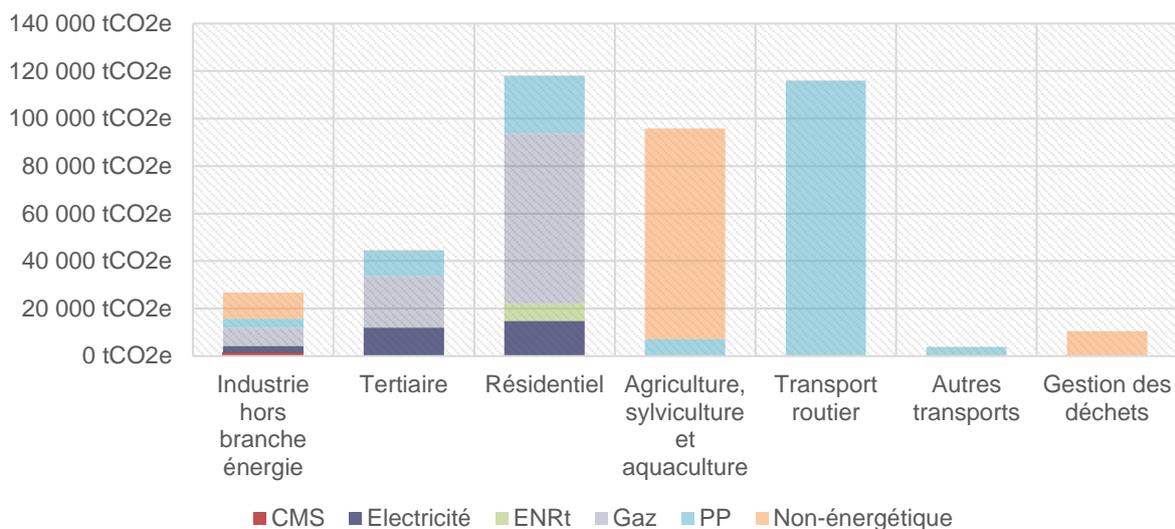


Figure 114 : BEGES du territoire de Vichy Communauté, 2015, OREGES

Les émissions de gaz à effet de serre du BEGES de territoire de la collectivité sont de 416 ktCO<sub>2e</sub>, soit 60% du Bilan Carbone<sup>®</sup> de territoire.

### 5.1.3. Les enjeux mis en évidence par l'étude

Ce bilan des émissions de gaz à effet de serre directes et indirectes du territoire ont permis de mettre en évidence plusieurs enjeux pour le territoire :

- Un secteur agricole à l'origine d'une part importante des émissions de gaz à effet de serre du territoire. Ces émissions sont très difficiles à réduire sans limiter l'activité et le secteur ne pourra compenser que via le développement du stockage de carbone ;
- Des émissions indirectes importantes, notamment le secteur « Alimentation » qui s'avère être le premier poste d'émissions sur le territoire. Il y a un enjeu sur le territoire sur la responsabilisation des résidents via les bonnes pratiques (limitation du gaspillage alimentaire, développement des repas à base de viande blanche ou végétariens, pratique de la réparation des biens, de l'achat d'occasion, etc.)
- Un enjeu sur les secteurs résidentiel et transport confirmé par cette étude. Les actions concourant à réduire la consommation énergétique de ces deux secteurs permettra de réduire l'impact de ces postes forts émetteurs en GES.

## Le Bilan gaz à effet de serre de la collectivité

### 5.1.4. Contexte

#### 5.1.4.1. Environnement

Objectifs fixés par la Loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV – 18/08/2015) :

- Réduction des émissions de GES de 40% à l'horizon 2030 par rapport à 1990 ;
- Réduction des consommations énergétiques finales de 20% à l'horizon 2030 par rapport à 2012 ;
- Réduire les consommations d'énergie primaires fossiles de 30% à l'horizon 2030 par rapport à 2012.

La France s'est engagée, avec la première Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) adoptée en 2015, à réduire ses émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) de 75% à l'horizon 2050 par rapport à 1990. Cette diminution des émissions est la concrétisation du « facteur 4<sup>18</sup> ». La loi dite « Énergie Climat », signée en 2019 rehausse ces objectifs à l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, la réduction de 50% de la consommation énergétique finale<sup>19</sup> à l'horizon 2050, l'augmentation de la part d'énergie renouvelables à « au moins » 33% de la consommation à l'horizon 2030.

Le principe de la Neutralité Carbone (NC) en 2050 traduit l'idée de ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que notre territoire peut en absorber via les forêts et les plantes.

La stratégie nationale n'a pas encore été traduite pour la Neutralité Carbone selon les différents secteurs. Cette ventilation sera basée sur le facteur 4 de la première SNBC. Pour réussir à atteindre le facteur 4, les objectifs nationaux sont déclinés selon les différents secteurs suivants :

	Part des émissions 2015	Objectifs nationaux 2028	Objectifs Nationaux 2050
Transport	27%	-29%	-70%
Résidentiel-tertiaire	20%	-54%	-87%
Agriculture	19%	-12%	-50%
Industrie	18%	-24%	-75%
Production d'énergie	12%		
Traitement des déchets	4%	-33%	-80%

Tableau 18 Ventilation des objectifs nationaux de réduction des émissions de GES aux horizons 2028 et 2050.

L'administration publique doit répondre à des objectifs très ambitieux. La part du résidentiel et du tertiaire représentent 20% de l'empreinte carbone actuelle de la France. L'objectif à l'horizon 2028 est de réduire de moitié ces émissions et l'objectif à l'horizon 2050 est de les réduire de 87%.

#### 5.1.4.2. Énergie

L'énergie finale est utilisée sous trois formes différentes :

<sup>18</sup> Le facteur 4 est une notion établie par le Groupement d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) en 1990 qui consiste pour les pays dits « industrialisés » à réduire leur émission de GES par 4 (en considérant que la production de 4 unités de richesse ne devait nécessiter qu'une unité de ressource naturelle).

<sup>19</sup> La consommation énergétique finale constitue l'ensemble de l'énergie consommée par l'Homme dont sont retirées les pertes liées au processus de production énergétique.

- La chaleur (pour l'industrie et le chauffage des locaux) ;
- La force motrice fixe (l'électricité pour l'éclairage, le froid, l'électroménager, les moteurs et certains procédés industriels) ;
- La force motrice mobile (pour les transports).

En 2014, la ventilation de la consommation énergétique finale en France en fonction des secteurs et des types d'énergie est représentée sur le graphique ci-dessous :

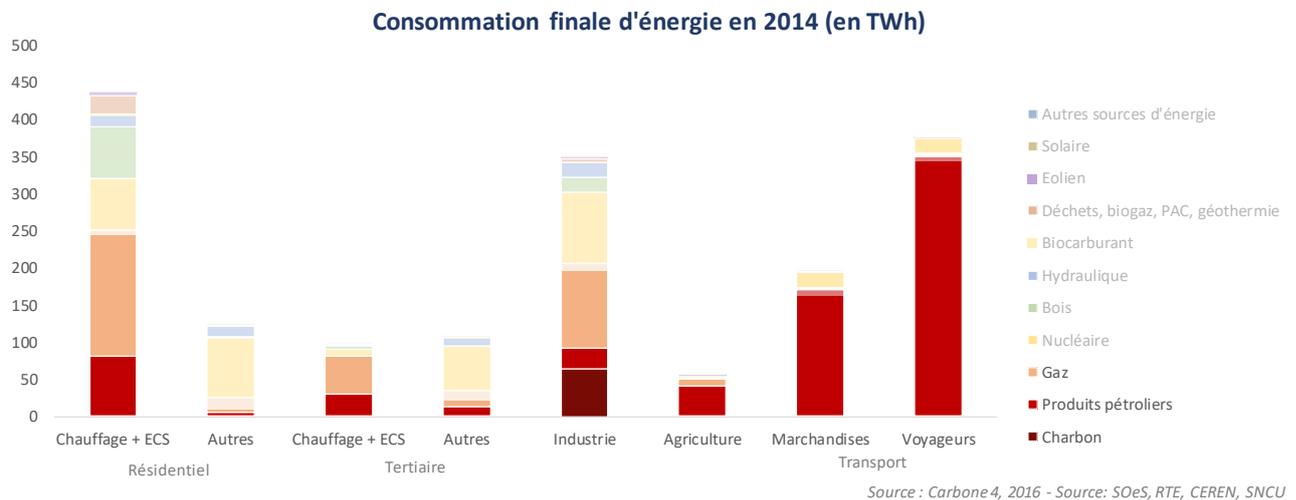


Figure 115 Consommation énergétique finale de la France selon différents secteurs

La forte présence des couleurs marron, rouge et rose souligne la dépendance de la France aux énergies fossiles. Il apparaît évident que la France est extrêmement dépendante dans les secteurs du transport, de l'agriculture, de l'industrie et du chauffage du résidentiel et du tertiaire.

Ces données font état d'une forte dépendance aux énergies fossiles et signalent d'une nécessité de modifier rapidement cette situation. Diverses actions et stratégies sont construites pour améliorer la résilience nationale :

- Stratégie GRDF – mix gaz 100% renouvelable ;
- Mobilisation générale du Gouvernement avec le Plan Rénovation Energétique ;
- 2040 – Fin de la vente des véhicules thermiques ;
- 2050 – Objectif National de la décarbonisation complète du secteur des transports terrestres.

## 5.1.5. LE BEGES et Périmètre d'étude

### 5.1.5.1. Le Bilan de Gaz à Effet de Serre

Le Bilan Carbone est une méthode opérationnelle permettant d'accompagner différents acteurs : territoires, entreprises, et porteurs de projets afin de quantifier leurs émissions de gaz à effet de serre et de définir des plans d'actions de réduction.

Les émissions de gaz à effet de serre étant liées aux consommations d'énergies fossiles, les plans d'actions permettent de dégager des économies Carbone, mais également de se prémunir de la hausse du prix des énergies fossiles.

Le Bilan Carbone, initialement développé par l'ADEME, aujourd'hui géré par l'ABC (Association Bilan Carbone), permet de comptabiliser les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre. La vulgarisation de

l'expression "bilan carbone" désigne aujourd'hui les démarches visant à évaluer les émissions de gaz à effet de serre dans le cadre d'une stratégie de réduction d'impacts environnementaux.

Le Bilan Carbone est un outil, qui, correctement et conjointement construit, permet des retours très intéressants et une approche exhaustive de la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre.

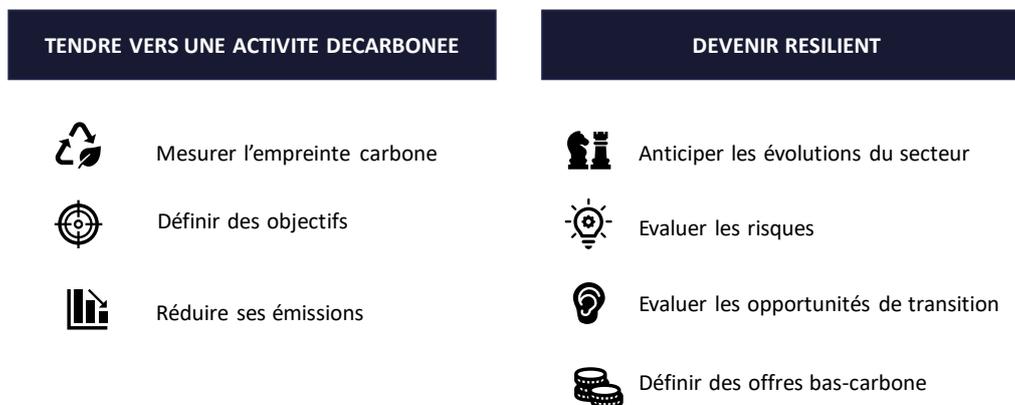


Figure 116 Résumé des objectifs de l'exercice du Bilan Carbone

### 5.1.5.2. Description de la personne morale

Raison sociale : CA VICHY COMMUNAUTE  
Code NAF : Administration publique générale (8411Z)  
Code SIREN : 200 071 363  
SIRET : 20007136300010  
Mode de consolidation : Organisationnelle



### 5.1.5.5. Organisation du BEGES

Le périmètre de ce BEGES est le périmètre opérationnel, à savoir :

- Les émissions directes ;
- Les émissions indirectes associées à l'énergie.

### 5.1.5.6. Année de reporting de l'exercice et année de référence

---

Année de reporting: 2018

Année de référence : 2018

Le périmètre organisationnel a évolué :

- Les facteurs d'émissions des gaz ont évolué (base carbone ADEME) ;
- Les facteurs d'émissions des réseaux de chaleur ont évolué ;
- Le périmètre organisationnel a évolué.

A défaut de données, l'exercice de 2014 n'a pu être recalculé.

## 5.1.6. Synthèse du BEGES réglementaire 2018

L'empreinte carbone du scope 1 et 2 des activités de la Communauté d'Agglomération Vichy Communauté se somme à 2 089 tCO<sub>2e</sub>.

### Equivalence



La fabrication de 1 580 tonnes de papier



La combustion de 705 336 L de pétrole



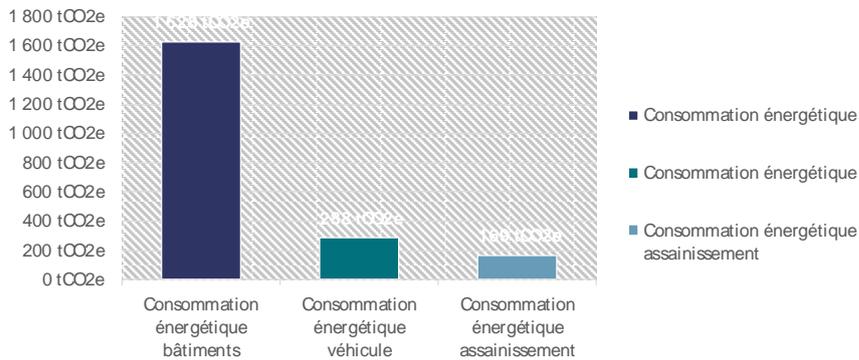
Les émissions d'un troupeau de 959 vaches en un an



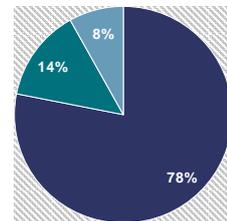
La photosynthèse de 339 ha de forêt en un an

### Ventilation des émissions

Ventilation des émissions scope 1 & 2 - Vichy Communauté



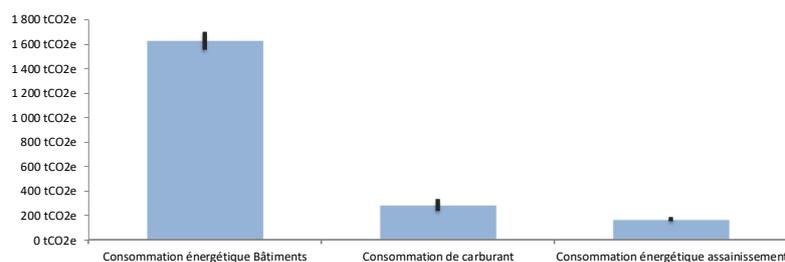
Ventilation des émissions



### Incertitude

L'incertitude de calcul sur le BEGES réglementaire est de 4%. Cette incertitude est faible et ne modifiera pas la hiérarchie des postes d'émissions

Recapitulatif : émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2e</sub>



### 5.1.7. Résultat du BEGES réglementaire 2018

L’empreinte carbone de la communauté d’agglomération Vichy Communauté se somme à **2 085 tCO<sub>2e</sub>**.

Pour comprendre ce que représentent ces émissions, ci-dessous une liste d’équivalence. Ces 673 tCO<sub>2e</sub> représentent :

- La fabrication de 1 580 tonnes de papier ;
- La combustion de 705 336 litres de pétrole ;
- L’empreinte carbone d’un troupeau 959 vaches ;
- L’équivalent de la photosynthèse de 339 ha de forêt (ce qui veut dire que 339 ha permettraient d’atteindre la neutralité carbone des émissions comptabilisées dans l’exercice du BEGESr).

#### Indicateurs

**4 tCO<sub>2e</sub>/agent** – Empreinte carbone de l’activité de Vichy Communauté en fonction du nombre d’agent.

**25 kgCO<sub>2e</sub>/habitant** – Empreinte carbone de l’activité de Vichy Communauté en fonction du nombre d’habitant

#### 5.1.7.1. Profil des émissions

Ci-dessous deux graphiques présentant les émissions Carbone scope 1 et 2 de Vichy Communauté selon l’ensemble des postes et sous postes :

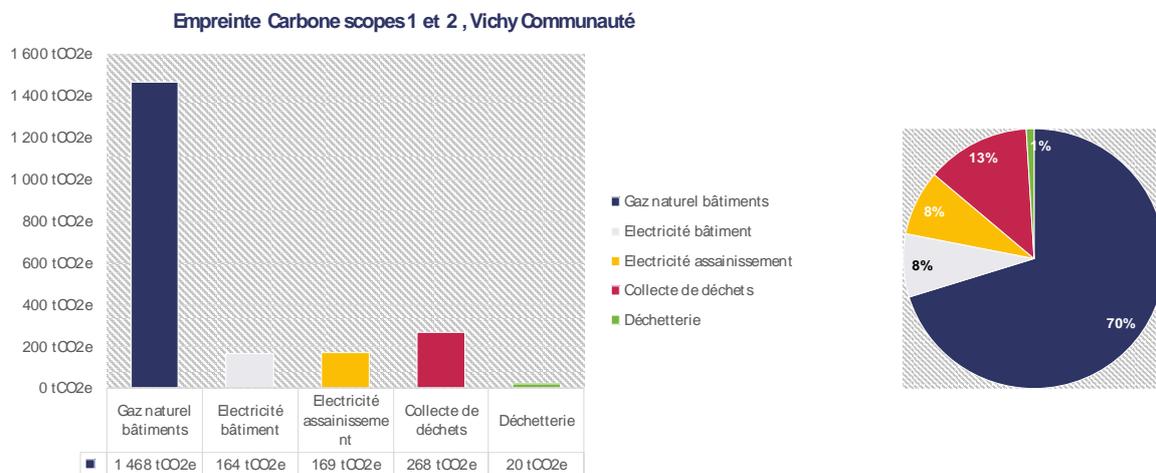


Figure 118 Ventilation de l’empreinte Carbone de la CA Vichy Communauté

Les émissions de Vichy Communauté se ventilent comment il suit :

- 1 468 tCO<sub>2e</sub> sont émis par la consommation de gaz naturel des bâtiments et représente 70% ;
- 164 tCO<sub>2e</sub> sont émis par la consommation électrique des bâtiments et représente 8% ;
- 169 tCO<sub>2e</sub> sont émis par la consommation d’électricité du service assainissement et représente 8% ;
- 268 tCO<sub>2e</sub> sont émis par la consommation de gazole du service collecte de déchets et représente 13% ;
- 20 tCO<sub>2e</sub> sont émis par la consommation de gazole du service de déchetterie et représente 1%.

### 5.1.7.2. Evaluation par scope

Les normes et méthodes internationales définissent 3 catégories d'émissions :

Scope 1 – Les émissions directes de GES : ces émissions proviennent des installations fixes ou mobiles. C'est-à-dire les émissions provenant des sources détenues ou contrôlées par Vichy Communauté, par exemple : la combustion des sources fixes et mobiles, les fuites de fluides frigorigènes, biomasses, ...

Scope 2 – Les émissions indirectes de l'énergie : ces émissions sont associées à la production d'électricité, de chaleur ou de vapeur importée pour les activités de Vichy Communauté.

Scope 3 – Les autres émissions indirectes : ces émissions sont indirectement produites par les activités de l'organisation et ne sont pas liés au scope 2. Par exemple : l'achat de matières premières, de services, ou autres produits, déplacements des salariés, fret, gestion des déchets, immobilisation de bien, ...

Le scope 3 n'est pas comptabilisé dans les BEGESr.

Ci-dessous la ventilation des émissions selon les scopes 1 et 2 de l'exercice :

Ventilation des émissions selon les scopes du BEGESr

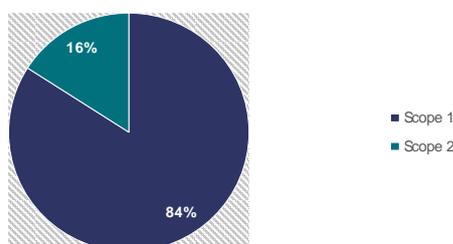


Figure 119 Ventilation des émissions selon les scopes 1 et 2 du BEGESr

#### Observations

- 84% de l'empreinte carbone provient du scope 1 soit 1 756 tCO<sub>2e</sub>.
- 16% de l'empreinte carbone provient du scope 2 soit 333 tCO<sub>2e</sub>.

### 5.1.7.3. Résultats du BEGES réglementaire 2020 sur les données 2018

Ci-dessous la présentation des résultats selon les 22 postes d'émissions définie dans l'exercice du Bilan Carbone. Le scope 1 et 2 sont définis respectivement par les postes 1 à 5 et de 6 à 7.

Catégories d'émissions	Numéros	Postes d'émissions	Emissions de GES						Emissions évitées de GES	
			CO2 (t CO2e)	CH4 (t CO2e)	N2O (t CO2e)	Autres gaz (t CO2e)	Total (t CO2e)	CO2 b (t CO2e)	Incertitude (t CO2e)	Total (t CO2e)
Emissions directes de GES	1	Emissions directes des sources fixes de combustion	1 750	0	6	0	1 756	18	88	0
	2	Emissions directes des sources mobiles à moteur thermique	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	Emissions directes des procédés hors énergie	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	Emissions directes fugitives	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)								
		<b>Sous total</b>	<b>1 750</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1 756</b>	<b>18</b>	<b>88</b>	<b>0</b>
Emissions indirectes associées à l'énergie	6	Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	333	0	0	0	333	0	24	0
	7	Emissions indirectes liées à la consommation de vapeur, ch	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>Sous total</b>	<b>333</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>333</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>0</b>
Autres émissions indirectes de GES	8	Emissions liées à l'énergie non incluses dans les postes 1 à 7	401	32	6	0	439	-18	21	0
	9	Achats de produits ou services	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	Immobilisations de biens	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	Déchets	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	Transport de marchandise amont	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	Déplacements professionnels	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	Actifs en leasing amont	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	Investissements	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	Transport des visiteurs et des clients	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	Transport de marchandise aval	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	Utilisation des produits vendus	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	Fin de vie des produits vendus	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	Franchise aval	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	Leasing aval	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	Déplacements domicile travail	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	Autres émissions indirectes	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>Sous total</b>	<b>401</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>439</b>	<b>-18</b>	<b>21</b>	<b>0</b>

Figure 120 Tableau des résultats du BEGES réglementaire 2019 sur les données 2018

### 5.1.8. Etude des données

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre réglementaire présente quatre postes importants :

- La consommation énergétique des bâtiments ;
- La consommation énergétique de l'assainissement ;
- La consommation énergétique des véhicules

#### 5.1.8.1. Empreinte Carbone de la consommation énergétique des bâtiments

La consommation énergétique des bâtiments représente 78% des émissions soit 1 628 tCO<sub>2e</sub>.

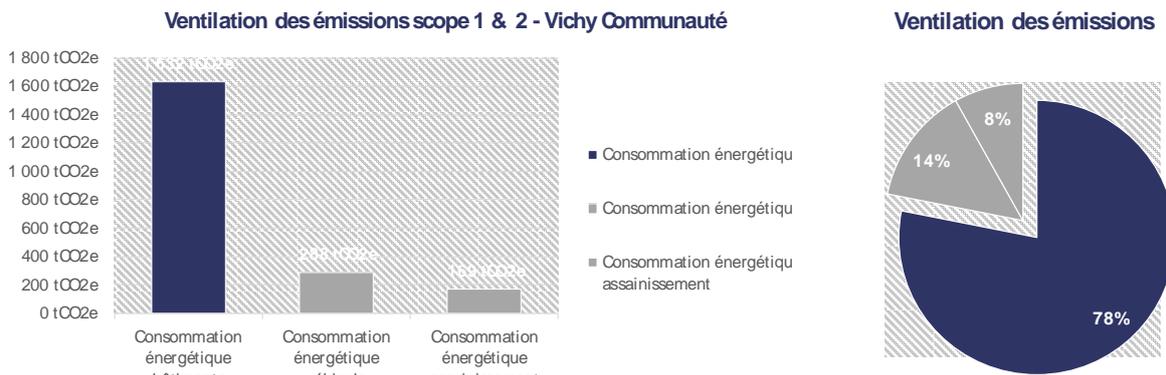


Figure 121 Ventilation des émissions de la consommation énergétique des bâtiments

#### Observations

Deux types d'énergies sont utilisées :

- La consommation d'électricité – 10% - 164 tCO<sub>2e</sub> ;
- La consommation de gaz – 90% - 1 468 tCO<sub>2e</sub> .

La consommation de gaz est 5 fois plus émettrice de gaz à effet de serre que l'électricité en France (principalement dû au parc nucléaire). Cet écart tend à diminuer avec le développement de la filière biogaz.

### 5.1.8.1.1. La consommation d'électricité des bâtiments

La consommation d'électricité représente 164 tCO<sub>2e</sub> soit 10% de l'empreinte Carbone de la consommation énergétique des bâtiments soit 8% de l'empreinte totale.

Ci-dessous la ventilation de l'empreinte Carbone ventilé selon les bâtiments les plus consommateurs :

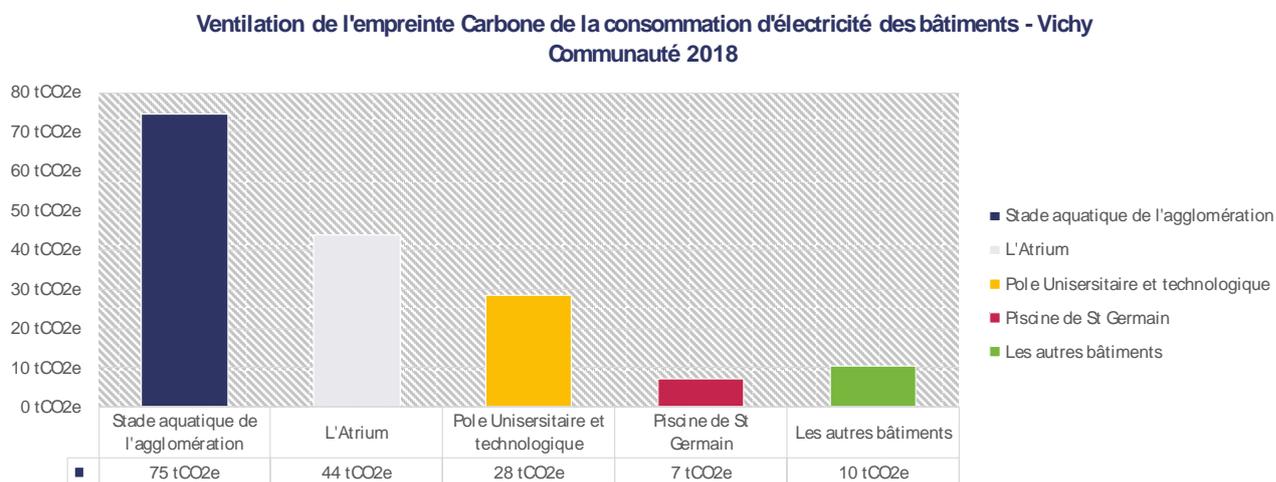


Figure 122 Ventilation des émissions induites par la consommation d'électricité

#### Observations

94% de l'empreinte carbone de la consommation énergétique des bâtiments proviennent de 4 bâtiments :

- Le stade aquatique de l'agglomération - 1,9 GWh - 74 tCO<sub>2e</sub> - 45% - A noter qu'à lui seul, ce centre représente la moitié des émissions de la consommation énergétique des bâtiments ;
- L'atrium consomme 1,1 GWh - 44 tCO<sub>2e</sub> - 27% ;
- Le pôle universitaire et technologique - 0,7 GWh - 28 tCO<sub>2e</sub> - 17% ;
- La piscine de Saint Germain - 0,2 GWh - 7 tCO<sub>2e</sub> - 4% ;
- Les autres bâtiment - 0,3 GWh - 11 tCO<sub>2e</sub> - 6%

### 5.1.8.1.2. La consommation de gaz des bâtiments

La consommation de gaz représente 1 468 tCO<sub>2e</sub> soit 90% de l’empreinte Carbone de la consommation énergétique des bâtiments soit 70% de l’empreinte totale.

Ci-dessous la ventilation de l’empreinte Carbone ventilé selon les bâtiments les plus consommateurs :

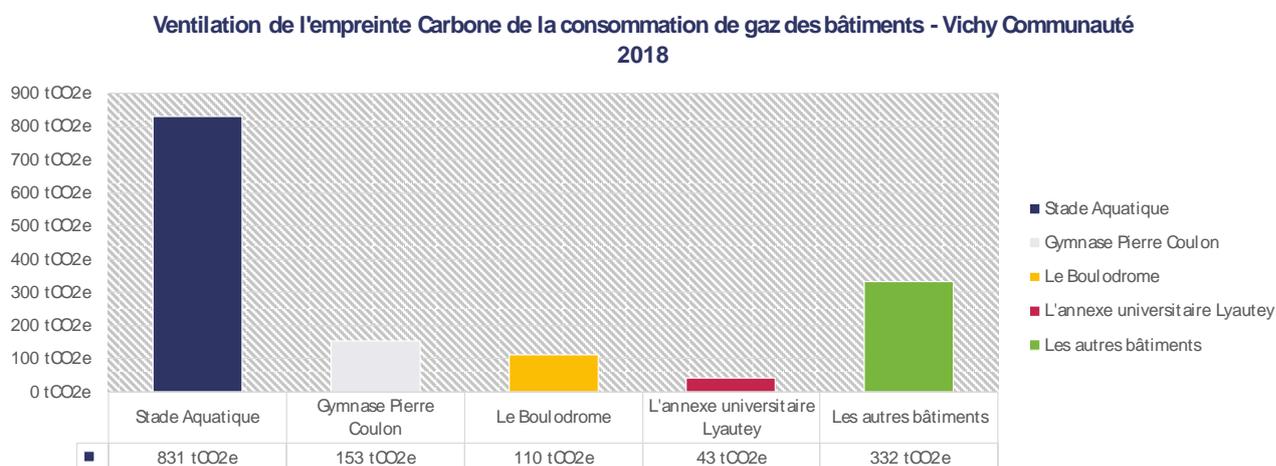


Figure 123 Ventilation de l’empreinte Carbone de la consommation de gaz des bâtiments

#### Observations

77% de l’empreinte carbone de la consommation énergétique des bâtiments proviennent de 4 bâtiments :

- Le stade aquatique de l’agglomération – 4,4 GWh - 831 tCO<sub>2e</sub> - 57% - A noter qu’à lui seul, ce centre représente la moitié des émissions de la consommation énergétique des bâtiments ;
- Le Gymnase Pierre Coulon consomme 0,8 GWh - 153 tCO<sub>2e</sub> - 10% ;
- Le Boulodrome - 0,6 GWh - 110 tCO<sub>2e</sub> - 7% ;
- L’annexe universitaire Lyautey – 0,2 GWh - 43 tCO<sub>2e</sub> - 3% ;
- Les autres bâtiment – 7,8 GWh – 1 468 tCO<sub>2e</sub> - 23%

#### A noter

Le stade aquatique représente plus de 50% de l’ensemble de la consommation énergétique des bâtiments, gaz et électricité confondu. A lui seul il représente 905 tCO<sub>2e</sub> soit 43% de l’empreinte Carbone scope 1 et 2 de la CA de Vichy Communauté.

### 5.1.8.2. La consommation énergétique de l'assainissement

La consommation de d'électricité du service assainissement représente 169 tCO<sub>2e</sub> soit 8% de l'empreinte Carbone de l'empreinte totale.

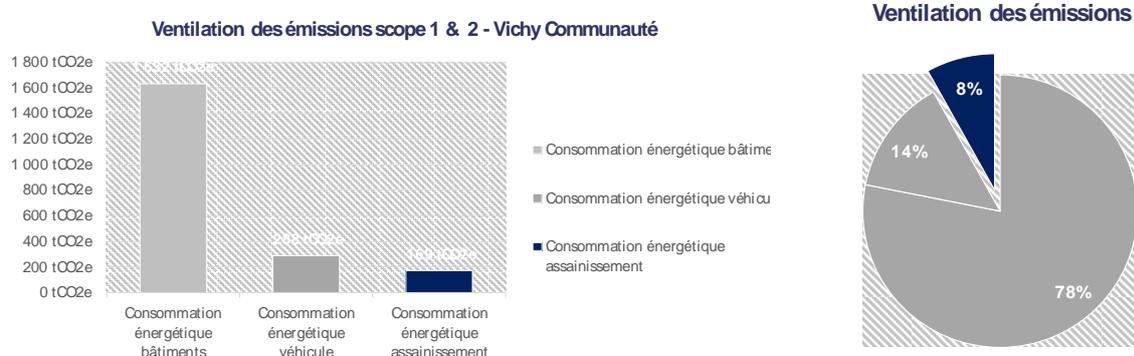


Figure 124 Ventilation des émissions de la consommation énergétique des installations du service assainissement

Ci-dessous la ventilation des émissions en fonction des installations :

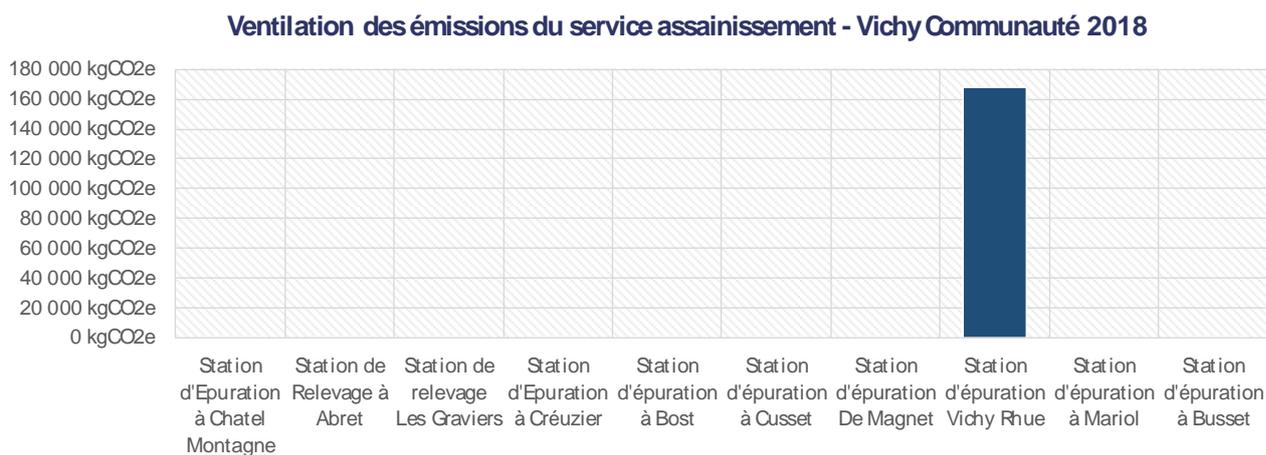


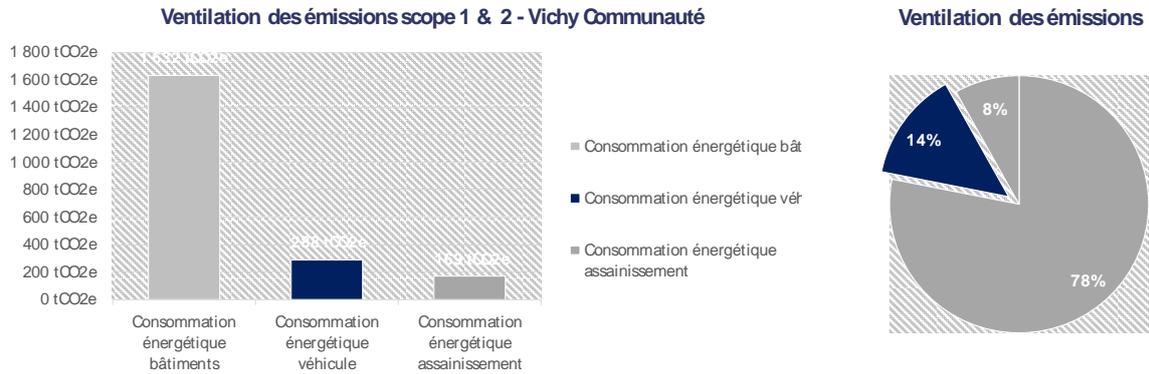
Figure 125 Ventilation des émissions du service assainissement

#### Observation

Un site représente 99% des consommations et de l'empreinte Carbone du service assainissement. C'est la station d'épuration Vichy Rue à Creuzier Le Vieux.

### 5.1.8.3. La consommation énergétique des véhicules

La consommation énergétique des véhicules représente 14% des émissions soit 288 tCO<sub>2e</sub>.



Deux services présentent des consommations de carburant :

- Le service de collecte des déchets qui a consommé 107 129L de gazole ;
- Le véhicule utilisé à la déchetterie qui a consommé 8 020L de gazole.

Ci-dessous la ventilation des émissions en fonction des installations :



Figure 126 Ventilation de l'empreinte Carbone de la consommation de carburant

Observations :

- Le service de collecte des déchets a une empreinte Carbone de 268 tCO<sub>2e</sub> soit 93% de l'empreinte de la consommation de carburant ;
- Le service de la déchetterie a une empreinte Carbone de 20 tCO<sub>2e</sub> soit 7% de l'empreinte Carbone de la consommation de Carburant.

#### 5.1.8.4. Focus consommation énergétique finale

L'énergie finale est utilisée sous trois formes différentes :

- La chaleur (pour l'industrie et le chauffage des locaux) ;
- La force motrice fixe (l'électricité pour l'éclairage, le froid, l'électroménager, les moteurs et certains procédés industriels) ;
- La force motrice mobile (pour les transports).

L'étude de la dépendance aux énergies fossiles de la CA Vichy Communauté permet de vérifier si la collectivité est sensible aux fluctuations des prix.

Ci-dessous un graphique ventilation les consommations énergétiques de la collectivité en fonction des grandes postes et de leur origine (fossile ou non).

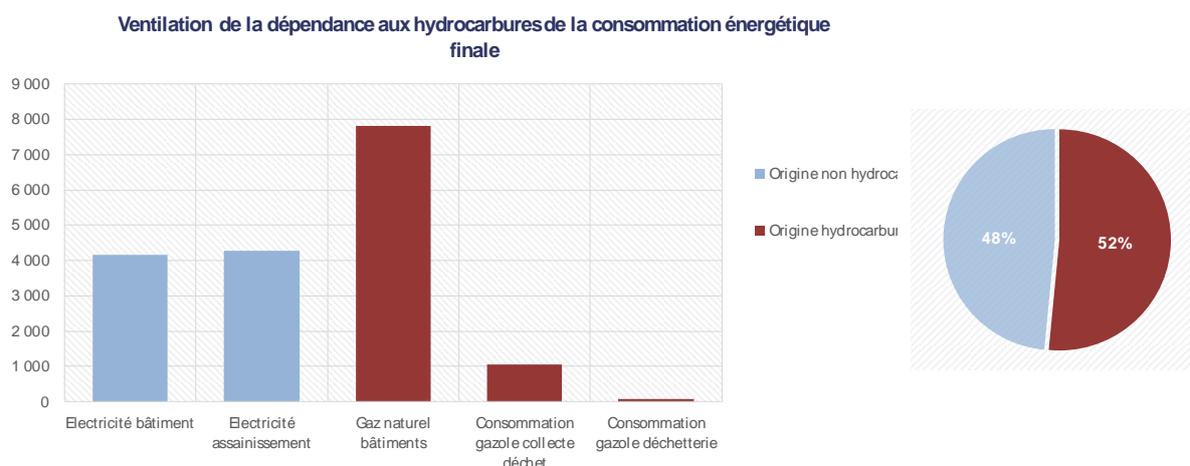


Figure 127 Ventilation des consommations énergétiques et dépendance aux hydrocarbures.

#### Attention

Seul le scope 1 et 2 sont comptabilisés dans cette étude. Si le périmètre est étendu au scope 3, le déplacement domicile travail des agents, le déplacement des visiteurs, les différents frets peuvent être des postes très importants sur la consommation énergétique d'origine fossile. La dépendance aux hydrocarbures comprend même l'achat de biens et de services puisque leur prix augmenterait si la fluctuation est trop importante.

Sur le scope 1 & 2 :

- 48% de la consommation énergétique proviennent d'origine non fossile (consommation d'électricité) ;
- 52% de la consommation énergétique finale proviennent d'origine fossile (déplacements et consommation de gaz des bâtiments)

## 5.1.9. Eléments d'appréciation sur les incertitudes

### 5.1.9.1. Incertitude globale

L'incertitude globale sur le bilan des émissions de Vichy Communauté est de 4%.

Pour rappel, cette incertitude se calcule pour chaque poste en combinant :

- **L'incertitude sur les facteurs d'émissions** (intrinsèque au facteur d'émissions de la base carbone),
- **L'incertitude sur les données** (qui dépend de la qualité des données transmises et sur laquelle l'entreprise peut agir).

### 5.1.9.2. Récapitulatif des incertitudes sur les données et les facteurs d'émissions

On peut conclure que l'incertitude générale du bilan GES réglementaire est élevée.

Elle pourrait perturber la hiérarchie des deux premiers postes d'émissions. Ci-dessous la représentation des émissions et leur incertitude selon les 7 postes du scope 1 et 2 selon la méthode Bilan Carbone :

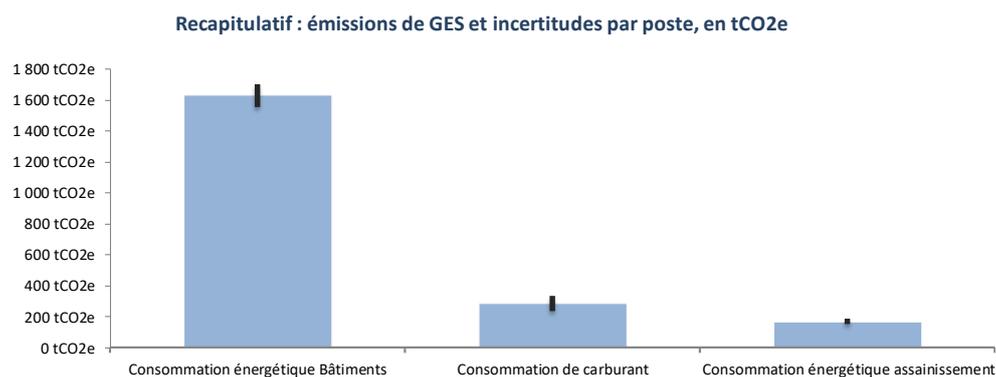


Figure 128 Emissions de GES et incertitudes par poste réglementaire

## 5.1.10. Synthèse des données

### 5.1.10.1. Synthèse globale

Ce tableau présente :

- Les données intégrées ;
- Les émissions associées ;
- Les incertitudes ;
- Les facteurs d'émissions utilisés.

Poste BC	Nom données	Données	Empreinte Carbone Scope 1 & 2	Incertitudes Scope 1 & 2	Facteurs d'émissions utilisés	Valeurs facteurs d'émissions	Source
00 - Général	Nombre d'agents	500					
	Nombre d'habitant	83 500					
01 - Energie	<b>Consommation énergétique Bâtiments</b>						
	Electricité bâtiment	4 156 520 kWh	164 183 kgCO <sub>2</sub> e	16 418 kgCO <sub>2</sub> e 2018 - mix moyen, France continentale, Base I		0,05 kgCO <sub>2</sub> e/kWh conso.xlsx	
	Electricité assainissement	4 278 543 kWh	169 002 kgCO <sub>2</sub> e	16 900 kgCO <sub>2</sub> e 2018 - mix moyen, France continentale, Base I		0,05 kgCO <sub>2</sub> e/kWh conso.xlsx	
	Gaz naturel bâtiments	7 828 937 kWh	1 467 746 kgCO <sub>2</sub> e	73 201 kgCO <sub>2</sub> e Gaz naturel - 2015 (mix moyen consommation		0,23 kgCO <sub>2</sub> e/kWh conso.xlsx	
	<b>Consommation énergétique Collecte des déchets</b>						
	Consommation gazole	107 129 L	268 180 kgCO <sub>2</sub> e	48 282 kgCO <sub>2</sub> e Gazole routier, France continentale, Base Carbone		2,50 kgCO <sub>2</sub> e/kWh	TR: Données consommation collecte des déchets.msg
	<b>Consommation énergétique déchetterie</b>						
	Consommation gazole	8 020 L	20 078 kgCO <sub>2</sub> e	2 005 kgCO <sub>2</sub> e Gazole routier, France continentale, Base Carbone		2,50 kgCO <sub>2</sub> e/kWh	RE: Rapport diagnostic Vichy Communauté .msg

Figure 129 Synthèse des données comptabilisées et des facteurs d'émissions utilisés

### 5.1.10.2. Données consommation de carburant

Consommation énergétique Carburant	Consommation		Empreinte
Collecte des déchets	107 129 L	268 180 kgCO <sub>2</sub> e	268 tCO <sub>2</sub> e
Déchetterie	8 020 L	20 078 kgCO <sub>2</sub> e	20 tCO <sub>2</sub> e

Figure 130 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation de carburant

### 5.1.10.3. Données consommation énergétique des bâtiments

Consommation électricité	Consommation électrique	Empreinte Carbone	Empreinte Carbone	Part
Stade aquatique	1 887 388 kWh	74 552 kgCO <sub>2</sub> e	75 tCO <sub>2</sub> e	45%
L'Atrium	1 106 061 kWh	43 689 kgCO <sub>2</sub> e	44 tCO <sub>2</sub> e	27%
Pole Unisersitaire et technologique	721 147 kWh	28 485 kgCO <sub>2</sub> e	28 tCO <sub>2</sub> e	17%
Piscine de St Germain	182 379 kWh	7 204 kgCO <sub>2</sub> e	7 tCO <sub>2</sub> e	4%
Les autres bâtiments	259 545 kWh	10 252 kgCO <sub>2</sub> e	10 tCO <sub>2</sub> e	6%
<b>Total</b>	<b>4 156 520 kWh</b>	<b>164 183 kgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>164 tCO<sub>2</sub>e</b>	<b>100%</b>

Figure 131 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation d'électricité des bâtiments

Consommation de gaz	Consommation	Empreinte Carbone	Empreinte Carbone	Part
Stade Aquatique	4 430 kWh	830 594 kgCO <sub>2</sub> e	831 tCO <sub>2</sub> e	57%
Gymnase Pierre Coulon	816 kWh	152 904 kgCO <sub>2</sub> e	153 tCO <sub>2</sub> e	10%
Le Boulodrome	585 kWh	109 664 kgCO <sub>2</sub> e	110 tCO <sub>2</sub> e	7%
L'annexe universitaire Lyautey	228 kWh	42 708 kgCO <sub>2</sub> e	43 tCO <sub>2</sub> e	3%
Les autres bâtiments	1 770 kWh	331 875 kgCO <sub>2</sub> e	332 tCO <sub>2</sub> e	23%
<b>Total</b>	<b>7 829 kWh</b>	<b>1 467 746 kgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>1 468 tCO<sub>2</sub>e</b>	<b>100%</b>

Figure 132 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation de gaz des bâtiments

#### 5.1.10.4. Données consommation énergétique de l'assainissement

Station	Adresse	Consommation	Empreinte Carbone	Part
Station d'Épuration à Chatel Montagne	La Chassagne 03250 Chatel Montagne	1 994 kWh	79 kgCO2e	0,05%
Station de Relevage à Abret	La Font Des Grimaux 03200 Abrest	749 kWh	30 kgCO2e	0,02%
Station de relevage Les Graviers	127 Avenue Des Gravieres 03200 Abrest	3 027 kWh	120 kgCO2e	0,07%
Station d'Épuration à Créuzier	La Chaume Gadon 03300 Creuzier Le Neuf	4 481 kWh	177 kgCO2e	0,10%
Station d'épuration à Bost	Lieu Dit Les Guittons 03300 Bost	183 kWh	7 kgCO2e	0,00%
Station d'épuration à Cusset	Les Grivats 03300 Cusset	107 kWh	4 kgCO2e	0,00%
Station d'épuration De Magnet	Rue Du Chateau Des Mussets 03260 Magnet	7 296 kWh	288 kgCO2e	0,17%
Station d'épuration Vichy Rhue	Rue Du Commandant Aubrey 03300 Creuzier Le Vieux	4 243 916 kWh	167 635 kgCO2e	99,19%
Station d'épuration à Mariol	Maison Blanche 03270 Mariol	13 282 kWh	525 kgCO2e	0,31%
Station d'épuration à Busset	8 Route De Mariol 03270 Busset	3 508 kWh	139 kgCO2e	0,08%

Figure 133 Synthèse des données comptabilisées associées à la consommation énergétique du service assainissement

## Séquestration carbone du territoire

### Comment fonctionne la séquestration

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est le principal gaz à Effet de Serre (GES) associé aux émissions anthropiques. A l'échelle mondiale, ce sont près de 32 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> qui ont été émises en 2013 par la consommation de nos réserves fossiles (pétrole, gaz, charbon). Par le phénomène de l'effet de serre, l'accumulation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère entraîne un réchauffement global de notre planète, d'où l'importance de mieux maîtriser les émissions anthropiques de ce gaz.

Par la combustion de nos réserves fossiles, du CO<sub>2</sub> est émis dans l'atmosphère.

L'écosystème, qui nous entoure, atténue de manière naturelle ses impacts en captant plus d'un tiers des émissions via le phénomène de la photosynthèse. Trois éléments assurent cette séquestration naturelle : le sol, les végétaux et les océans.

La séquestration du carbone suscite l'intérêt de nombreuses recherches avec notamment des études de séquestration et de stockage artificiel en milieu géologique.

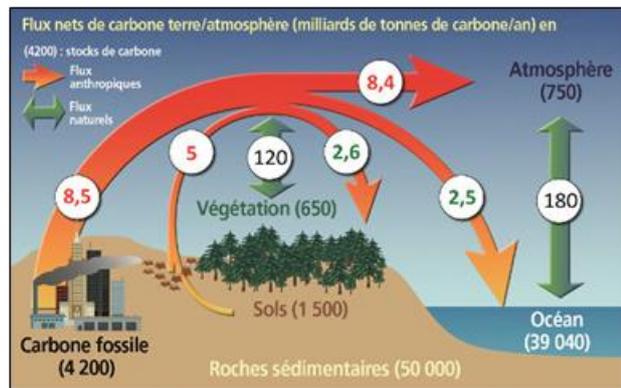


Figure 134: Flux nets de carbone

### L'arbre, pilier naturel de captation du CO<sub>2</sub>

Les arbres, qui nous entourent, jouent un rôle majeur dans la séquestration du carbone atmosphérique. Ils représentent un puits de carbone via le stockage dans la partie visible de l'arbre mais également dans le sol à partir des racines.

Au cours de sa croissance, l'arbre assimile du CO<sub>2</sub>, le stocke sous la forme de carbone et libère du dioxygène (O<sub>2</sub>) : il respire. Ce mécanisme appelé **photosynthèse**, lui permet d'emprisonner le carbone dans ses branches, son tronc et ses racines. Le devenir de ce carbone ainsi séquestré varie selon le choix de la fin de vie de l'arbre.

Il est possible de calculer la capacité de stockage de chaque essence d'arbre en fonction du diamètre de son tronc et de son âge d'exploitation.

De par ses racines, l'arbre planté sur des sols imperméabilisés permet d'augmenter l'infiltration en profondeur et donc par conséquent le carbone stocké dans les sols.

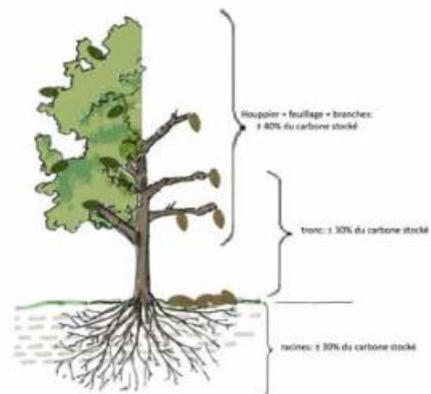


Figure 135: Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre

### Le cycle des exploitations françaises

Les exploitations forestières, sur le territoire français, sont gérées de manière cyclique sur le long terme. Chaque génération bénéficie de la gestion des générations précédentes et œuvre pour les suivantes.

Par exemple, un chêne sera à maturité pour l'utilisation en bois d'œuvre à 150 ans, contre 20 à 25 ans pour un peuplier et 50 à 80 ans pour les résineux. Un plan de chaque groupement forestier est mis en place à la suite d'études réalisées par des spécialistes. Un plan d'exploitation structuré doit être mise en place pour diversifier la typologie des forêts et pour mêler celles générant des revenus et celles permettant l'équilibre global de l'entité forestière. Ci-dessous un exemple du cycle d'exploitation des résineux dans les Landes.

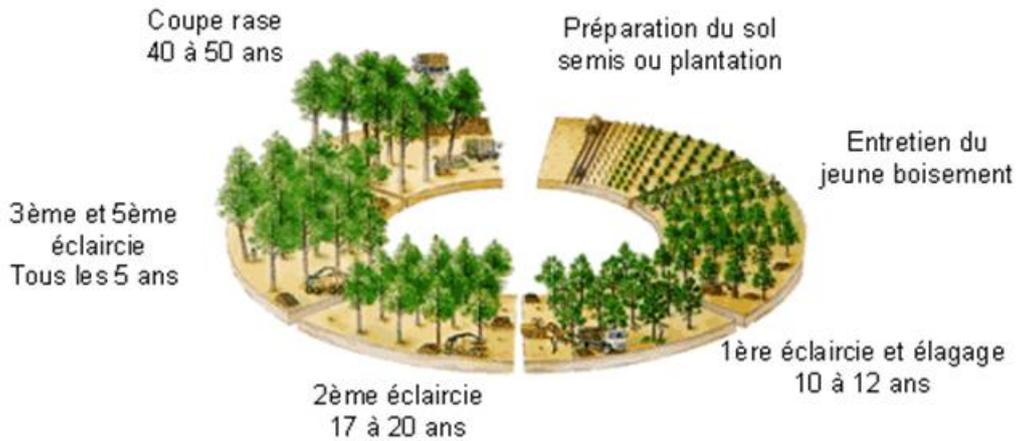


Figure 136 Schéma du cycle de l'exploitation des Landes - source : Actionpin

### Le schéma de succession écologique

La succession écologique est le processus naturel d'évolution et de développement d'un écosystème. Cette recolonisation passe par différents stades : du stade pionnier initial au stade dit climacique. Ci-dessous un schéma de l'évolution naturelle d'un écosystème. Ces successions de stades de « cicatrisation écologique » suivent une perturbation et crée la résilience écologique de la nature. Ce cycle correspond l'évolution des habitats naturels vers le boisement (à condition que ces derniers ne soient pas contraints à un usage ou une valorisation humaine).

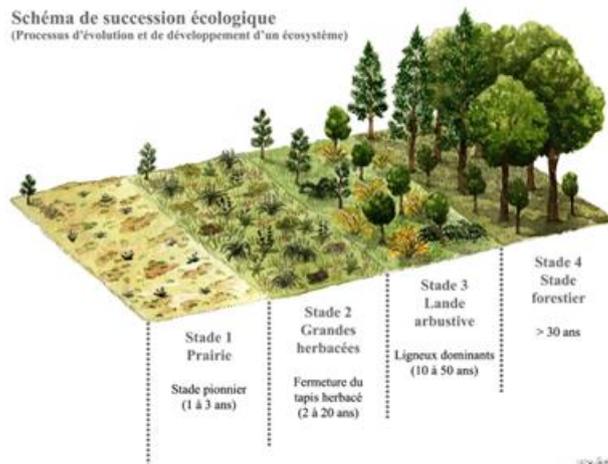


Figure 137 Schéma du cycle de succession écologique - source : florencedellerie

### Le sol, un puit de carbone sous nos pieds

Les matières organiques présentes dans nos sols séquestrent deux à trois fois plus de carbone que nos végétaux. Le sol constitue ainsi le réservoir de carbone le plus important de notre écosystème.

En France, entre 3 à 4 milliards de tonnes de carbone sont stockées dans les premiers centimètres de nos sols.

Le niveau de stockage dépend en grande partie de l'affectation donnée au sol. La cartographie ci-contre met en évidence l'impact significatif de l'Homme sur la capacité de séquestration de carbone dans les sols. En effet, plus un sol se retrouve « artificialisé », plus sa capacité de stockage est réduite.

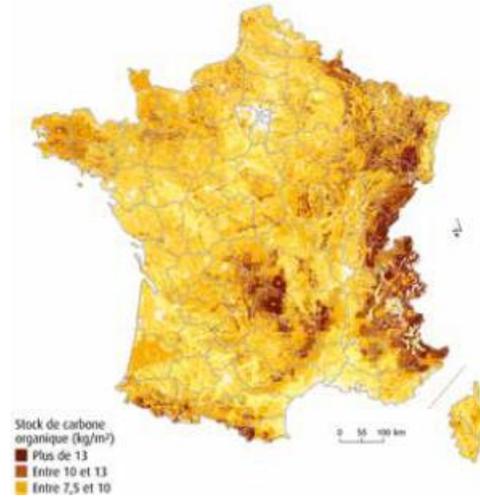
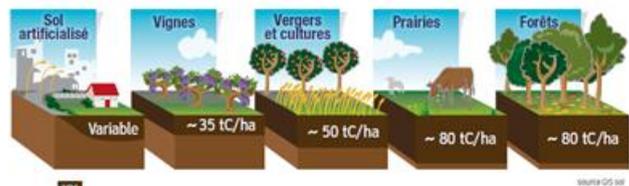


Figure 138: Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France

Différents types d'affectation ont été établis dans cette étude. Chacune de ces affectations est associée à un facteur de séquestration issu d'une moyenne française.



### L'importance de préserver les sols riches en carbone

Lorsqu'un terrain est artificialisé, les sols déstockent du carbone et provoquent un **changement d'affectation**.

Ces « émissions » associées à ces changements d'affectation peuvent prendre différentes formes :

- **Surfaces défrichées** : Les forêts ou prairies converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols ;
- **Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie** : Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures ;
- **Surfaces imperméabilisées** : Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.

Dans une partie précédente, il est expliqué que les arbres, par le processus de la photosynthèse, séquestrent du CO<sub>2</sub>. Inversement, lorsque l'on brûle un arbre, le carbone qui était stocké se restitue à l'atmosphère. Il est possible d'éviter l'émission de ce carbone dans l'atmosphère en le stockant dans des produits issus de la filière forêt bois, comme par exemple dans une maison à ossature bois.

Ce mode de consommation par le biais de matériaux biosourcés assure un cycle de vie durable et moins carboné tout en ayant des matériaux de bonne qualité.

La valorisation des produits bois est valable et vertueuse à une seule condition, gérer de manière durable nos forêts.

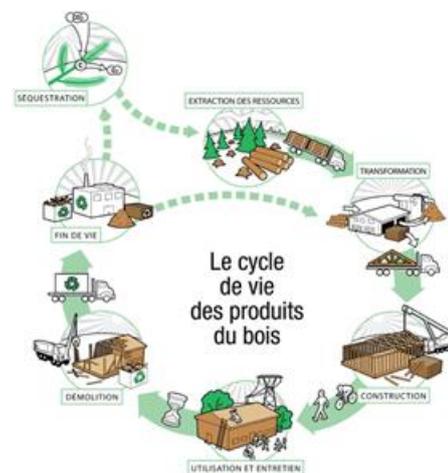


Figure 139: Cycle de vie des produits bois

### Effets de substitution

Comme évoqué dans la partie précédente, brûler du bois émet du CO<sub>2</sub>, mais il est intéressant d'analyser la finalité de ces émissions de GES. Brûler du bois permet de produire de la chaleur et ainsi de se substituer à d'autres sources de production de chaleur plus « carbonées ». Il est ainsi important de valoriser ces effets de substitution afin de favoriser le recours aux produits et énergies biosourcés. Dans cette catégorie plusieurs postes ont été identifiés :

- Produits bois finis pour les effets dits de « substitution matériaux » : Lorsque l'on substitue l'utilisation d'un matériau pour un matériau bois ;
- Bois énergie brûlé par les ménages (« substitution énergie ») : Lorsque l'on consomme du bois afin de se substituer à un autre mode de chauffage (cheminée) ;
- GWh de chaleur produite, dans les secteurs industriels, collectifs et tertiaires (« substitution énergie ») : Lorsque l'on consomme du bois afin de se substituer à un autre mode de chauffage (chaudière à granulats) ;
- Electricité fournie au réseau à partir de biomasse solide (« substitution énergie ») : Energie dégagée par combustion de matériaux solides comme le bois ensuite transformée en électricité à l'aide d'une turbine ;
- Electricité fournie au réseau à partir de biogaz (« substitution énergie ») : Energie dégagée par combustion de matériaux d'origine organiques et ensuite transformée en électricité à l'aide d'une turbine. Ce biogaz s'obtient par fermentation de matières organiques en l'absence de dioxygène.

## Le stockage du carbone par pompage

Des dispositifs mécaniques permettent de capter le CO<sub>2</sub> par le biais de station de pompage. Ce gaz est ensuite compressé, puis injecté via des gazoducs dans les sous-sols dans le but de ne pas laisser repartir le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Ces « poches carbonées » peuvent être par exemple d'anciens réservoirs de pétrole et de gaz, des mines de sel ou de charbon non utilisées, des lacs souterrains... En bref, tout type réservoir géologique étanche.

L'avantage est de moins perturber le climat avec une émission de CO<sub>2</sub> constante.

Mais cette façon non naturelle de stockage de carbone possède ses désavantages.

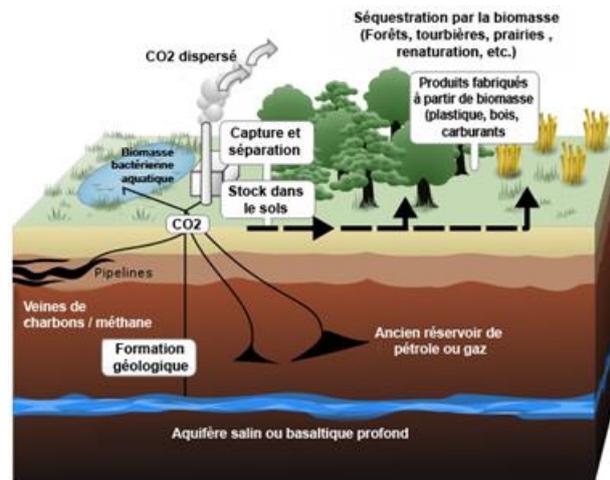


Figure 140: Schéma du stockage carbone par pompage

Tout d'abord, cette technologie reste très peu développée et n'incite pas au développement d'énergie dites « alternatives ». De plus, ce processus requiert une énergie afin de capter et stocker.

## La Neutralité Carbone

Atteindre la Neutralité Carbone implique de ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que l'on ne peut en absorber. L'augmentation de la capacité d'absorption de ses puits naturels (type sols et forêts) permet de compenser les dernières émissions dites incompressibles d'une entité. Cet indicateur est indissociable de la Neutralité Carbone.

Le graphique ci-dessous représente un exemple de l'atteinte d'une Neutralité Carbone :

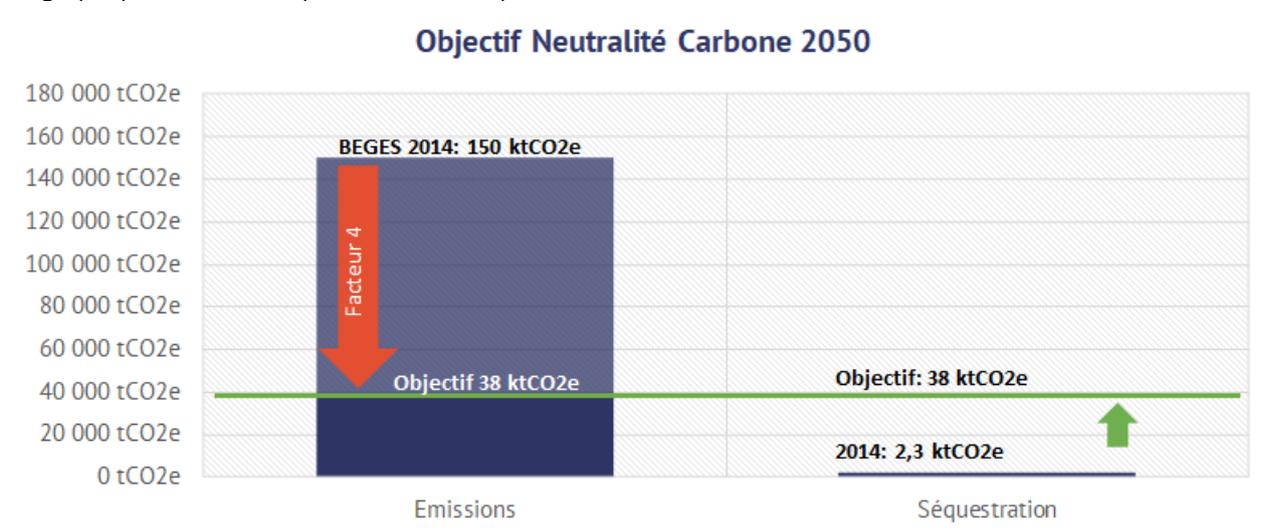


Figure 141: Exemple d'objectif de Neutralité Carbone – source : E6

A gauche sont représentées les émissions d'une entité sur une année, qui si elles sont réduites par un facteur 4, atteignent 38 ktCO<sub>2e</sub>. A droite est représentée la quantité de CO<sub>2e</sub> captée par la forêt en une année. Il faut augmenter la séquestration carbone à hauteur de 38 ktCO<sub>2e</sub> pour atteindre la Neutralité Carbone de cette entité. Concernant la séquestration carbone, levier initial de la compensation carbone, deux principes sont comptabilisés :

- le stock Carbone, déjà présent dans le sol et la biomasse ;
- le flux Carbone qui représente ce que stocke et déstocke un territoire / un végétal sur une année.

Le principe de compensation peut être alors ponctuel ou de durée.

Prenons l'exemple de compensation de la construction et l'utilisation d'un bâtiment :

- La construction du bâtiment d'une surface de 10 ha représente une action ponctuelle sur un périmètre d'étude. Pour compenser l'empreinte carbone de cette construction, il convient de planter 10 ha de forêt. On comptabilisera ainsi la différence entre le stock carbone du type de sol des 10 ha initiaux et le stock carbone des 10 ha de forêt pour évaluer le stock carbone du sol séquestré.
- Cependant, le bâtiment a une durée de vie beaucoup plus longue que la simple année de construction. Chaque année, la consommation d'énergie, les déplacements des usagers, la maintenance, etc vont émettre du carbone. Il faudra donc avoir planté suffisamment de végétaux pour que la photosynthèse et donc la captation de carbone par les végétaux chaque année soit égale au carbone émis.

#### **L'initiative 4 pour 1 000**

Cette initiative internationale, lancée par la France lors de la COP21, consiste à démontrer que l'agriculture, et en particulier les sols agricoles, peuvent jouer un rôle important pour la sécurité alimentaire et le changement climatique.

Il est annoncé qu'une croissance annuelle du stock de carbone dans les sols de 0,4% par an permettrait de stopper l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère liée aux activités humaines. L'agriculture apparaît alors comme un moyen de lutter contre les changements climatiques. Cette augmentation de la quantité de carbone dans les sols contribuerait à stabiliser le climat mais également à assurer la sécurité alimentaire.

Les mesures qui en ressortent sont :

- Réduire la déforestation ;
- Encourager les pratiques agroécologiques qui augmentent la quantité de matière organique dans les sols répondant à l'objectif de 4‰ par an.

Une [vidéo de présentation](#) permet de comprendre cette démarche.

## 5.1.11. Synthèse

### 5.1.11.1. Les résultats de l'étude

Le territoire de CA Vichy Communauté séquestre plus de **28 440 ktCO<sub>2</sub>e** de carbone grâce à son écosystème naturel. L'objectif est de conserver ce stock dans nos sols et tenter de l'accroître naturellement pour répondre aux enjeux actuels.

### 5.1.11.2. Les données intégrées

Dans le cadre de cette étude, l'analyse est découpée en 15 catégories (niveau 1), réparties ensuite dans 9 grands ensembles (niveau 2) de catégories.

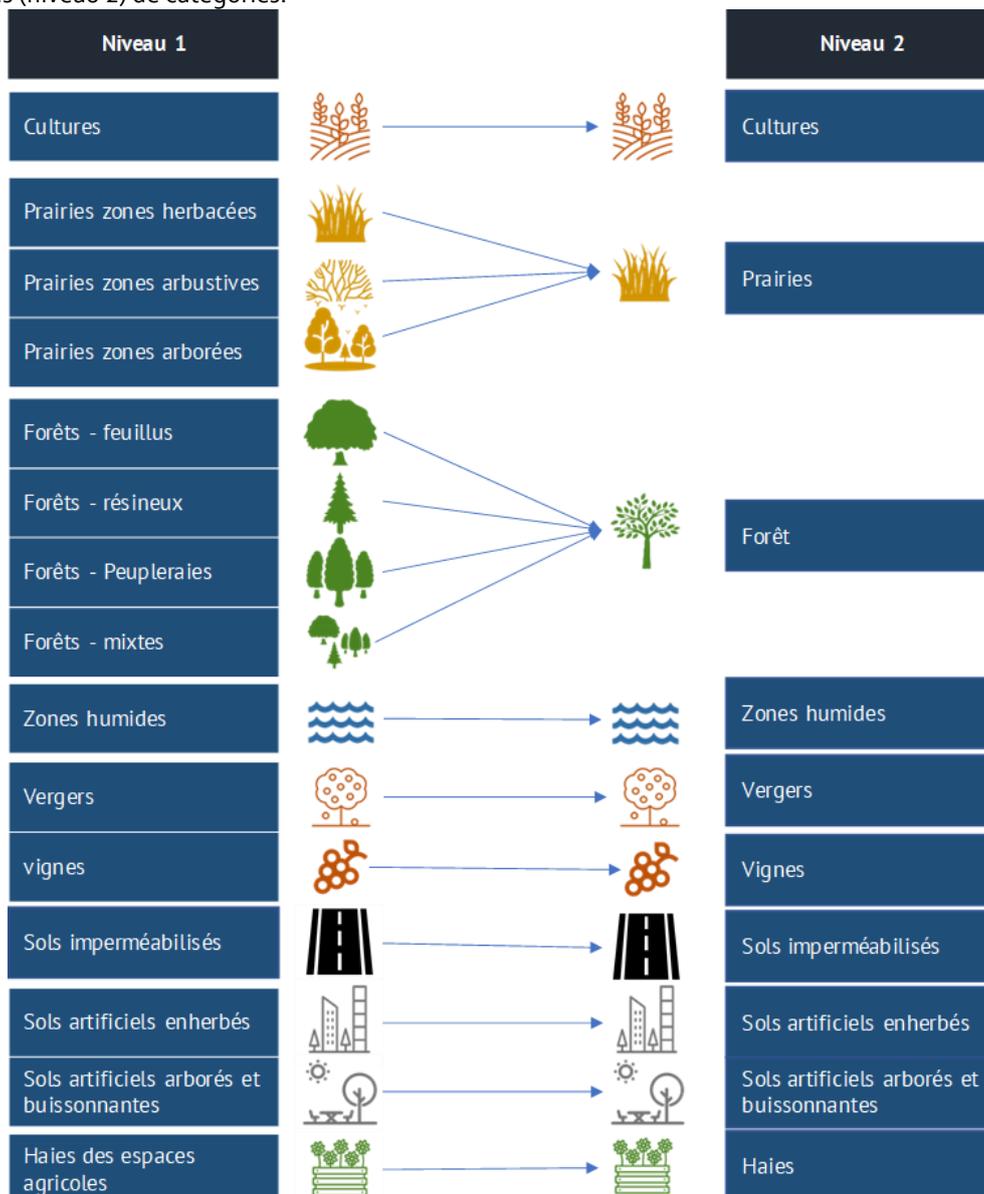


Figure 142 Représentation des typologies selon 2 catégories – source : E6

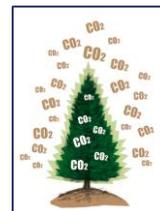
Pour comprendre ces deux niveaux de répartition, il faut concevoir que les stocks de carbone sont calculés en fonction de 3 réservoirs de carbone : le sol, la litière et la biomasse (aérienne et racinaire). Ci-dessous un descriptif de ces réservoirs :



Le réservoir sol représente la quantité de carbone stockée dans les 30 premiers centimètres.



La litière représente les feuilles mortes et les débris végétaux en décomposition qui recouvrent le sol.



La biomasse (aérienne et racinaire) représente la quantité de carbone stockée par les végétaux dans les parties intra sol et hors sol.

La répartition du premier classement, selon 9 typologies, est nécessaire pour le calcul de séquestration de carbone du sol. Les facteurs de séquestration utilisés correspondent aux grandes familles.

Les facteurs de séquestration liés à la biomasse et la litière sont un peu plus précis et il est nécessaire de ventiler le territoire en 15 typologies pour calculer le carbone séquestré dans ces réservoirs.

#### Avertissement

Les résultats présentés doivent être considérés avec précaution compte tenu de l'incertitude sur certaines données ou du manque de facteurs de séquestration (des hypothèses et estimations ont été réalisées pour évaluer les stocks dans les grandes familles de surfaces présentes sur le territoire).

## 5.1.12. Patrimoine et capital carboné

### 5.1.12.1. Surface occupées et grandes familles

L'ensemble de la surface de la CA Vichy Communauté a été ventilé selon les différentes typologies du territoire.

	Typologie	Part occupée	Surface occupée
	Cultures	18%	<b>13 504 ha</b>
	Prairies	37%	<b>28 090 ha</b>
	Forêts	36%	<b>26 921 ha</b>
	Sols imperméabilisés	6%	<b>4 303 ha</b>
	Sols artificiels enherbés	1%	<b>1 009 ha</b>

	Sols artificiels arborés et buissonnantes	>1%	<b>67 ha</b>
	Haies	1%	<b>776 ha</b>
	Zones humides	>1%	<b>350 ha</b>

Tableau 19 Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies - -- source Corine Land Cover / E6

### 5.1.12.2. Ventilation du stock de carbone

Ci-dessous deux graphiques représentant la ventilation des typologies de surface du territoire selon deux niveaux de prévisions. Ces niveaux sont définis par la base de données Corine Land Cover.

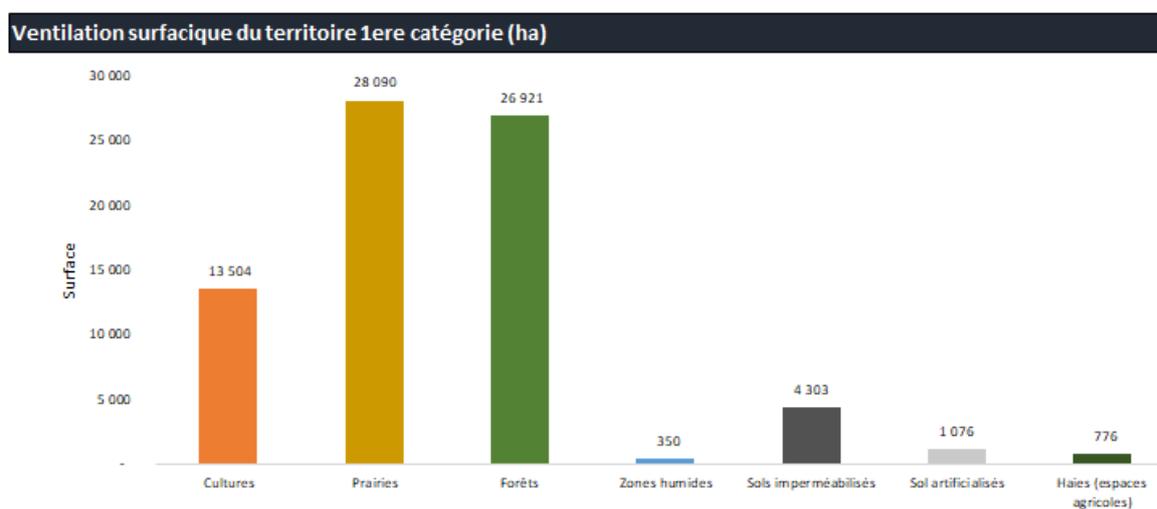


Figure 143 : Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories - source Corine Land Cover/ E6

Suivant les typologies énumérées précédemment, les facteurs de séquestration en tCO<sub>2</sub>e/ha des trois réservoirs de chaque typologie ont permis de calculer le capital carboné du territoire. Il se somme à 28 440 ktCO<sub>2</sub>e.

Ci-dessous la répartition de ce stockage.

## Ventilation des typologies de sol - 2018

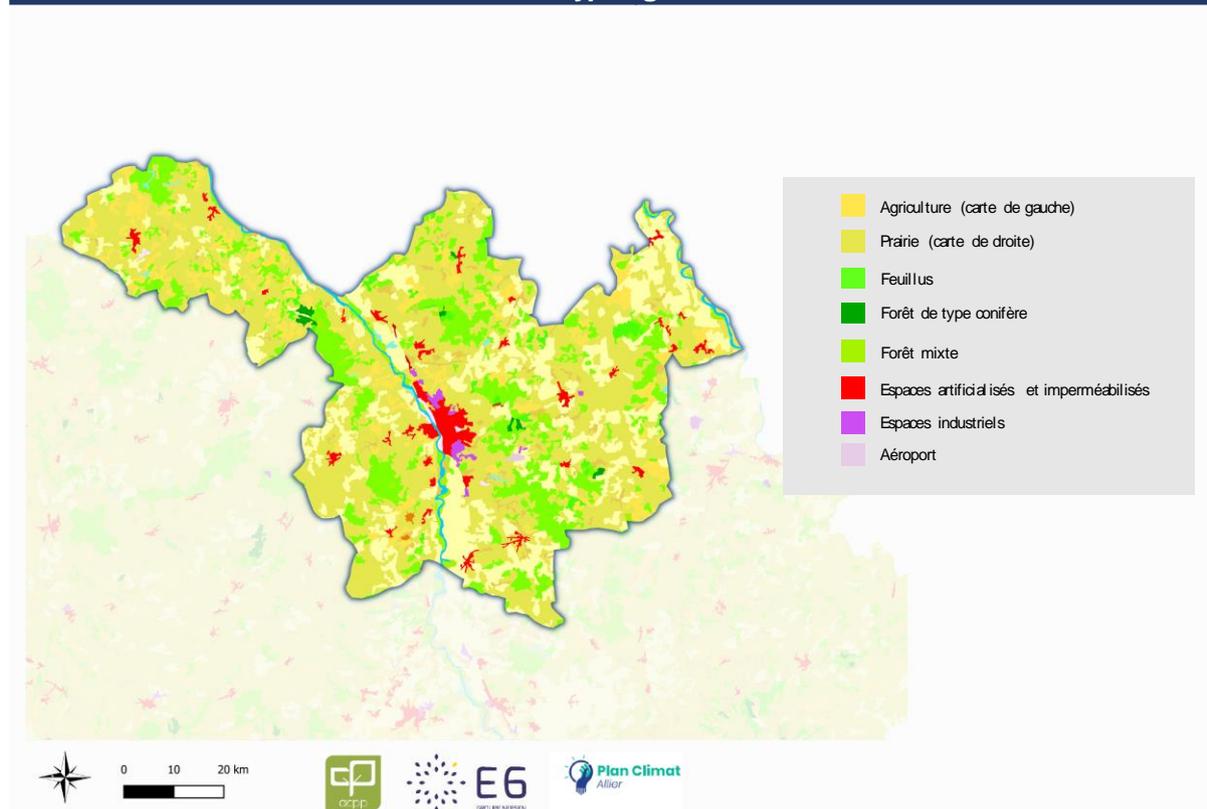


Figure 144 Ventilation du stock carbone selon les typologies de la catégorie 1

La hiérarchie observée est la suivante :

- Les cultures stockent 2 523 ktCO<sub>2</sub>e. Ce qui équivaut à 9% du stock actuel ;
- Les forêts stockent 16 033 ktCO<sub>2</sub>e soit 29% (Intra sol, biomasse et litière) ;
- Les prairies stockent 58% ce qui équivaut à 8 091 ktCO<sub>2</sub>e ;
- Les zones humides stockent plus de 1% soit 161 ktCO<sub>2</sub>e ;
- Les zones urbanisées imperméabilisées stockent 473 ktCO<sub>2</sub>e soit 2% ;
- Les zones artificialisées stockent 347 ktCO<sub>2</sub>e soit 1% ;
- Les haies en bordure de terrain agricole participent au stockage de carbone à hauteur de 1% soit 243 ktCO<sub>2</sub>e.

Le stock carbone entre les trois réservoirs se ventile comme il suit :

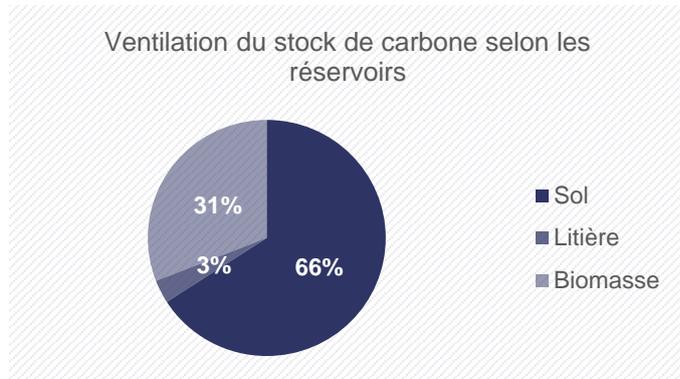


Figure 145 Ventilation du stock carbone selon les réservoirs– source Corine Land Cover / E6

Les 2/3 du carbone stocké sur le territoire provient du carbone des sols et environs 1/3 provient de la biomasse (intra et hors sol). Le stock lié à la litière apparaît négligeable au regard des deux autres. Si ce stock est comparé à nos émissions, il s'agit alors d'une quantité de carbone très importante. Pour rappel, seuls les arbres contribuent à augmenter le stock carbone de ces trois réservoirs en même temps. Le graphique ci-dessous représente les 12 typologies ventilées selon la quantité de stock carbone de leur réservoir.

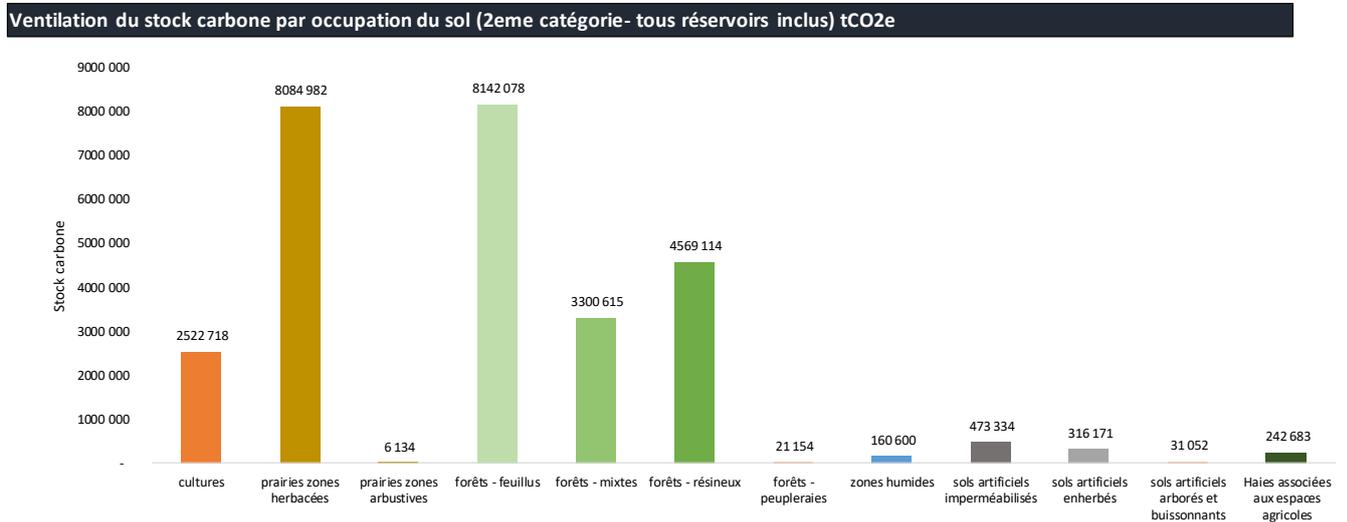


Figure 14,6 Ventilation du stock carbone selon les différentes typologies et des réservoirs

Pour résumé, CA Vichy Communauté est un territoire qui doit la majeure partie de son stock carbone à la présence de forêts et de cultures.

Le territoire a donc un facteur moyen de séquestration de **375 tCO2e/ha** sur son territoire.

Ci-contre et ci-dessous un schéma permettant une meilleure compréhension de cette valeur.

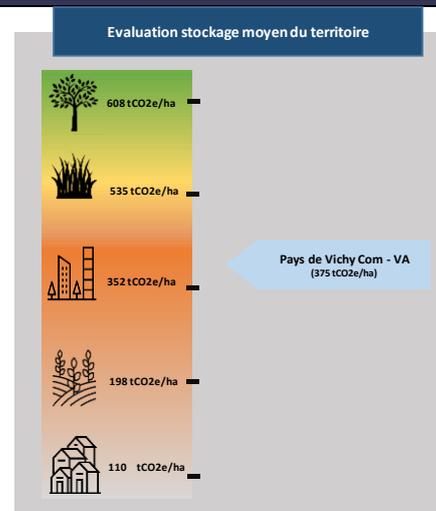
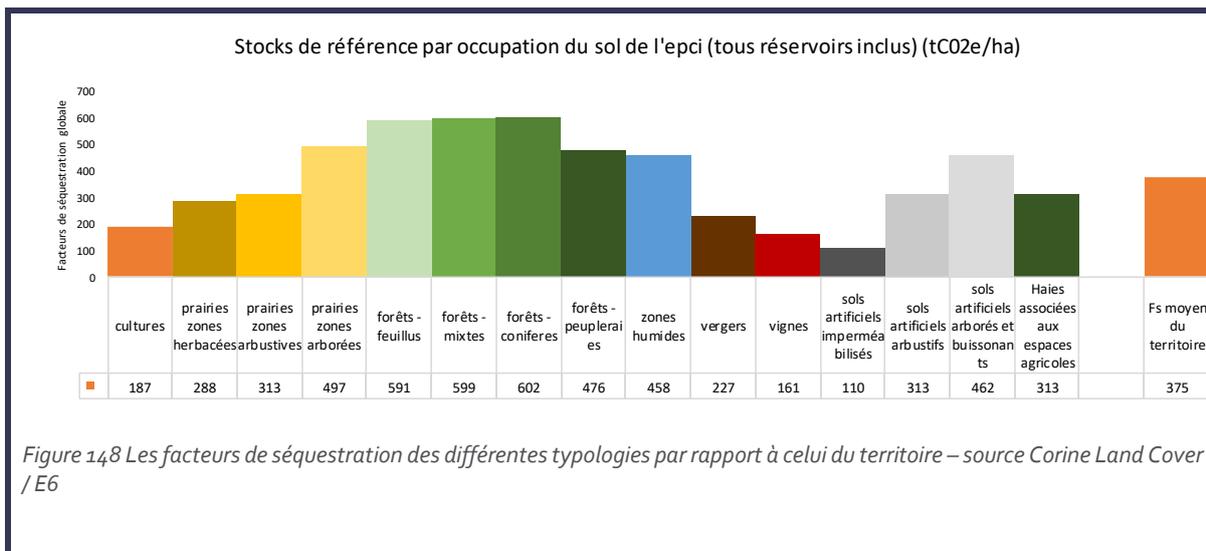


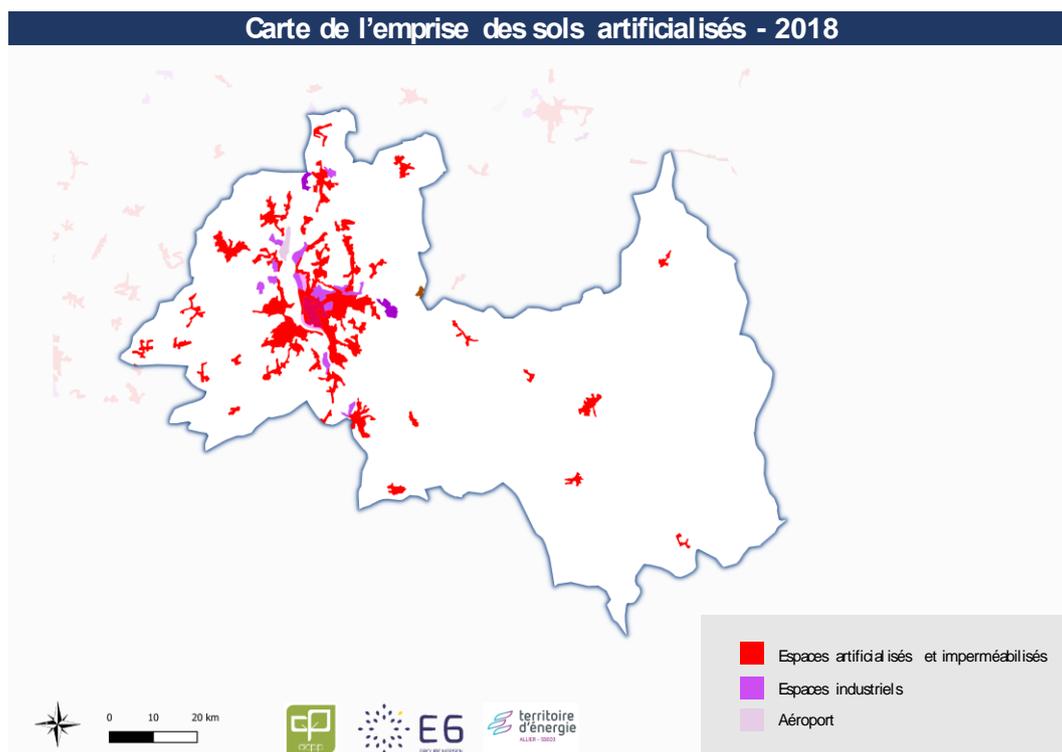
Figure 147: Evaluation du stock carbone du territoire

Ce graphique compare le facteur de séquestration moyen de l'EPCI face à l'ensemble des facteurs de séquestration de chaque typologie (Comptabilisant les 3 réservoirs)



### 5.1.12.3. Emprise des sols artificialisés

Les espaces artificialisés couvrent 5 379 ha soit 7% du territoire. Ci-dessous une carte permettant de cibler ces espaces



*Figure 149 Carte de l'emprise des sols artificialisés – source E6 / Corine Land Cover*

Ces espaces sont définies entre les espaces imperméabilisés et artificialisés. Le graphique suivant présente la part des espaces artificialisés (parc, jardin, bandes enherbées, terrain de football, ...) contre la part des surfaces imperméabilisés (parking, route, trottoir, bâtiments, ...).

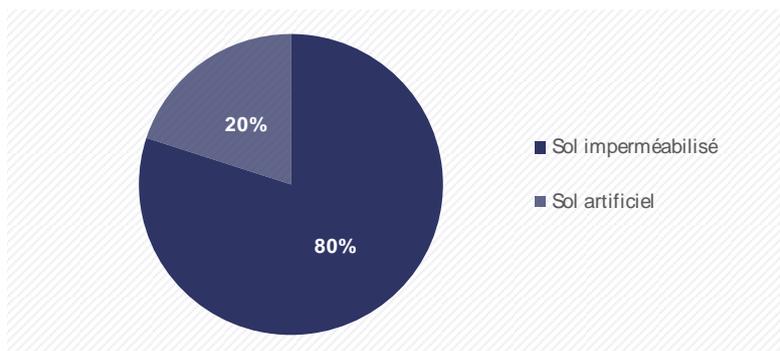


Figure 150 Ventilation des parts de sol artificialisé et imperméabilisé – source E6 / Corine Land Cover

#### 5.1.12.4. Séquestration Carbone de la forêt

Les espaces de forêts couvrent 26 921 ha sur le territoire, soit 37% de la surface de la Communauté d'Agglomération Vichy Communauté.

Ci-dessous la représentation des forêts du territoire.

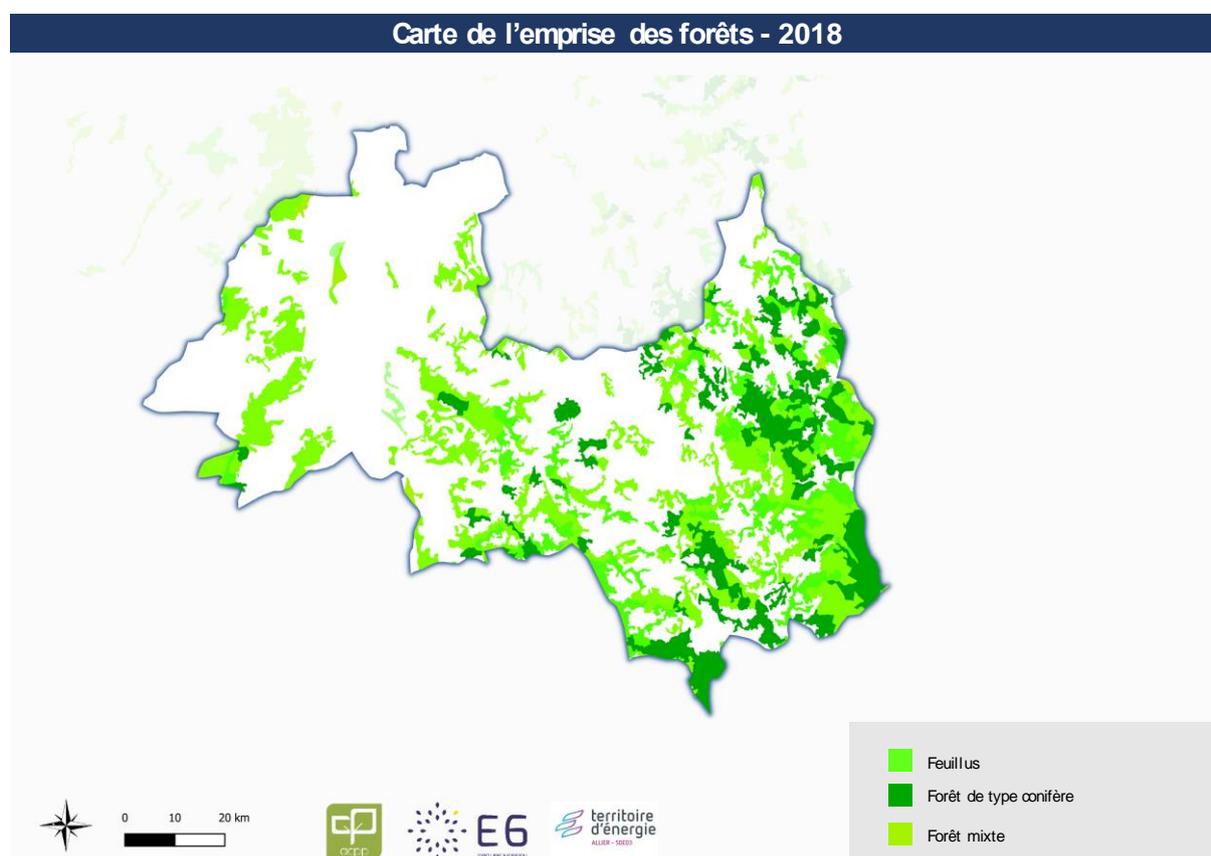


Figure 151 Carte de l'emprise des forêts - -- source E6 / Corine Land Cover

Selon les essences de végétaux, le facteur de séquestration diffère pour les trois réservoirs de carbone. 4 typologies de forêt sont identifiées par la base de données Corine Land Cover :

- L'essence des feuillus ;
- L'essence des conifères ;
- L'essence des peupleraies ;
- L'essence de forêt mixte.

Ci-dessous la ventilation de ces essences sur le territoire.

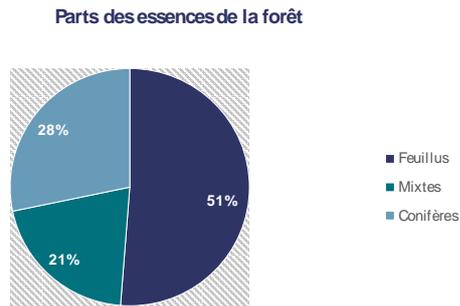


Figure 152 Ventilation des parts des essences de la forêt – source E6 / Corine Land Cover

Les 4 typologies de forêt identifiées par la base de données Corine Land Cover. Les facteurs de séquestrations sont les suivants :

Type de forêts	Sol (30 cm) tCO <sub>2e</sub> .ha	Litière tCO <sub>2e</sub> .ha	Biomasse tCO <sub>2e</sub> .ha	Tous réservoir tCO <sub>2e</sub> .ha
Feuillus	243	33	302	578
Mixtes	243	33	317	593
Conifères	243	33	322	598
Peupleraies	243	33	190	466

### 5.1.12.5. Séquestration carbone de l'agriculture et des prairies

Les terres agricoles du territoire sont réparties sur 13 504 ha ce qui représente 18% de la superficie du territoire. Les prairies du territoire sont réparties sur 28 090 ha ce qui représente 37% de la superficie du territoire.

La figure ci-dessous représente la répartition de ces typologies de sol.

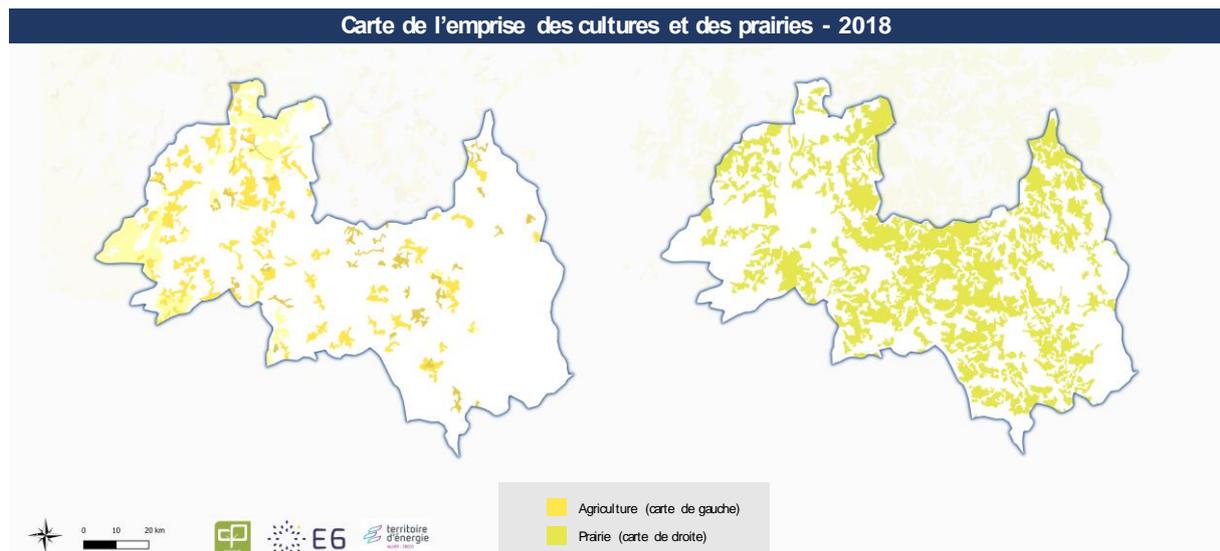


Figure 153 Carte de l'emprise des sols de l'agriculture et des prairies – source E6 / Corine Land Cover

Une seule typologie de culture est actuellement identifiée car il n'existe qu'un facteur de séquestration. L'évolution des méthodes permettra de proposer le stock carbone suivant les types de cultures.

3 types de prairie présentent un facteur de séquestration :

Type	Sol (30 cm) tCO <sub>2e</sub> .ha	Litière tCO <sub>2e</sub> .ha	Biomasse tCO <sub>2e</sub> .ha	Tous réservoir tCO <sub>2e</sub> .ha
Culture	186	0	0	186
Prairies zones herbacées	277	0	0	277
Prairies zones arbustives	277	0	26	303
Prairies zones arborées	277	0	209	486

### 5.1.13. Les Flux Carbone

Pour rappel, deux principes sont comptabilisés :

- Le stock Carbone, déjà présent dans le sol et la biomasse ;
- Le flux Carbone qui représente ce que stocke et déstocke un territoire / un végétal sur une année.

Concernant la séquestration carbone, le principe de compensation peut être alors ponctuel ou de durée.

Ci-dessous deux schémas illustrent ces explications :

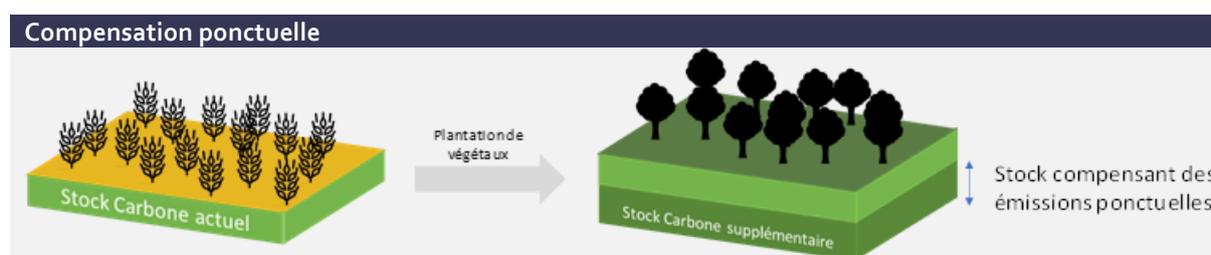


Figure 154 Schéma de compensation ponctuel – source : E6

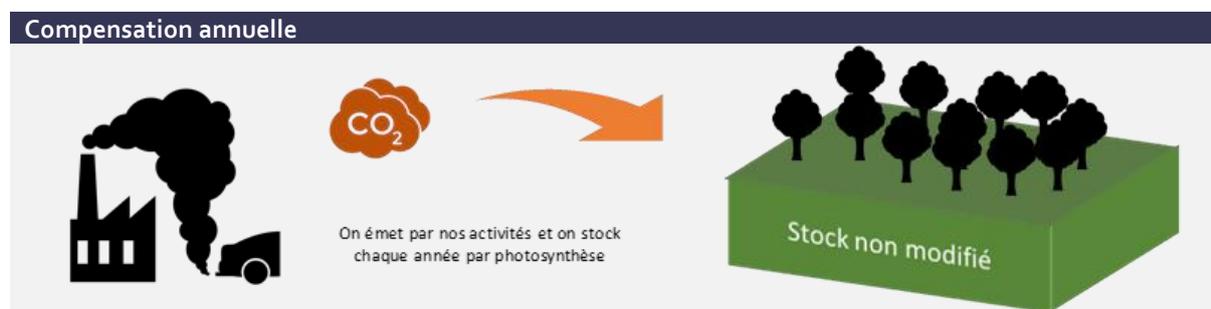


Figure 155 Schéma de compensation d'une activité – source : E6

Cette capacité annuelle à stocker du carbone par la forêt permet d'évaluer la séquestration et de la comparer aux émissions du territoire pour atteindre la Neutralité Carbone (Partie droite du graphique ci-dessus d'objectif Neutralité Carbone).

#### 5.1.13.1. Evolutions 2012 – 2018

Ci-dessous une carte permettant de mettre en avant les changements d'affectation des sols suivant les 4 périodes.

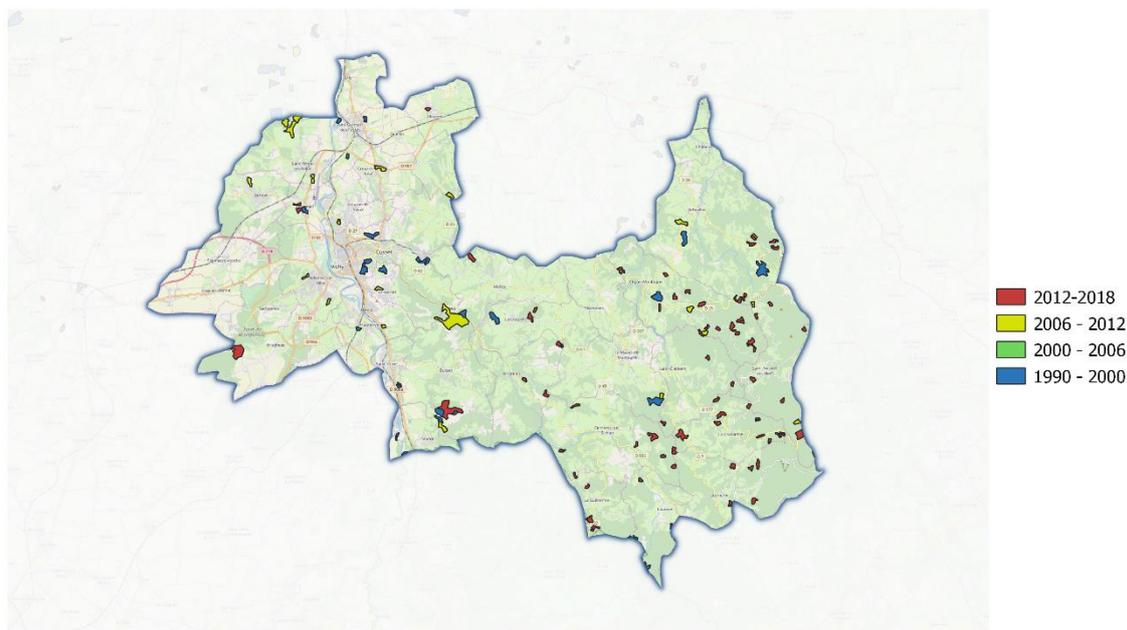


Figure 156 Représentation des changements d'affectation des sols suivant différentes périodes – source Corine Land Cover / E6

Il est important de noter que la précision des données de Corine Land Cover s'est améliorée au fil des années. Cette précision s'est particulièrement améliorée entre 2012 et 2018 car la finesse du détail est passée de 25m à 10m.

Le changement d'affectation des sols implique un stockage/déstockage du carbone. Cette partie a pour vocation d'étudier les variations observées sur une année. Une évaluation sur une durée temporelle plus importante peut par la suite être exprimée. Les principaux changements de typologie de sol sont :

Déstockage	Stockage
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le défrichage ;</li> <li>L'imperméabilisation ;</li> <li>L'artificialisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantation de végétaux ;</li> <li>Photosynthèse des végétaux ;</li> <li>Retour à la nature de zones urbanisées ;</li> <li>Surfaces en friche ;</li> <li>L'utilisation de produits bois.</li> </ul>

Le déstockage carbone provient :

- **Du défrichage** : Le déstockage provient, d'une part, du passage des forêts vers des cultures et, d'autre part, du passage des prairies vers des cultures.
- **De l'imperméabilisation des surfaces** : Ce déstockage provient de la création de surfaces telles que des routes, autoroutes, parkings, etc.
- **De l'artificialisation des surfaces** : il s'agit de l'étalement des zones urbaines sur les cultures ou sur les forêts.

Les calculs ont été effectués selon l'hypothèse suivante :

**Les évolutions annuelles du territoire ont été évaluées sur 2012 à 2018 et les données ont été extraites de la base de données « Corine Land Cover ».**

Le calcul a été réalisé entre les périodes de 2012 à 2018. Il est nécessaire de remonter plusieurs années en arrière afin d'obtenir des données complètes et comparables.

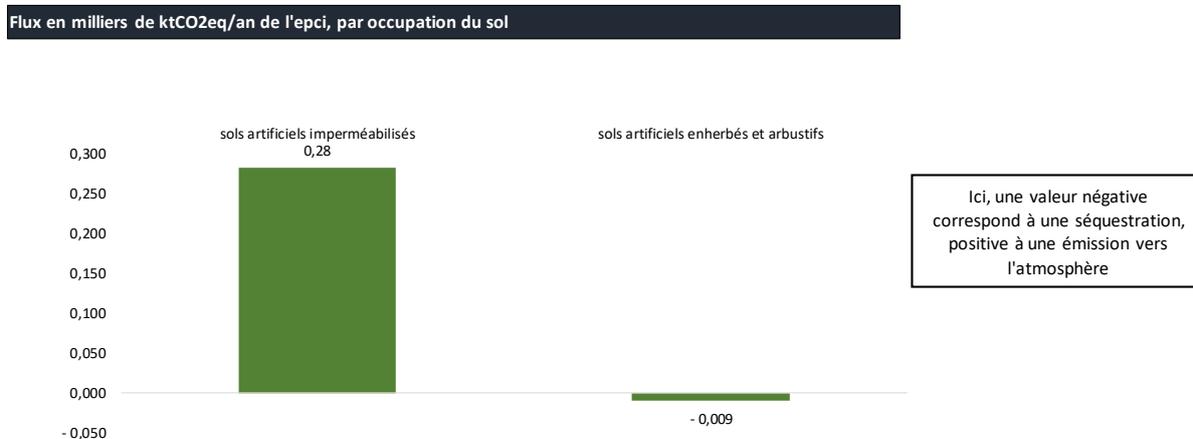


Figure 157 Flux carbone du territoire – source Corine Land Cover / E6

- L'imperméabilisation des prairies a déstocké plus de 254 tCO<sub>2e</sub>.
- L'artificialisation positive par l'expansion ou la plantation d'arbres sur des prairies a stocké plus de 9 tCO<sub>2e</sub>.

Pour la Communauté d'Agglomération de Vichy Communauté, l'enjeu principal est le renouvellement urbain pour renforcer les centralités et lutter contre l'étalement urbain.

L'objectif n'est pas de limiter le développement mais de le cadrer et notamment lorsqu'il est consommateur d'espace. Depuis des années, que ce soit pour l'économie, le commerce, les équipements ou encore l'habitat, des politiques généreuses ont souvent permis l'artificialisation d'espaces au détriment des activités agricoles ou des milieux naturels et forestiers.

Le but de ces documents de planification est de garantir un équilibre pour le maintien de la ruralité en proposant une politique de l'habitat moins consommatrice d'espace.

Globalement, les enjeux qui ressortent de ces documents d'urbanisme sont les suivants :

- Faciliter l'évolution des espaces ;
- Préserver les espaces sensibles ;
- Conserver l'identité rural du territoire ;
- Préserver le patrimoine bâti ;
- Préserver les espaces agricoles et sylvicoles ;
- Valoriser la nature en ville ;
- Conserver le patrimoine hydrographique du territoire ;
- Développer le concept de « nature en ville ».

Les résultats d'artificialisation et d'imperméabilisation des surfaces permettent de guider l'estimation de l'évolution des surfaces du territoire.

### 5.1.13.2. Les effets de substitution

Deux effets de substitution sont calculés dans l'étude :

- Le stockage carbone du bois d'œuvre collecté ;
- Le stockage carbone du bois d'industrie collecté.

Ces deux valeurs sont calculées à l'échelle de la France à défaut de données. Elles sont calculées selon une récolte théorique considérant des niveaux de prélèvement et une répartition selon les données récupérées auprès de la région. Elles prennent en compte les pertes d'exploitation.

L'Agreste a permis de récupérer les proportions de récoltes par catégorie de bois sur la région. Les flux totaux ont été estimés en fonction de la part d'habitant de l'EPCI et de la population nationale.

### 5.1.13.3. Bilan des flux

Les sections ci-dessus présentent donc les différents mécanismes de stockage/déstockage annuel de carbone (changements d'affectation des sols, photosynthèse des végétaux, utilisation de produits bois)

En synthèse, le flux carbone du territoire est de  $-140\,229\text{ tCO}_2\text{e/an}$  pour l'année 2018.

Actuellement le territoire CA Vichy Communauté a une empreinte Carbone de  $415\,338\text{ tCO}_2\text{e}$  (scope 1 et 2 du Bilan Carbone). Le flux carbone de la partie séquestration du territoire atteint  $-140\,229\text{ tCO}_2\text{e/an}$  ce qui implique une séquestration de 34% des émissions totales du territoire.

Pour atteindre la Neutralité Carbone, si le territoire diminue d'un facteur 4 ses émissions, la capacité actuelle de captation de la forêt atteindrait 135%. Le territoire a largement les capacités d'atteindre la Neutralité Carbone.

Flux en milliers de  $\text{ktCO}_2\text{eq/an}$  de l'epci, par occupation du sol

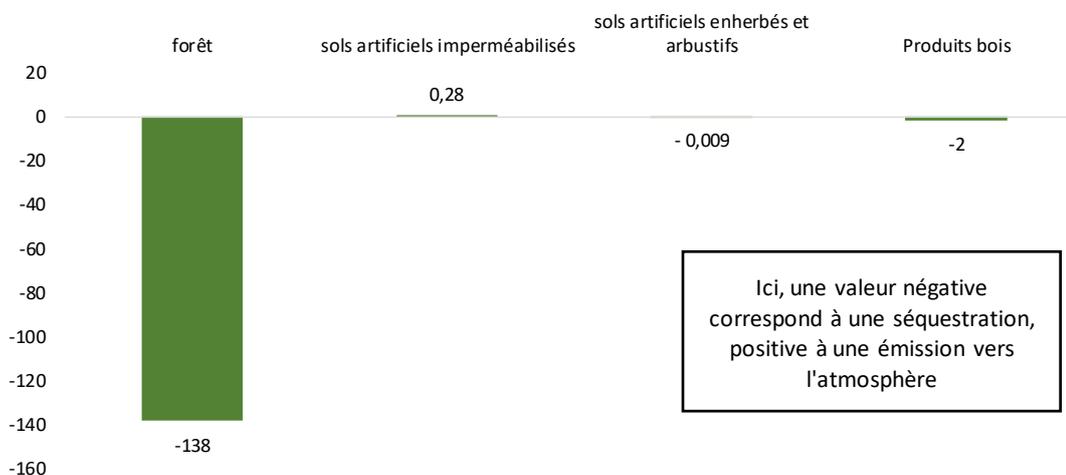


Figure 158 Bilan des flux carbone sur l'année 2018 -- source Corine Land Cover / E6

## 5.1.14. Les potentiels de développement

### 5.1.14.1. S'engager auprès de l'initiative 4 pour 1000

Pour rappel, le nom de cette initiative provient de l'idée suivante :

**Un taux de croissance annuel du stock de carbone dans les sols de 0.4%, soit 4‰ par an, permettrait de stopper l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère liée aux activités humaines.**

Augmenter le stock de carbone des sols agricoles (y compris des prairies et des pâtures), et des espaces forestiers est nécessaire pour conserver un sol fertile. A travers cette initiative, les actions mises en place permettent deux bénéfices :

- Non seulement restocker le carbone émit et contribuer à réduire notre impact carbone ;
- Assurer la sécurité alimentaire (fournir la nourriture en quantité suffisante et se sécuriser de la hausse des hydrocarbure grâce à l'augmentation de la résilience de son territoire quant à son approvisionnement alimentaire.

Trois leviers d'actions sont possibles concernant les sols agricoles :

- Lutter contre la dégradation des sols ;
- Participer à l'objectif de sécurité alimentaire ;
- Adapter l'agriculture au changement climatique.

Différentes solutions concrètes sont disponibles telles que la mise en œuvre d'agroécologie, d'agroforesterie, agriculture de conservation, gestion des paysages, ...

### 5.1.14.2. La création d'outil de suivi pour évaluer la biodiversité des zones agricoles, forestière et urbaines

Cette urbanisation doit se faire de manière raisonnée.

Un suivi de l'évolution plus précis et une vigilance au bon déroulement doivent être établis. Un suivi de la biodiversité doit également être mis en place.

Voici différentes actions pouvant être mises en place :

- Suivi des « surfaces de compensation écologique » pour maintenir une proportion constante ;
- Mettre en place une gestion durable des espaces verts en milieu urbain ;
- Développer un atlas de la biodiversité ;
- Identifier les trames vertes et bleues des territoires et veiller à l'articulation des différents documents de planification et projet (Scot, PLUi, ...) autour des actions importantes de ces trames.

### 5.1.14.3. La mise en place d'actions pour lutter contre l'étalement urbain.

L'étalement urbain de Vichy Communauté doit être accompagné d'actions qui limiteront ou cadreront de manière durable et responsable l'évolution du territoire en question.

Voici différentes actions pouvant être mises en place :

- Intégrer les politiques d'urbanisme et les documents cadres des objectifs du Plan Climat ;
- Travailler sur la densité, la compacité, la mixité et d'autres facteurs pour lutter contre l'étalement urbain. Le centre de ressources sur l'urbanisme durable permet d'accompagner les porteurs de projet ;
- Définir les trames vertes et bleues avec une articulation autour différentes échelles territoriales. Ces dernières assurent la protection des habitats de certaines espèces animales et des systèmes végétaux fragilisés par les développements urbains ;

- Renforcer les objectifs en matière de consommation d'espace en protégeant le foncier agricole, forestier et naturel ;
- Etudier l'impact des orientations d'aménagement inscrites dans les documents de programmation.
- Des guides méthodologiques permettent d'accompagner les porteurs de projet dans une Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU) ;
- Réhabiliter les friches urbaines afin de permettre leur réutilisation ;
- Tenir compte de l'impact paysager et de la qualité des sols dans chaque opération d'aménagement.

#### 5.1.14.4. Remplacer progressivement les surfaces imperméabilisées par des surfaces « respirantes »

Une limitation de la progression de l'imperméabilisation/artificialisation des sols est une réponse qui se développe de plus en plus, elle commence par recourir à des revêtements perméables, reprendre les espaces non utilisés de la ville pour les transformer en espace vert (le Canada utilise la neige pour observer les espaces non utilisés et les transformer), l'examen des taxes et subventions, ...

A noter que les surfaces imperméabilisées ont été intégrées en tant que surfaces artificialisées, une meilleure caractérisation des surfaces permettraient une meilleure évaluation.

Ci-dessous une présentation succincte des taxes et subventions limitant l'imperméabilisation/l'artificialisation :

##### **Taxe : Le versement pour sous-densité**

Cette taxe facultative peut être mise en place sur certain secteur ou parcelle, elle s'applique à la construction ne respectant pas un seuil minimal de densité. Encore peu utilisée par les communes, elle a pour but de lutter contre l'étalement urbain.

##### **Taxe : La taxe d'aménagement**

Cette taxe cible les projets de construction. Basée sur la surface de plancher (correspondant au m<sup>2</sup> intérieur sans tenir compte des murs) et non sur la totalité de la surface artificialisée. Elle varie considérablement d'une commune à l'autre et ne représente qu'une taxe peu incitative.

##### **Taxe : La taxation des logements vacants**

Cette taxe a l'avantage de lutter contre l'étalement urbain mais aussi de favoriser l'accès au logement.

##### **Taxe : La taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines.**

Elle permet de taxer directement les surfaces imperméabilisées et donc de favoriser les espaces de pleine terre et les revêtements perméables. Ainsi, cela permet une meilleure infiltration des sols et un développement de la biodiversité. Cette taxe a pourtant été supprimée en 2015.

##### **Externalité négative : Le prêt à taux « 0 »**

Le prêt à taux « 0 », favorisant la maison individuelle, est par conséquent une cause favorisant l'étalement urbain.

##### **Subvention : moyen positif d'action**

Les subventions éco-conditionnelles permettraient à des projets de voir le jour en comblant un manque de moyen au niveau des communes (puisque celles-ci peuvent provenir de la Région, des Départements ou encore d'agences spécialisées). Elles permettent de plus un dialogue et d'instaurer des négociations autour de projets.

#### **5.1.14.5. Développer le bois-construction sur le territoire**

Construire en bois n'est pas encore un domaine très soutenu en France. Pour inverser cette tendance, il est nécessaire de sensibiliser et informer le grand public et l'ensemble des acteurs concernés (artisans, élus et services, constructeurs, etc). Cette action permet de prolonger le stockage de CO<sub>2</sub> de la forêt et d'éviter l'emploi de matières qui peuvent se révéler énergivore.

D'autres actions peuvent être mises en œuvre telles que :

- Travailler avec des structures spécialisées sur le bois-construction ou les éco-matériaux ;
- Réaliser une opération de construction/rénovation de son propre patrimoine pour sensibiliser et montrer l'exemple ;
- Accompagner des acteurs pour soutenir différentes démarches, accompagner la modernisation et la commande publique ;
- Renforcer l'accompagnement et la mise en relation des acteurs de la filière bois.

Il est important de noter qu'une création de filière bois-construction permet de valoriser la ressource locale et générer des emplois locaux.

## Vulnérabilité du territoire au changement climatique

### 5.1.15. Contexte et méthodologie

#### 5.1.15.1. Le changement climatique : explications et constat global

«Changement climatique», «réchauffement climatique», «dérèglement climatique», «changement global» sont autant d'expressions devenues courantes et préoccupantes dans l'esprit des hommes du 21<sup>ème</sup> siècle. Ce sujet mobilise, depuis les années 1980 et plus encore aujourd'hui, tous les Etats du monde autour de grands événements tels que les Conférences des Parties (COP).

Depuis des milliards d'années, notre planète évolue, les habitants qui la peuplent et son climat aussi. La composition chimique et gazeuse de l'atmosphère a connu des variations permanentes, induisant des ères climatiques plus ou moins chaudes, froides et ainsi plus ou moins adaptées à la florescence des milieux et d'espèces vivantes. Or, il est maintenant reconnu qu'il existe un «réchauffement climatique», anormal pouvons-nous dire, concernant la Terre entière et se manifestant sur l'ensemble des écosystèmes par le biais de différents impacts (Chevillot, 2016).

Ce qui change, c'est la vitesse de réchauffement, dû en partie à l'accroissement brutal de l'effet de serre, lui-même provoqué par la libération de gaz dans l'atmosphère qui en sont responsables (dioxyde de carbone, méthane et autres gaz au pouvoir d'effet de serre plus ou moins important et long). Parallèlement, cela entraîne une série de facteurs accroissant le rythme de réchauffement (fonte des neiges, glaciers, banquises réduisant l'albedo des surfaces terrestres par exemple). Après avoir atteint ce que nous pourrions qualifier de point de «rupture thermique» dans les années 1980-1990 (Scheffer et al. 2003 ; Hoegh-Guldberg et John, 2010 ; Soletchnik et al. 2017), nous voilà engagés dans une spirale a priori irréversible. D'après de nombreuses études, l'accélération du réchauffement climatique est désormais attribuée à l'homme. Le poids démographique ainsi que l'accroissement exponentiel de nos activités durant l'ère industrielle ont largement concouru à l'émergence des déséquilibres climatiques actuels et jusqu'alors jamais observé depuis plusieurs millions d'années (GIEC, 2014 ; Chaalali et al. 2013 ; Hoegh-Guldberg et John, 2010).

Ce «réchauffement global impacte les services écosystémiques vitaux pour le bien être des hommes : en augmentant la vulnérabilité des écosystèmes, en provoquant des ruptures drastiques dans leur fonctionnement et en poussant ces écosystèmes à la limite de leur résilience» (Schroter et al. 2005 ; Gobberville et al. 2010 ; Doney et al. 2012 d'après Soletchnik, 2017).

Bien évidemment, ce qui change dans le climat n'est pas uniquement la température de l'air ou de l'eau (rivières, fleuves et océans). Ce changement global implique alors une redistribution des précipitations et donc des débits fluviaux, la modification des courants marins, des perturbations dans les logiques saisonnières, des changements dans les régimes de vents et de tempêtes. De ce fait, le changement climatique est susceptible de se manifester de manière très différente selon les zones géographiques et les échelles considérées. Il agit aussi bien au niveau cellulaire des organismes qu'au niveau des grands systèmes bioclimatiques. Il est alors indispensable d'appréhender et de se projeter sur la façon dont les territoires seront affectés par ces changements (GIEC, 2014).

#### 5.1.15.2. Définition des différents concepts de vulnérabilité

Avant même d'engager une discussion autour des politiques territoriales d'adaptation au changement climatique, il semble nécessaire de rappeler quelques notions afin de poser le cadre général de la problématique. Il faut ici bien différencier les concepts d'impacts, ou d'aléas, provoqués par le changement climatique, des concepts de risque et de vulnérabilité ou encore des notions d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

#### ATTÉNUATION ET ADAPTATION

Bien que les définitions de ces deux notions diffèrent, elles doivent être considérées comme complémentaires. Les politiques d'adaptation au changement climatique ne doivent être que le volet inséparable et complémentaire de l'atténuation. Mener une politique d'adaptation dépourvue d'un volet ambitieux de

limitation des émissions de gaz à effet de serre (GES) deviendrait illusoire, et s'apparenterait alors de « s'adapter pour continuer à faire comme avant ».

Pour rappel, voici deux définitions d'usage :

- **Atténuation du changement climatique** : les moyens mis en œuvre contribuant à la réduction et la limitation des émissions de GES dans l'atmosphère et contribuant à la protection ou l'amélioration des puits et réservoirs des GES (OCDE, 2010).
- **Adaptation au changement climatique** : « l'ajustement dans les systèmes naturels ou humains en réponse aux stimuli ou aux effets climatiques, actuels et attendus, qui modèrent les nuisances ou exploitent les opportunités bénéfiques. Différents types d'adaptation se distinguent, incluant l'anticipatrice, l'autonome et la planifiée. » (GIEC, IPCC, 2007). L'ADEME en donne une autre définition, pour le moins semblable : « l'ensemble des évolutions d'organisation, de localisation et de techniques que les sociétés doivent opérer pour limiter les impacts négatifs du changement climatique ou pour en maximiser les effets bénéfiques. »

## EXPOSITION, SENSIBILITÉ, VULNÉRABILITÉ

**L'exposition** est le degré auquel un système, milieu ou territoire est exposé à des variations climatiques significatives sur une certaine durée. L'étude de l'exposition consiste alors à évaluer l'ampleur des variations climatiques auxquelles le territoire devra faire face, ainsi que la probabilité d'occurrence de ces variations et/ou aléas. L'exposition comprend l'ensemble de la population et du patrimoine susceptibles d'être affectés par un aléa. Il s'agit par exemple de la population, des bâtiments et infrastructures situés en zone inondable. Confronté à chacun de ces aléas, un territoire donné peut être plus ou moins affecté négativement, suivant son urbanisme, son histoire, son activité économique et sa capacité d'adaptation.

**La sensibilité** se rapporte à la propension d'un système (naturel ou anthropique), d'une activité ou d'une population à être affecté, favorablement ou défavorablement, par la manifestation d'un aléa ou une évolution climatique plus graduelle. Il est également nécessaire de prendre en compte que ces systèmes, activités ou populations pourront être affectés à la fois par des impacts/effets directs et indirects (évolutions graduelles et effet « cascade » qu'elles entraînent sur certains aléas). Enfin, il faut bien souligner que la sensibilité d'un territoire est largement fonction de paramètres socioéconomiques, démographiques et politiques. Par exemple, la sensibilité de deux territoires aux mêmes caractéristiques géographiques et climatiques peut être tout à fait différente. En fonction de la densité de population, des activités qui s'exercent sur le territoire et, la manière dont ce dernier est géré et protégé contre d'éventuelles crises ou aléas, la sensibilité peut être accrue ou affaiblie (ADEME, 2015).

**La vulnérabilité** est à rapprocher au « risque » dont l'utilisation est plus ancienne. Les réflexions sur le risque se sont progressivement penchées sur les facteurs du risque et c'est ainsi qu'a émergé la notion de vulnérabilité. Cette dernière était alors définie comme « le degrés d'exposition au risque ». Cette définition trop réductrice a fait l'objet d'une conceptualisation intégrant un principe de réciprocité des processus physiques et humains. C'est-à-dire que si, l'aléa climatique exerce une influence directe sur le milieu ou le fonctionnement de la société, les activités humaines ont en retour un impact sur la gravité de cette dernière ou sur la probabilité qu'un impact se déclenche. Étudier la vulnérabilité oblige ainsi la prise en compte des interrelations entre environnement et société, ainsi qu'une vision dynamique de ces dernières (Magnan, 2009).

La définition qui semble le mieux éclairer ce concept est alors celle proposée dès 2001 par le GIEC : la vulnérabilité y est entendue comme « le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation ».

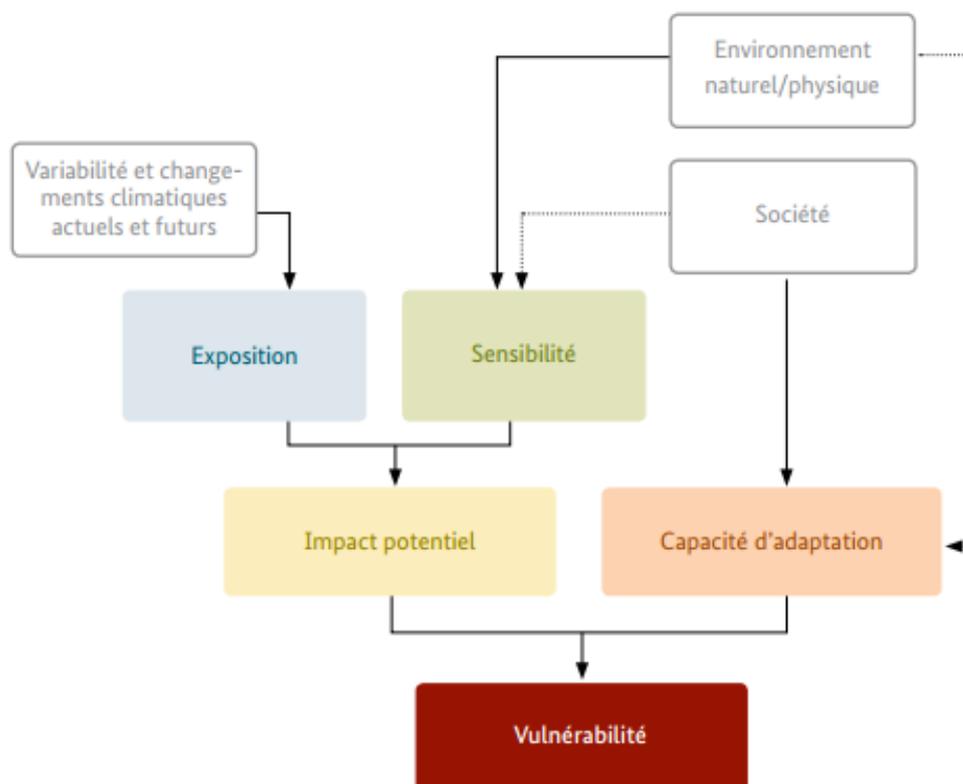


Figure 159 : Illustrations des concepts et composantes associées à la vulnérabilité (Frieztzsche et Al. 2015, ADEME, 2015)

### 5.1.15.3. Le diagnostic de vulnérabilité

#### QU'EST CE QUE LE DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ ?

Le diagnostic de vulnérabilité évalue les conséquences (négatives mais également positives) observées et attendues du changement climatique sur les milieux naturels, les activités économiques, les ressources et les populations du territoire à court, moyen et long terme. C'est l'étape essentielle précédant la construction d'une stratégie d'adaptation devant prévenir les impacts potentiels, limiter leurs coûts, tirer parti des opportunités locales et sensibiliser les acteurs du territoire.

#### TIRER PARTI DES OPPORTUNITÉS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE : EXEMPLE ?

Il est essentiel que la Communauté d'Agglomération de Vichy profite des évolutions climatiques pour valoriser certaines activités ou ressources :

- L'allongement de la saison estivale peut étendre la période touristique (fréquentation hors-saison) et dynamiser le territoire : création d'emplois, attraction d'actifs, etc.
- L'augmentation des températures hivernales peut améliorer le confort thermique des habitants et réduire la consommation énergétique.
- Les évolutions climatiques permettront à l'agriculture et à la sylviculture de se diversifier avec de nouvelles cultures (essences forestières, cépages, fruits et légumes méridionaux).

#### LES LEVIERS POTENTIELS DE LA FUTURE STRATÉGIE D'ADAPTATION LOCALE

Les politiques territoriales à l'échelle de la CA de Vichy devront intégrer la notion de changement climatique et ses effets potentiels dont il faudra tenir compte à l'avenir (ex: SAGE, PPRN, SCOT, etc.). Pour cette stratégie, voici les orientations qu'il faudra suivre et discuter en concertation :

- Améliorer la connaissance des impacts du changement climatique sur les activités (agriculture et sylviculture), ressources et milieux ;

- Intégrer le changement climatique dans les politiques publiques et stratégies portées par la collectivité, les communes et les partenaires du territoire ;
- Expérimenter ou porter des actions à court terme visant à réduire la vulnérabilité immédiate de certaines activités, milieux et ressources (mesures «sans-regret») ou anticiper le climat futur ;
- Sensibiliser et communiquer sur les effets locaux du changement climatique

## 5.1.16. Un changement climatique en cours, rapide et d'ampleur

### 5.1.16.1. A l'échelle planétaire

Dans le contexte mondial, le constat sur le réchauffement climatique est alarmant. En effet, en « 2017, le réchauffement global a atteint + 1 °C ( $\pm 0,2$  °C) par rapport à la période préindustrielle et que les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique provoquent une hausse moyenne des températures de l'ordre de 0,2 °C par décennie à l'échelle de la planète. À ce rythme, le seuil de 1,5 °C de réchauffement devrait être atteint dès 2040. »

Aussi, le GIEC, dans son dernier rapport publié en 2014, présente qu'une hausse de 1,5°C de la température aurait de « lourdes conséquences sur le climat mondial : les vagues de chaleur et les fortes précipitations seraient plus fréquentes dans de nombreuses régions du globe, les sécheresses plus fréquentes par endroit. Les calottes groenlandaises et antarctiques seraient possiblement déstabilisées, avec une possible élévation massive du niveau de la mer. »

L'évolution du climat mondial est fonction des émissions ou concentrations de gaz à effet de serre et d'aérosols dues aux activités humaines. Pour réaliser des projections climatiques, il faut donc émettre des hypothèses sur l'évolution de la démographie mondiale et des modes de vie à travers la planète.

De fait, pour analyser le changement climatique à venir, les experts du GIEC ont utilisé une nouvelle approche. Ils ont défini « quatre trajectoires d'émissions et de concentrations de gaz à effet de serre, d'ozone et d'aérosols, ainsi que d'occupation des sols baptisés RCP (« Représentative Concentration Pathways » ou « Profils représentatifs d'évolution de concentration »). »

Ainsi, grâce à ces RCP, les climatologues, hydrologues, agronomes, économistes etc... travaillent pour la première fois en parallèle.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du forçage radiatif de 4 profils d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre (RCP) à l'horizon 2300. Ils sont identifiés par un nombre, exprimé en W/m<sup>2</sup> (puissance par unité de surface), qui indique la valeur du forçage considéré. Plus cette valeur est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

Ce graphique intègre, aux nouveaux scénarios RCP, les scénarios A2, A1B et B1 utilisés pour les rapports 2001 et 2007. On remarque que l'ensemble de ces scénarios se recouvre partiellement jusqu'en 2100 (période couverte par les anciennes versions). La nouvelle approche, utilisant les RCP, permet de couvrir une période plus importante : jusqu'à 2300.

Le profil RCP 8.5 est le plus extrême (pessimiste) et considère une croissance continue des émissions. Il est un peu plus fort que le scénario le plus marqué utilisé dans les simulations du rapport du GIEC 2007 (A2). Les profils RCP 6.0 et RCP 4.5 correspondent sensiblement et respectivement aux scénarios A1B et B1. Enfin, le profil RCP 2.6 est sans équivalent dans les anciennes propositions du GIEC. En effet, sa réalisation implique, et c'est une nouveauté importante, l'intégration des effets de politiques de réduction des émissions susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C.

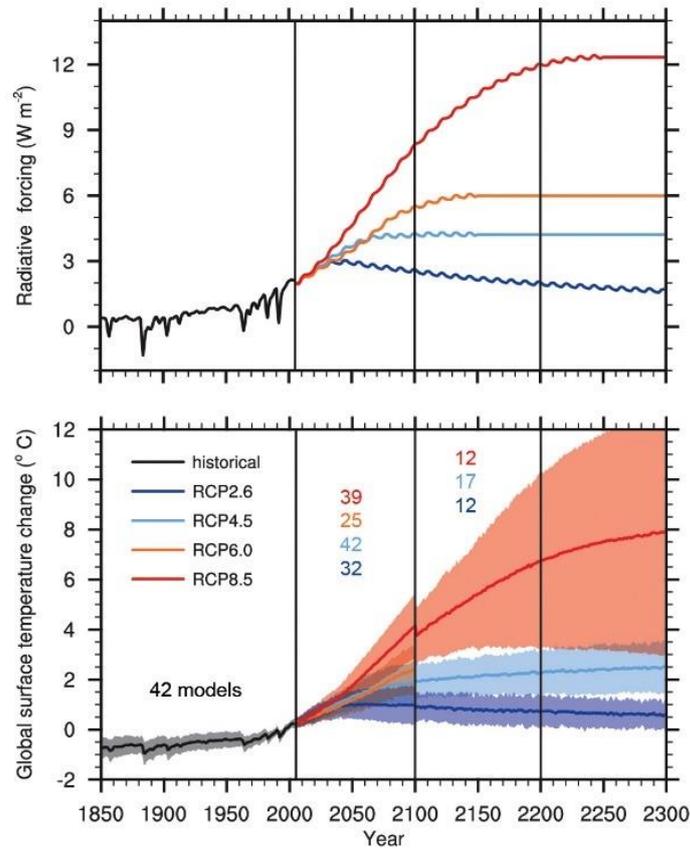


Figure 160 : Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en  $W/m^2$  sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)

La figure ci-dessous montre les projections régionalisées du réchauffement climatique jusqu'en 2100. Cette nouvelle approche tient compte de nombreux aléas climatiques (modifications des régimes et direction des vents, modification des précipitations, du taux d'ensoleillement, de certains phénomènes extrêmes, de l'élévation du niveau des océans...) tout en prenant également en compte l'effet des nouvelles politiques climatiques sur la réduction d'émission de gaz à effet de serre, et de tenir compte des évolutions du contexte socio-économique depuis la fin des années 1990.

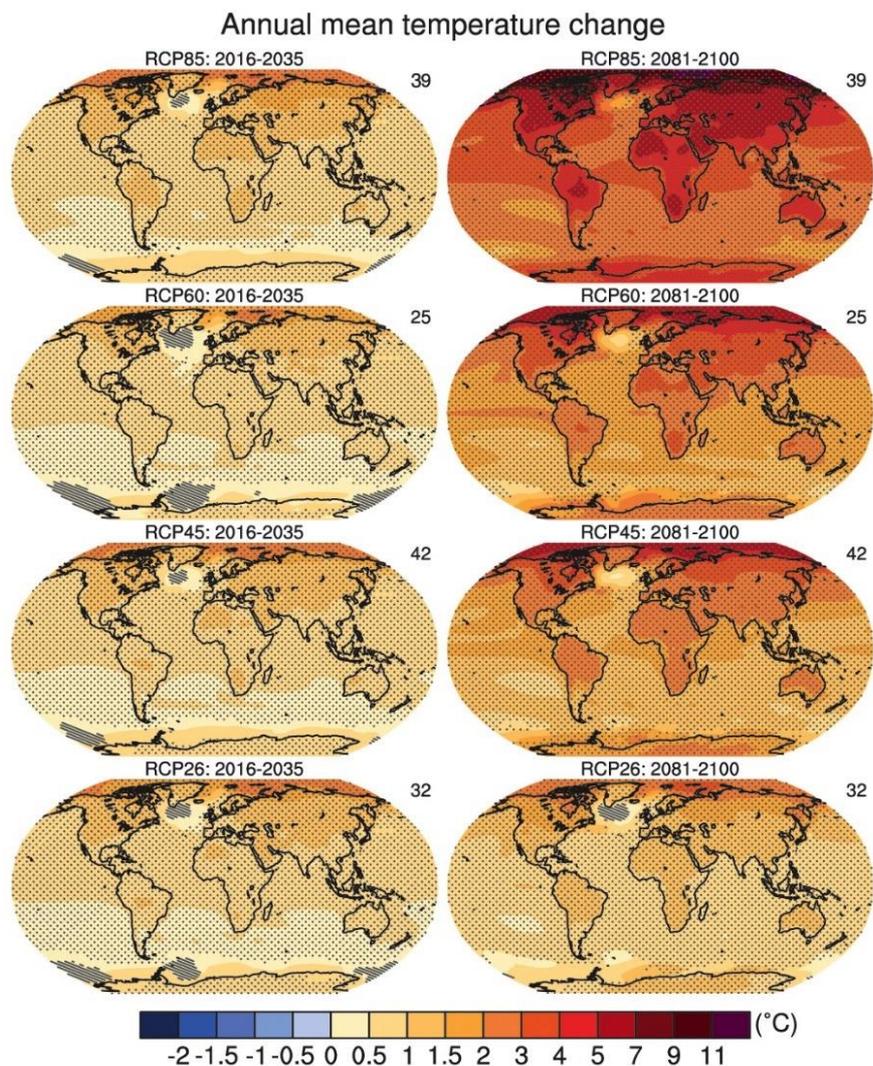


Figure 161 : Projections à l'échelle mondiale de l'évolution du climat entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)

### 5.1.16.2. A l'échelle nationale

En France, le volume 4 du rapport "Le climat de la France au 21<sup>e</sup> siècle" intitulé « Scénarios régionalisés édition 2014 » présente les scénarios de changement climatique en France jusqu'en 2100.

Ainsi, les simulations récentes prévoient également de fortes modifications des climats nationaux pour la fin du XXI<sup>e</sup> siècle (scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5 du GIEC).

Les résultats mettent en évidence une augmentation progressive de la température moyenne annuelle au cours des prochaines décennies, pour les trois horizons considérés.

Cette augmentation est croissante pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, mais à tendance à se stabiliser, voire à diminuer en fin de siècle, pour le scénario RCP2.6.

Augmentation des températures moyennes annuelles :

- D'ici 2050 : + 1 à 2°C pour les régions d'influence Atlantique et Méditerranéenne, et + 2 à 3°C pour les territoires plus continentaux.
- Fin du XXI<sup>e</sup> siècle : + 3 à 4°C pour la façade N-O, et + 4 à 5 °C pour le reste du territoire.

Ces modifications se traduisent en 5 points marquant d'ici la fin du siècle (Horizon lointain 2071/2100) :

- Forte hausse des températures moyennes : de 0,9°C à 1,3°C (RCP 2.6), mais pouvant atteindre de 2,6°C à 5,3°C en été pour le scénario de croissance continue des émissions (RCP 8.5)

- Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur qui pourrait dépasser les 20 jours au Sud-Est du territoire métropolitain (scénario RCP 8.5)
- Diminution des extrêmes froids
- Augmentation des épisodes de sécheresse, notamment dans la large partie sud du pays
- Renforcement des précipitations extrêmes sur une large partie du territoire

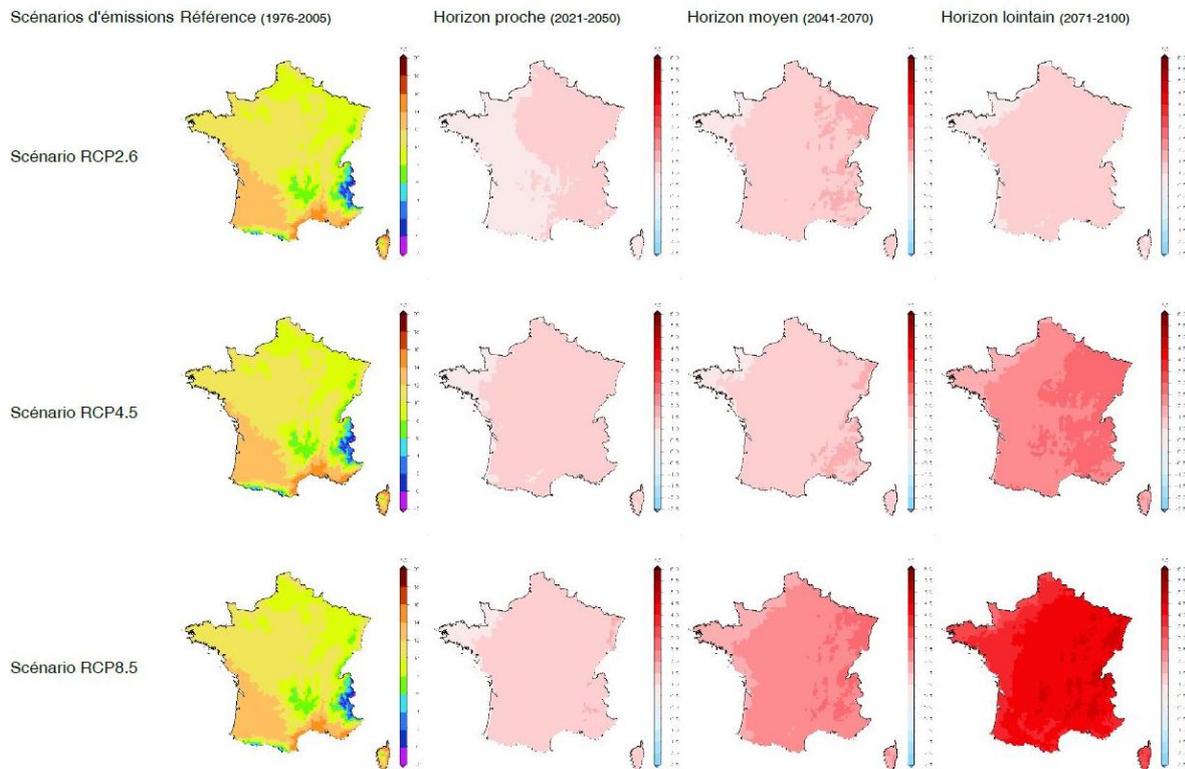


Figure 162 : Anomalie de température moyenne annuelle : écart entre la période considérée et la période de référence [°C]. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

### 5.1.16.3. A l'échelle du département : analyse du climat passé

Les modèles suivants permettant d'analyser l'évolution du climat des 50 dernières années ont été tirés de deux sources différentes :

- Le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) de l'Auvergne, juin 2012;
- Le site de Météo France, rubrique « Climat passé et futur », <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd> ;

L'analyse du climat de ces 50 dernières années (1959-2009), à partir de séries climatiques quotidiennes de référence de Météo-France (projet IMFREX), nous permet de dégager les tendances claires d'évolution du climat sur le département de l'allier et plus largement sur la région Auvergne :

- Hausse des températures annuelles (0.3°C à 0.4°C par décennie, notamment depuis les années 1980).
- Augmentation des températures estivales, le nombre de journées chaudes (températures maximales supérieures ou égales à 25°C) augmente et le nombre de jours de gel diminue.
- L'évolution des précipitations est moins sensible car la variabilité d'une année sur l'autre est importante.
- Augmentation de phénomènes comme la sécheresse et le déficit en eau dans le sol, essentiellement par effet d'évaporation.

## Augmentation des températures annuelles

Dans l'Allier, comme sur l'ensemble du territoire métropolitain, le changement climatique se traduit principalement par une hausse des températures annuelles, marquée particulièrement depuis le début des années 1980.

Selon les données de Météo-France (Station Vichy-Charmeil), l'évolution des températures moyennes annuelles pour le département de l'Allier montre un net réchauffement depuis 1959. Sur la période 1959-2009, on observe une augmentation des températures annuelles d'environ 0,3°C par décennie.

À l'échelle saisonnière, ce sont le printemps (+ 0.4°C par décennie) et l'été (+ 0.5°C par décennie) qui se réchauffent le plus. En automne et en hiver, les tendances sont également en hausse, mais avec des valeurs moins fortes, de l'ordre de +0.2°C par décennie.

Les trois années les plus chaudes enregistrées depuis 1959 dans l'Allier sont 2011, 2014 et 2015. L'été 2003 marqué par la canicule reste le plus chaud.

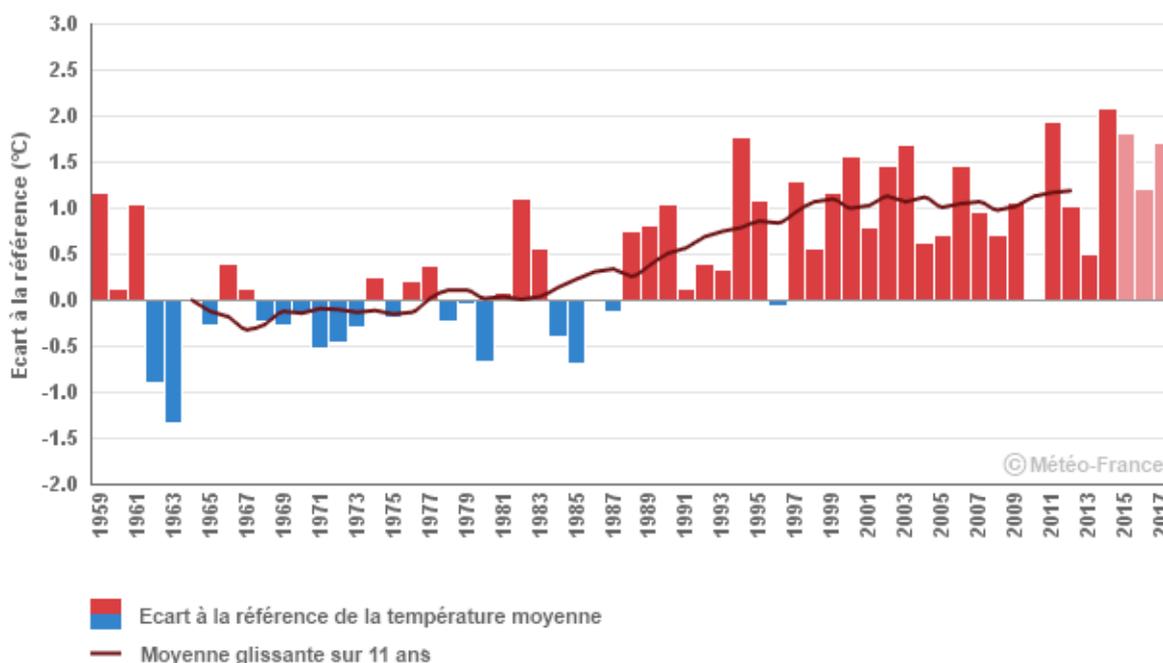


Figure 163: Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990 [°C]. (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 ; modèle Aladin de Météo-France)

## Tendance à la hausse des précipitations

Dans l'Allier, comme dans l'ensemble du territoire métropolitain, les précipitations annuelles sont caractérisées par une grande variabilité d'une année sur l'autre.

Toutefois, le graphique ci-dessous, présente une légère tendance à la hausse, notamment à compter des années 1980.

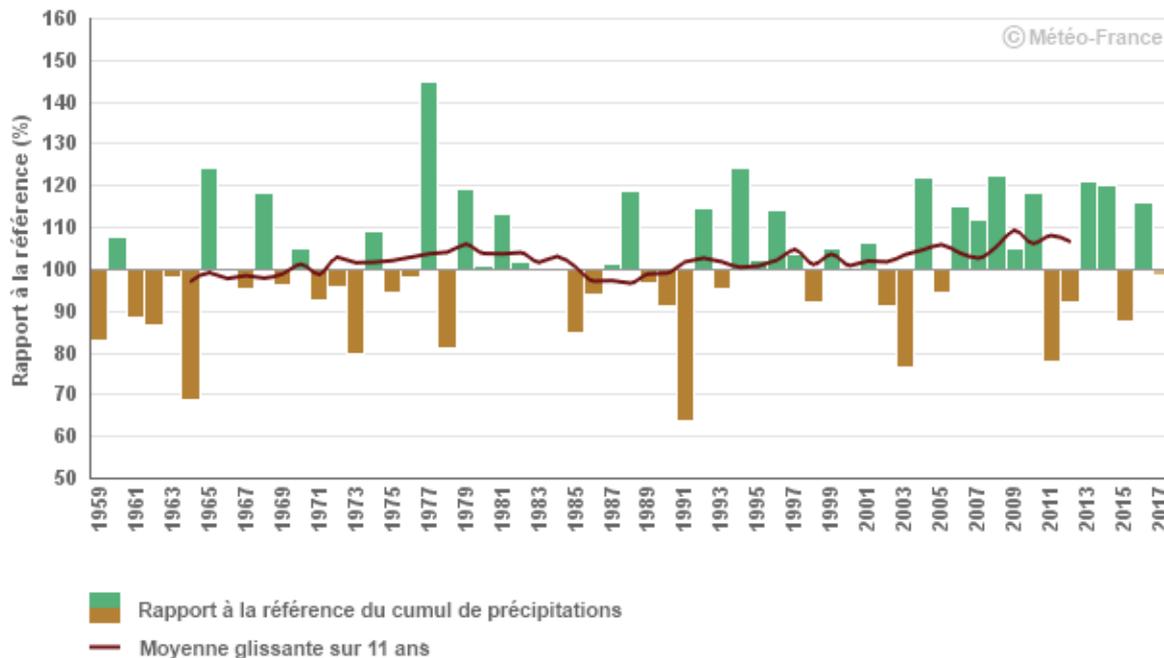


Figure 164: Cumul annuel de précipitation : rapport à la référence 1961-1990 [%]. (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

### Phénomènes exceptionnels

#### - Journée chaude

Dans l'Allier, le nombre annuel de journées chaudes (températures maximales supérieures à 25°C) est très variable d'une année sur l'autre. Cependant, sur la période 1961-2017, on observe une augmentation significative du nombre annuel de journées chaudes (températures maximales supérieures à 25°C). Ainsi, la tendance observée est de l'ordre de 4 à 6 jours par décennie pour le département.

Les années de forte canicule (1976 et 2003) sont toute deux des années record pour le nombre de journées chaude. Autour de 80 jours en 1976 et environ 95 jours observés dans le département pour 2003.

On remarque également que la décennie actuelle (2011, 2015 et 2017) apparait aux premières places des années ayant connu le plus grand nombre de journées chaudes. Ce constat démontre de fait une tendance la hausse des températures annuelles.

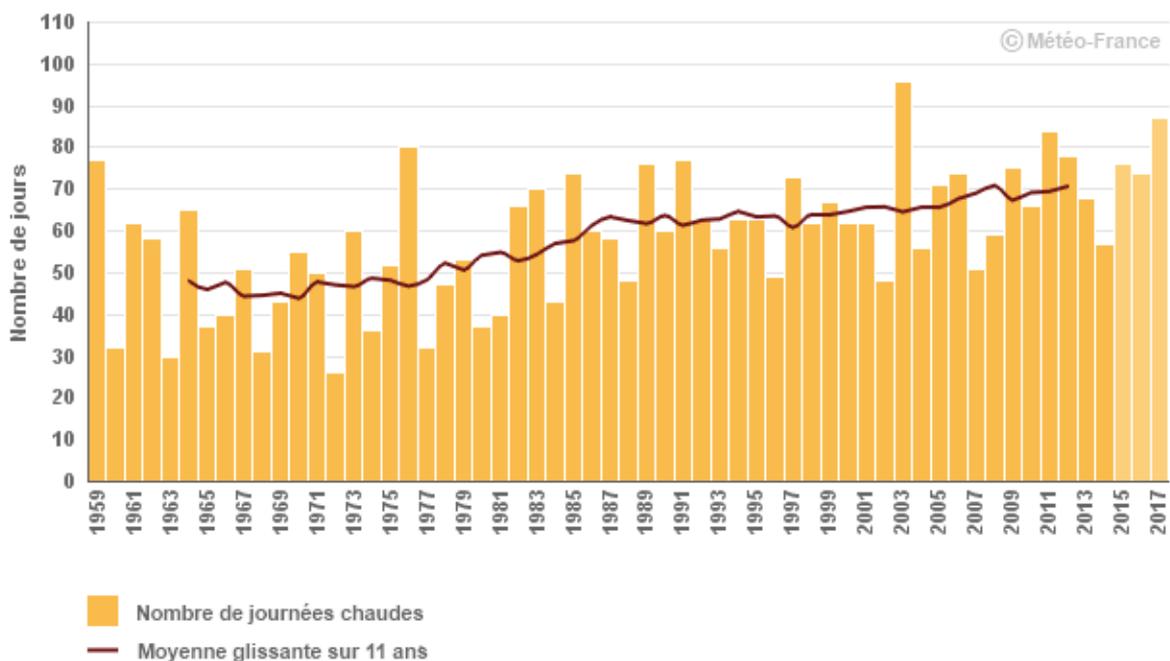


Figure 165: Nombre annuel de journées chaudes sur la période 1961-2010 (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

- Jour de gel

En Auvergne, le nombre annuel de jours de gel est très variable d’une année sur l’autre. En cohérence avec l’augmentation des températures, le nombre annuel de jours de gel diminue.

L’Auvergne est une région de forts contrastes en température, principalement à cause des différences d’altitude au sein de la région. Il en résulte d’importantes variations du nombre de jours de gel selon les endroits.

En cohérence avec l’augmentation des températures moyennes, le nombre annuel de jours de gel diminue. Sur la période 1961-2010, la tendance observée varie de -3 à -8 jours par décennie.

Les années 2014, 2002, et 1994 ont été les années les moins gélives observées sur la région depuis 1959.

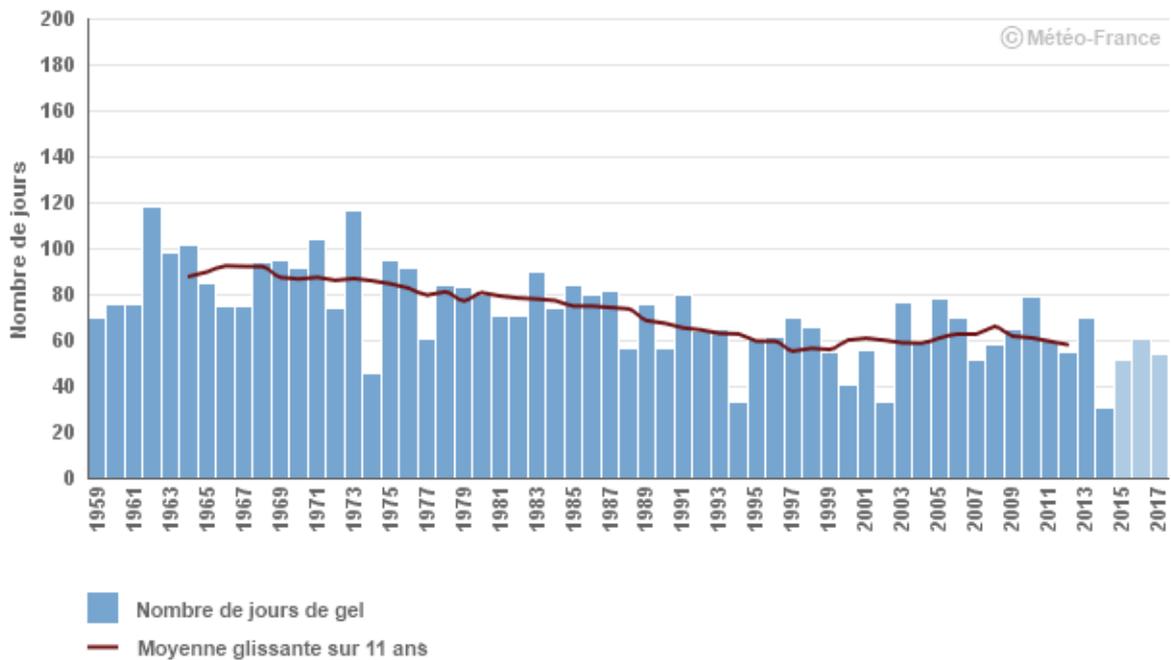


Figure 166: Nombre annuel de jours de gel sur la période 1961-2010 (Station Chareil-Cintrat ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

### Augmentation des sécheresses

L'analyse du pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse des sols depuis 1959 permet d'identifier les années ayant connu les événements les plus sévères comme 1976, 2003 et 2011.

L'évolution de la moyenne décennale montre l'augmentation de la surface des sécheresses passant de valeurs de l'ordre de 5 % dans les années 1960-70 à plus de 15 % en moyenne de nos jours.

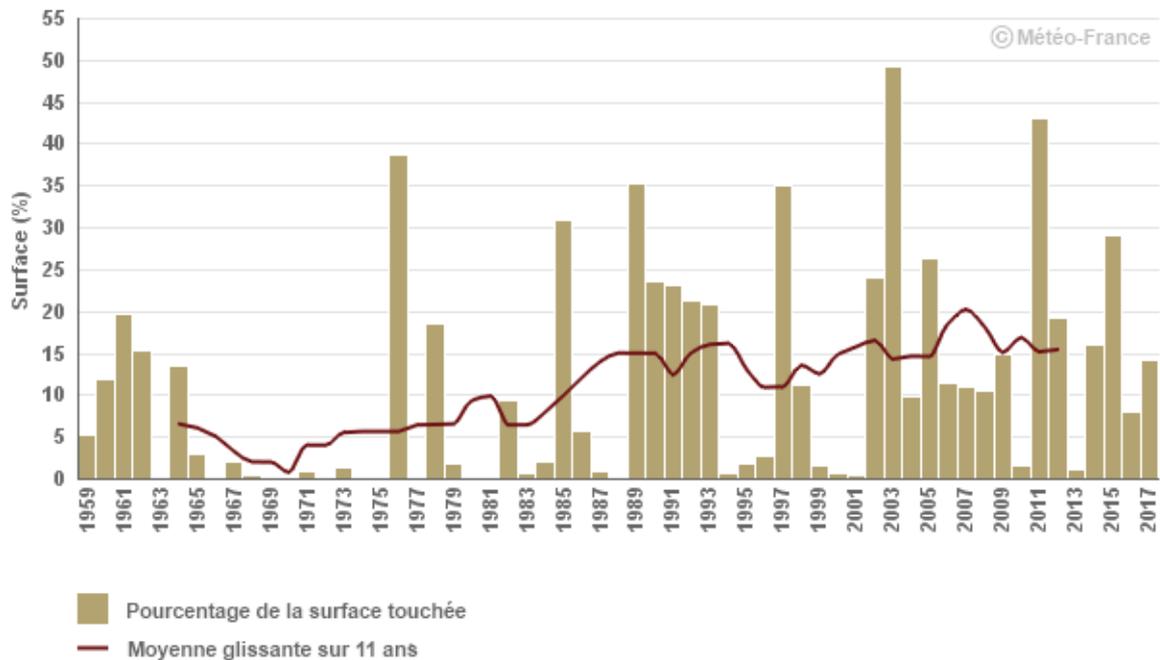


Figure 167: Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse sur la période 1961-2017 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

Le graphique ci-dessous offre une analyse de l'humidité du sol sur un cycle annuel pour les périodes de référence climatique 1961-1990 et 1981-2010 sur la région Auvergne. Il montre un assèchement marqué d'environ 7% sur l'année, concernant principalement la période de janvier à septembre.

En termes d'impact potentiel pour la végétation et les cultures irriguées, cette évolution se traduit par un allongement moyen de la période de sol sec (SWI inférieur à 0,5) en été et d'une diminution de la période de sol très humide (SWI supérieur à 0,9) au printemps. Pour les cultures irriguées, cette évolution se traduit potentiellement par un accroissement du besoin en irrigation.

On note que les événements récents de sécheresse de 2011 et 2003 correspondent aux records de sol sec depuis 1959 respectivement pour les mois de mai et juin, juillet et août.

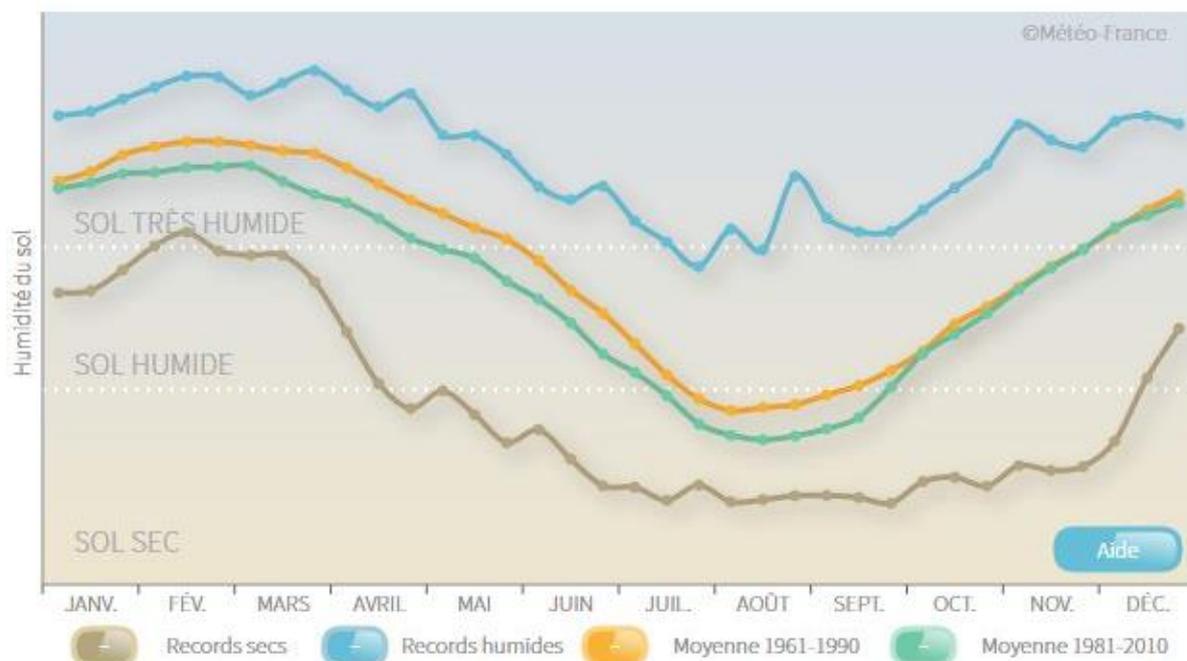


Figure 168: Cycle annuel d'humidité du sol, moyenne et records, sur la période 1961-2010 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

### 5.1.17. Evolution future du climat et ses conséquences primaires

Les conséquences primaires du changement climatique sont celles qui relèvent de grandeurs physiques (température, taux de précipitation, vitesses de vent etc.). Il s'agit des phénomènes météo que l'on craint de voir s'exacerber dans les décennies qui viennent.

Dans ce contexte le département de l'Allier est soumis avec une probabilité croissante, au changement de son régime de précipitations et à l'élévation des températures, notamment l'été. Cette hausse des températures pourra être associée à un risque de phénomènes caniculaires et de sécheresses des sols.

Trois types de scénarios ont été modélisés du plus optimiste au plus pessimiste. Ils permettent de se rendre compte des changements attendus et d'en déduire les conséquences qui vont toucher le territoire :

- **RCP 2.6** : Considéré comme le scénario le plus optimiste, en termes d'émissions de GES, il décrit un pic des émissions suivi par un déclin. Il décrit un monde avec un pic de la population mondiale en milieu de siècle suivi par un déclin. Un effort serrait à faire pour une prise en compte d'une évolution rapide des structures économiques et environnementales.
- **RCP 4.5** : Considéré comme le scénario intermédiaire – médian, avec une stabilisation de nos émissions de GES, il suppose une croissance économique rapide avec l'accent sur une orientation des choix énergétiques équilibrés entre les énergies fossiles et les énergies renouvelables et nucléaires, une supposition également portée sur le développement de nouvelles technologies plus efficaces.
- **RCP 8.5** : Considéré comme le scénario le plus pessimiste, prévoyant une croissance de nos émissions de GES, il décrit un monde très hétérogène caractérisé par une forte croissance démographique associée à un faible développement économique et un lent progrès technologique.

Suivant les scénarios, des projections sont établies à l'horizon court (2050), moyen (2070) et long (2100). Les cartes suivantes présentent les anomalies de températures et de précipitations à prévoir sur le département de l'Allier.

Ces scénarios doivent néanmoins être utilisés avec précaution, de nombreuses restrictions s'appliquant quant à la précision temporelle des paramètres présentés. Il est en effet difficile de reproduire précisément la variabilité naturelle du climat dans les simulations, et les données ne peuvent pas toujours être utilisées brutes. Dans ces scénarios nous étudierons principalement l'évolution des températures et des précipitations (étant les éléments

climatologiques ayant le plus d'influence sur ce territoire), et ceci, à trois horizons temporels différents, 2050, 2080 et 2100.

### 5.1.17.1. Augmentation annuelle des températures

L'augmentation des températures de l'air, moyennes et extrêmes, compte parmi les forçages climatiques les plus importants à prendre en compte. L'expertise du GIEC est formelle et de moins en moins discutable : la température moyenne du globe continuera de croître durant les prochaines décennies, indépendamment de toutes les mesures qui seront prises en matière d'atténuation. Ces mesures pourront certes limiter la hausse, mais elles n'infléchiront pas la courbe ou n'inverseront pas la tendance. Tous les scénarios d'émissions de GES proposés par le GIEC, y compris le plus optimiste (RCP 2.6), prévoient une évolution de la température moyenne de +0,3 à +0,7°C à l'échelle du globe entre 2016 et 2035. A l'horizon 2100, seul le scénario le plus optimiste d'émissions (RCP 2.6) pourrait nous faire atteindre l'objectif annoncé durant la COP21 de limiter le réchauffement global à +2°C par rapport au niveau seuil de 1850.

Autrement, les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 qui ont été retenus pour les prévisions climatiques futures de cette étude, conduiront à un réchauffement d'en moyenne +1,1 à +4,8°C par rapport à la moyenne 1986-2005 (et donc jusqu'à +5,5°C par rapport à 1850). Les évolutions de la température seront toutefois variables selon les régions du globe et pourront également se manifester par l'accroissement des extrêmes chauds (jours estivaux, vagues de chaleur, canicules) et froids (GIEC, 2014).

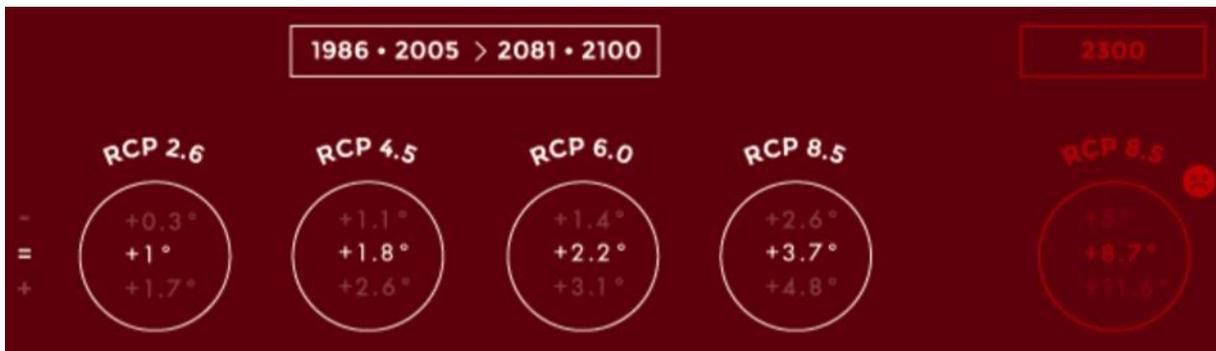
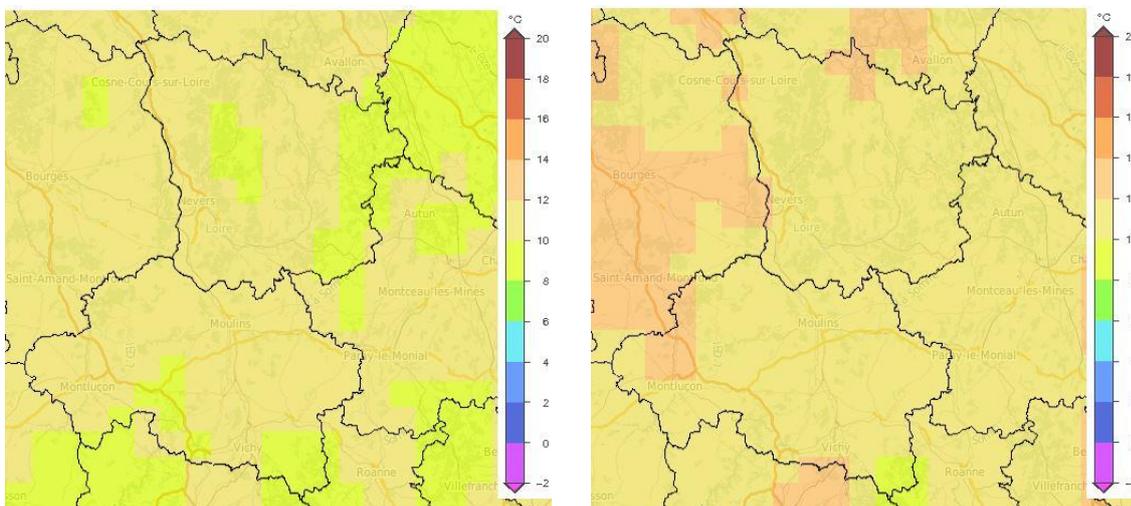


Figure 169: Infographie présentant l'évolution des températures à l'échelle du globe en fonction des scénarios RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 (extrait du rapport du GIEC, 2014)

A l'échelle du département de l'Allier les prévisions climatiques futures sont rendues possibles grâce aux données du modèle de prévision «Aladin» développé par Météo-France.

Ce modèle permet d'étudier les évolutions futures d'un grand nombre d'indicateurs climatiques relatifs à la température et aux précipitations (moyennes, écarts à la moyenne, anomalies, etc.), selon les différents scénarios d'émissions du dernier rapport du GIEC de 2014. Un outil de visualisation gratuit est disponible sur le site internet Drias-Climat.fr.



Référence (1976 – 2005)

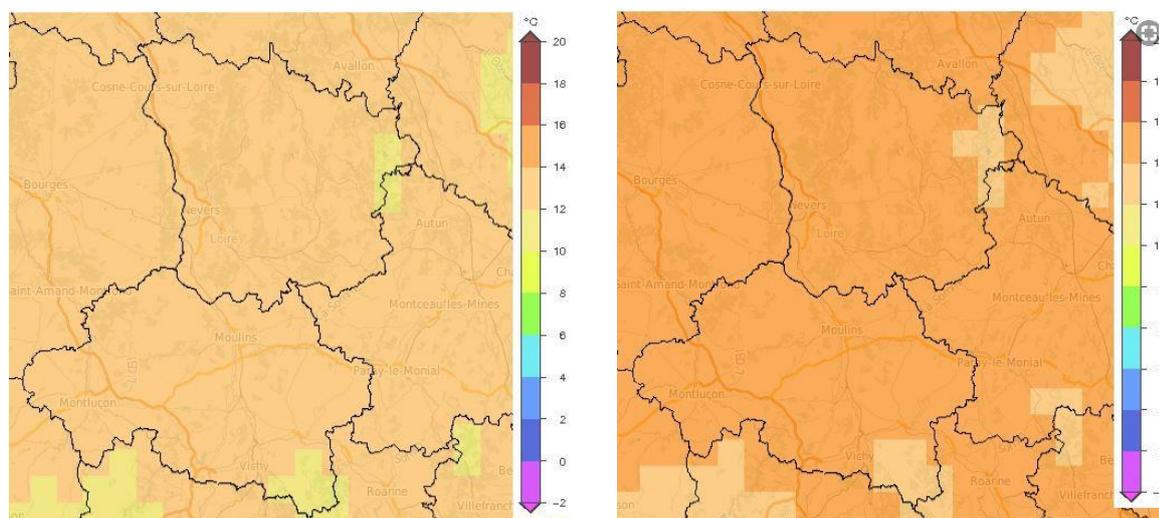
RCP 2.6 - Horizon lointain (2071-2100)

RCP 4.5 - Horizon lointain (2071-2100)

RCP 8.5 - Horizon lointain (2071-2100)

Figure 170: Cartes d'augmentation de la température moyenne centrée sur le département de l'Allier à l'horizon 2100. Carte 1 : Période de référence 1976-2005. Carte 2, 3, 4 : selon les scénarios RCP 2.6, 4.5, 8.5 (Drias-climat.fr, 2018)

Le tableau ci-dessous présente l'augmentation de la température moyenne journalière jusqu'à l'horizon 2100, par rapport à la période référence 1976-2005, selon le modèle « Aladin », sur la maille correspondant à la commune de Vichy :



Référence :	2050	2070	2100
10.25°C			
RCP 2.6	11.25°C (+1.00)	11.64°C (+1.39)	11.57°C (+1.32)
RCP 4.5	11.51°C (+1.26)	11.68°C (+1.43)	12.86°C (+2.61)
RCP 8.5	11.65°C (+1.4)	12.56°C (+2.31)	14.55°C (+4.3)

Les données présentées dans ce tableau ainsi que les cartes précédentes révèlent que les températures moyennes journalières augmenteront de façon significative, selon les scénarios retenus, à partir de la dernière moitié du 21<sup>ème</sup> siècle sur le département de l'Allier.

Les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050 et ceux quels que soit les scénarios.

Sur la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO<sub>2</sub>). Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait atteindre, en moyenne sur l'année, plus de 4°C à l'horizon 2071-2100 et près de 6°C en été.

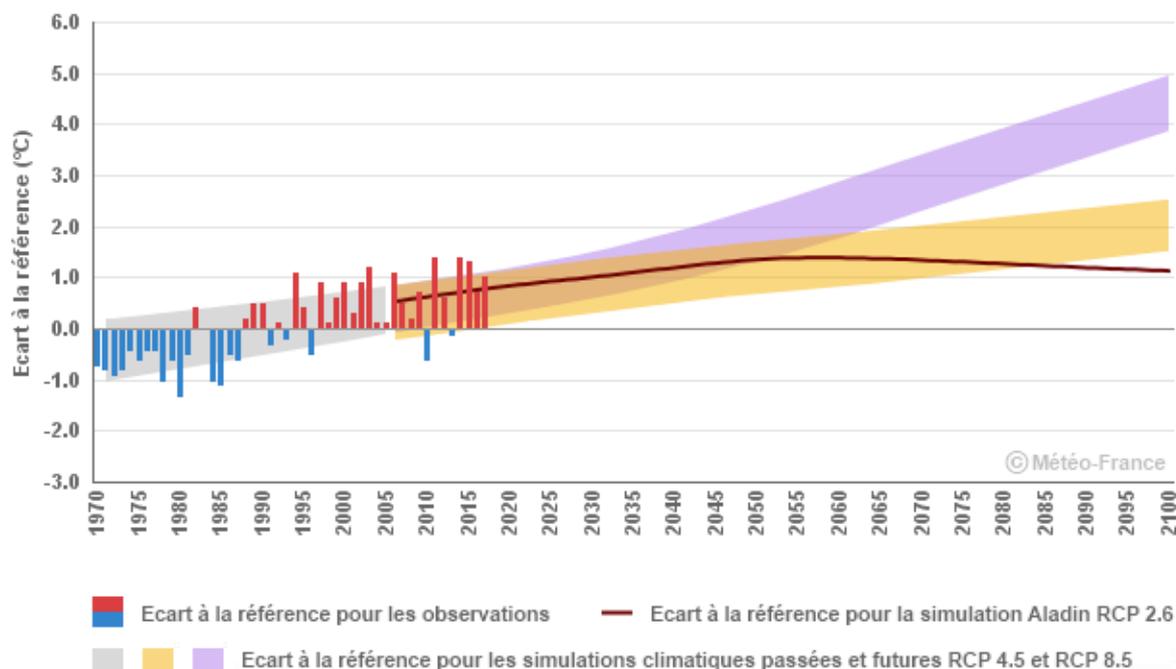
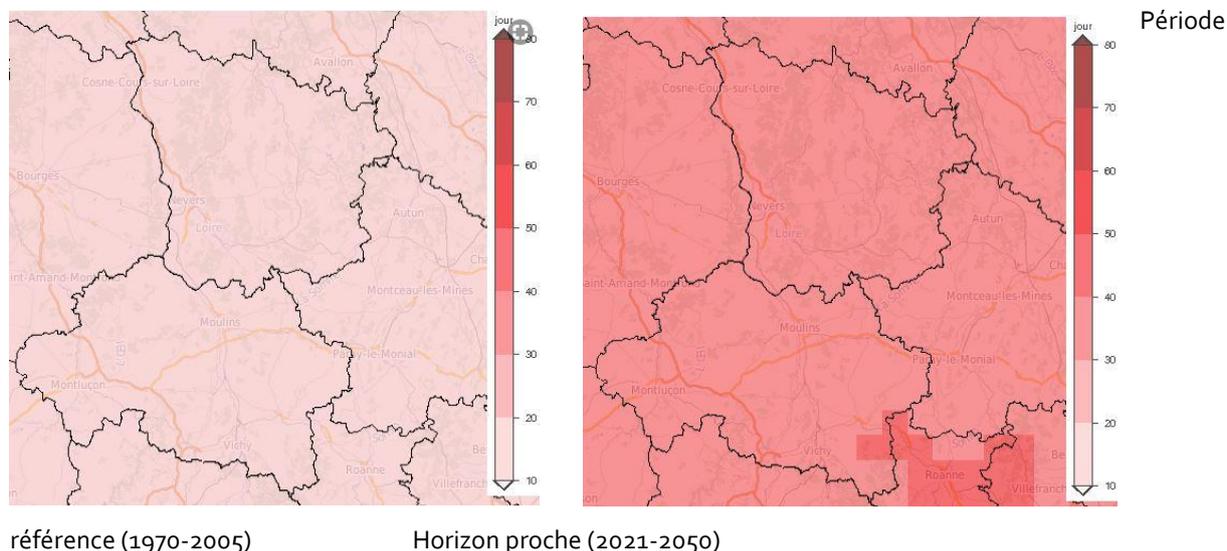


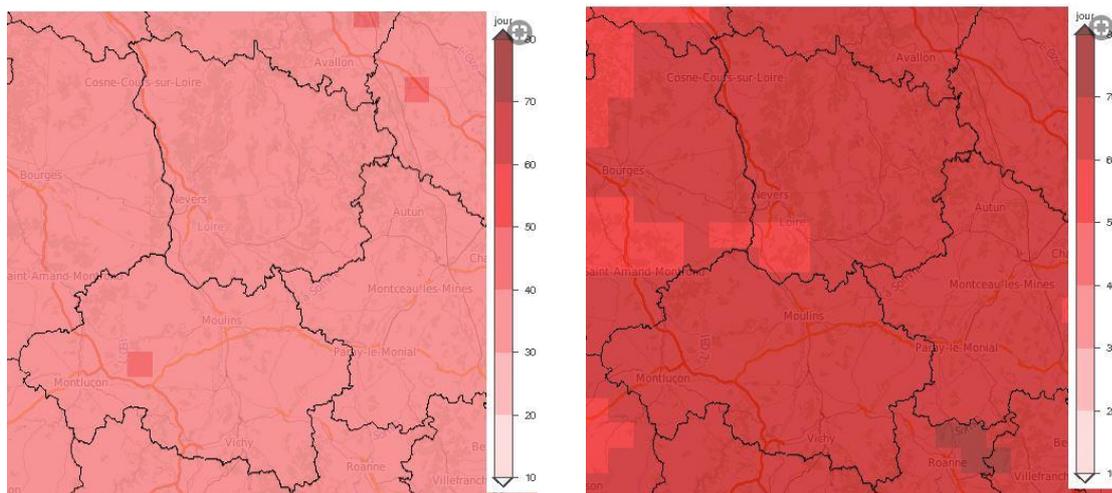
Figure 171: Cartes de la température moyenne annuelle en Auvergne à l'horizon 2100. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

Outre l'évolution des températures annuelles moyennes en Auvergne à court, moyen et long terme, il est également à considérer une augmentation significative du nombre moyen de jours de canicule. Les cartes ci-dessous illustrent bien cette tendance à la hausse. Suivant le scénario intermédiaire (RCP 4.5), qui vise à stabiliser les concentrations en CO<sub>2</sub>, on estime que le nombre de jours de vague de chaleur pourrait être multiplié par 3 à l'horizon 2070-2100 par rapport à la période référence (1970-2005). Soit 60 à 70 jours de canicule à l'horizon 2070-2100 contre 10 à 20 jours pour la période référence.



référence (1970-2005)

Horizon proche (2021-2050)



Horizon moyen (2041-2070)

Horizon lointain (2070-2100)

Figure 172: Cartes présentant la moyenne annuelle de nombre de jours de vague de chaleur centrées sur l'Allier.

### 5.1.17.2. Nouvelle répartition du régime de précipitation

Même si de nombreux progrès ont été effectués en matière de modélisation climatique, le paramètre des précipitations semble être l'un des plus complexes à prévoir. En effet, l'évolution des précipitations à des échelles plus ou moins fines, laisse place à beaucoup d'incertitude et de variabilité. Dépendant des modèles climatiques et des scénarios d'émissions de GES utilisés, les signaux concernant l'évolution de ce paramètre ne sont jamais vraiment forts et significatifs.

A l'échelle nationale, le quatrième volume du Rapport Jouzel (2014) révèle que les volumes de précipitations pourraient, jusqu'à l'horizon 2100, connaître une progressive augmentation durant les mois d'hiver (+9 à +76 mm, selon les modèles et scénarios) et une diminution lors des mois d'été (-15 à -35 mm). Il est donc difficile d'estimer si le cumul annuel des précipitations va augmenter ou diminuer.

En Auvergne, quel que soit le scénario considéré, les projections climatiques montrent peu d'évolution des précipitations estivales jusqu'aux années 2050.

Cependant, il est possible d'avancer une nouvelle répartition des précipitations avec des hivers plus humides et des étés plus secs.

Ainsi, bien que les prévisions n'annoncent pas d'évolutions très marquées des cumuls annuels, le cumul estival des précipitations de la région, diminue progressivement selon le scénario RCP8.5. La diminution la plus forte s'opère à l'horizon 2070-2100.

**Cumul estival de précipitations en Auvergne : rapport à la référence 1976-2005**  
**Observations et simulations climatiques pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5**

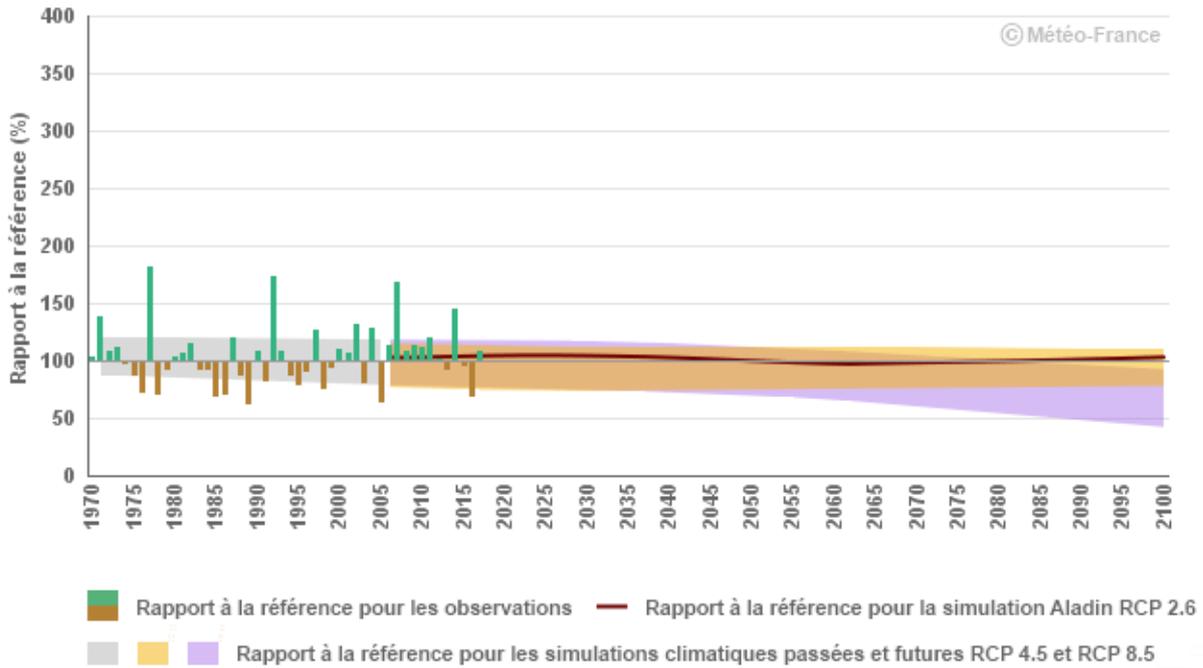
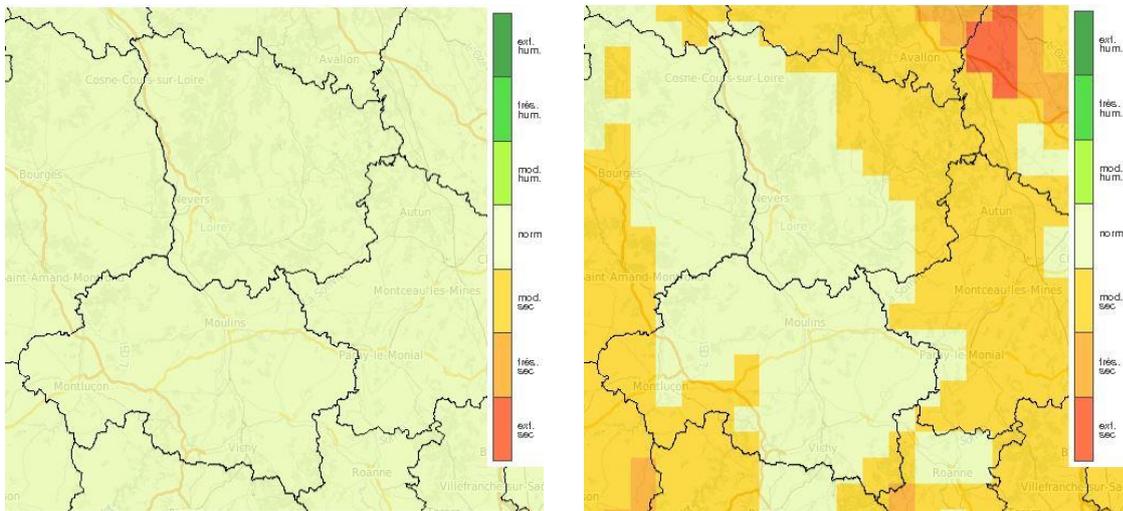


Figure 173: Cartes du cumul estival de précipitations en Auvergne à l'horizon 2100. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

La variabilité des résultats proposés par différentes études, utilisant différents modèles et différentes échelles, rend complexe l'appréhension des tendances. Néanmoins, la possible diminution, même faible, du volume des précipitations annuel à l'horizon 2100, peut suffire à augmenter le niveau d'exposition du département.

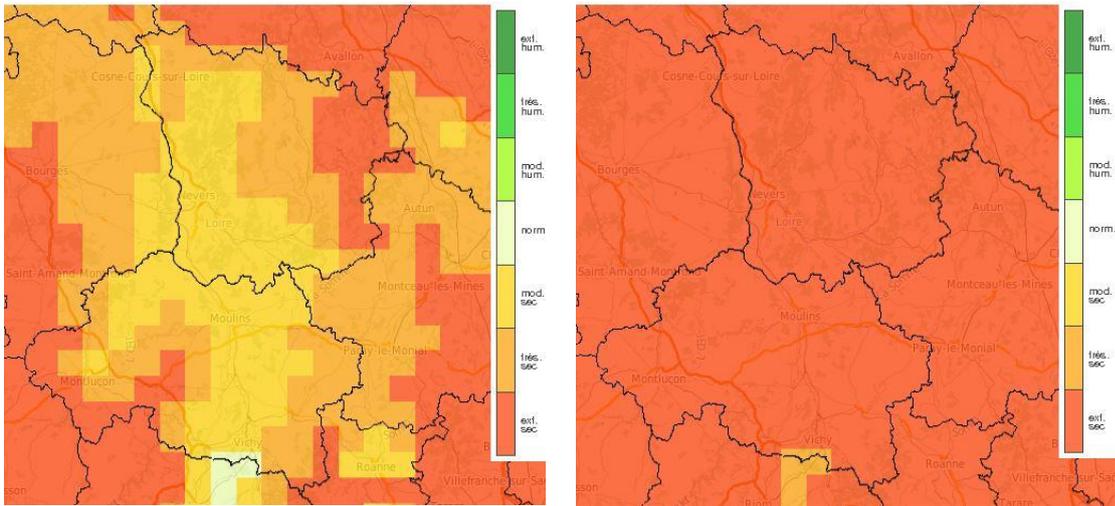
**5.1.17.3. Augmentation des phénomènes de sécheresse**

L'évolution des sécheresses (saisonnalité, durée, intensité) est l'un des effets les plus préoccupants du changement climatique. En effet, il s'agit d'un forçage climatique déterminant pour la préservation des ressources en eau, des milieux et des activités économiques (agriculture, sylviculture, industrie et tourisme) du département.



Période référence (1970-2005)

Horizon proche (2035)



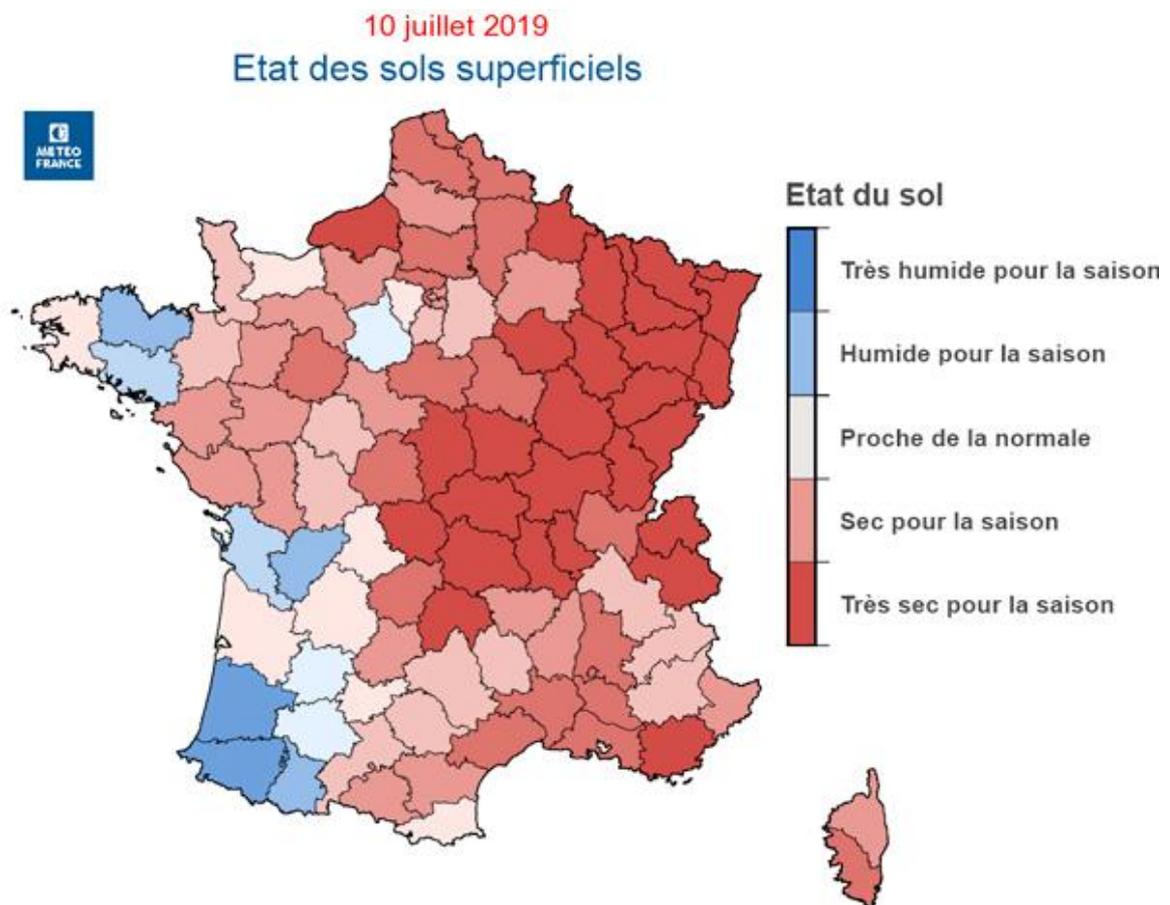
Horizon moyen (2055)

Horizon lointain (2085)

Figure 174: Cartes présentant une indication quant à l'état de sécheresse d'humidité des sols de l'Allier.

En étudiant de plus près l'évolution de l'indice sécheresse d'humidité des sols (Cartes ci-dessus), correspondant à la sécheresse agricole, par les modèles météo-France, il est possible de déduire une forte transformation de l'humidité des sols, passant d'un sol à humidité « normale », pour les années de référence, à un sol « extrêmement sec » pour l'horizon lointain (autour de 2085) suivant le scénario intermédiaire, visant à stabiliser les concentrations en CO<sub>2</sub>.

Comme le montre la carte de Météo-France, ci-après, le phénomène de sécheresse extrême des sols, c'est à nous démontré très récemment durant l'été 2019. Cette situation, encore qualifiée « d'extrême » est vouée à se reproduire dans les années à venir et pourrait devenir la règle si aucune mesure n'est prise à long terme.



La sécheresse des sols sera donc un élément à prendre en compte dans l'adaptation du territoire face au changement climatique, notamment pour les secteurs exposés tels que l'agriculture, la sylviculture, l'industrie et le tourisme.

### 5.1.18. Les risques et les impacts identifiés face au changement climatique

Le territoire de la CA de Vichy est déjà soumis à certains risques naturels, essentiellement aux risques d'inondations et de mouvements de terrain.

Des dispositifs visant la connaissance, la prévention et l'information sur les risques ont été mis en place, toutefois, des progrès restent à accomplir dans différents domaines : la connaissance des aléas et risques, le renforcement des démarches de régulation et de coordination des services de l'Etat et des outils de concertation avec les élus locaux et les citoyens.

Actuellement, ces risques naturels n'ont que quelques conséquences sur le territoire. Le principal étant le risque inondations et dans une moindre mesure les mouvements de terrains. Un tour d'horizon des principaux événements climatiques passés a montré clairement que des aléas variés ont touché la région Auvergne-Rhône-Alpes, et plus particulièrement la CA de Vichy, au cours des dernières années. Comme nous l'avons démontré précédemment, le changement climatique en cours va intensifier et multiplier les phénomènes extrêmes (sécheresse, canicules, pluies intenses, tempêtes...).

Ainsi, l'ensemble de ces études nous permet aujourd'hui de dégager les risques majeurs et leurs impacts futurs sur le territoire de la CA de Vichy.

#### 5.1.18.1. Le risque de mouvements de terrain

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol, il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Il est dû à des processus lents de dissolution ou d'érosion favorisés par l'action de l'eau et de l'homme.

Selon la vitesse de déplacement, deux ensembles peuvent être distingués :

- ✓ **Les mouvements lents** pour lesquels la déformation est progressive et peut être accompagnée de rupture mais en principe d'aucune accélération brutale :
  - les affaissements consécutifs à l'évolution de cavités souterraines naturelles ou artificielles (carrières ou mines), évolution amortie par le comportement souple des terrains superficiels ;
  - les tassements par retrait de sols argileux et par consolidation de certains terrains compressibles (vases, tourbes) ;
  - le fluage (déformation sous l'effet de très fortes pressions) de matériaux plastiques sur faible pente ;
  - les glissements, qui correspondent au déplacement en masse, le long d'une surface de rupture plane, courbe ou complexe, de sols cohérents (marnes et argiles) ;
  - le retrait ou le gonflement de certains matériaux argileux en fonction de leur teneur en eau.
  
- ✓ **Les mouvements rapides** comprennent :
  - les effondrements, qui résultent de la rupture brutale de voûtes de cavités souterraines naturelles ou artificielles, sans atténuation par les terrains de surface ;
  - les chutes de pierres ou de blocs provenant de l'évolution mécanique de falaises ou d'escarpements rocheux très fracturés ;
  - les éboulements ou écroulements de berges ou d'escarpements rocheux selon les plans de discontinuité préexistants ;
  - certains glissements rocheux ;
  - les coulées boueuses, qui proviennent généralement de l'évolution du front des glissements. Leur mode de propagation est intermédiaire entre le déplacement en masse et le transport fluide ou visqueux.

#### *Caractéristique de la communauté d'Agglomération de Vichy*

Pour le département de l'Allier, un inventaire des mouvements de terrain a été réalisé par le BRGM en 2005. Il a permis de recenser 130 événements dont 73 nouveaux qui ont été intégrés dans la base de données nationale disponible sur internet ([www.bdmvt.net/](http://www.bdmvt.net/)).

A l'échelle de la CA de Vichy, l'analyse des mouvements de terrain recensés se répartie comme suit :

- la très grande majorité des événements sont des glissements de terrain. Ils sont recensés à l'Ouest du territoire, le long de la rivière Allier et deux de ses affluents (Le Sichon et Le Jolan) : les communes concernées sont Abrest, Cusset, Le Vernet, Creuzier-le-vieux, Creuzier-le-Neuf et Billy, Bellerive et Brugheas. A l'Est quelques glissements sont signalés le long de la Besbre.

- Quelques érosions de berge sont signalées le long de la rivière Allier.

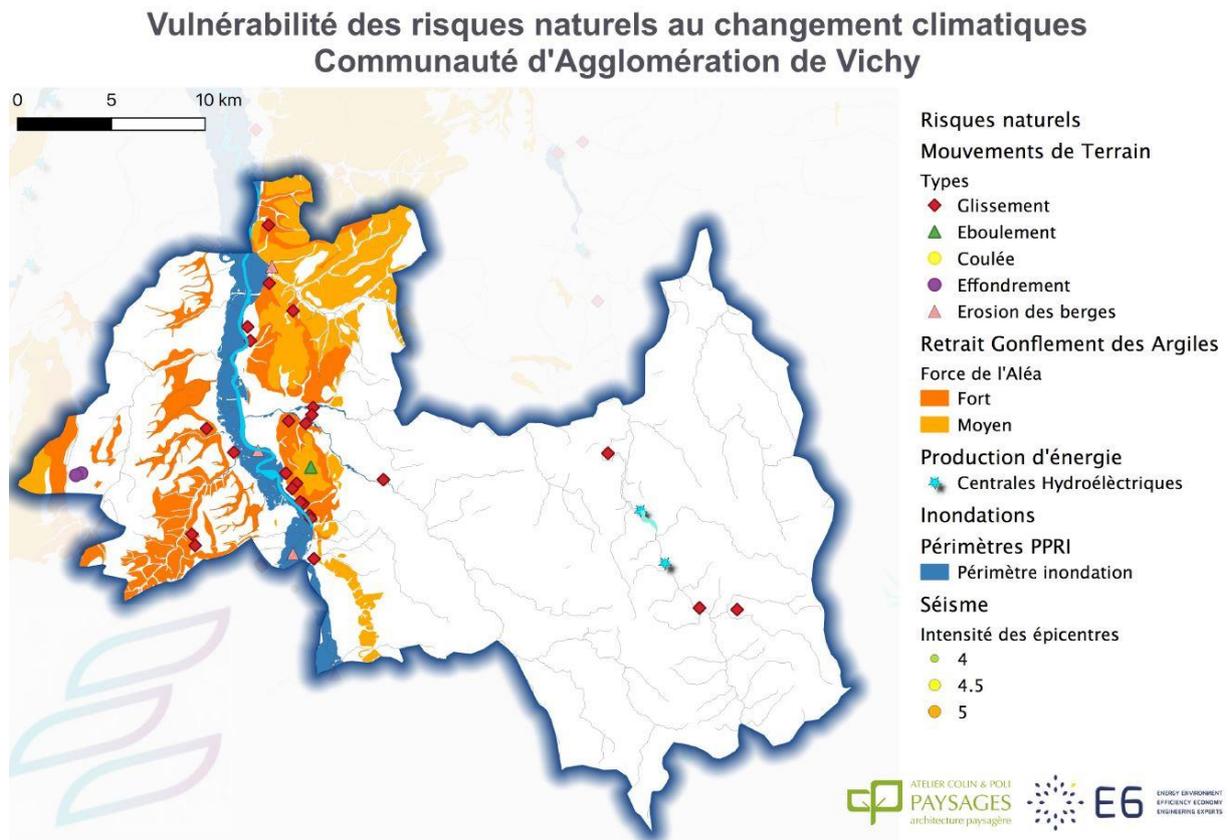


Figure 176 : Carte présentant la vulnérabilité des risques naturels au changement climatique de la CA de Vichy. (Source : BRGM et PPRI Plaine Allier)

Sur la carte ci-dessus, on remarque également que seule la partie Ouest du territoire d'étude, autour de la commune de Vichy, est soumise à un aléa moyen à fort de « Retrait-gonflement des argiles ».

Ce phénomène de mouvements de terrain est relatif au retrait-gonflement de certains sols argileux et des formations argileuses affleurantes. Il provoque des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant le bâti individuel ainsi que les infrastructures routières.

Sur le territoire, ces phénomènes, mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976, ont pris une réelle ampleur lors des périodes 1989-1991, 1996-1997 et 2003. On parle communément de mouvement différentiel dû à la sécheresse ou simplement du phénomène " sécheresse ".

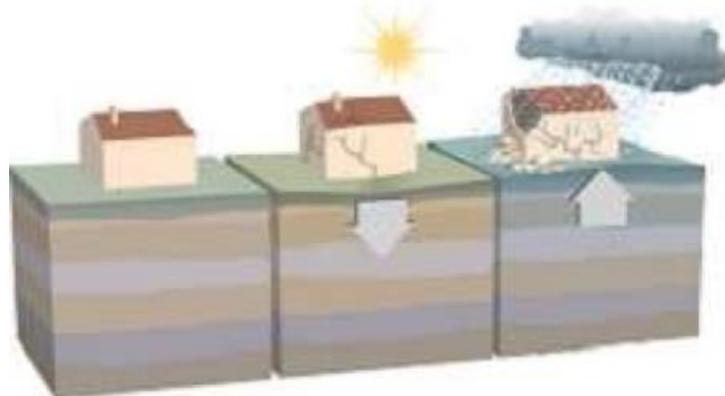


Figure 177 : Retrait-gonflement des sols argileux (Dossier Départemental des Risques Majeurs)

Le retrait-gonflement des argiles est lié à l'alternance de précipitations (fortes ou classiques) avec des périodes de sécheresse. Les sols argileux se rétractent, ce qui provoque des dommages (fissures) sur les habitations,

principalement les logements individuels. Ce risque ne présente pas de danger vital, mais il a des conséquences économiques importantes.

### ***La vulnérabilité du territoire face au risque de mouvements de terrain***

Pour la CA de Vichy, la carte ci-dessous, illustre de nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes, relative aux mouvements de terrain. Selon les données fournies par le BRGM, nous constatons que seul l'Ouest du territoire d'étude a fait l'objet de nombreux arrêtés de catastrophes naturelles.

La commune de Bellerive-sur-Allier semble la plus impactée par le risque de mouvements de terrain. Située sur une zone à forte vulnérabilité face au risque de retrait et gonflement des argiles, elle a fait l'objet de 10 arrêtés de catastrophes naturelles entre 1992 et 2017.

Dans cette zone, on notera également la vulnérabilité de certaines communes face aux « Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols » :

- Abrest : 9 arrêtés publiés
- Cusset, Espinasse-Vozelle et Cognat-Lyonne : 8 arrêtés publiés
- Brugheas : 7 arrêtés publiés

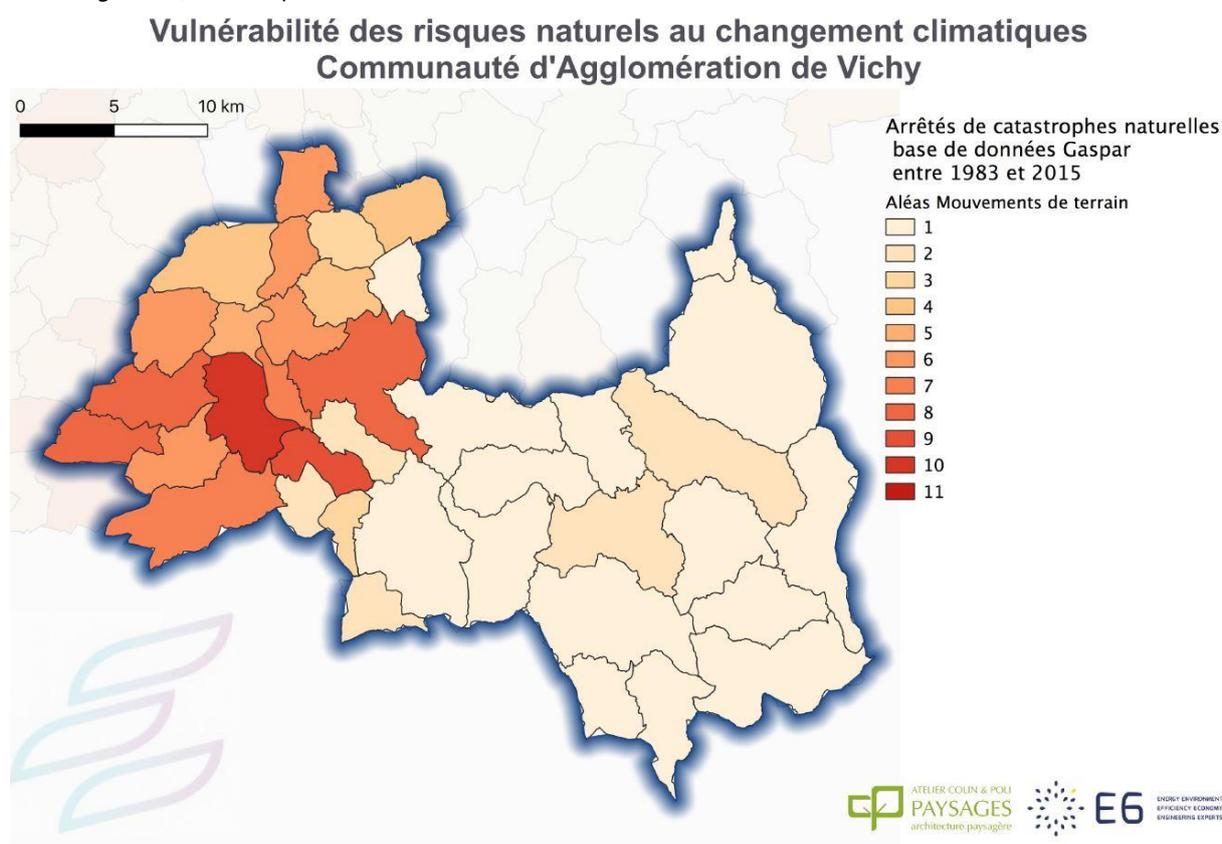


Figure 178 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARD de l'aléa mouvements de terrain sur la CA de Vichy.

Le principal facteur de déstabilisation des terrains est l'eau qui, en s'infiltrant dans les roches fissurées ou poreuses, les soumet à de fortes pressions interstitielles. L'accroissement des précipitations (essentiellement en périodes hivernales) devrait donc développer ce type d'instabilité.

Ainsi, la multiplication de contrastes plus élevés entre périodes sèches et périodes humides pourrait accroître les phénomènes de mouvements de terrain susceptibles de provoquer des dégâts aux fondations d'infrastructures réalisées sans un minimum de précautions géotechniques, notamment sur sols argileux sensibles au retrait-gonflement en période de sécheresse.

L'ensemble de ces mouvements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides, peuvent donc présenter un danger vital pour la population et avoir des conséquences économique importante.

## 5.1.18.2. Le risque inondation

### Caractéristique hydrographique et pluviométrique du département de l'Allier

Chaque cours d'eau, du plus petit ruisseau aux grandes rivières, collecte l'eau d'un territoire plus ou moins grand, appelé son bassin versant. Lorsque des pluies abondantes et/ou durables surviennent, le débit du cours d'eau augmente et peut entraîner le débordement des eaux. Plusieurs facteurs interviennent dans ce phénomène :

- L'intensité et la répartition des pluies dans le bassin versant.
- La pente du bassin et sa couverture végétale qui accélèrent ou ralentissent les écoulements.
- L'absorption par le sol et l'infiltration dans le sous-sol qui alimente les nappes souterraines.
- Un sol saturé par des pluies récentes n'absorbe plus.
- L'action de l'homme : déboisement, feux de forêts qui rendent le sol plus propice au ruissellement. L'imperméabilisation, due au développement des villes : l'eau ne s'infiltre plus et surcharge les systèmes d'évacuation.
- D'une manière générale, les obstacles aux écoulements de crue.

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est le résultat de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement, et l'homme qui s'installe dans l'espace alluvial pour y implanter des constructions, équipements et activités.

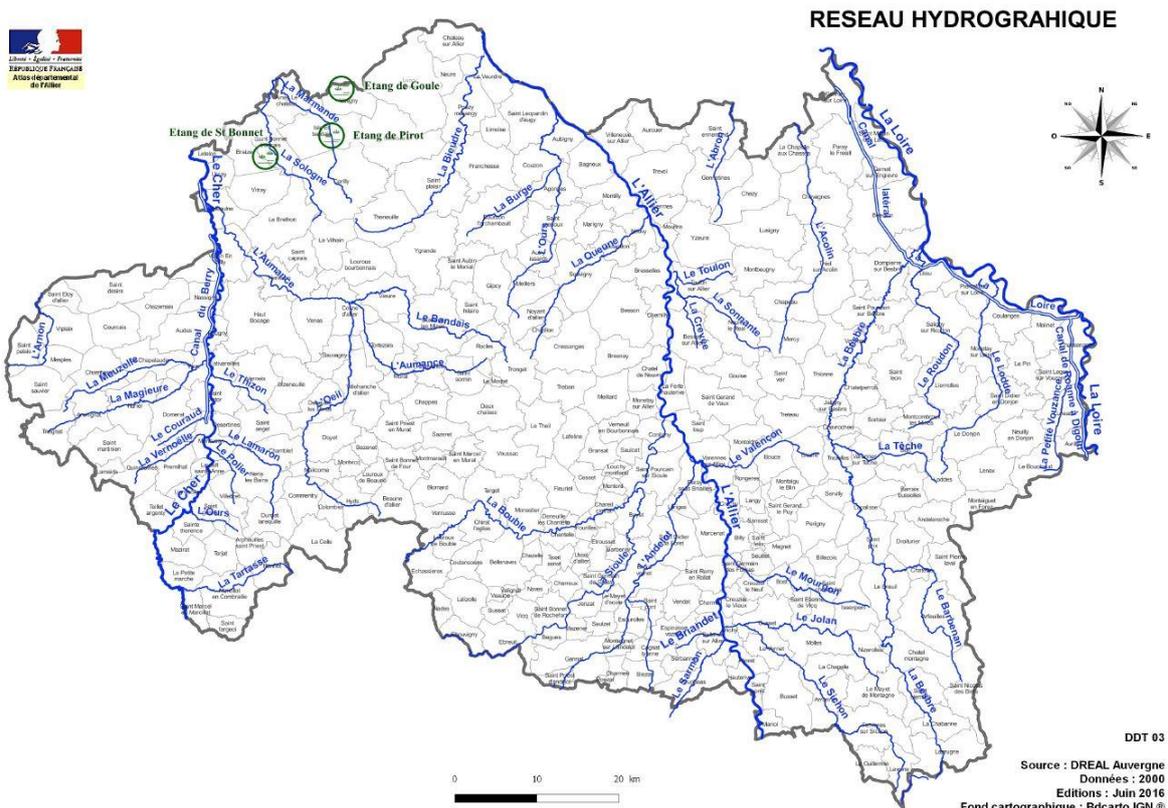


Figure 179 : Carte du réseau hydrographique du département de l'Allier (Source : DREAL Auvergne, Données 2000, Edition juin 2016)

Appartenant au bassin versant de la Loire, le réseau hydrographique de l'Allier est très riche et s'articule autour de trois grands cours d'eau :

- La Loire : frontière entre le département de l'Allier, de la Saône-et-Loire et de la Nièvre. Elle reçoit la Besbre qui descend de la Montagne Bourbonnaise au niveau de Diou.

- L'Allier : elle traverse le département du Sud au Nord dans sa partie centrale, sur 110 km. Elle reçoit le Sioule au niveau de Contigny.
- La Cher : elle s'écoule dans les gorges des Combrailles jusqu'à Montluçon. Elle traverse le département sur près de 75 km.

Outre ces grands cours d'eau, de nombreux affluents à ces rivières, forment un chevelu très fourni. Le département abrite également de très nombreux plans d'eau (étangs, mares, retenues...), majoritairement artificiels. Nombreux en Sologne bourbonnaise c'est pourtant dans le Nord-Ouest que l'on trouve les plus grands étangs : Goule (110ha), Pirot (94ha) et Saint-Bonnet (44 ha). Leurs fonctions sont multiples, réserve d'eau, pisciculture et/ou bases nautiques. (Source texte : DDT03 – Service Environnement, Oct. 2014)

Le département de l'Allier étant situé entre deux zones climatiques, une zone océanique plus ou moins altérée au nord et à l'ouest, et une zone de climat de montagne au sud.

Les principales caractéristiques de la pluviométrie du département sont les suivantes :

- Fortes précipitations sur les Combrailles et la Montagne Bourbonnaise : le massif des Combrailles et la forêt de Tronçais (10 600 ha) reçoivent en moyenne des précipitations supérieures à 800 mm. La carte ci-dessous fait apparaître un maximum pluviométrique supérieur à 1320 mm au point culminant (le Puy de Montoncel, 1 287 mètres). Les perturbations atlantiques, après avoir traversées une partie de la France sans relief notable, se trouvent bloquées sur ce massif.
- Faible pluviométrie entre La Sioule et L'Allier : les vallées du Cher, de la Sioule et de l'Allier ont des quantités de précipitations faibles. Des noyaux inférieurs à 680 mm sont notamment présents vers Moulins, Ebreuil et la Limagne.

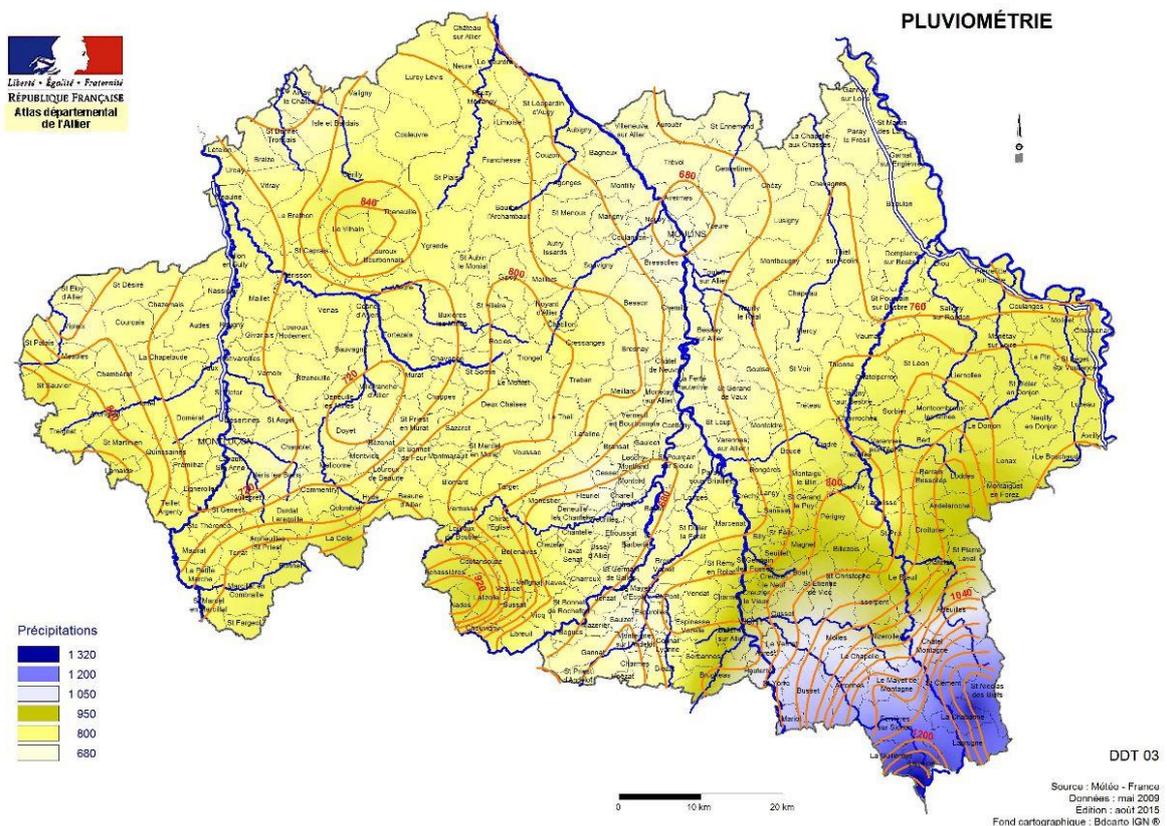


Figure 180 : Carte de la pluviométrie du département de l'Allier (Source : Météo-France, mai 2009, Edition août 2015)

### Le risque d'inondation à l'échelle de la CA de Vichy

L'analyse du climat de ces dernières décennies nous a montré une tendance légère à la hausse des précipitations annuelles, avec une grande variabilité d'une année à l'autre.

Bénéficiant d'un réseau hydrographique dense et d'une pluviométrie importante, notamment dans la « région » de la montagne bourbonnaise, la CA de Vichy a déjà été soumis au risque d'inondation.

La carte ci-dessous, présentant le nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes de l'aléa inondations de la CA de Vichy, montre que certaines communes ont déjà été impactées par ce risque. Les communes longeant la rivière Allier, à l'Ouest du territoire d'étude, montre une plus grande vulnérabilité :

- A l'extrême Ouest : les communes longeant l'Allier et ses affluents (Le Sichon, Le Jolan, Le Mourgon, Le Briandet et le Sarmon)
- Au centre-Sud : du département : la commune de Arrones, traversée par le Sichon
- L'ouest, plus montagneux et bénéficiant de vallées encaissées, apparaît moins vulnérable face à ce risque : seules les communes de Laprugne, La Chabanne et Saint-Clément, traversées par la Besbre, sont les plus touchées.

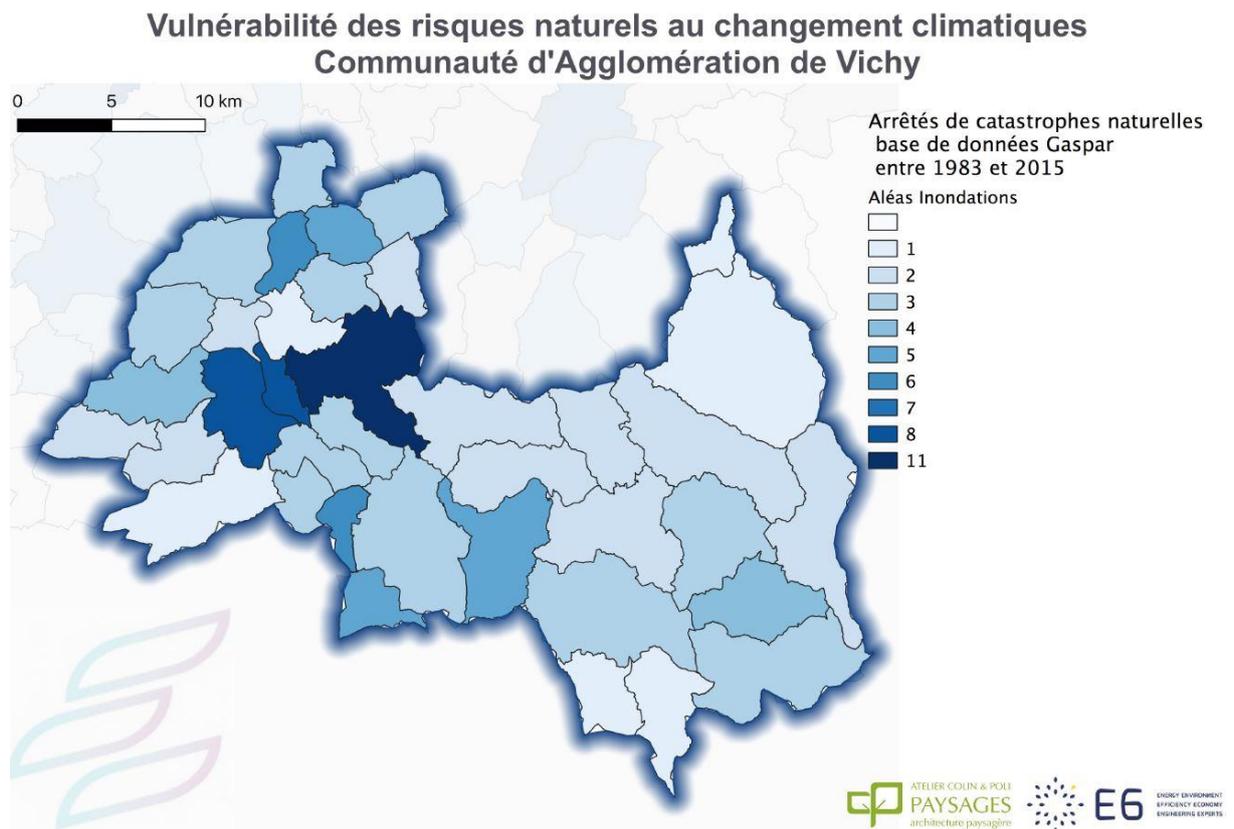


Figure 181 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARD de l'aléa inondations sur la CA de Vichy.

### **La particularité des crues de la rivière Allier**

La rivière Allier dispose d'un régime hydrologique irrégulier : elle présente des hautes eaux en période hivernale et des basses eaux en période estivale.

Cette irrégularité est en partie due à un climat contrasté. Le bassin de l'Allier étant soumis à des influences climatiques océaniques, méditerranéennes et continentales.

La plaine alluviale de l'Allier, qui traverse le département de l'Allier du Sud vers le Nord, s'apparente au lit majeur du cours d'eau, c'est-à-dire au lit qui reçoit les plus fortes crues. Dans cette plaine, les zones humides jouent un rôle important d'expansion des crues. Lors des périodes de sécheresse, ces espaces naturels restitueront progressivement l'excès d'eau emmagasinée, soutenant ainsi le débit des cours d'eau à l'étiage.

Les crues de l'Allier résultent de pluies exceptionnelles contre lesquelles l'homme est généralement désarmé. Dans les secteurs montagneux du Haut Allier (au Sud de la Région Auvergne-Rhône-Alpes), les fortes pentes de la vallée augmentent la vitesse d'écoulement de l'eau. Ainsi, le plus souvent lors d'un orage, les violentes et puissantes averses génèrent des crues soudaines, dites torrentielles, provoquant une brusque montée du cours d'eau.

Dans les secteurs de la plaine du département de l'Allier, la pluviométrie est moindre, les eaux arrivent plus lentement et le niveau du cours d'eau monte plus lentement. Généralement, les crues de plaine sont causées

par des épisodes pluvieux longs et intenses affectant une grande partie du bassin versant. Ces crues s'étalent sur la plaine inondable large de quelques kilomètres. Le ralentissement de l'écoulement est également dû aux faibles pentes. La submersion peut durer plus longtemps et la décrue est généralement lente.

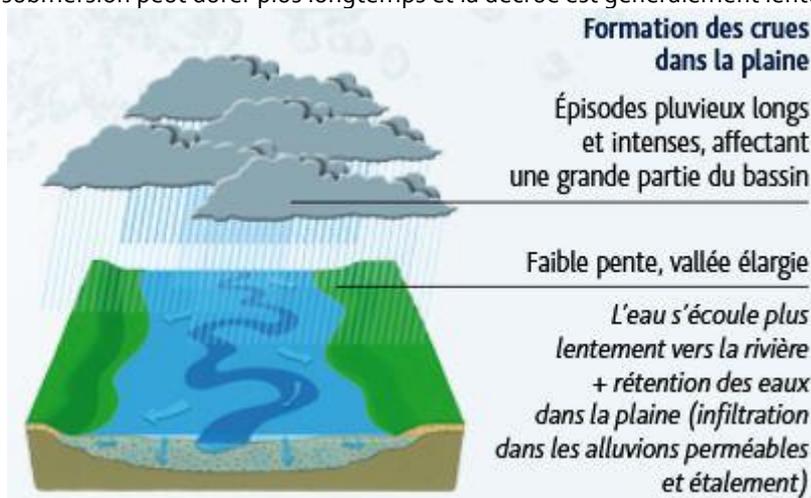


Figure 182 : Infographie présentant les crues de plaine de l'Allier (Extrait du Livret « Parlons des crues de la rivière Allier » réalisé par Frane-Auvergne-Environnement, 2014)

Le climat et le relief sont les deux principaux facteurs qui interviennent dans la formation des crues de l'Allier. En fonction de ces éléments, ces dernières peuvent être regroupées en trois familles :

- Les crues océaniques : provoquées par une suite de précipitations venant de l'Atlantique, qui durent généralement plusieurs jours. Le niveau de l'eau monte assez lentement. La crue grossit en élevant les hauteurs d'eau et en se propageant vers l'aval.
- Les crues cévenoles : elles surviennent généralement à l'automne, à l'occasion de pluies orageuses d'origine méditerranéenne. Les précipitations sont intenses et très violentes mais elles ne durent pas longtemps. Ainsi, la montée des eaux est très rapide.
- Les crues mixtes : elles découlent de la conjonction des phénomènes océanique et cévenol. Il pleut partout et en abondance. Cette combinaison peut se produire au printemps comme à l'automne. On retrouve les caractéristiques des crues cévenoles (montée des eaux rapides et des niveaux d'eau élevés) et des crues océaniques (débit et volume importants)

### **La vulnérabilité du territoire face au risque inondation**

De manière générale, on distingue trois types d'inondations :

- Par débordement direct :

Le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur.

L'augmentation de débit d'un cours d'eau entraîne l'augmentation de la vitesse d'écoulement, de sa hauteur et des dégradations dont l'ampleur est également fonction de la durée de l'événement.

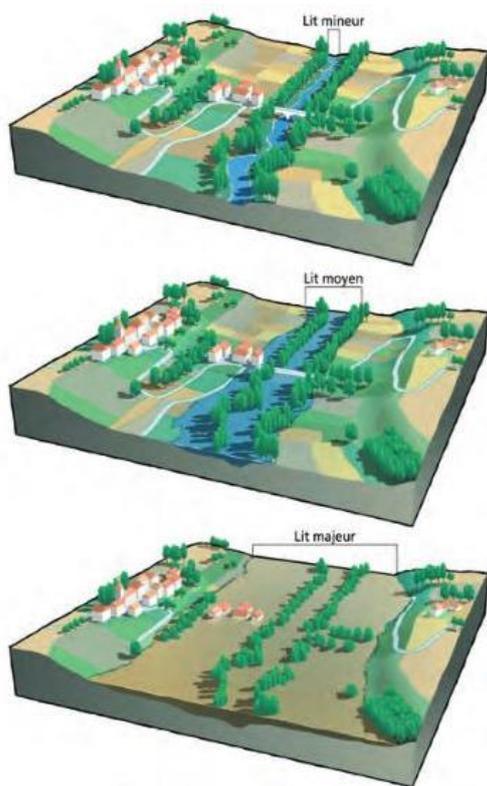


Figure 183 : Inondation par débordement direct (Extrait du Dossier départemental des risques majeurs 2014 – Département de l'Allier)

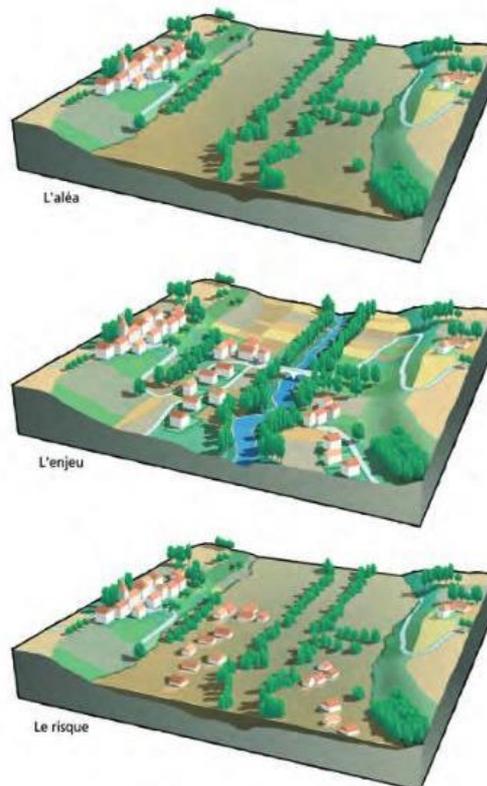


Figure 184 : Inondation par débordement direct, Aléa, Enjeu et Risque (Extrait du Dossier départemental des risques majeurs 2014 – Département de l'Allier)

- Par débordement indirect :  
Les eaux remontent par effet de siphon à travers les nappes alluviales, les réseaux d'assainissement, etc.
- Par stagnation d'eaux pluviales ou ruissellement :  
Liée à une capacité insuffisante d'infiltration, d'évacuation des sols ou du réseau de drainage lors de pluies anormales. Ces inondations peuvent se produire en zone urbanisée, en dehors du lit des cours d'eau proprement dit, lorsque l'imperméabilisation des sols et la conception de l'urbanisation et des réseaux d'assainissement font obstacles à l'écoulement normal des pluies intenses (orages,...).

L'évolution climatique entraîne une hausse des épisodes violents, alternant entre sécheresses extrêmes et pluies exceptionnelles. Le développement de l'urbanisation entraîne, quant à lui, une imperméabilisation des sols. Ensemble, ces deux facteurs font qu'en cas de pluies intenses, la vitesse de l'eau, qui arrive dans la vallée, ainsi que son volume augmentent de telle sorte que les excès d'eau sont de plus en plus délicats à gérer.

La CA de Vichy, est régulièrement soumise à des épisodes pluvieux intenses, entraînant des inondations par débordement direct. Elle apparaît donc particulièrement vulnérable au risque inondation.

En effet, ce type d'inondation a généralement des conséquences économiques très lourdes et peut entraîner l'isolement et la mise en danger de la population et d'animaux d'élevage.

Les cartes de synthèse d'exposition au risque inondation de l'agglomération de Vichy illustre les différents enjeux présents dans les zones inondables :

- La population et les emplois concernés ;
- Les bâtiments ;
- Le patrimoine naturel ;
- Les zones d'activités ;
- Les installations polluantes et dangereuses (dites IPPC<sub>1</sub> et SEVESO AS<sub>2</sub>) ;
- Les stations d'épurations ;

- Les installations et bâtiments sensibles.

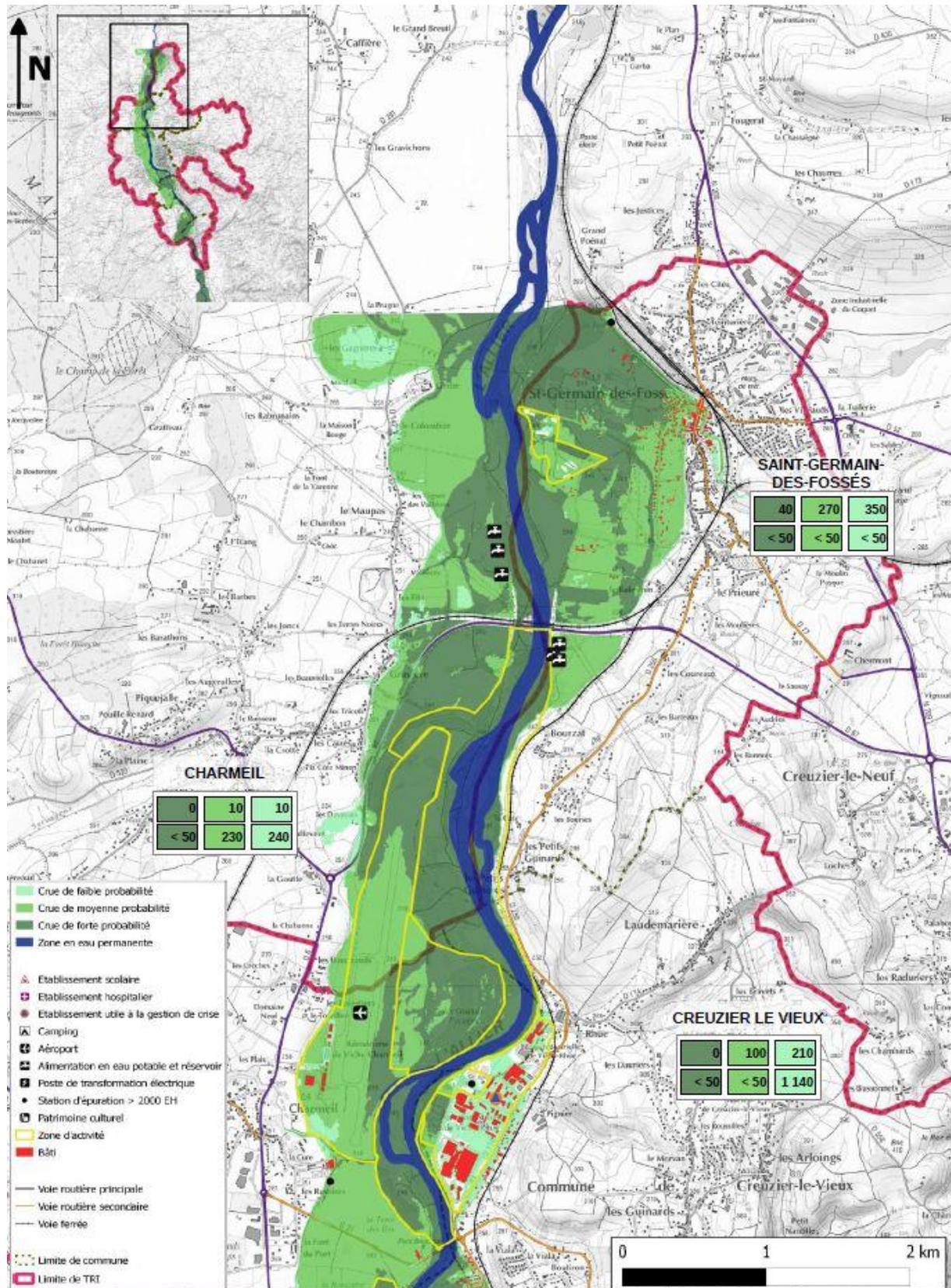


Figure 185 : Carte d'exposition au risque inondation de l'agglomération de Vichy – Débordement de l'Allier, du Sichon et du Jolan (DREAL Auvergne – Cartographie: DDT de l'Allier & DREAL d'Auvergne – Extrait du Rapport de présentation de la cartographie du risque d'inondation du secteur de Vichy, Novembre 2013)

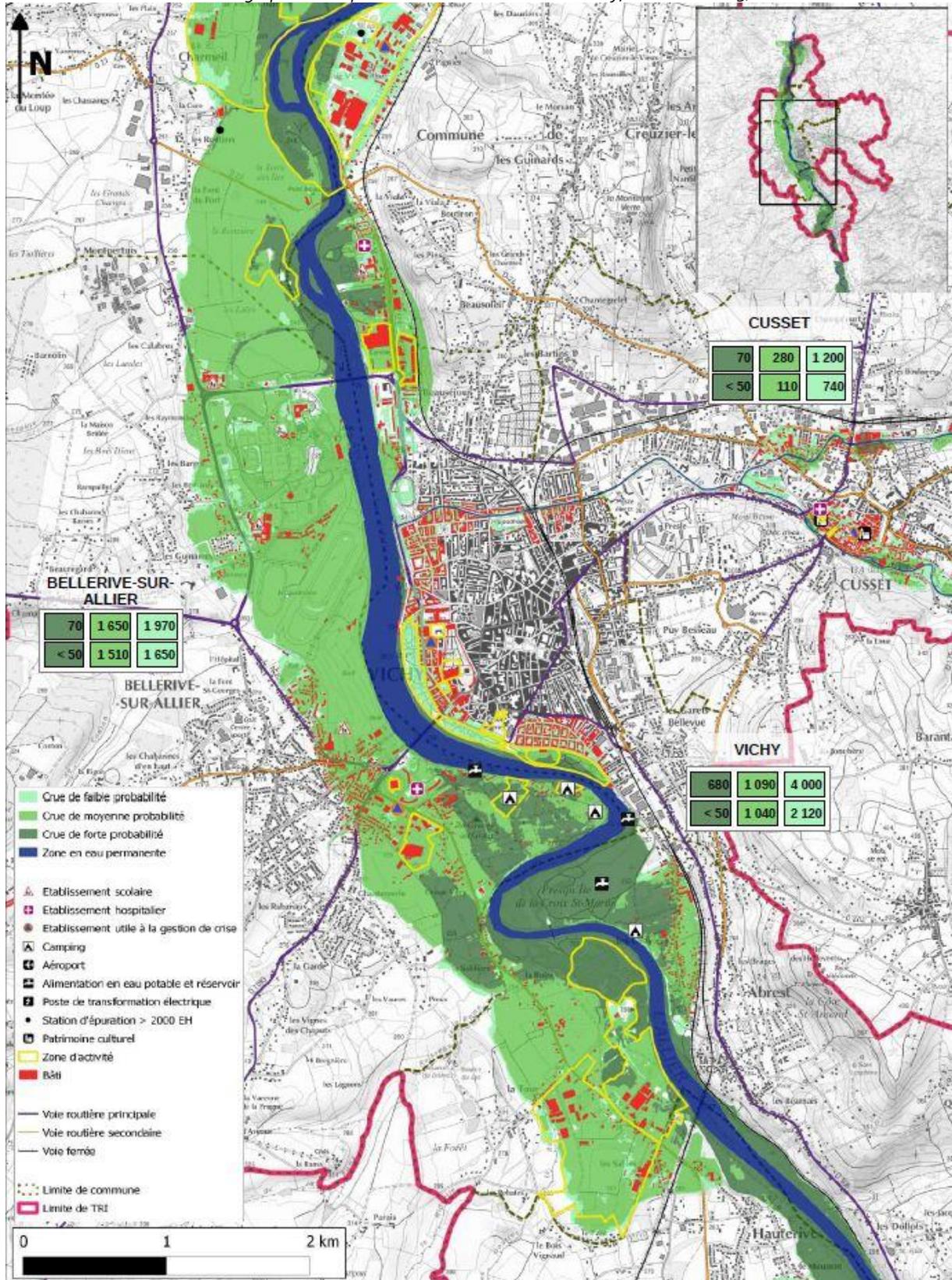


Figure 186 : Carte d'exposition au risque inondation de l'agglomération de Vichy – Débordement de l'Allier, du Sichon et du Jolan (DREAL Auvergne – Cartographie: DDT de l'Allier & DREAL d'Auvergne – Extrait du Rapport de présentation de la cartographie du risque d'

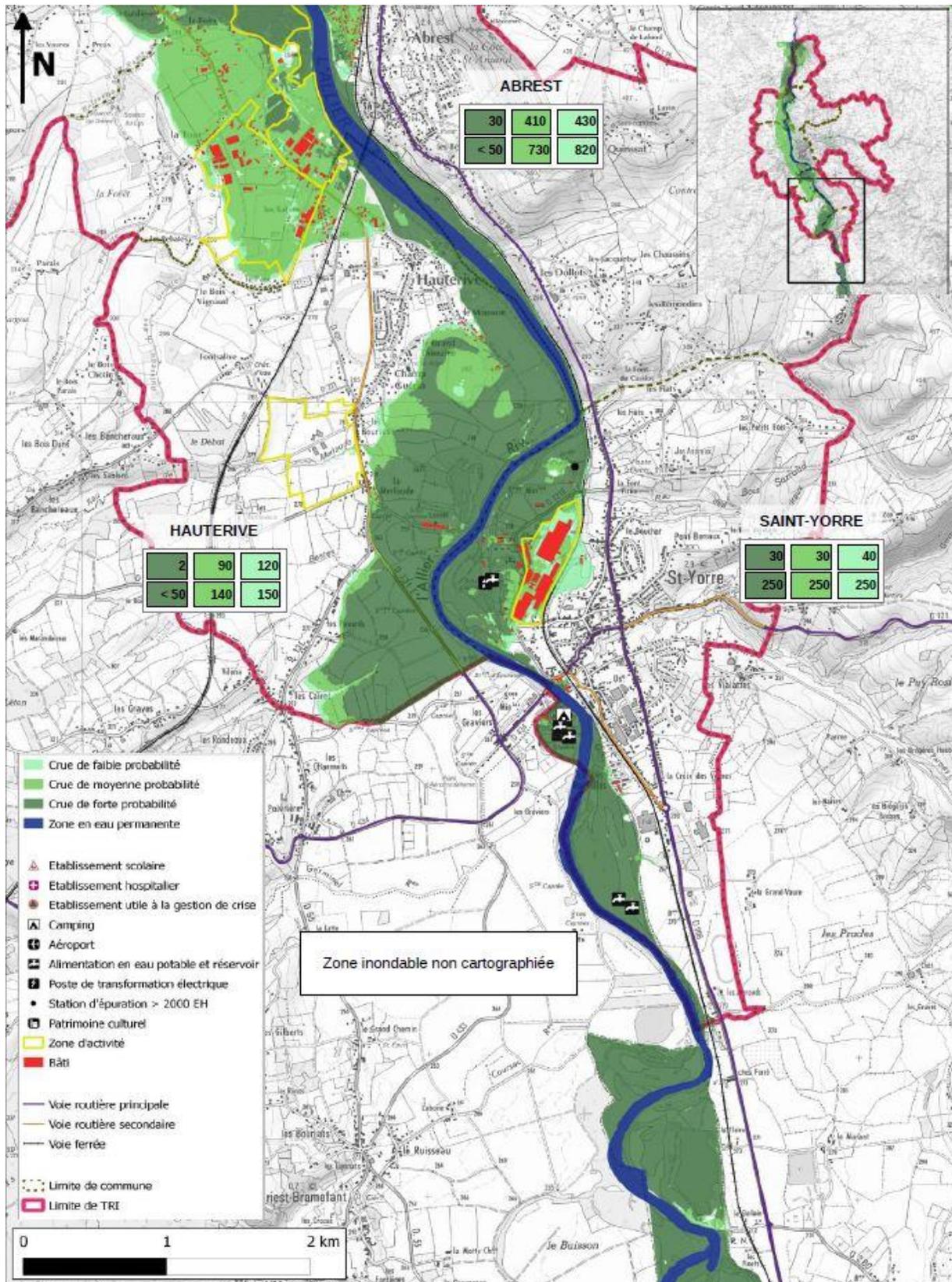


Figure 187: Carte d'exposition au risque inondation de l'agglomération de Vichy – Débordement de l'Allier, du Sichon et du Jolan (DREAL Auvergne – Cartographie: DDT de l'Allier & DREAL d'Auvergne – Extrait du Rapport de présentation de la cartographie du risque d'

Face à ce risque naturel majeur pour le territoire, un des meilleurs moyens de prévention est de limiter la vulnérabilité des zones inondables en appliquant certains principes de précaution :

- Éviter l'augmentation de population dans les zones soumises aux aléas les plus forts. À l'intérieur des zones inondables soumises aux aléas les plus forts, toute construction nouvelle doit être interdite.
- N'autoriser que les constructions et aménagements compatibles avec les impératifs de la réduction de leur vulnérabilité.
- Ne pas dégrader les conditions d'écoulement et d'expansion des crues. Les zones d'expansion des crues jouent un rôle déterminant en réduisant momentanément à l'aval le débit de la crue.
- Empêcher l'implantation des établissements sensibles dans les zones exposées.
- Préserver le lit mineur de la rivière. L'ensemble du lit mineur doit rester naturel, afin de permettre l'écoulement optimal des crues.

Actuellement, le Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI) et les documents de l'AZI (Atlas des zones inondables) définissent des zones inconstructibles et des zones constructibles sous réserve de respecter certaines prescriptions. La loi réglemente également l'installation d'ouvrages susceptibles de provoquer une gêne à l'écoulement des eaux en période d'inondation.

Ainsi, face au changement climatique, la vulnérabilité future du territoire quant au risque d'inondation pourrait être renforcée dans les prochaines décennies et dépendra fortement des choix urbanistiques et paysagers décidés à l'échelle locale.

### **5.1.18.3. Impact sur la ressource en eau**

#### ***Prévision d'évolution future de la ressource en eau de la Région***

La disponibilité en eau sera mise à mal avec le changement climatique, avec un effet de ciseau entre une demande qui augmente, notamment en agriculture, et une ressource moins abondante, notamment à l'étiage, entraînant une diminution de la qualité de l'eau, une dégradation des écosystèmes et une diminution des réserves en eau du sol.

Selon les données de Météo-France, la comparaison du cycle annuel d'humidité du sol sur l'Auvergne entre la période de référence climatique 1961-1990 et les horizons temporels proches 2021-2050 ou lointains 2071-2100 (selon un scénario SRES A2) montre un assèchement important en toute saison.

Dès l'horizon 2021-2050, on constate l'apparition de sol sec, entre mi-juin et mi-octobre, par rapport à la période de référence (1961-1990) pour laquelle on ne constate qu'une courte période de sécheresse de sol entre juillet et août.

Selon ce même scénario, l'horizon 2071-2100, prévoit un allongement de la période de sol sec qui se concentrerait entre mi-mai et novembre.

Le graphique ci-dessous montre qu'à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, la moyenne de sol sec pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.

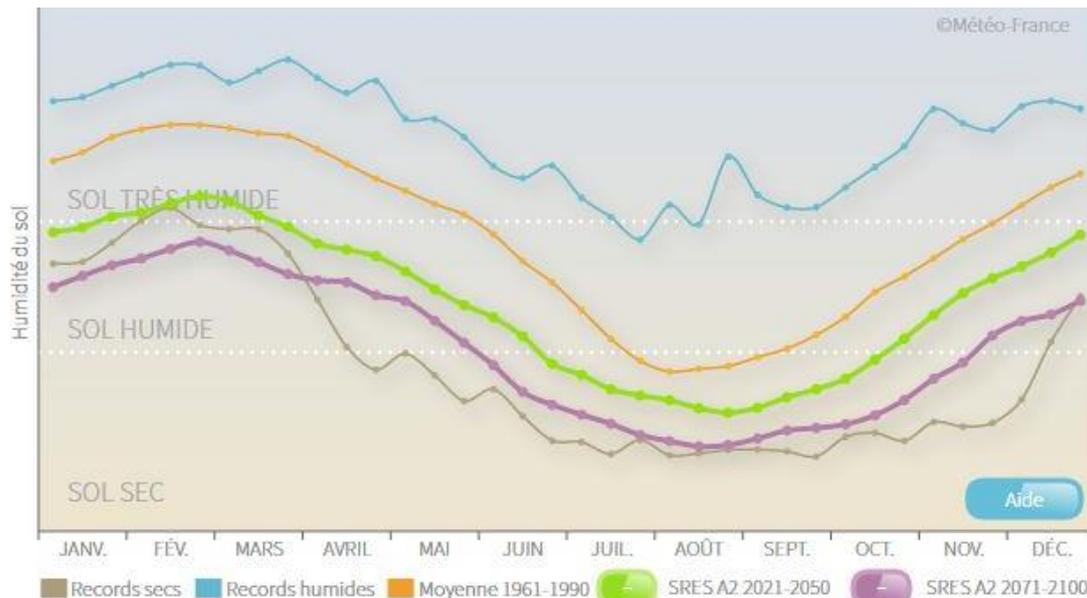


Figure 188: Cycle annuel d'humidité du sol, moyennes et records, sur la période 1961-2100 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

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.

Concernant la demande, les données nationales sur la consommation d'eau des ménages montrent, que depuis les années 1990, la consommation d'eau potable est en baisse sur l'ensemble du territoire métropolitain. Dans un premier temps, cette baisse de la consommation a coïncidé avec la hausse du prix de l'eau observée dès le début des années 1990 : la facture d'eau a augmenté d'environ 50 % en valeur constante entre 1991 et 2000, selon les enquêtes réalisées par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF, 2001). A compter des années 2000, des efforts dans la réduction de la consommation en eau potable ont donc été consentis avec le développement notamment d'appareils électroménagers plus économiques, de mitigeurs, et plus récemment une prise de conscience quant à la rareté de future de cette ressource.

Toutefois, si la consommation des ménages présente une tendance à la baisse, il faut également constater un phénomène de hausse de la consommation en eau en période estivale. A cela s'ajoute les dernières sécheresses estivales, notamment 2003 et 2019, ainsi que les précipitations insuffisantes de ces dernières années qui n'ont pas permis de recharger convenablement les nappes et les cours d'eau.

Selon les données du site « Propluvia », qui recense les arrêtés de restriction d'eau depuis 2012, le département de l'Allier et plus particulièrement la CA de Vichy, ne s'est trouvé qu'à de très rares occasions, en situation d'alerte, au regard de la disponibilité en eau souterraine et de surface.

Toutefois, comme le présente la carte ci-dessous, on note, que l'été 2019, s'est révélé comme l'un des plus touché par la sécheresse dans cette région. La consultation des arrêtés de restriction d'eau montre que la CA de Vichy est partagée en trois. La zone longeant de la rivière Allier apparaît la moins impactée par la sécheresse des sols contrairement au territoire traversé par le Sichon et le Jolan déclarés en état de « crise » en août 2019, au regard de la disponibilité en eau superficielle. Les territoires longeant la Besbre sont également impactés puisque considéré en « alerte renforcée ».

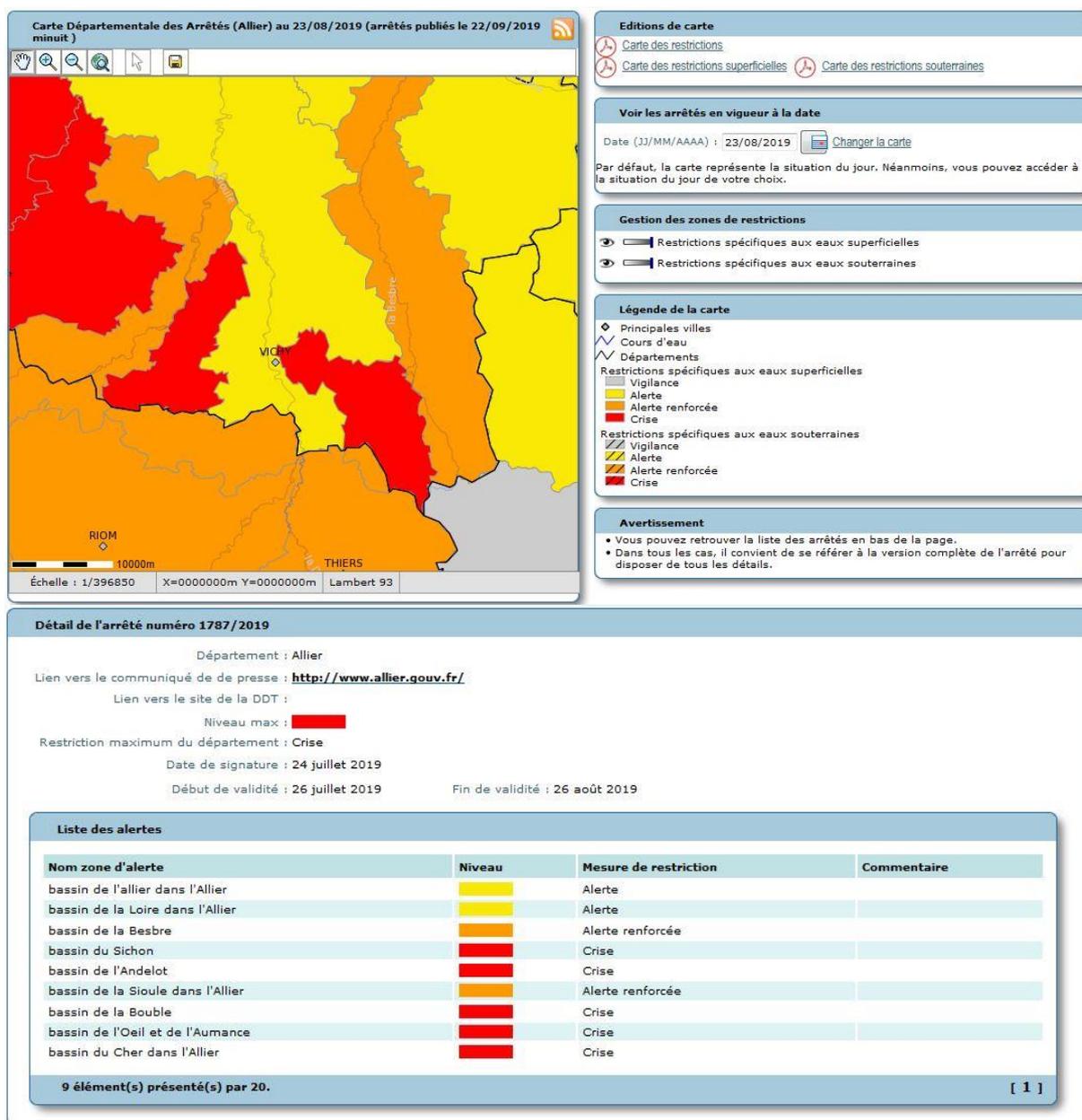


Figure 189: Restriction spécifique aux eaux superficielles du territoire de la CA de Vichy en août 2019 (<http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr>)

Dans les prochaines décennies, ce phénomène de sécheresse des sols tend à s'accroître et à se multiplier avec le changement climatique. Les variations des précipitations auront un impact sur le débit des cours d'eau et les milieux humides (une diminution de 20% à 25% par rapport au passé est envisageable). La qualité des nappes phréatiques pourra également être affectée et les phénomènes de pollution de l'eau apparaîtront. La sécheresse et le manque de disponibilité en eaux potables pourraient rendre la situation difficile et créer des tensions entre les différents usagers de l'eau.

Ainsi, le territoire de la CA de Vichy est relativement dépendant du phénomène d'étiage de la rivière Allier, du Sichon, du Jolan et de la Besbre. Ce phénomène d'étiage bas en période estivale tend à s'intensifier dans les prochaines années du fait de la multiplication des épisodes de sécheresse estivale et de faible pluie hivernale, qui tendent à se normaliser.

L'eau est déjà, et deviendra de plus en plus une ressource rare à protéger. La préservation de quantité et de la qualité de l'eau sont donc deux enjeux majeurs tant pour l'environnement que pour l'Homme.

## La disponibilité de la ressource en eau

La disponibilité des ressources en eau est liée à l'évolution de deux facteurs :

- les apports : ce sont les précipitations (Cf. partie précédente) ;
- Les prélèvements : eau potable, agriculture, tourisme, énergie et industrie ;

L'eau que nous captions dans l'environnement a plusieurs types de provenance :

- Les eaux superficielles : cours d'eau ou lacs ;
- Les eaux souterraines : les nappes profondes ou les nappes alluviales ;
- Les sources captées situées à l'interface entre le sous-sol et la surface.

A l'échelle du département de l'Allier, les nappes alluviales constituent une richesse indiscutable non seulement par l'importance de son volume mais aussi par sa bonne qualité. En effet, les eaux filtrées à travers les alluvions s'épure naturellement. Ainsi, cette ressource est largement utilisée en bourbonnais (52 % contre seulement 6 % sur le bassin Loire-Bretagne).

**Les ressources en eau dépendent à 75 % des rivières, soit directement soit par l'intermédiaire de leur nappe d'accompagnement**

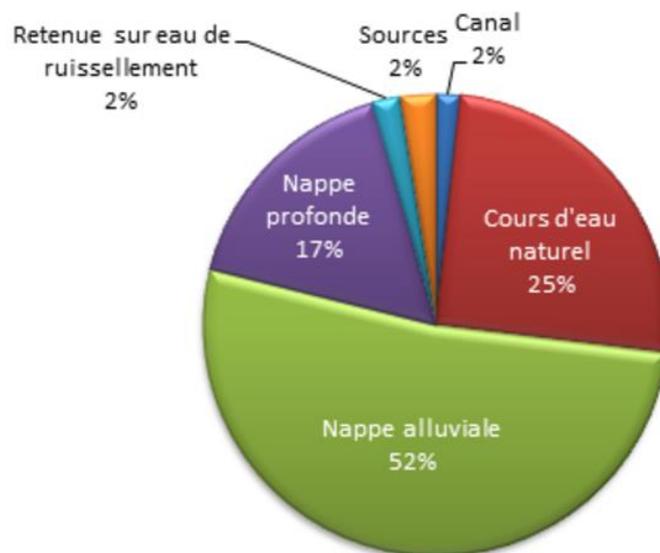


Figure 190: Les ressources en eau dans le département de l'Allier (Source : Données issues de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne)

**Volume prélevés dans le département de l'Allier qui se démarque par rapport au bassin Loire-Bretagne par son caractère rural.**

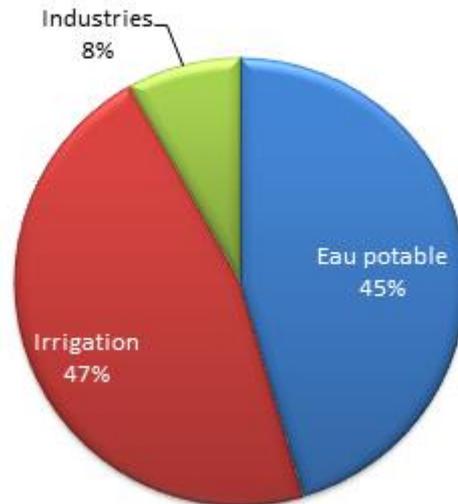


Figure 191: Volume d'eau prélevé dans le département de l'Allier (Source : Données issues de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne)

:

Ainsi, ce sont 64 millions de m<sup>3</sup> qui ont été prélevés dans le milieu naturel par les activités humaines à part égale pour l'eau potable et l'irrigation sachant que les consommations agricoles se concentrent sur les mois d'été des cours d'eau.

#### Caractéristique de l'Allier-Aval pour le territoire de la CA de Vichy

L'Allier-Aval, se distingue du Haut-Allier par une forte anthropisation avec la présence de pôles urbains importants, comme notamment Vichy et Moulins, et de nombreuses activités socio-économiques concentrées dans ces pôles mais aussi dans la plaine alluviale.

Les affluents de la plaine se caractérisent, quant à eux, par des étiages naturels sévères pouvant être accentués par les prélèvements pour l'irrigation des grandes cultures. Ainsi, ces cours d'eau sont perturbés par les nombreuses activités anthropiques (pollution, rectification du lit...).



Figure 192: Photo aérienne ville de Vichy en bord d'Allier

La ressource en eau souterraine, appelé hydrogéologie, dépend fortement de l'entité hydrogéologique<sup>20</sup> du territoire.

La CA de Vichy se caractérise, autour de la rivière Allier par :

- des formations à l'affleurement (les aquifères sédimentaires), dont les réservoirs sont souvent peu productifs et sensibles aux sécheresses ;
- des nappes alluviales (alluvions de l'Allier constitués d'argile-sable-gravier) qui ont un potentiel considéré fort à très fort en termes de disponibilité de la ressource en eau ;

Le Massif de la Madeleine, en montagne bourbonnaise est quant à lui constitué d'aquifère de socle qui ont un très faible potentiel de ressource en eau.

Les eaux comprises dans les alluvions de l'Allier ont une relation directe avec les eaux superficielles de la rivière. Cette relation semble se cantonner de part et d'autre de l'Allier sur une bande de quelques centaines de mètres d'alluvions, appelée la nappe d'accompagnement de la rivière Allier.

En conséquence, le niveau de l'eau contenu dans la nappe d'accompagnement est quasiment identique à celui de la rivière Allier. En période d'étiage, lorsque le niveau de l'eau de la rivière Allier est faible, c'est l'eau en provenance du bassin alimentant la nappe (plus large que l'emprise de la nappe d'accompagnement) qui soutient le niveau de la rivière.

Ainsi, la gestion quantitative de la ressource contenue dans la nappe d'accompagnement est réalisée via le respect des DOE fixés par le SDAGE Loire Bretagne et est fortement dépendante de la gestion de l'ouvrage de Naussac.

La nappe alluviale est une des principales ressources en eau potable pour les collectivités de la région avec près de 60 % des prélèvements. Grâce à la rivière Allier et à sa nappe d'accompagnement, le département présente une ressource en eau potable suffisante mais fragile.

## ***La qualité de la ressource en eau superficielle et souterraine***

### Caractéristique de l'Allier-Aval pour le territoire de la CA de Vichy

La rivière Allier et sa nappe d'accompagnement constituent la principale ressource en eau potable de la population mais celle-ci est particulièrement vulnérable aux pollutions accidentelles et diffuses.

Dans la plaine alluviale, la qualité de l'eau de l'Allier et de ces affluents reste encore affectée par des rejets domestiques et industriels, cependant d'importants travaux ont été réalisés en termes d'assainissement des eaux usées par différentes collectivités, comme Vichy par exemple. L'activité agricole et les recalibrages accentuent la dégradation de la qualité de l'eau des affluents de la plaine.

La pollution par les nitrates de la nappe liée au développement des cultures intensives justifie le classement d'une partie du val d'Allier en zone vulnérable.

Par ailleurs, l'enfoncement du lit de l'Allier engendre une baisse de productivité des captages d'eau potable implantés dans le val. Ces derniers peuvent constituer un obstacle à l'érosion latérale et donc à la libre divagation de la rivière.

De plus, l'insuffisance d'interconnexions entre les unités de production d'eau potable ne permet pas d'assurer de façon suffisante la sécurité d'alimentation en eau potable des populations.

Enfin, à côté de ces impacts majeurs et quantitatifs, la qualité des eaux (de surface et souterraines) peut être affectée par les changements climatiques. Une sécheresse par exemple peut par le simple fait d'un phénomène

---

<sup>20</sup> L'entité hydrogéologique est une partie de l'espace géologique, aquifère ou non aquifère, correspondant à un système physique caractérisé au regard de son état et de ses caractéristiques hydrogéologiques.

d'étiage et de basses eaux concentrer les polluants chimiques et amener à un arrêt de son utilisation en tant qu'eau potable.

De la même façon, suite à une inondation et à un phénomène de crue violent, l'alimentation en eau potable peut être suspendue du fait de l'arrivée massive de polluants dans l'eau suite à un lessivage intense des sols du bassin-versant ou suite à une saturation des usines de traitement des eaux usées.

Plusieurs causes peuvent dégrader la qualité et la quantité de la ressource en eau sur l'agglomération:

- Les pollutions dues au ruissellement d'eau pluviale
- Les pratiques agricoles et usage des produits phytosanitaires
- Les autres pratiques ayant une forte pression sur la ressource, telles que les activités touristiques
- La multiplication des périodes d'étiage
- La dégradation des fonctionnalités des milieux aquatiques
- La multiplication de déchets flottants
- La dégradation de la continuité écologique
- Des projets d'aménagement urbains dégradant les nappes de surface

L'augmentation des périodes de sécheresse et de canicule risque donc d'impacter fortement ce territoire.

### ***L'exemple de l'été 2019 dans le bocage bourbonnais***

Malheureusement cette tendance s'est vérifiée dernièrement durant l'été 2019. Publié le 19 juillet 2019, un article de La Montagne « Sécheresse : périple à travers les rivières à sec du Bourbonnais » fait le triste constat des conséquences de la sécheresse sur les milieux naturels du département.

L'exemple illustré ci-dessous de la Allier à Moulins, est caractéristique de l'état général des cours d'eau du département où l'eau a partiellement voire totalement disparu.



Figure 193: L'Allier, à Moulins. Apparition d'un banc de sable, été 2019 (source : Article de La Montagne « Sécheresse : périple à travers les rivières à sec du Bourbonnais », 19/07/2019)

Outre de nombreux cours d'eau à sec, le bocage du département a également souffert de la canicule et de la sécheresse des sols qui a certes accéléré la production de foin mais qui fait souffrir le bocage et les élevages bovins. Les vues aérienne ci-dessous, montrent le jaunissement des champs, en quinze jours seulement.



Figure 194: Vues aériennes du bocage bourbonnais. Photo gauche, 30 juin 2019 ; Photo droite, 9 juillet 2019

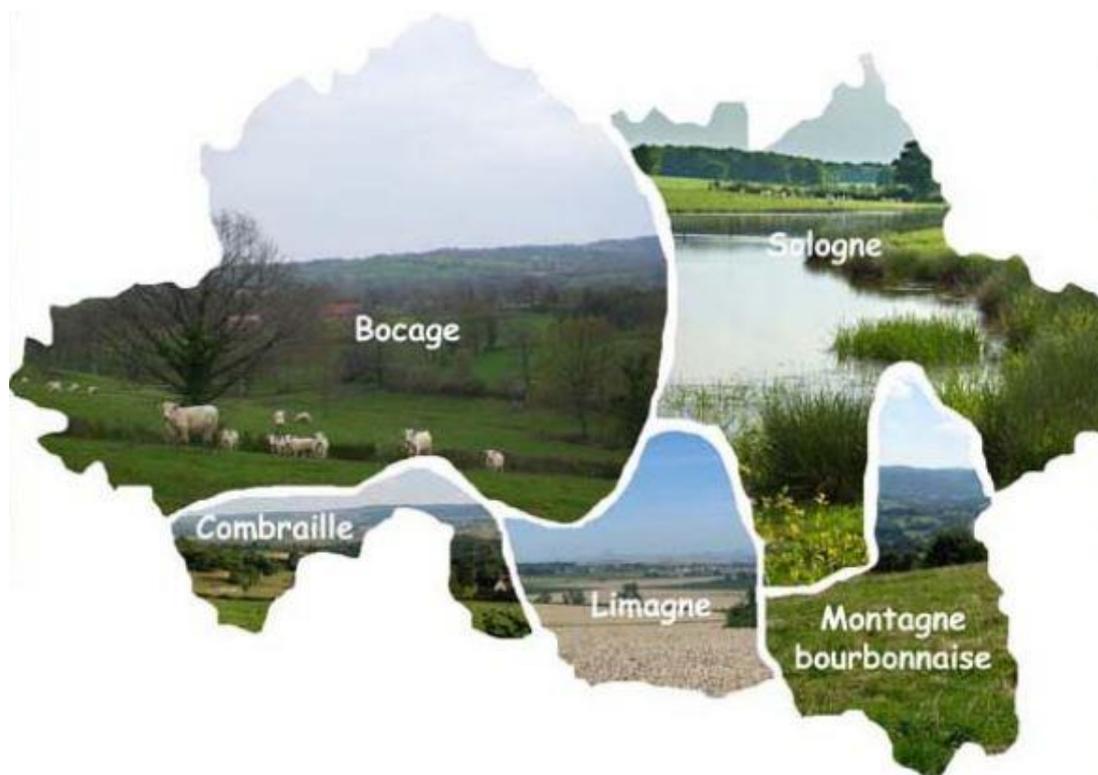
#### 5.1.18.4. Impact sur l'agriculture

##### *Caractéristique du département de l'Allier et de la CA de Vichy*

L'**Allier**, situé entre le **Massif central** et le **Bassin parisien**, traversées par les vallées de la **Loire**, de l'**Allier** et du **Cher** atteignant des altitudes de 200 à 300 m, le département possède deux zones de relief distinctes : au **sud**, proche du **Massif central**, il y a une zone accidentée relativement élevée (400-500 m) voire montagneuse au sud-est (1200 m), alors que le **nord** est une zone de plateaux et de plaines dont l'altitude décroît (de 350 à 200 m) en allant vers le **bassin parisien**.

Ce département se divise en 5 régions naturelles :

- le **Bocage bourbonnais**, à l'Ouest : plus vaste région naturelle du département, c'est une zone d'élevage herbagé avec quelques îlots de grandes cultures.
- La **Combraille bourbonnaise**, au sud-ouest : région très orientée vers l'élevage bovin allaitant et ovin qui est pratiqué sur des structures moyennes et de façon intensive.
- La Limagne et la Forterre, au Sud dans le Val d'Allier : région a hauts rendements en cultures.
- La **Montagne bourbonnaise**, au Sud-Est : seule région vraiment montagneuse avec un taux de boisement de 30 %. Les exploitations sont de petites dimensions. L'**élevage charolais** est dominant. L'élevage hors sol est bien représenté et le lait occupe encore une place significative.
- La **Sologne bourbonnaise**, au Nord-Est : région de grandes exploitations consacrées à l'élevage. Les grandes cultures s'y sont développées après d'importants travaux d'assainissement, d'apports d'amendements calciques et d'engrais.



L'**Allier** est un **département** rural : sur 320 communes, 284 sont rurales et l'**agriculture** emploie 8 % des actifs contre 4 % en moyenne nationale.

Les productions agricoles sont diversifiées. On y trouve toutes sortes d'**élevages** (bovin lait, bovin viande, cheval, mouton, volaille...) et un large éventail de cultures (céréales, maïs grain et ensilage, prairie, pois, soja, betteraves, **sylviculture**, **maraîchage**, **horticulture**, **viticulture**, etc.).

Par ailleurs, l'Allier est le 5<sup>e</sup> département pour son **agriculture biologique** et dispose de plusieurs labels pour la **production** de viandes mais aussi des appellations d'origine contrôlée (**AOC**) pour la volaille et les vins. Par ailleurs, sans être officiellement reconnues, certaines régions ont une réputation flatteuse pour leurs produits, comme le « blé de Limagne à haute valeur boulangère » et le « chêne de la **forêt de Tronçais** » par exemple.



La CA de Vichy est partagée en deux à hauteur de la rivière Allier : à l'Ouest de la rivière Allier le territoire est caractéristique du Val d'Allier, alors qu'à l'Est de la rivière le territoire se situe en Montagne Bourbonnaise.

#### Caractéristique du Val d'Allier : Limagne et Forterre



Cette région marque une rupture nette avec le paysage de bocage. C'est un **espace de grandes cultures**, et donc un paysage très ouvert où pourtant les arbres ne sont pas absents : ils jalonnent les bords de route, de champs, de ruisseaux... **Le noyer est l'arbre emblématique de la Limagne.**

La Forterre possède des terres profondes, noires et très fertiles. La Limagne bourbonnaise avec ces terres d'alluvions riches de la rivière Allier et la possibilité d'irriguer ont permis le développement des grandes cultures céréalières et en particulier du maïs et du blé.

Les coteaux calcaires dans la région de Saint-Pourçain-sur-Sioule font la transition entre les terrains de la vallée et les sols anciens des plateaux. Tantôt riches, tantôt médiocres, ils conviennent à la culture et à la vigne. Dans cette petite région on trouve le vignoble de Saint-Pourçain-sur-Sioule qui couvre au total 600 hectares. Il a obtenu l'appellation A.O.C en 2009.

La part consacrée aux grandes cultures y est de 48% (Source RGA 2000). La place de l'élevage et des surfaces fourragères y est moindre, 46% (Source RGA 2000).

#### Caractéristique de la Montagne Bourbonnaise



Extrémité Nord du Massif Central, la Montagne Bourbonnaise est couverte de **beaux massifs boisés** où les résineux prédominent, accompagnés d'exploitations forestières.

Selon les données publiées en juin 2019 par le Journal « La Montagne » (source : *Carolina Guillaume, technicienne forestière sur le secteur de la Montagne bourbonnaise*), le taux de boisement de 33 %, est le plus élevé de l'Allier et est en progression. La forêt est presque exclusivement privée, à plus de 95% et les parcelles forestières sont plutôt de faible dimension et morcelées : on compte 8.774 propriétaires.

La commune la plus boisée est Laprugne avec plus de 13,5% de la surface boisée, suivie par Saint-Nicolas-des-Biefs avec plus de 12,5%. Nizerolles est la commune la moins boisée avec seulement 1,5%.

La répartition des essences de la Montagne bourbonnaise est la suivante :

- 51% des peuplements sont feuillus : les peuplements de hêtre pur occupent environ 13% du territoire
- 46% des peuplements sont résineux : les plantations de Douglas pur environ 21% et les peuplements de sapin ou épicéa pur environ 16,50%.
- 3% de landes ligneuses et formations herbacées.

Les sols, formés sur massifs granitiques, sont pauvres et peu fertiles et le climat rude sont deux facteurs limitant pour les cultures.

L'élevage charolais (bovin viande) y est donc dominant. Cette région compte également quelques troupeaux de vaches laitières, d'ovins, d'équidés et dans une moindre mesure de caprins. Les élevages hors-sol porcins et avicoles demeurent relativement peu nombreux. Ces activités sont en général combinées à la production de bovin viande afin de pallier les contraintes liées à la taille des exploitations et complètent ainsi le revenu.

La surface en herbe représente plus de 83 % de la SAU. La partie restante de la SAU est occupée par des céréales qui servent principalement à l'alimentation du bétail.

### ***Impact du changement climatique sur les prairies et cultures***

Face aux effets du changement climatique, prairies et exploitations agricoles céréalière pourraient souffrir de l'augmentation des températures et des périodes de sécheresse, notamment durant la période estivale. Ainsi, de nombreuses conséquences pourront être observées sur ces cultures :

- Modification du cycle de croissance
- Évolution des rendements
- Problématique des besoins en eau
- Sensibilité des cultures
- Impact sur la qualité

#### **Impact sur la phénologie :**

Le repérage des stades phénologiques des prairies permet aux agriculteurs d'adapter les pratiques fourragères, selon la valeur énergétique et la quantité de fourrage souhaitées. Une fauche précoce permettra de rentrer un fourrage avec une bonne valeur énergétique, mais en moins grande quantité. Une fauche plus tardive fournira un fourrage en plus grande quantité, mais avec une valeur énergétique plus faible.

En matière de phénologie des prairies, l'ORECC observe, pour la région Auvergne-Rhône-Alpes une avancée en précocité des stades phénologiques de 4 à 12 jours.

Pour ce territoire, le changement climatique se traduira donc par une avancée printanière du développement fourrager, une production estivale plus faible et le développement d'une production durant l'hiver. En influant sur la phénologie, le changement climatique impacterait donc l'organisation de la production fourragère annuelle.

#### **Évolution des rendements :**

Pour les surfaces toujours en herbe, l'évolution du climat et la récurrence des sécheresses va faire évoluer la composition florale et la qualité nutritive des prairies.

Les principaux impacts sur les prairies seraient une hausse de la production hivernale et du début de printemps et un possible avancement des mises en herbes surtout si les sols sont profonds.

Apparaîtrait également une baisse importante des rendements durant la période estivale accompagné d'une évolution de la composition florale.

Les conséquences les plus lourdes pourraient donc conduire à la rupture de pâture en période estivale, obligeant les éleveurs à utiliser le fourrage destiné à l'alimentation hivernale des troupeaux.

C'est donc à la fois un manque de fourrage pour les animaux, mais aussi une perte de production pour l'éleveur. Les bêtes étant sensibles à la fois à la chaleur, à la disponibilité et à la qualité de l'herbe normalement disponible durant la saison estivale.

Concernant les grandes cultures de céréales (blé, colza, maïs, orge...), le rendement est peu affecté par le changement climatique où il s'accroît très légèrement malgré l'augmentation des jours chauds et du stress hydrique qui est compensé par l'élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Cette production, même sommairement améliorée, reste soumise à une grande variabilité interannuelle.

#### **Problématique des besoins en eau :**

Malgré l'anticipation des stades phénologiques, la nouvelle répartition de la pluviométrie pourrait provoquer une détérioration du confort hydrique, affectant davantage le rendement. Les fortes sécheresses, ainsi qu'une

réduction de la disponibilité de la ressource en eau auront des impacts sur le rendement et la qualité de la production.

### Impacts des bio-agresseurs :

Les bio-agresseurs des plantes sont connus pour avoir des impacts variables sur les cultures en fonction des variations de conditions climatiques interannuelles. On imagine donc que le changement climatique aura un impact majeur sur le fonctionnement des pathogènes et sur leur agressivité vis-à-vis des différentes cultures. Cependant, les pertes liées aux maladies semblent diminuer, jusqu'à -25%. La culture du sorgho paraît être favorisée par rapport à celle du maïs qui est plus fragile.

### Impacts sur la qualité :

L'augmentation des températures et la diminution du nombre de jours de gel devraient entraîner une amélioration des rendements pour certaines productions, mais également dans certains cas, une modification de la distribution des pollinisateurs, des insectes ravageurs et de leurs prédateurs naturels, ce qui pourra avoir des effets négatifs sur la production végétale.

### Plus spécifiquement sur la CA de Vichy

Malgré le développement des grandes cultures dans les plaines du Val d'Allier, les prairies temporaires sont encore très représentées que ce soit en plaine ou en montagne bourbonnaise. Ainsi, le nombre de jours de pâturage pourrait augmenter de 8 jours, ou plus, au printemps et à l'automne, grâce à l'allongement de la période de pousse et au maintien des conditions d'accès aux pâtures pour des fauches précoces, et pour les animaux en automne.

Des problèmes peuvent apparaître au printemps pour gérer la pointe de travail pour la première coupe. Les conditions de re-semis des prairies temporaires seraient meilleures à l'automne qu'au printemps. Les rendements augmenteraient légèrement.

L'une des principales contraintes que pose le climat de 2050 sur ce système d'exploitation est la nécessité de pallier le déficit d'herbe estival, dû à une intensification de sécheresse des sols, par apport de fourrages grossiers de complément (report du printemps vers l'été). Or, le taux de fauche au printemps est déjà très élevé (près de la moitié de la surface en herbe est fauchée en première coupe) et augmenter ce ratio conduirait à un déséquilibre dans le système (toutes les surfaces fauchées au printemps fourniraient trop d'herbe à faire pâturer en automne). Ce phénomène conduisant à un gaspillage de la ressource est déjà observé actuellement les années où l'automne est favorable ; il pourrait devenir habituel dans le contexte du changement climatique.

Concernant les grandes cultures céréalières, ces dernières étant fortement dépendantes de l'irrigation, elles pourraient être fortement impactées par les restrictions d'eau dû aux sécheresses estivales qui tendent à se multiplier et à s'intensifier dans les prochaines décennies.

La sécheresse 2019 fait suite à celle de 2018 et la récurrence de ce phénomène commence à avoir de lourdes conséquences, tant agricole qu'économique :

- Les cultures céréalières non irriguées souffrent, tout particulièrement le maïs, irrigué ou non, et le blé non irrigué.
- Le fourrage pour le bétail s'épuise
- La trésorerie des exploitants se réduit d'année en année. Achat de fourrage conséquent pour pallier les manques de récolte et pouvoir nourrir le cheptel durant l'hiver.
- Conséquence économique par l'état : le **classement en calamité agricole**.

De premières démarches ont déjà été entreprises par la DDT de l'Allier, dès juillet, avec 32 visites d'exploitations sur l'ensemble du département, en vue d'un futur classement en calamité agricole. En décembre 2018, déjà, le Comité national de gestion des risques en agriculture avait reconnu l'état de calamité de l'Allier au titre de la sécheresse. 3.000 exploitants ont pu prétendre à une indemnisation

### Potentiel d'adaptation de la CA de Vichy

Concernant les grandes cultures céréalières plusieurs pistes d'adaptation au changement climatique pourraient être envisagées et étudiées :

- Recherche de diversification des cultures : le lin, l'orge, l'avoine et le tournesol semblent mieux supporter les périodes de sécheresse ;
- Complémentarité entre les différentes cultures

- Choisir une espèce ou une variété naturellement tolérante à la contrainte hydrique (ou peu consommatrice en eau) :
  - o le sorgho est une espèce biologiquement proche du maïs, mais dont l'enracinement est particulièrement efficace en profondeur ;
  - o le tournesol, est une espèce qui possède également un système racinaire très efficace, et qui s'adapte à la ressource en eau disponible en diminuant sa croissance végétative au profit de la phase de remplissage des graines.
- Modifier le positionnement ou la durée du cycle cultural pour l'ajuster à la ressource en eau disponible :
  - o Choix de cultures semées à l'automne ou en fin d'hiver : colza, blé, orge, mais aussi le passage au pois d'hiver, dont le rendement reste inférieur à celui du pois de printemps, mais qui permet de se passer de l'irrigation. On pourrait également envisager de semer le tournesol en hiver, comme cela se pratique déjà en Espagne du sud et au Maroc. Cette option nécessiterait la sélection de variétés tolérantes au froid, et l'adaptation de tout l'itinéraire technique (fertilisation, désherbage...)
  - o Choix d'une avancée de la date de semis : choisir une date de semis permettant une esquivance de la sécheresse par un décalage du cycle. La culture d'été semée tôt au printemps nécessite que la plante tolère les basses températures.
  - o Semis de variétés plus précoces : variétés dont le cycle, plus court, permet d'esquiver le stress de fin de cycle.
- Stockage de l'eau hivernale permettant de pallier aux longues périodes de sécheresse estivales.

Ainsi l'accentuation des différences entre saisons, avec des précipitations accrues en période hivernale et une sécheresse estivale plus marquée, pose la question d'une mutation progressive et nécessaire du secteur agricole dans son ensemble. Cela permettrait de maintenir, dans cette région agricole, une ressource en eau suffisante tout en maintenant les diverses activités agricoles (cultures et élevage).

### ***Impact du changement climatique sur l'élevage***

La vulnérabilité de l'élevage est principalement due à la sensibilité de son alimentation (prairies fourragères) et aux variations climatiques, notamment les canicules estivales.

Avec l'augmentation des sécheresses et des canicules, les conséquences négatives sur la santé des cheptels et sur leurs productions vont s'accroître.

Ainsi les conséquences du réchauffement climatique sur l'élevage sont les suivantes :

- Vulnérabilité des cheptels liée à la sensibilité de l'alimentation animale à la variabilité climatique
- Surmortalité de l'élevage par coup de chaud : le stress thermique pourrait induire une augmentation des maladies parasitaires affectant directement la santé animale et par conséquent la productivité.
- Tension sur la ressource en eau

Cependant, nous pouvons observer une augmentation de la durée de la végétation des prairies pouvant être favorable à l'élevage mais contrebalancée par les effets de sécheresse.

Le principal impact du changement climatique susceptible d'impacter les animaux est l'augmentation des températures et les conséquences associées telles que la faible circulation d'air et/ou le stress thermique associé à l'exposition directe au soleil. Ces impacts sont à prendre en compte en fonction du contexte des élevages, hors sol (en bâtiments) ou en extérieur.

La sensibilité à la chaleur est variable entre les espèces. Chez les ruminants, une forte chaleur entraîne une sudation, une production accrue de salive, voire des tremblements. La sensibilité à la chaleur est également variable entre espèces selon la couleur, le stade métabolique ou encore le poids. Elle est plus élevée chez les bovins que chez les petits ruminants.

Elle augmente chez les animaux à poils foncés, les animaux en lactation ou encore les animaux les plus lourds de l'espèce. Pour lutter contre la chaleur, les animaux développent des adaptations particulières. Ils modifient notamment leurs comportements (recherche de fraîcheur, d'ombre et de points d'eau, réduction de l'activité physique) ainsi que leur ingestion. Au-dessus d'une certaine température, la réduction de la consommation alimentaire est en effet la seule possibilité pour les animaux de maintenir leur température corporelle constante dans la mesure où une des causes principales de production de chaleur (thermogenèse) d'un animal est due à

l'utilisation métabolique des aliments. La quantité d'énergie ingérée et la production de chaleur associée diminuent ainsi, tandis que la consommation d'eau augmente en lien avec la perte d'électrolytes.

Chez les ruminants, l'augmentation de la consommation d'eau engendre une augmentation du contenu en eau du rumen à l'origine d'une rétention plus longue des aliments dans cette partie du système digestif. Chez les animaux n'ayant pas accès à suffisamment d'eau, la restriction alimentaire est d'autant plus exacerbée, leurs pertes évaporatives (nécessaires à la thermorégulation) étant quant-à-elles réduites drastiquement.

L'ingestion alimentaire plus faible (baisse de la consommation journalière) s'accompagne d'une diminution de la croissance des animaux (baisse du gain moyen quotidien) et de l'efficacité alimentaire (augmentation de l'indice de consommation). De manière générale, lorsqu'ils sont soumis à un stress thermique, les animaux sont affaiblis et leurs performances chutent.

Ainsi, la disponibilité de la ressource eau douce doit être suffisamment abondante et qualitative.

Or, cette consommation n'est pas anodine, notamment en période estivale. En effet, il faut savoir qu'en moyenne, une vache laitière consomme au moins 70 litres d'eau par jour en hiver. En été, cette consommation peut être multipliée par 1.5 à 2. Ainsi, lorsque la température dépasse 25°C, un lot de 25 vaches avec leurs veaux, va consommer quotidiennement 3 000 litres d'eau, soit environ 180 mètre cube d'eau pour les deux mois d'été (juillet-août).

De même, outre la quantité d'eau nécessaire, il est important de proposer une eau de qualité sans quoi les conséquences sur la bonne santé du cheptel peuvent être importantes, comme l'indique le tableau ci-dessous.

<b>Consommation journalière en eau en conditions estivales</b> <i>(température supérieure à 25 °C)</i>		<b>Bovins, ovins, petits ruminants</b>	
Vache allaitante	<b>110 litres</b>	<b>Bactériologie</b>	Diarrhées
Vache laitière	<b>140 litres</b>		Avortements Mammites
Génisse 1-2 ans	<b>80 litres</b>	<b>pH TH (dureté)</b>	Troubles digestifs
Génisse 6-12 mois	<b>50 litres</b>		Diarrhées Baisse de la fécondité Baisse des performances
Ovins	<b>25 litres</b>	<b>Nitrates</b>	Retards de croissance
			Problèmes respiratoires et digestifs Toxicité pouvant entraîner la mort à forte dose ingérée

Figure 196: Tableau des consommations journalière en eau en condition estivale (source : Dossier technique « Soif d'autonomie, l'abreuvement au champ, 2009)

Source : Etat des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage, ANSES, 2010. La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail, Olkowski A., 2009

## Plus spécifiquement sur le territoire de la CA de Vichy

Ce territoire, essentiellement rural, présente une forte dominante agricole.

Principalement tourné vers l'élevage bovin viande (Charolais), le territoire se structure autour d'un bocage où la production de fourrage est importante, notamment en montagne bourbonnaise.

Ainsi la vulnérabilité de l'élevage sera donc dépendante de l'augmentation des périodes de sécheresse des sols et des canicules estivales, l'élevage bovin viande étant plus sensibles que l'élevage bovin lait du fait de sa consommation fourragère et céréalière plus importante.

En effet, les élevages de bovins (laitiers ou viande) et d'ovins, dont l'alimentation dépend presque exclusivement de la production des prairies, sont les plus vulnérables à la sécheresse car ils dépendent directement des fluctuations de la pousse de l'herbe.

Dans ces systèmes, l'ajustement de l'offre à la demande de fourrage s'effectue normalement par la constitution de stocks (ensilage et/ou foin) pendant la période de forte croissance de l'herbe au printemps, et leur consommation pendant la période hivernale (4-6 mois selon les régions) et pendant les périodes de sécheresse.

De même que l'abreuvement des troupeaux en période estivale peu devenir problématique, dans l'hypothèse d'une intensification des périodes de canicule, surtout dans un contexte d'intensification de l'élevage.

## Potentiel d'adaptation de l'élevage pour la CA de Vichy

Aujourd'hui, les systèmes fourragers mis en place par les éleveurs doivent tenir compte de cette grande variabilité climatique et de la récurrence des épisodes de canicule et de sécheresse.

Les besoins d'un troupeau dans un système d'élevage donné (allaitant ou viande) étant relativement constants, l'éleveur doit pouvoir anticiper chaque année la sécheresse à venir en se basant non pas sur une production fourragère moyenne, mais sur un risque de sécheresse accepté, quitte à avoir un excès de fourrage en année humide ou normale.

Cette anticipation de la sécheresse se traduit par :

- Une diminution du chargement animal par hectare ;
- Une constitution de stocks fourragers suffisants pour sécuriser le système d'élevage : en effet, il est avéré que les systèmes les plus extensifs, que ce soit au niveau de la prairie ou au niveau des animaux, s'avèrent être les plus adaptés à la sécheresse.

Au-delà des adaptations structurelles, les crises fourragères liées à des niveaux de sécheresse "inattendus" nécessitent des apports de fourrages externes à l'exploitation ou à la région. L'appoint de paille, associée à plus ou moins de concentrés en fonction du type d'animal, reste une solution techniquement satisfaisante pour passer les périodes de pénurie. Cependant celle-ci est toujours très coûteuse pour la trésorerie des exploitations agricoles, souvent fragile.

## *Impact du changement climatique sur la forêt et la sylviculture*

Aujourd'hui, nous constatons que le changement climatique impacte déjà nos forêts. Certaines conséquences sont donc à prendre en compte pour les acteurs économiques de la sylviculture face au changement climatique :

- Baisse de la productivité
- Impact sur la croissance des arbres
- Dépérissement des forêts
- Baisse de l'entretien des forêts (privées)
- Impacts des ravageurs et maladies
- Augmentation des incendies et tempêtes

Dernièrement, les conditions météorologiques de 2018 et 2019 ont favorisé les attaques des scolytes sur les peuplements d'épicéas sans compter les conséquences sur les plantations de l'automne dernier et de ce printemps. Demain, à l'horizon 2050, ces conditions météorologiques pourraient devenir la règle.

Les forestiers ont pleine conscience du problème et de ses enjeux. Ils cherchent des alternatives à la sylviculture actuelle et aux modes d'exploitation. Une des pistes envisagées est de décaler des interventions avec des

exploitations estivales en bonnes conditions, déjà monnaie courante en résineux, cela pourraient bien devenir la règle pour les feuillus.

Globalement, dans un premier temps, la sylviculture se portera bien : la photosynthèse sera stimulée par l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique (environ 40%, plus élevé chez les feuillus que chez les résineux), la saison de croissance se trouvera allongée grâce aux températures plus élevées. A l'inverse, si les valeurs de températures dépassent les 2-3°C, supplémentaires alors la tendance s'inversera surtout si une sécheresse des sols s'installe. Cependant, il existe une forte variabilité en fonction de la localisation, des sols et des stress hydrique et thermique.

Les événements extrêmes changent quelque peu la donne :

- Les fortes pluies inondent et érodent les sols ;
- Les périodes de sécheresse et les canicules rendent les arbres plus sensibles au feu de forêt et à la dessiccation. L'effet diffère entre les feuillus et les conifères ;
- Les tempêtes peuvent casser ou déraciner les arbres, comme en 1999 ;
- Les ravageurs et maladies semblent remonter vers le nord.

Les effets du changement climatique se traduisent par une hausse des températures conjuguée à un déficit pluviométrique, une augmentation des émissions de gaz à effet de serre et des épisodes inhabituels de sécheresse des sols et/ou de tempêtes.

La capacité d'adaptation des arbres est limitée et la récurrence des épisodes de sécheresse est la raison principale de ce dépérissement.

Pour autant, les forêts françaises ne vont pas forcément disparaître sous les effets du changement climatique. Localement, la sélection naturelle devrait assurer une descendance plus résistante. L'ONF travaille aussi à aider la nature en accélérant de manière artificielle des migrations.

De même, en 2011, les chercheurs de l'INRA, dans leur rapport « La forêt française face au changement climatique » estiment qu'à l'horizon 2100 « le chêne vert, essence méditerranéenne, connaîtrait une grande expansion et pourrait même remonter jusqu'à la Loire. A l'opposé, le hêtre, qui est actuellement présent sur presque tout le territoire, pourrait fortement régresser en raison de sa sensibilité au manque d'eau ».

Anticiper le changement climatique tout en maintenant la diversité des massifs forestiers est donc désormais devenu un enjeu économique pour la filière forestière.

Pour aider les forêts à faire face aux modifications de notre climat, les chercheurs et les exploitants forestiers se mobilisent afin de trouver des solutions adaptées : expérimentations d'espèces résistantes, moins gourmandes en eau, replantation des parcelles, éclaircissage des parcelles, etc.

L'enjeu est également économique puisque les forêts du territoire permettent un développement intéressant de l'industrie du bois.

De fait, un dépérissement important des massifs forestiers non anticipé par les professionnels du secteur pourrait avoir de lourdes conséquences économiques pour le territoire.

Pour finir, il est important de signaler que les espaces forestiers sont particulièrement vulnérables au risque incendie. La prévention des incendies passe par la mise en place d'équipement de lutte contre les incendies, et par un entretien régulier des forêts et la maîtrise de l'embroussaillage.

L'enjeu est particulièrement fort sur les espaces où les habitations sont fortement imbriquées dans le tissu forestier et où l'entretien des parcelles forestières privées n'est pas réalisé.

### Plus spécifiquement sur le territoire de la CA de Vichy

L'Allier est riche en forêts : le département compte 125 000 hectares de massifs boisés. La filière bois regroupe près de 800 entreprises, pour un effectif de plus de 2 000 personnes. En 2002, 235 000 m<sup>3</sup> de bois ont été récoltés, dont 173 000 m<sup>3</sup> de bois d'œuvre, 22 000 m<sup>3</sup> de bois d'industrie et 38 500 m<sup>3</sup> de bois de chauffage.

En montagne bourbonnaise, 51% des peuplements sont feuillus, les peuplements de hêtre pur occupant environ 13% du territoire. Vient ensuite les peuplements sont résineux (46%) : 21% de Douglas pur et 16,50% de sapin ou épicéa pur.

Pour la CA de Vichy, la principale conséquence, redoutée par les sylviculteurs locaux, est donc le dépérissement déjà amorcé de certaines essences, sensibles au manque d'eau, telle que le hêtre et l'épicéa.

Face aux canicules et sècheresses répétées, ces derniers souffrent. Ainsi, la récurrence de ces phénomènes entraîne une mortalité toujours plus importante d'une année à l'autre. **L'année 2019 accumule les mortalités d'arbres adultes, en particulier chez les épicéas, les hêtres, les sapins et les pins sylvestres.** Les essences forestières les plus durement touchées subissent généralement une altération de leur couverture végétale (jaunissements/rougissements anormal du

feuillage, dessèchement et une chute précoce des feuilles). Affaiblis ils sont plus sensibles aux attaques de champignons, virus et insectes ravageurs. En effet, le manque d'eau et les fortes chaleurs sont un terreau fertile à la prolifération d'insectes cambio-phages au sein des peuplements. En s'attaquant aux troncs, ces bio-agresseurs engendrent le dépérissement, puis la mort des arbres déjà fragilisés par le climat.

Dans le département, le sapin, le Douglas et le chêne semblent présenter une plus grande résistance aux dérèglements climatiques que ses concurrents, l'épicéa et le hêtre. Le premier est attaqué par le scolyte, un insecte dont la prolifération est favorisée par le réchauffement. Quant au hêtre, il apparaît très sensible à la sécheresse.

De même, la vulnérabilité des forêts du territoire face aux périodes de sécheresse, de canicules voire de tempêtes pourrait déstabiliser toute une filière bois. À l'image de ce qui s'est produit après la tempête de 1999 où il a fallu multiplier les coupes non-programmées sur des arbres morts ou malades avant que leur bois ne perde trop de valeur.

## Indice de risque 24/07/2019

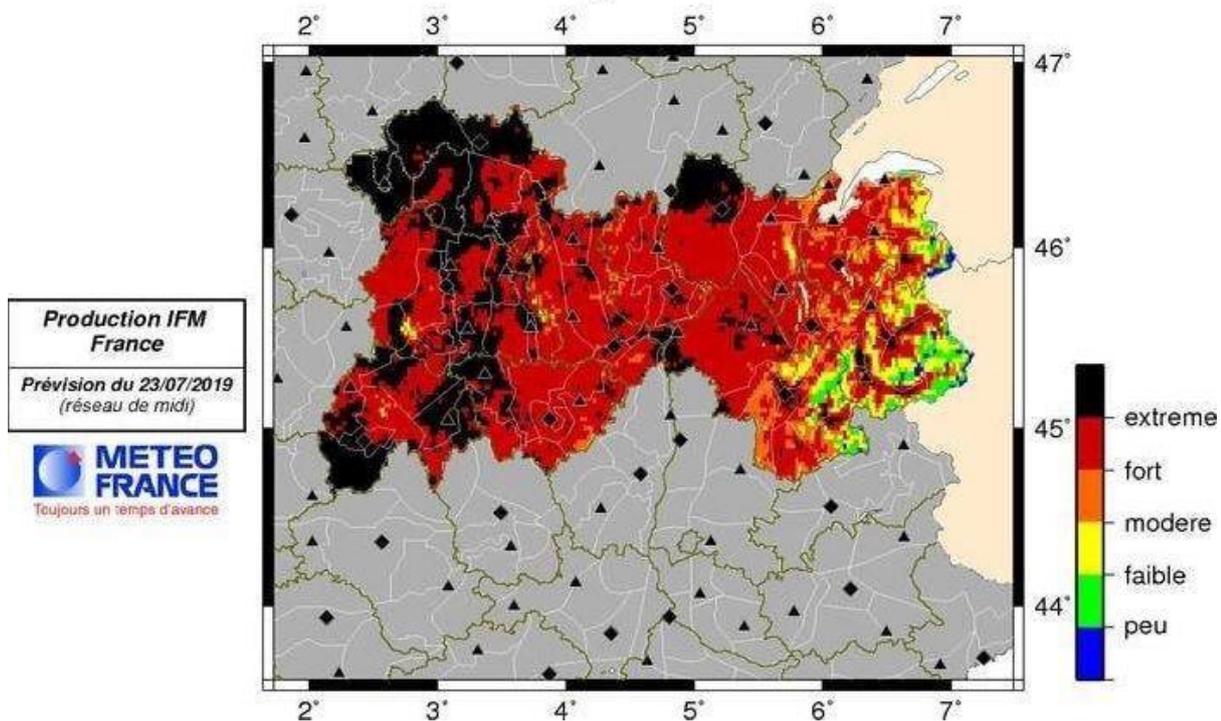


Figure 197: Cartographie de la région Auvergne-Rhône-Alpes sur le risque incendie. (Source : Météo France, 24 juillet 2019)

### Potentiel d'adaptation de la sylviculture

À moyen et long terme, la gestion forestière va s'adapter en coupant les arbres malades et en conservant les arbres résistants qui peuvent reconstituer la forêt tout en prenant en compte les différents risques : les aléas climatiques, les tempêtes, les incendies mais aussi la sécurité sanitaire et la sensibilité des peuplements.

Ainsi une réflexion doit s'engager sur les futurs reboisements. Elle se portera sur :

- les essences les mieux adaptées à un environnement donné
- l'adaptation à la rareté de la ressource en eau
- identifier les ressources génétiques pour les forêts de demain
- réflexion sur la participation de la sylviculture à l'atténuation du changement climatique

Ainsi, les forestiers vont devoir varier les essences, faire des analyses de sol, des analyses de station forestières, des analyses de microclimat... afin de concevoir les forêts aptes à faire face au climat futur.

Il va y avoir une migration des essences vers le Nord. Le travail des forestiers est donc d'anticiper et d'accompagner cette migration. Les arbres les plus vulnérables seront éliminés naturellement au profit des plus résistants. Cette adaptation génétique n'est toutefois pas aussi rapide que la hausse des températures.

Des espèces vont indéniablement disparaître tandis que d'autres vont régresser. Aujourd'hui, aucune réponse concrète à l'adaptation de nos forêts au changement climatique n'a été publiée. Cependant le sujet est sensible et la recherche est mobilisée sur toutes ces questions depuis une vingtaine d'années, mais il reste encore beaucoup d'incertitudes.

#### 5.1.18.5. Impact sur les activités économique

Les conséquences du changement climatique sur les activités économiques sont complexes à analyser, car spécifique à chaque secteur.

Dans le domaine de l'industrie, des problèmes survenant sur une partie de la chaîne de production, de la fabrication des matières premières jusqu'au consommateur, peut venir perturber l'ensemble des maillons de cette chaîne.

Les activités soumises à des importations de matières ou de produits sensibles au changement climatique (bois et autres matières organiques) sont plus exposées. Tout comme les activités dépendantes de la disponibilité et/ou de la qualité de l'eau.

#### Plus spécifiquement sur la CA de Vichy

Outres l'agriculture, le territoire présente également une activité industrielle et commerciale importante, notamment autour de l'agglomération de Vichy. Ce tissu économique reste peu vulnérable aux effets du changement climatique. On peut cependant identifier quelques sensibilités :

- Vulnérabilité des salariés de certains secteurs en cas de canicule : métallurgie...
- Vulnérabilité des secteurs dépendant de la ressource en eau : agroalimentaire...
- Vulnérabilité au risque d'inondation
- Vulnérabilité à la canicule pour certaine installation : le ferroviaire par exemple

Le territoire possède également un barrage hydroélectrique sur la Besbre : le barrage de **Mayet de Montagne, la commune de Châtel-Montagne**, retient un volume d'eau de **1 190 milliers de m<sup>3</sup>** sur une surface de 22 hectares. Un deuxième barrage hydroélectrique est en projet à Vichy, sur la rivière Allier. Ce projet devrait, à termes, assurer un tiers des besoins énergétiques de la ville.

Pour s'adapter aux périodes de sécheresse plus longues et aux crues plus fréquentes, le groupe EDF devra adapter la gestion de son parc hydroélectrique.

Déjà l'été 2019 a été exceptionnellement chaud et marqué par deux épisodes de forte canicule, l'électricien public estime que le niveau de ses retenues d'eau en France n'est en moyenne que de 2% inférieur à la normale grâce notamment à des décisions prises largement en amont.

Cependant, la forte variabilité, tant spatiale que temporelle de la précipitation, s'associe, depuis les années 1980, à une hausse significative des températures particulièrement marquée au printemps, qui augmente l'évaporation de l'eau.

De fait le parc hydroélectrique a déjà dû s'adapter. Les six premiers mois de 2019 sont considérés comme le deuxième semestre le plus sec des 30 dernières années en France. Le groupe constate alors une chute de la production hydroélectrique française de 31,6% par rapport à la même période de 2018, au cours de laquelle le groupe avait constaté une progression de 37.6% de la production d'électricité provenant des barrages grâce à un niveau d'enneigement, parmi les meilleurs de l'histoire du groupe. Ainsi, si la tendance des précipitations reste stable, la répartition laisse apparaître de grandes amplitudes entre l'hiver et l'été. EDF devra donc s'adapter, au cours des prochaines années, **des périodes de sécheresse plus longues et des problèmes de crues plus fréquents**.

Ainsi, la production hydroélectrique de la CA de Vichy n'échappe pas à ce constat et le barrage de Mayet de Montagne devra s'adapter à la récurrence des épisodes extrêmes à venir durant les prochaines décennies. La production électrique mais également la disponibilité de l'eau pour la population, l'agriculture ou les loisirs en dépend.

#### 5.1.18.6. Impact sur la santé humaine

Les conséquences du changement climatique sur les populations est d'ordre sanitaire.

Les risques proviennent de l'augmentation du nombre de jours de canicules et des conséquences indirectes de l'augmentation des températures : augmentation des pollutions, augmentation des allergies, diffusion accrue de maladies.

Une équipe du GIEC, dirigé par Jean-Pierre Besancenot, a étudié le lien entre le réchauffement climatique et les effets sur la santé. La figure ci-dessous a été élaborée au cours de cette étude :

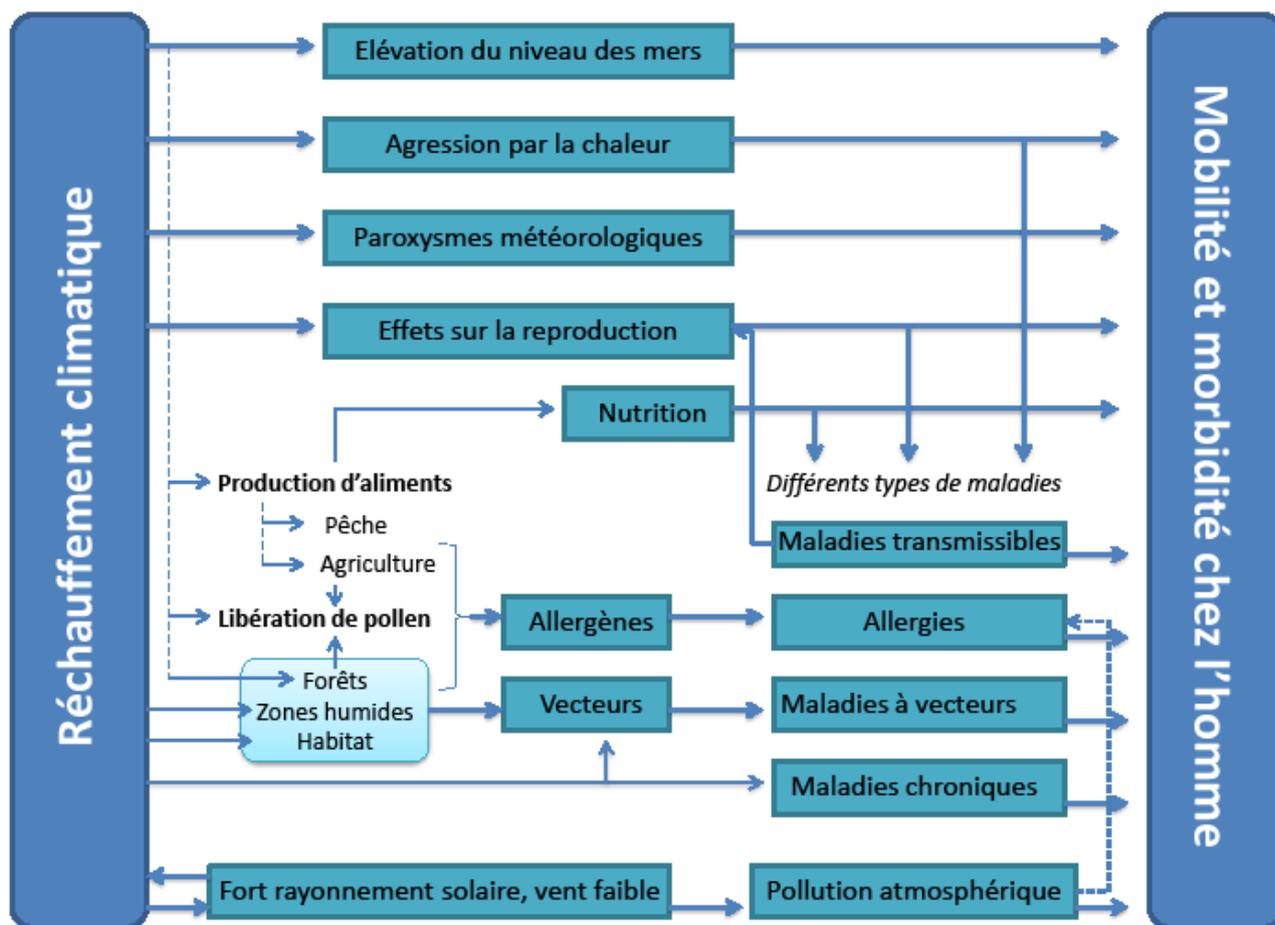
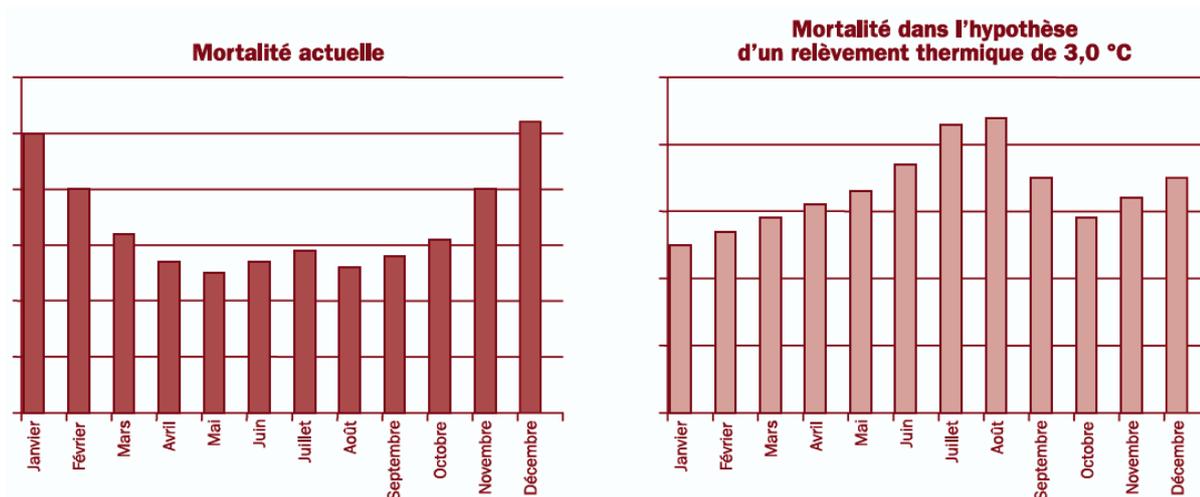


Figure 198: Schéma récapitulatif des principaux mécanismes d'impact du réchauffement climatique sur la santé humaine (Source : JP Besancenot)

La chaleur, la pollution atmosphérique, la présence accrue de pollens, l'arrivée de nouvelles maladies et la dégradation de la qualité nutritionnelle de nos repas sont des conséquences du réchauffement climatique qui affecteront notre santé.

Nous le voyons ici, le réchauffement climatique agit par plusieurs mécanismes sur notre santé et ceci pas toujours de manière directe. L'agression par la chaleur est la plus connue, nous avons pu la constater lors de la canicule de l'été 2003. Une analyse plus poussée a étudié le lien entre la température et le taux de mortalité .J.P. Besancenot en rend compte dans les diagrammes ci-après.



Source : Besancenot, 2004.

Figure 199: Évolution attendue du rythme saisonnier de la mortalité en France en cas de réchauffement (Source : Besancenot, 2004)

Ces graphiques montrent la répartition au cours des mois de l'année de la mortalité autour de la moyenne annuelle. A gauche, l'histogramme se rapporte à la période actuelle : on remarque que la mortalité a surtout lieu l'hiver (à cause du froid) alors que dans un scénario de réchauffement, à partir de 3°C d'augmentation (histogrammes à droite), un renversement aurait lieu : la mortalité augmenterait en été à cause des épisodes caniculaires. Cela montre que ce sont bien les jours de forte chaleur et les canicules qui sont les plus à craindre car ils fragilisent les organismes.

#### Impact direct des canicules

La canicule a un effet direct sur la santé des personnes fragiles : populations âgées, jeunes enfants, malades, etc. Dans la perspective du changement climatique, la hausse attendue de l'intensité et de la fréquence des épisodes caniculaires entraînera, en l'absence de mesures d'adaptation, une hausse de la vulnérabilité de la population sur le plan sanitaire, renforcée également par son vieillissement attendu et la présence d'habitations isolées.

#### Impact lié à la pollution atmosphérique

L'augmentation des températures provoquera une augmentation de l'exposition aux pics de pollutions fortement liés aux activités anthropiques, d'ozone en particulier, qui augmentent la vulnérabilité sur les zones urbaines et les populations fragiles.

Cette pollution, associée à la chaleur, aura dans ce contexte un impact sanitaire plus important.

Les zones exposées sont cependant localisées autour des pôles urbains et des réseaux de transports les plus importants.

#### Impact sur les maladies allergiques

La population touchée par les allergies est en augmentation.

Cette augmentation est liée à une exposition plus importante et plus longue des populations aux pollens, consécutive, entre autres, à l'évolution du climat.

La pollution atmosphérique à l'ozone tout d'abord, dont les pics ont généralement lieu les jours de forte chaleur, peut entraîner des gênes ou des maladies respiratoires. De plus, ces problèmes pulmonaires seront accrus car les végétaux libèreront plus de pollen les jours de forte chaleur.



Figure 200: Les végétaux libèreront plus de pollen les jours de forte chaleur

#### Impact sur les maladies infectieuses et vectorielles

De nombreuses incertitudes demeurent quant au lien entre changement climatique et évolution de ce type de maladies. Cependant, le changement climatique pourrait augmenter l'exposition des populations en créant des conditions environnementales plus propices à leur développement. Ainsi, le changement climatique laisse augurer l'apparition de nouvelles maladies inconnues jusqu'alors sous nos latitudes ou encore l'augmentation de certaines maladies déjà connues. Par exemple, JP Besancenot pense que le risque de légionellose va s'intensifier.

Cependant, la vulnérabilité future reste difficile à qualifier en raison de multiples incertitudes scientifiques. Elle dépendra de facteurs tels que la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise et de la capacité à contrôler les habitats favorables au développement et à l'implantation des micro-organismes infectieux ou parasites en cause.

Effets possibles des changements climatiques	Risques sanitaires
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de la fréquence et de la gravité des vagues de chaleur</li> <li>- Réchauffement général mais conditions plus froides possibles dans certaines régions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maladies et décès liés à la chaleur</li> <li>- Troubles respiratoires et cardio-vasculaires</li> <li>- Changement dans la répartition des maladies et de la mortalité dues au froid</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de la fréquence et de la violence des orages, augmentation de la gravité des ouragans, et autres formes de temps violent</li> <li>- Fortes pluies causant des glissements de terrains et des inondations</li> <li>- Élévation du niveau de la mer et instabilité du littoral</li> <li>- Accroissement des sécheresses dans certaines régions</li> <li>- Perturbations sociales et économiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décès, blessures et maladies imputables aux orages violents, inondations...</li> <li>- Dommages sociaux et émotionnels, santé mentale</li> <li>- Pénuries d'eau et de nourriture</li> <li>- Contamination de l'eau potable</li> <li>- Hébergement des populations et surpopulations dans les centres d'hébergement d'urgence</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de la pollution atmosphérique</li> <li>- Augmentation de la production de pollens et de spores par les plantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exacerbation des symptômes de l'asthme, des allergies</li> <li>- Maladies respiratoires et cardio-vasculaires</li> <li>- Cancers</li> <li>- Décès prématurés</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contamination de l'eau potable et de l'eau utilisée à des fins récréatives</li> <li>- Proliférations d'algues et augmentation des concentrations en toxines dans les poissons et fruits de mer</li> <li>- Changement des comportements liés aux températures les plus chaudes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Éclosions de souches de micro-organismes, amibes et autres agents infectieux d'origine hydrique</li> <li>- Maladies liées à la nourriture</li> <li>- Autres maladies diarrhéiques et intestinales</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Changement de la biologie et de l'écologie de vecteurs de maladies (y compris la répartition géographique)</li> <li>- Maturation plus rapide des agents pathogènes dans les insectes et tiques vecteurs de maladies</li> <li>- Allongement de la saison de transmission des maladies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de l'incidence des maladies infectieuses à transmission vectorielle indigène</li> <li>- Émergence de maladies infectieuses</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique</li> <li>- Changements dans la chimie de l'atmosphère de l'ozone stratosphérique</li> <li>- Accroissement de l'exposition aux UV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancers de la peau, cataractes, dommages des yeux</li> <li>- Troubles divers du système immunitaire</li> </ul>

Figure 201: Tableau des risques pour la santé liés au changement climatique (Source : Institut de Veille Sanitaire)

### Plus spécifiquement sur la CA de Vichy

Le département, essentiellement rural, est donc peu sensible aux effets du changement climatique, et notamment aux canicules estivales.

On note cependant que l'agglomération de Vichy présente une plus forte vulnérabilité.

En effet, présentant une importante urbanisation, la citée sera plus sensible au phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) comparé aux communes rurales présentant une urbanisation moins dense et un couvert végétal important.

La différence de température entre le tissu urbain et les zones rurales environnantes peut s'élever jusqu'à 10°C.

L'emprise bâtie sur la commune y est importante du fait d'un tissu de résidence et surtout des zones d'activités qui la composent. Dans cette agglomération, l'énergie solaire stockée durant la journée, sur les bâtiments, les sols imperméables et dans les rues étroites, est restituée le soir, empêchant la température de baisser, ce qui contribue à la création l'ICU. De plus, en été, la stagnation des masses d'air est favorable à la mise en place et au maintien d'un ICU. La morphologie de la ville, modifiant l'écoulement du vent, et les éléments constituant le tissu urbain, qui influent sur l'albédo, participent également aux phénomènes d'ICU.

Un autre facteur important responsable des ICU est la consommation énergétique urbaine : transport, chauffage et climatisation, éclairages publics et activités industrielles émettent de la chaleur, qui intensifie les différences de températures entre la ville plus chaude et la périphérie.

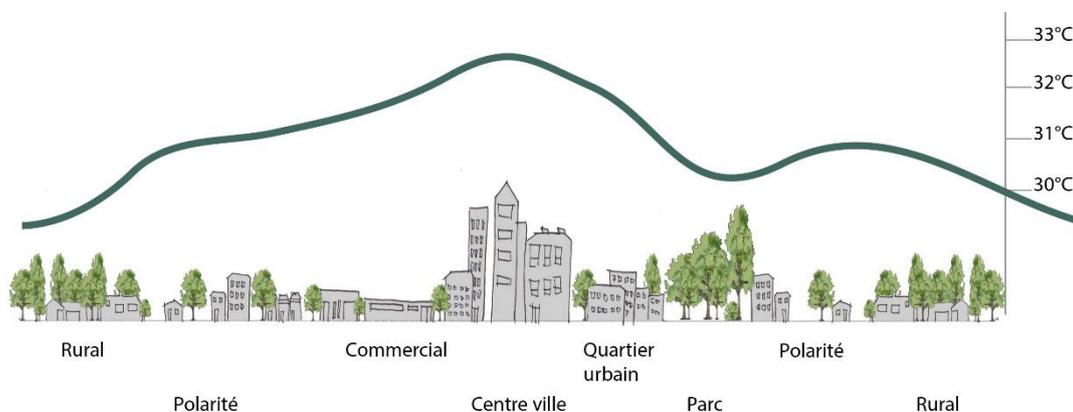


Figure 202: Phénomène d'îlot de chaleur urbain (Source : E6-ACPP)

Cet effet d'ICU amplifie les risques de mortalité humaine, empêchant les températures de redescendre la nuit, créant de fait des épisodes caniculaires plus intenses, et en accumulant la pollution atmosphérique, dans les villes.

#### 5.1.18.7. Impact sur la biodiversité et les écosystèmes

Avec le changement climatique, les écosystèmes souffrent et plusieurs conséquences peuvent apparaître :

- Fragilisation et risques de disparition de certains milieux
- Adaptation ou disparition de certaines espèces animales et végétales
- Prolifération d'espèces envahissantes
- Migration des espèces

Si la température moyenne augmente de 2 à 3°C, la biodiversité peut chuter de 20 à 30%.

Les écosystèmes terrestres, mais également les écosystèmes marins : la saturation de l'océan en CO<sub>2</sub> provoque une augmentation de son acidité, ce qui menace des pans entiers de la faune aquatique.

On observe une modification dans la phénologie des espèces :

- Végétales : précocité dans les dates de floraison, modification des aires de répartition
- Animales : périodes modifiées de départ et d'arrivée des oiseaux migrateurs et plus généralement une modification des aires de répartition.

Comme décrit précédemment, certains végétaux vont migrer vers le Nord au détriment d'essences encore largement représentées dans nos massifs, telles que, le hêtre, le pin sylvestre et l'épicéa qui risquent de disparaître du territoire français.

L'augmentation du risque incendie aura d'importantes conséquences sur la biodiversité et les écosystèmes.

A contrario, nous constatons l'extension des aires de répartition de certains ravageurs tels que la chenille processionnaire, qui attaque les pins, le scolyte cet insecte dont la prolifération est favorisée par le réchauffement et qui attaque les épicéas. Par ailleurs, de nouveaux ravageurs apparaissent. On parle de maladies émergentes ou de maladies invasives.

Des espèces exotiques envahissantes présentant un risque pour la santé sont également en augmentation.

Le département de l'Allier, comme toute la région Auvergne, présente une importante prolifération de l'ambrosie. Cette espèce fortement allergisante présente un risque important pour la santé humaine. Elle fait l'objet d'une obligation d'arrachage systématique dans les départements où elle est présente.



Figure 203: Migration de nombreuses espèces faunistiques, et extension des aires de répartition de certains ravageurs (comme la chenille processionnaire) font partie également des conséquences sur la biodiversité du territoire.

La figure ci-après, présente l'évolution potentielle des grands domaines biogéographiques, c'est-à-dire les grands équilibres flore/climat tels qu'ils sont « vus » par la composition en essences des forêts françaises. S'il n'est pas possible d'attribuer une espèce à un domaine de façon univoque, il est possible de séparer le territoire national en cinq grands ensembles : le domaine méditerranéen, le domaine sud-atlantique, le domaine nord-atlantique, le domaine nord-est et le domaine montagnard qui peut être décliné plus finement en trois niveaux. Les résultats sur les groupes d'espèce montrent une extension des paysages vers des caractéristiques plus méditerranéennes (couleur rouge : **pins et chênes méditerranéens**) et Sud-Atlantique (couleur orange : **pin maritime, chêne tauzin...**) et une régression des caractéristiques Nord-Est et montagneuses (couleurs vert et bleu). Comme pour les espèces, l'impact des méthodes de régionalisation est très fort.

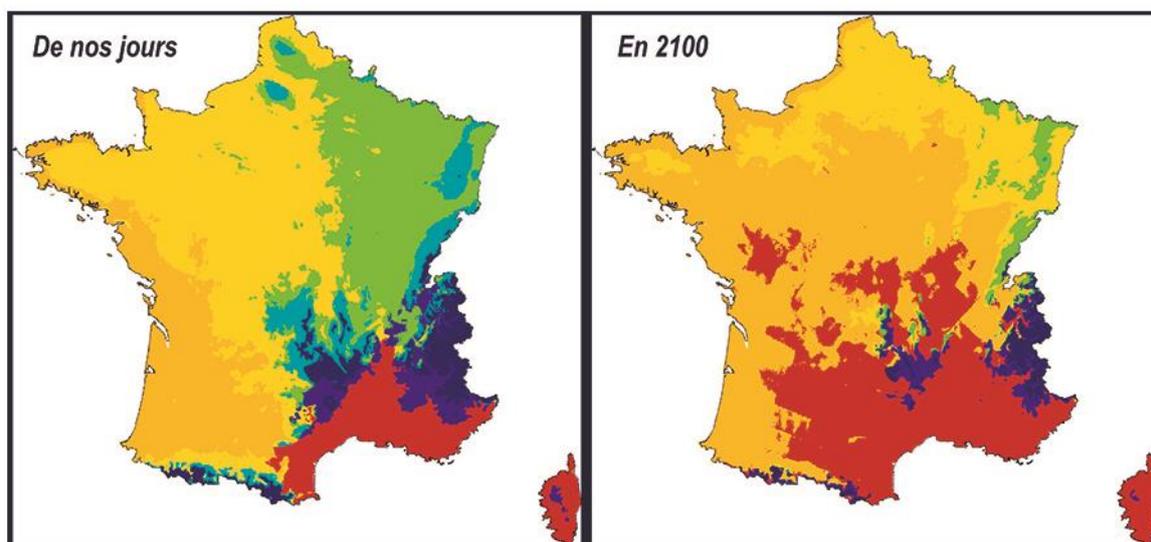


Figure 204: Enveloppes bioclimatiques des groupes chorologiques en France (Source : CLIMATOR 2012).

### Plus spécifiquement sur la CA de Vichy

Pour ce territoire, le changement climatique pourrait avoir un impact important sur la biodiversité des nombreuses zones humides (étang, mare, ruisseau...) présentes sur tout le territoire. La richesse de ces écosystèmes fragile pourrait disparaître impactant ainsi toute la biodiversité locale (insectes, batraciens, oiseaux migrateurs, gibiers, prédateurs...).

#### Les zones humides :

Protection contre l'érosion du littoral, atténuation de l'intensité des crues, alimentation des cours d'eau pendant les sécheresses, les milieux humides atténuent le réchauffement climatique global et amortissent les impacts que subissent les populations.

Le changement climatique se traduit localement par une augmentation des événements météorologiques extrêmes dont nous subissons directement les conséquences : crues, inondations, sécheresses, érosion du littoral, etc.

Les milieux humides participent ainsi à la prévention de ces risques naturels et possède, en plus, une ressource de biodiversité unique et à préserver.

Toutefois ces milieux fragiles sont menacés par les activités de l'homme (urbanisation croissance, agriculture intensive, déforestation...) mais également par les aléas climatiques extrêmes :

- Sècheresses récurrentes des sols entraînant un assèchement des zones humide en période estivale et donc une disparition des espèces végétale et animale spécifiques.
- Canicule entraînant une augmentation de la mortalité de certaines espèces animales
- Tempête, crues exceptionnelles... qui peuvent dégrader les milieux

#### Le bocage :

Le bocage constitue un patrimoine arboré important en quantité et en qualité.

Les haies du bocage sont dans des états relativement variés, oscillant entre disparition et régression liées à l'agrandissement des parcelles, retournement des prairies au profit de cultures, arrachage de celles-ci, mauvais entretien des haies, plantation de haies ornementales composées d'espèces exogènes...

Pourtant le bocage remplit bien des services : brise-vent, ombrage, amélioration du rendement des cultures, protection des troupeaux, protection du bâti, pare-neige, limitation de l'érosion des sols, régulation et dépollution des eaux, stabilisation des berges, production de bois, habitats pour la biodiversité fonctionnelle et lutte auxiliaire, production de fruits...

Le territoire subit actuellement des changements de pratiques agricoles, notamment dans le Val d'Allier, où les grandes cultures remplacent progressivement l'élevage traditionnel sur prairie permanente. De plus la CA de Vichy doit également se préparer aux effets du changement climatique :

- Sècheresse et canicule auront un effet sur le stress hydrique des végétaux entraînant un affaiblissement de ces derniers voire un dépérissement ou la disparition de certaines essences ;
- Les épisodes extrêmes de pluies, tempêtes... qui devraient se multiplier pour dégrader les arbres de haut jet du bocage ;
- Les espèces animales souffrant des épisodes de canicule et du dépérissement de leur milieu naturel migreront et pourraient disparaître du territoire ;
- Apparition de maladies, espèces invasives (animale et végétale) et de ravageurs ;

Préserver le bocage et ses fonctions agronomiques, bioclimatiques, économiques, paysagères et écologiques constitue donc un enjeu important pour tous les acteurs du territoire.

## 5.1.19.Synthèse de vulnérabilité sur la Communauté d'Agglomération de Vichy

### Evolution des enjeux sur le territoire suite au changement climatique

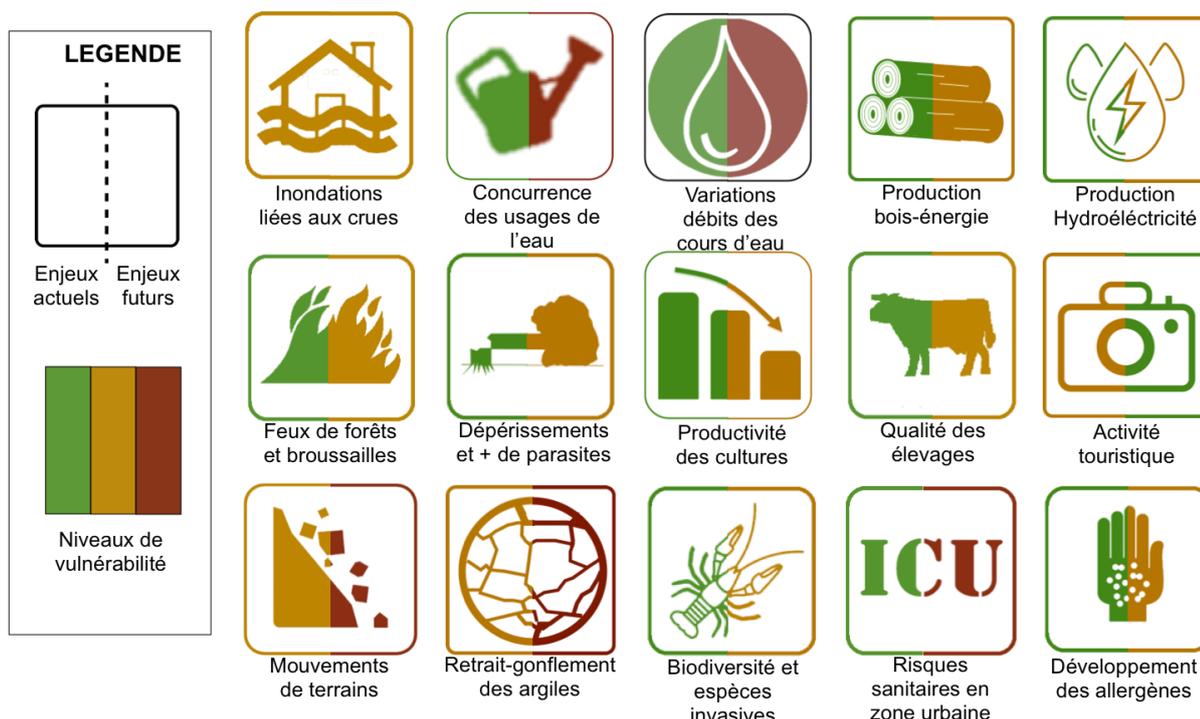


Figure 205: Evolution des enjeux sur le territoire suite au changement climatique

Cette étude nous permet de définir les secteurs du territoire d'étude les plus vulnérables au changement climatique en croisant son exposition future et sa sensibilité.

Les sept principaux enjeux du territoire portent :

- Sur la ressource en eau du sol :

Du fait de l'augmentation des températures, de la sécheresse des sols, la disponibilité en eau sera mise à mal avec le changement climatique. De plus, un effet de ciseau entre une demande qui augmente, notamment en agriculture, et une ressource moins abondante, notamment à l'étiage, entraînera une diminution de la qualité de l'eau, une dégradation des écosystèmes et une diminution des réserves en eau du sol. Une tension pourrait s'exercer entre agriculteurs, forestiers et particuliers autour de cette ressource dont la qualité baissera ;

- Les inondations dues aux événements exceptionnels (orages violents et tempêtes) :

Ces événements extrêmes vont se multiplier avec le changement climatique. D'importants dégâts physiques (glissements de terrains, ...) et socio-économiques pourraient affaiblir le territoire et ses activités ;

- Les mouvements et glissements de terrain s'intensifieront :

Ils pourraient avoir des impacts matériels (habitations, infrastructures routière...) et également des impacts sur la biodiversité avec notamment la dégradation des berges ;

- L'agriculture :

Les prairies et grandes cultures céréalières qui sont fortement sensibles à la ressource en eau et aux sécheresses plus importantes seront impactées par le changement climatique. L'élevage, sensible à la hausse des températures, sera également vulnérable aux effets du changement climatique (baisse en quantité et qualité du fourrage et augmentation de l'abreuvement)

- Les massifs forestiers et le risque d'incendies de forêts augmentera avec les hausses de température et l'allongement des phénomènes de sécheresse, les habitations à proximité des massifs forestiers seront de plus en plus vulnérables. La forêt subira également les effets du changement climatique avec des dépérissements déjà observables sur certaines essences.

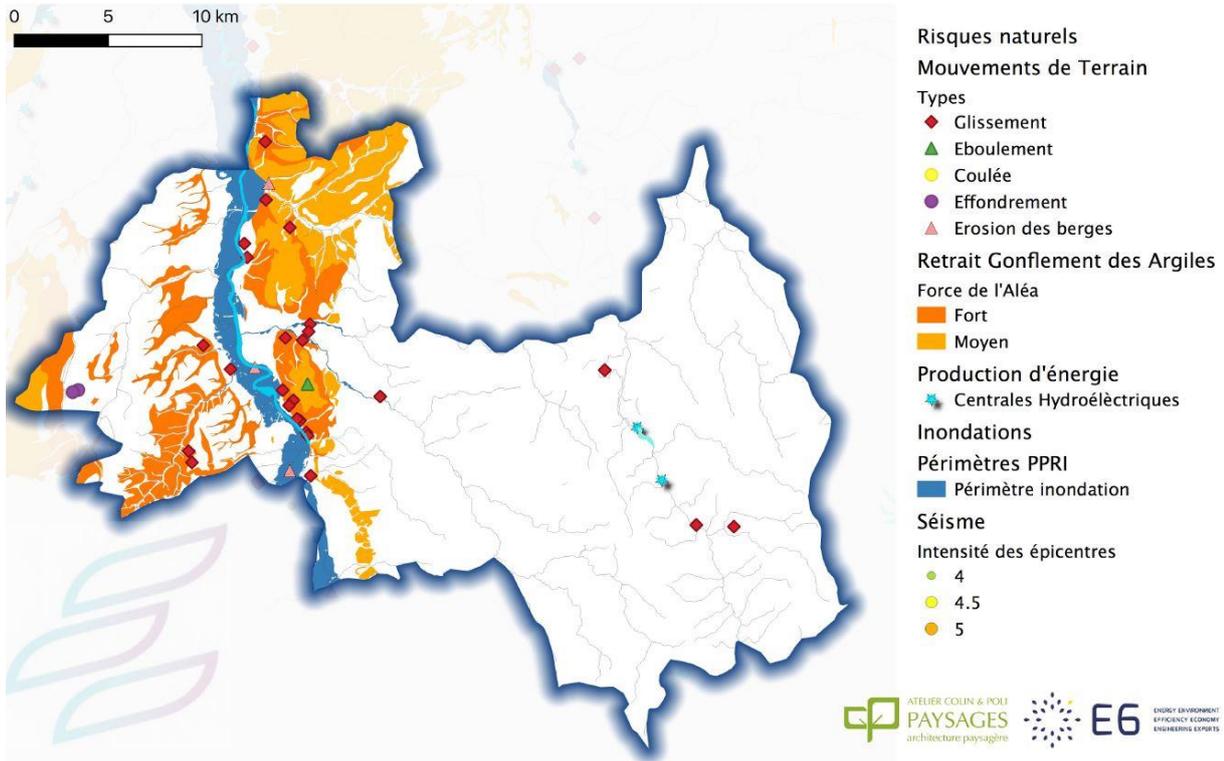
- La biodiversité du bocage et des zones humides :

Ces espaces naturels, riche d'une biodiversité spécifique, subiront les conséquences du changement climatique. Dégradation des milieux, dépérissement de certaines essences, migrations des espèces animales et végétales, etc.... ensemble ces effets pourraient dégrader fortement ces écosystèmes fragiles.

- les milieux urbains : la commune de Vichy

La population urbaine sera la plus sensible aux canicules fréquentes, notamment à cause du phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) qui sera renforcé. Cette vulnérabilité sera accrue par la propagation de maladies infectieuses ou vectorielles qui pourront se développer plus facilement en milieu urbain.

## Vulnérabilité des risques naturels au changement climatiques Communauté d'Agglomération de Vichy



## Impacts du changement climatique sur les activités Communauté d'Agglomération de Vichy

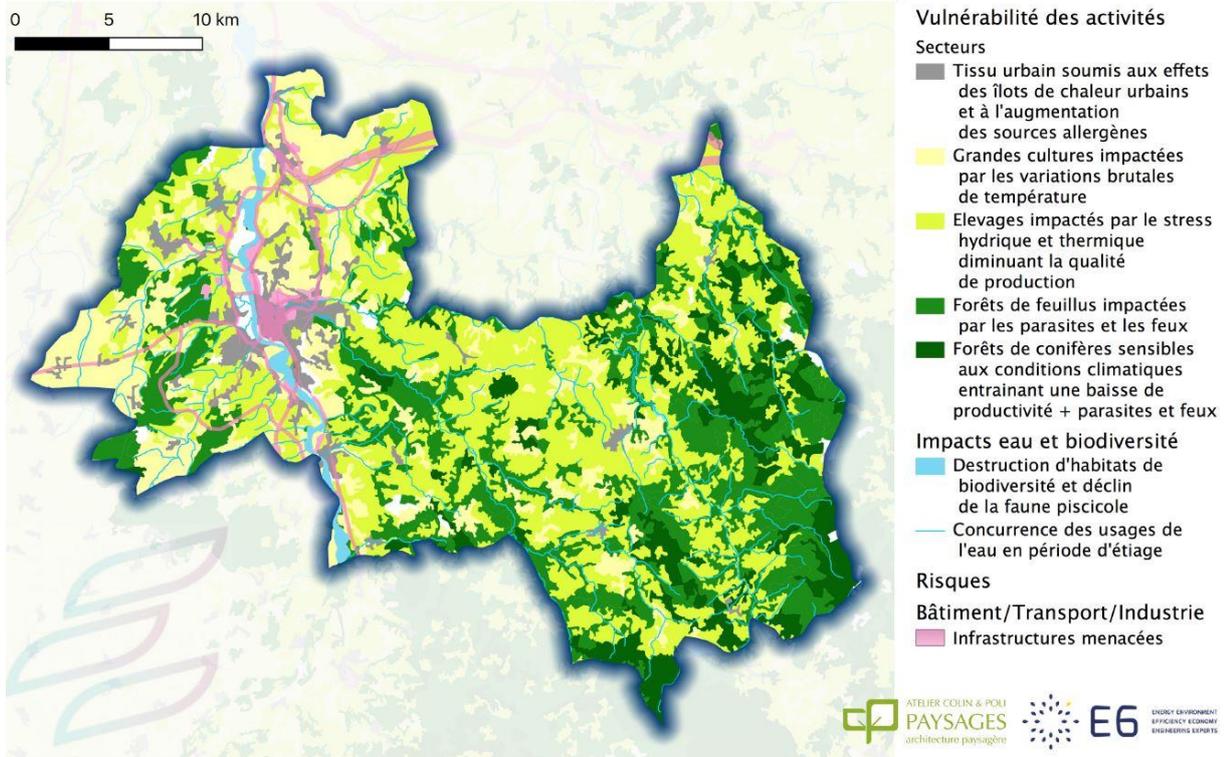


Figure 206: Synthèse des impacts et vulnérabilités aux changements climatique de la CA de Vichy (Source : ACP, E6)

## GLOSSAIRE

---

<b>ABC</b>	Association Bilan Carbone L'outil Bilan Carbone® de l'ABC permet d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre « énergétiques » et « non énergétiques » des secteurs d'activités tels que le résidentiel, l'industrie, le tertiaire, l'agriculture, les déchets, l'alimentation, la construction et la voirie et les transports.
<b>Adaptation</b>	Un concept défini par le Troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat comme « l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques. »
<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
<b>AASQA</b>	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
<b>AEU</b>	Approche environnementale de l'urbanisme Méthodologie au service des collectivités locales et des acteurs de l'urbanisme pour les aider à prendre en compte les principes et finalités du développement durable dans leurs projets.
<b>AFPG</b>	Association Française des Professionnels de la Géothermie
<b>Agreste</b>	Agreste est l'espace du service statistique du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.
<b>Aléas</b>	Le changement climatique est susceptible de provoquer des aléas, c'est-à-dire des événements pouvant affecter négativement la société. Ces aléas ont une certaine probabilité de se produire, variable suivant l'aléa considéré.
<b>AVAP</b>	Aire de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine Elle met en place une zone protégée pour des raisons d'intérêt culturel, architectural, urbain, paysager, historique ou archéologique. Il ne s'agit pas de documents d'urbanisme, mais d'un ensemble de prescriptions.
<b>AZI</b>	Atlas des Zones Inondables Ce sont des outils cartographiques de connaissance des phénomènes d'inondations susceptibles de se produire par débordement des cours d'eau. Ils sont construits à partir d'études hydro géomorphologiques à l'échelle des bassins hydrographiques.
<b>B(a)P</b>	benzo(a)pyrène
<b>BEGES</b>	Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre Il s'agit d'un bilan réglementaire et de ce fait obligatoire pour de nombreux acteurs.
<b>BILAN GES</b>	Un bilan GES est une évaluation de la masse totale de GES émises (ou captées) dans l'atmosphère sur une année par les activités d'une organisation. Il permet d'identifier les principaux postes d'émissions et d'engager une démarche de réduction concernant ces émissions par ordre de priorité.
<b>Bio GNV</b>	Bio Gaz Naturel Véhicule Le bioGNV est une version renouvelable du GNV qui a les mêmes caractéristiques que ce dernier. Cependant le bioGNV est produit par la méthanisation des déchets organiques.

<b>Biogaz</b>	Le biogaz est un gaz combustible, mélange de méthane et de gaz carbonique, additionné de quelques autres composants.
<b>Biométhane</b>	Gaz produit à partir de déchets organiques.
<b>Bois énergie</b>	Bois énergie est le terme désignant les applications du bois comme combustible en bois de chauffage. Le bois énergie est une énergie entrant dans la famille des bioénergies car utilisant une ressource biologique. Le bois énergie est considéré comme étant une énergie renouvelable car le bois présente un bilan carbone neutre (il émet lors de sa combustion autant de CO <sub>2</sub> qu'il n'en a absorbé durant sa croissance).
<b>BRGM</b>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<b>BTEX</b>	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
<b>CCNUCC</b>	Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
<b>CESI</b>	Chauffe-Eaux Solaires Individuels
<b>CFC</b>	Chlorofluorocarbure
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane
<b>CIRC</b>	Centre international de recherche contre le cancer
<b>Chaleur fatale</b>	C'est une production de chaleur dérivée d'un site de production, qui n'en constitue pas l'objet premier, et qui, de ce fait, n'est pas nécessairement récupérée. Les sources de chaleur fatale sont très diversifiées. Il peut s'agir de sites de production d'énergie (les centrales nucléaires), de sites de production industrielle, de bâtiments tertiaires d'autant plus émetteurs de chaleur qu'ils en sont fortement consommateurs comme les hôpitaux, de réseaux de transport en lieu fermé, ou encore de sites d'élimination comme les unités de traitement thermique de déchets.
<b>Changement d'affectation des sols</b>	Lorsqu'un terrain est artificialisé, les sols déstockent du carbone et provoquent un changement d'affectation.
<b>CNRM</b>	Centre National de Recherches Météorologiques
<b>CO</b>	monoxyde de carbone
<b>CO<sub>2</sub></b>	dioxyde de carbone
<b>COP</b>	COefficient de Performance. Le COP d'un climatiseur ou d'une pompe à chaleur se traduit par le rapport entre la quantité de chaleur produite par celle-ci et l'énergie électrique consommée par le compresseur.
<b>Corine Land Cover</b>	Corine Land Cover est une base de données européenne d'occupation biophysique des sols. Ce projet est piloté par l'Agence européenne de l'environnement et couvre 39 États.
<b>COV(NM) Danger</b>	Composé Organique Volatil (Non Méthanique) Événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap, un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire, organique ou physiologique, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique (exemple : un polluant atmosphérique), physique (exemple : un rayonnement) ou biologique (exemple : un grain de pollen). Ces dysfonctionnements peuvent entraîner ou aggraver des pathologies. Par extension, les termes «danger» et «effet sur la santé» sont souvent intervertis.

<b>DISAR</b>	Le DISAR est un outil d'affichage de tableau et de restitution des documents. Les données sont issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Elles sont présentées sous forme de tableaux. Les documents offrent des commentaires sur les données issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.
<b>ECS</b>	Eau chaude sanitaire
<b>EEA</b>	Agence européenne de l'Environnement
<b>EF</b>	Energie Finale La consommation énergétique des utilisateurs finaux, en d'autres termes, l'énergie délivrée aux consommateurs.
<b>Enjeu</b>	L'enjeu, ou l'exposition, comprend l'ensemble de la population et du patrimoine susceptible d'être affecté par un aléa. Il s'agit par exemple de la population, des bâtiments et infrastructures situés en zone inondable. Confronté à chacun de ces aléas, un territoire donné peut être plus ou moins affecté négativement, suivant son urbanisme, son histoire, son activité économique et sa capacité d'adaptation.
<b>EnR</b>	Énergie Renouvelable
<b>Éolienne</b>	Une éolienne est une machine tournante permettant de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie cinétique de rotation, exploitable pour produire de l'électricité.
<b>EP</b>	Energie Primaire La première énergie directement disponible dans la nature avant toute transformation. Comme exemple, on peut citer le bois, le pétrole brut, le charbon, etc. Si l'énergie primaire n'est pas utilisable directement, elle est transformée en une source d'énergie secondaire afin d'être utilisable et transportable facilement.
<b>EPCI</b>	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
<b>EqHab</b>	Equivalent Habitants
<b>Exposition</b>	Désigne, dans le domaine sanitaire, le contact (par inhalation, par ingestion...) entre une situation ou un agent dangereux (exemple : un polluant atmosphérique) et un organisme vivant. L'exposition peut aussi être considérée comme la concentration d'un agent dangereux dans le ou les milieux pollués (exemple : concentration dans l'air d'un polluant atmosphérique) mis en contact avec l'homme.
<b>FE</b>	Facteur d'Émissions
<b>GASPAR</b>	La base de données GASPAR est un inventaire national des arrêtés de catastrophes naturelles.
<b>Géothermie</b>	La géothermie (du grec « gê » qui signifie terre et « thermos » qui signifie chaud) est l'exploitation de la chaleur du sous-sol. Cette chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches constitutives de la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la Terre dont les températures s'étagent de 1 000°C à 4 300°C.

<b>GES</b>	<p>Gaz à Effet de Serre</p> <p>La basse atmosphère terrestre contient naturellement des gaz dits « Gaz à Effet de Serre » qui permettent de retenir une partie de la chaleur apportée par le rayonnement solaire. Sans cet « effet de serre » naturel, la température à la surface de la planète serait en moyenne de -18°C contre +14°C actuellement. L'effet de serre est donc un phénomène indispensable à la vie sur Terre.</p> <p>Bien qu'ils ne représentent qu'une faible part de l'atmosphère (moins de 0,5%), ces gaz jouent un rôle déterminant sur le maintien de la température. Par conséquent, toute modification de leur concentration déstabilise ce système naturellement en équilibre.</p>
<b>GIEC</b>	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
<b>GNL</b>	Gaz Naturel Liquéfié
<b>GNV</b>	<p>Gaz Naturel Véhicule</p> <p>Le Gaz Naturel Véhicule est du gaz naturel utilisé comme carburant soit sous forme comprimé appelé Gaz Naturel Comprimé (GNC), soit sous forme liquide appelé Gaz Naturel Liquide (GNL). Sous forme comprimée, le GNV est délivré via des réseaux de distribution.</p>
<b>GPL</b>	Gaz de pétrole liquéfié
<b>GWh</b>	Gigawattheure. 1 GWh = 1 000 000 kWh
<b>HAP</b>	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
<b>HCFC</b>	Hydrochlorofluorocarbures
<b>Hydroélectricité ou énergie hydraulique</b>	L'énergie hydroélectrique est produite par transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique puis électrique.
<b>IAA</b>	Industrie Agroalimentaire
<b>ICPE</b>	<p>Installation Classée pour l'Environnement</p> <p>Toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains est une installation classée.</p>
<b>ICU</b>	<p>Ilot de Chaleur Urbain</p> <p>Cette notion fait référence à un phénomène d'élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines</p>
<b>Impact sur la santé</b>	Estimation quantifiée, exprimée généralement en nombre de décès ou nombre de cas d'une pathologie donnée, et basée sur le produit d'une relation exposition-risque, d'une exposition et d'un effectif de population exposée.
<b>INIES</b>	INIES est la base nationale de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires pour le bâtiment.
<b>INSEE</b>	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
<b>kWc</b>	<p>Kilowatt crête</p> <p>C'est la puissance nominale, c'est-à-dire la puissance électrique fournie par un panneau ou une installation dans les conditions de test standard (STC= Standard Test Conditions). Cette puissance sert de valeur de référence et permet de comparer différents panneaux solaires.</p>
<b>LTECV</b>	Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte
<b>Méthanisation</b>	La méthanisation (encore appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (réaction en milieu anaérobie).

<b>mNGF</b>	mètres Nivellement Général de la France Cette unité constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire Français métropolitain, ainsi qu'en Corse.
<b>Mouvement de terrain</b>	Déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol. Ce mouvement est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques.
<b>Mtep</b>	Million de tonnes équivalent pétrole
<b>MWh</b>	Mégawattheure. 1 MWh = 1000 kWh
<b>N<sub>2</sub></b>	Azote
<b>NégaWatt</b>	Association fondée en 2011 prônant l'efficacité et la sobriété énergétique.
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniac
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>NO<sub>x</sub></b>	Oxydes d'azote
<b>O<sub>2</sub></b>	Dioxygène
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozone
<b>OMR</b>	Ordures Ménagères Résiduelles
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>P.O.PE</b>	Loi française de Programmation d'Orientation de la Politique Energétique
<b>PAC</b>	Pompe À Chaleur La pompe à chaleur est un équipement de chauffage thermodynamique dit à énergie renouvelable. La PAC prélève les calories présentes dans un milieu naturel tel que l'air, l'eau, la terre ou le sol, pour la transférer en l'amplifiant vers un autre milieu par exemple un immeuble ou un logement, pour le chauffer.
<b>PADD</b>	Projet d'Aménagement et de Développement Durables
<b>PAPI</b>	Programmes d'Actions de Prévention des Inondations Ils ont pour objectif de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondations en vue de diminuer les conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques ainsi que l'environnement.
<b>PCAET</b>	Plan Climat Air Energie Territorial
<b>PCI</b>	Pouvoir Calorifique Inférieur Quantité théorique d'énergie contenue dans un combustible. Le « PCI » désigne la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de masse de produit (1kg) dans des conditions standardisées. Plus le PCI est élevé, plus le produit fournit de l'énergie.
<b>PCIT</b>	Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux
<b>PER</b>	Plan d'Exposition aux Risques Anciens documents d'urbanisme visant l'interdiction de nouvelles constructions dans les zones les plus exposées d'une part, et des prescriptions spéciales pour les constructions nouvelles autorisées dans les zones moins exposées, associées à la prescription de travaux pour réduire la vulnérabilité du bâti existant, d'autre part.
<b>PHEC</b>	Plus Hautes Eaux Connues
<b>Photosynthèse</b>	Processus par lequel les plantes vertes synthétisent des matières organiques grâce à l'énergie lumineuse, en absorbant le gaz carbonique de l'air et en rejetant l'oxygène.
<b>PLU</b>	Plan Local d'Urbanisme Document d'urbanisme qui détermine les conditions d'aménagement et d'utilisation des sols.

<b>PLUi</b>	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
<b>PM</b>	Particules en suspension (particulate matter)
<b>PM<sub>10</sub></b>	Particules de diamètre inférieur à 10 microns
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Particules de diamètre inférieur à 2,5 microns
<b>PNR</b>	Parcs Naturels Régionaux
<b>Poste de raccordement</b>	Poste qui permet de raccorder l'énergie issue des différentes sources de production
<b>PPR</b>	Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles Document de l'État réglementant l'utilisation des sols à l'échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis.
<b>PPRi</b>	Plan de Prévention du Risque d'Inondation
<b>PREPA</b>	Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
<b>PRG</b>	Pouvoir de Réchauffement Global Unité qui permet la comparaison entre les différents gaz à effet de serre en termes d'impact sur le climat sur un horizon (souvent) fixé à 100 ans. Par convention, PRG <sub>100 ans</sub> (CO <sub>2</sub> ) = 1.
<b>ptam</b>	Pression atmosphérique
<b>Puits net ou séquestration nette</b>	Quand le flux entrant est supérieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent un puits net. Il s'agit donc d'une augmentation du stock de carbone. Ce processus permet de retirer (et séquestrer) du carbone de l'atmosphère.
<b>PV</b>	Photovoltaïque
<b>Relation exposition-risque (ou relation dose-réponse)</b>	Relation spécifique entre une exposition à un agent dangereux (exprimée, par exemple, en matière de concentrations dans l'air) et la probabilité de survenue d'un danger donné (ou « risque »). La relation exposition-risque exprime donc la fréquence de survenue d'un danger en fonction d'une exposition.
<b>Réseau de distribution</b>	Ce réseau est destiné à acheminer l'électricité à l'échelle locale, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne et en basse tension. Son niveau de tension varie de 230 à 20 000 volts.
<b>Réseau de transport et d'interconnexion</b>	Ce réseau est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Son niveau de tension varie de 60 000 à 400 000 volts.
<b>Réservoir de carbone</b>	Système capable de stocker ou d'émettre du carbone. Les écosystèmes forestiers (biomasse aérienne et souterraine, sol) et les produits bois constituent des réservoirs de carbone.
<b>Risque</b>	Le risque est la résultante des trois composantes : aléa, enjeu et vulnérabilité.
<b>Risque pour la santé</b>	Probabilité de survenue d'un danger causée par une exposition à un agent dans des conditions spécifiées.
<b>RMQS</b>	Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols Il s'agit d'un outil de surveillance des sols à long terme.
<b>RT</b>	Réglementation Thermique
<b>RTE</b>	Réseau de Transport d'Électricité
<b>S3REnR</b>	Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables
<b>SAU</b>	Surface agricole utile Surface forestière déclarée par les exploitants agricoles comme utilisée par eux pour la production agricole
<b>SCOT</b>	Schéma de COhérence Territorial

<b>SDAGE</b>	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
<b>Séquestration de carbone</b>	La séquestration de carbone est le captage et stockage du carbone de l'atmosphère dans des puits de carbone (comme les océans, les forêts et les sols) par le biais de processus physiques et biologiques tels que la photosynthèse.
<b>SME ISO 50001</b>	Système de Management de l'Énergie selon la norme ISO 50001.
<b>SNBC</b>	Stratégie national Bas Carbone
<b>SNIEBA</b>	Système National d'Inventaire d'Émissions et de Bilans dans l'Atmosphère
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>Solaire photovoltaïque</b>	L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en électricité grâce à des cellules photovoltaïques intégrées à des panneaux qui peuvent être installés sur des bâtiments ou posés sur le sol.
<b>Solaire thermique</b>	Le principe du solaire thermique consiste à capter le rayonnement solaire et à le stocker dans le cas des systèmes passifs (véranda, serre, façade vitrée) ou, s'il s'agit de systèmes actifs, à redistribuer cette énergie par le biais d'un circulateur et d'un fluide caloporteur qui peut être de l'eau, un liquide antigel ou même de l'air.
<b>Solaire thermodynamique</b>	L'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur.
<b>Source nette</b>	Quand le flux entrant est inférieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent une source nette. Il s'agit donc d'une perte de stock dans les réservoirs forestiers. Ce processus rejette du carbone dans l'atmosphère.
<b>SRCAE</b>	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie
<b>SRE</b>	Schéma Régional Eolien
<b>SRES</b>	Special Report on Emissions Scénarios Rapport public rédigé par le GIEC sur la thématique du réchauffement climatique.
<b>SSC</b>	Systèmes Solaires Combinés
<b>SSP</b>	Service de la Statistique et de la Prospective
<b>STEP</b>	STation d'ÉPuration des eaux usées
<b>STEU</b>	STation d'ÉPuration urbaine
<b>Substitution matériau et énergie</b>	Comparaison des émissions fossiles de la filière bois (exploitation de la forêt, chaîne de transformation, transport, etc.) par rapport aux émissions fossiles qui auraient été émises par d'autres filières lors de la production d'un même service.
<b>Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie</b>	Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures.
<b>Surfaces défrichées</b>	Les forêts converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols.
<b>Surfaces imperméabilisées</b>	Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme provoquant une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.
<b>t</b>	tonne

<b>TBE</b>	Géothermie Très Basse Énergie
<b>tCO<sub>2e</sub></b>	Tonne équivalent CO <sub>2</sub>
<b>tep</b>	Tonne d'équivalent pétrole C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une tonne de pétrole brut moyen. 1 tep = 42 x 10 <sup>9</sup> joules = 11 630 kWh ou 1 kWh = 0,086 tep.
<b>TWh</b>	Térawattheure. 1 GWh = 1 000 000 000 kWh
<b>UFE</b>	Union Française de l'Électricité
<b>UIOM</b>	Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères
<b>VEA</b>	Val d'Europe Agglomération
<b>Vulnérabilité</b>	La vulnérabilité désigne le degré par lequel un territoire peut être affecté négativement par cet aléa (elle dépend de l'existence ou non de systèmes de protection, de la facilité avec laquelle une zone touchée va pouvoir se reconstruire etc.).
<b>Wc</b>	Watt Crête, c'est la puissance électrique maximale pouvant être fournie dans des conditions standards par un module photovoltaïque.
<b>ZAC</b>	Zone d'Aménagement Concerté