

Communauté de Communes du Pays
de Lapalisse



DIAGNOSTIC AIR ENERGIE CLIMAT DU PCAET



EVOLUTION DU DOCUMENT

Emetteur

E6

23, quai de la Paludate
Résidence Managers
33800 | Bordeaux

SIRET : 493 692 453 00050
TVA : FR

Nom du Contact : Yann TRUC

Fonction : Consultant
Tél : 06 87 39 03 24
E-mail : yann.truc@e6-consulting.fr

Destinataire

Communauté de communes "Pays de Lapalisse"
Boulevard de l'hôtel de ville –
BP 63 –
03120 Lapalisse

Nom de l'interlocuteur : Aurélie BIGUET

Tel : 04 70 99 76 29
Mail : urbanisme@cc-paysdelapalisse.fr

Document

	Date	Rédacteur	Action
	30/07/2019	Lucile Lespy Laetitia Serveau Alexandre Colin Yacine Anbri Victor Marsat Yann Truc	Rédaction
	10/10/2019	Yann TRUC	Relecture

LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	10
1. GLOSSAIRE	12
2. CONTEXTE	21
2.1. Propos introductifs	21
2.2. Les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial	24
2.3. Le Territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse	26
3. SYNTHESE DES ENJEUX	29
3.1. Synthèse du diagnostic	29
3.1.1. Bilan énergétique du territoire	29
3.1.2. Autonomie énergétique du territoire	30
3.1.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables	31
3.1.4. Etat des réseaux de transport et de distribution de l'énergie	32
3.1.5. Bilan des émissions de GES	34
3.1.6. Séquestration carbone sur le territoire	35
3.1.7. Qualité de l'air sur le territoire	36
3.1.8. Vulnérabilité sur le territoire	38
3.2. Opportunités du territoire	40
4. AIR	42
4.1. Fondamentaux sur la qualité de l'air	42
4.1.1. Pollution et polluants	42
4.1.2. Enjeux	46
4.1.3. Cadre réglementaire	50
4.1.4. Cadre du PCAET	50
4.2. Exposition de la population à la pollution atmosphérique	51
4.3. Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques	53
4.3.1. Bilan en 2016	54
4.3.2. SO ₂	56
4.3.4. NO _x	58
4.3.5. COVNM	59
4.3.7. NH ₃	61
4.3.8. PM ₁₀	62
4.3.9. PM _{2,5}	63
4.4. Forces et faiblesses du territoire en termes de qualité de l'air	65

5. ENERGIE	67
5.1. Consommation actuelle d'énergie du territoire	67
5.1.1. Contexte et méthodologie	67
5.1.2. Les consommations d'énergie du territoire	68
5.1.3. Les enjeux mis en évidence par l'étude	76
5.2. Production d'énergie renouvelable sur le territoire en 2015	77
5.2.1. Production d'énergie renouvelable à l'échelle départementale	77
5.2.2. Production d'énergie renouvelable à l'échelle du Pays de Lapalisse	80
5.2.3. Évolution de la production en incluant les installations postérieures à 2015 et projets en cours de développement	82
5.2.4. Les projets en cours de développement	83
5.2.5. Évolution de la production	84
5.2.6. Autonomie énergétique du territoire	85
5.3. Potentiel en énergies renouvelables du territoire	86
5.3.1. Méthodologie et fondamentaux	86
5.3.2. Synthèse des résultats	94
5.3.3. Le solaire photovoltaïque	98
5.3.4. Le solaire thermique	102
5.3.5. La biomasse – Bois Energie	106
5.3.6. La géothermie – aérothermie	110
5.3.7. La méthanisation	114
5.3.8. L'éolien	119
5.3.9. L'hydro-électricité	124
5.3.10. Les énergies de récupération	126
5.4. Les intermittences dues aux énergies renouvelables	128
5.4.1. Les EnRs, sources d'énergies variables	128
5.4.2. Les EnRs, sources d'énergies intermittentes contrôlées	128
5.4.3. L'intégration des EnRs au mix de production énergétique	130
5.4.4. Une alternative, le stockage de l'électricité	130
5.4.5. L'importance du stockage	131
5.4.6. Les différentes technologies de stockage de l'électricité	131
5.4.7. Conclusion	131
5.5. Les réseaux de transport et de distribution d'énergie	132
5.5.1. Etat des lieux des réseaux de transport et de distribution	132
5.5.2. Analyse de l'état de charge actuel des réseaux de transport et de distribution	139
6. CLIMAT	144
6.1. Emissions de Gaz à Effet de Serre du territoire	144
6.1.1. Contexte et méthodologie	144
6.1.2. Les émissions de GES par secteur	148
6.1.3. Les enjeux mis en évidence par l'étude	161
6.2. Séquestration carbone du territoire	162

6.2.1. Contexte - La séquestration carbone en bref	162
6.2.2. Synthèse	168
6.2.4. Patrimoine et capital carboné	171
6.2.5. Les Flux Carbone	178
6.2.6. Les potentiels de développement	183
6.3. Vulnérabilité du territoire au changement climatique	187
6.3.1. Contexte et méthodologie	187
6.3.2. Un changement climatique en cours, rapide et d'ampleur	190
6.3.3. Les risques et les impacts identifiés face au changement climatique	207
6.3.4. Synthèse de vulnérabilité sur la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse	243
7. ANNEXES	246
7.1. Présentation de la filière Solaire Photovoltaïque	246
7.2. Présentation de la filière solaire thermique	254
7.3. Présentation de la filière Biomasse – Bois Energie	258
7.4. Présentation de la filière Méthanisation	260
7.5. Présentation de la filière Eolien	265
7.6. Présentation de la filière Hydroélectricité	268
7.7. Présentation de la filière géothermie	271
7.8. Présentation de la filière Energie Fatale	273

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	21
Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique	24
Figure 3 : Territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse	26
Figure 4 : Synthèse des consommations énergétiques par secteur de la CC Lapalisse (source E6)	29
Figure 5: Autonomie énergétique de la CC Pays de Lapalisse, 2015 (source E6)	30
Figure 6: Production d'énergie renouvelable et locale de la CC Pays de Lapalisse, 2015 (source E6)	30
Figure 7: Production d'ENR en 2015, projets en cours et potentiel de développement, E6	31
Figure 8: Capacité de raccordement des postes sources de la CC Pays de Lapalisse, capa réseau consulté le 11.08.2019	32
Figure 9: Possibilité d'injection horaire sur le réseau de distribution - Source E6 à partir des données de consommation GRDF 2017	32
Figure 10: Carte des besoins en chaleur (résidentiel et tertiaire) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2019	33
Figure 11: Présentation du bilan des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la CC Pays de Lapalisse, 2015- Source E6	34
Figure 12: Ventilation surfacique sur le territoire de la CC Pays de Lapalisse, 2018, Source : Corin Land Cover	35
Figure 13: Ventilation du stock carbone par occupation des sols sur le territoire de la CC Pays de Lapalisse, 2018, Source : Corin Land Cover	35
Figure 14: Répartition des émissions de polluants atmosphériques sur la CC Pays de Lapalisse, 2016, ATMO AURA	36
Figure 15: Emissions par habitant classées par polluants, 2016, ATMO AURA	37
Figure 16 : Evolution de la température (écart à la moyenne) entre 1981 et 2010 à Vichy Charmeil	38
Figure 17 : Impacts du changement climatique sur les activités du Pays de Lapalisse, Source : ACP	39
Figure 18 : Exemple de rendu issu de Copernicus sur les contributions locales et externes des émissions de polluants atmosphériques	45
Figure 19 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO ₂ sur le territoire en 2017	52
Figure 20 : 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 ₁₀ sur le territoire en 2017	52
Figure 21 : 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 _{2,5} sur le territoire en 2017	53
Figure 22 : Répartition des émissions de la CC du Pays de Lapalisse par polluant atmosphérique et par secteur en 2016 en % et émissions totales en tonne	55
Figure 23 : Emissions par habitant et comparaison avec l'Allier et la France métropolitaine	55
Figure 24 : Répartition par secteur des émissions de SO ₂ sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	56
Figure 25 : Comparaison de la répartition des émissions de SO ₂ avec les données départementales et nationales	57
Figure 26 : Répartition par secteur des émissions de NOx sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	58
Figure 27 : Comparaison de la répartition des émissions de NOx avec les données départementales et nationales	58
Figure 28 : Répartition par secteur des émissions de COVNM sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	59
Figure 29 : Comparaison de la répartition des émissions de COVNM avec les données départementales et nationales	60
Figure 30 : Répartition par secteur des émissions de NH ₃ sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	61
Figure 31 : Comparaison de la répartition des émissions de NH ₃ avec les données départementales et nationales	61
Figure 32 : Répartition par secteur des émissions de PM ₁₀ sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	62
Figure 33 : Comparaison de la répartition des émissions de PM ₁₀ avec les données départementales et nationales	63
Figure 34 : Répartition par secteur des émissions de PM _{2,5} sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes	64
Figure 35 : Comparaison de la répartition des émissions de PM _{2,5} avec les données départementales et nationales	64
Figure 36 : Consommation d'énergie finale du territoire, Source OREGES, 2015	68
Figure 37 : Part relative des différents secteurs, 2015, Source : OREGES	69
Figure 38 : Répartition des consommations du secteur transports, Source OREGES, 2015	69
Figure 39 : Répartition des consommations énergétiques du fret, 2015, OREGES	70
Figure 40 : Répartition des consommations énergétiques des déplacements de personnes, 2015, OREGES	70

Figure 41 : Déplacements domicile-travail des actifs de la CC, du Pays de Lapalisse, INSEE, 2015	71
Figure 42 : Répartition des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel, Source : OREGES, 2015	71
Figure 43 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel, Source OREGES, 2015	72
Figure 44 : Source de chauffage des résidences principales, 2015, Source : données INSEE traitement E6	72
Figure 45 : Répartition des consommations du secteur industriel, 2015, Source : OREGES	73
Figure 46 : Répartition des consommations du secteur agricole, OREGES, 2015	74
Figure 47 : Répartition des consommations d'énergie par usage, 2015, OREGES	74
Figure 48 : Répartition des consommations du secteur industriel, 2015, Source : OREGES	75
Figure 49 : Répartition des consommations du secteur tertiaire par usage, 2015, OREGES	75
Figure 50 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par filière. Source : OREGES, E6.	77
Figure 51 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par secteur. Source : OREGES, E6.	78
Figure 52 : Cartographie de la production totale de 2015 en énergie renouvelable pour chacun des EPCI. Source : OREGES, E6.	78
Figure 53 : Localisation des principales installations de production d'énergie sur le département en 2015. Source : DDT, SDE03.	79
Figure 54 : Répartition de la production par filière ENR pour chacun des EPCI de l'Allier. Source : OREGES, E6.	80
Figure 55 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur le Pays de Lapalisse en 2015, Source : OREGES.	80
Figure 56 : Répartition par vecteur de l'énergie renouvelable produite sur le Pays de Lapalisse en 2015, Source : OREGES.	81
Figure 57 : Localisation des installations de production d'énergie d'origine renouvelable du territoire en 2015	81
Figure 58 : Evolution de la production d'énergies renouvelables locales (hors bois énergie), OREGES, 2015	82
Figure 59 : Localisation des projets d'installations de production d'énergie d'origine renouvelable sur le territoire	83
Figure 60 Implantations de production ENR existantes en 2018 et nouvelles implantations prévues. Source : DDT, SDE03, E6	84
Figure 61 : Évolution de la production en tenant compte des nouveaux projets (mis en service récemment ou en instruction). Source : OREGES, DDT, E6	85
Figure 62 : Autonomie énergétique du territoire, Source : OREGES traitement E6 - 2015	85
Figure 63: Occupation des sols (base OSCOM)	88
Figure 64: Cartographie des servitudes d'utilité publique appliquées au territoire (source DDT, E6)	89
Figure 65 : Cartographie des zonages environnementaux appliqués au territoire (Source : INPN)	91
Figure 66 : Cartographie des zonages liés aux infrastructures du territoire (Source : DDT, IGN)	92
Figure 67: Répartition des potentiels de développement mobilisables des EnR (source E6)	94
Figure 68: 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).	95
Figure 69: Structure du productible en énergie renouvelable atteignable à horizon 2050	96
Figure 70 : 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	97
Figure 71: Estimation des ETP créés par le développement des filières EnR du territoire (source ADEME, E6)	97
Figure 72: Irradiation horizontale mensuelle et productivité en Allier (Source Calsol)	98
Figure 73: Répartition du gisement photovoltaïque	100
Figure 74: Potentiel solaire thermique du territoire	103
Figure 75: Répartition des surfaces forestières du territoire	106
Figure 76: Structure de la ressource forestière mobilisable sur le territoire (source ORCAE, AURAE, IGN)	107
Figure 77: Carte géologique schématisée des aquifères de l'Auvergne (Source BRGM)	110
Figure 78: Cartographie des besoins de chaleur du territoire en KWh pour le résidentiel et le tertiaire (source E6, BRGM, CEREMA)	112
Figure 79: Répartition des surfaces et exploitations agricoles du territoire (source E6, base_agri IGN)	114
Figure 80: Répartition du gisement méthanisable agricole (source ORCAE, OREGES, AURAE)	115
Figure 81: Répartition du gisement mobilisable en Volume et Energie concernant les substrats méthanisables déchets et biodéchets (source ORCAE, AURAE)	116
Figure 82: Potentiel énergétique mobilisable du territoire	117
Figure 83: Carte du gisement méthanisable du territoire (source E6, ORCAE, Terristory)	118
Figure 84: Vitesse des vents à 100m sur le territoire (source globalwindatlas)	120
Figure 85: Zones de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien	121
Figure 86: Zones libres de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien	121
Figure 87: Cartographie des Obstacles à l'écoulement référencés sur le territoire (source E6, Onema, IRSTEA)	125
Figure 88: Courbe de puissance d'une éolienne en fonction de la vitesse du vent	129
Figure 89: Position du soleil dans la journée	129
Figure 90: Réduction de taux d'effacement des EnRs par le stockage d'énergie	130
Figure 91 Fonctionnement du réseau électrique en France	132
Figure 92 : Réseau de transport du territoire - Données SDE03 2018 et RTE 2017	134
Figure 93 : Réseau de distribution Haute tension du territoire - Source données : SDE03 2019	135
Figure 94 : Réseau de distribution basse tension du territoire - Source données : SDE03 2019	136
Figure 95 : Fonctionnement du réseau de gaz Français - source : GRDF	137
Figure 96 : Cartographie du réseau de transport Source : GRTgaz	137
Figure 97 : Réseau de distribution de gaz du territoire	138

Figure 98 : Capacité de raccordement des postes sources - Source données : Caparéseau consulté le 11.08.2019	139
Figure 99 : Possibilité d'injection horaire sur le réseau de distribution - Source E6 à partir des données de consommation GRDF 2017	141
Figure 100 : Carte des besoins en chaleur (résidentiel et tertiaire) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2019	142
Figure 101 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire - Source E6	145
Figure 102 : Emissions de gaz à effet de serres directes et indirectes du territoire de la CC du Pays de Lapalisse, 2015, Source : E6	148
Figure 103 : Répartition des émissions de GES du territoire, 2015, E6	149
Figure 104 : Répartition des émissions de GES d'origine agricole, OREGES/E6, 2015	150
Figure 105 : Emissions de gaz à effet de serre associées à l'élevage d'un animal, Source : base carbone de l'ADEME	150
Figure 106 : Répartition des émissions de GES liées au secteur des transports, 2015, Source : E6	151
Figure 107 : Répartition des émissions de GES liées aux déplacements de marchandises, 2015, E6	152
Figure 108 : Impact carbone pour un repas selon les différents types de repas, Source : Bilan Carbone, facteurs d'émissions	153
Figure 109 : Répartition des émissions du secteur résidentiel, 2015, E6/OREGES	154
Figure 110 : Facteur d'émission des différentes énergies, Base Carbone de l'ADEME, 2019	154
Figure 111 : Répartition des émissions du secteur industriel, 2015, E6/OREGES	155
Figure 112 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé en 2015, Source : Sit@Del2/E6	156
Figure 113 : Répartition de l'impact lié à la fabrication des futurs déchets sur le territoire, Source E6, 2015	157
Figure 114 : Ecart entre la fabrication d'emballages à partir de matériaux recyclés ou non, Source : Base Carbone de l'ADEME	158
Figure 115 : Répartition des émissions de GES sur le territoire selon le type de traitement des déchets et leur quantité, Source E6, 2015	158
Figure 116 : Répartition des émissions du secteur tertiaire, 2015, E6/OREGES	159
Figure 117 : Répartition des émissions de GES associées aux productions d'énergie, 2015, Source : E6 à partir des données OREGES	160
Figure 118 : BEGES du territoire de la CC du Pays de Lapalisse, 2015, OREGES	161
Figure 119 Flux nets de carbone	162
Figure 120 Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre	162
Figure 121 Schéma du cycle de l'exploitation des Landes - source : Actionpin	163
Figure 122 Schéma du cycle de succession écologique - source : florencedellerie	163
Figure 123 Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France	164
Figure 124 Cycle de vie des produits bois	164
Figure 125 Schéma du stockage carbone par pompage	166
Figure 126 Exemple d'objectif de Neutralité Carbone – source : E6	166
Figure 127 Représentation des typologies selon 2 catégories – source : E6	169
Figure 128 Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories– source Corine Land Cover / E6	172
Figure 129 Ventilation du stock carbone selon les typologies de la catégorie 1	172
Figure 130 Ventilation du stock carbone selon les réservoirs– source Corine Land Cover / E6	173
Figure 131 Ventilation du stock carbone selon les différentes typologies – source Corine Land Cover / E6	173
Figure 132 Evaluation du stock carbone du territoire	174
Figure 133 Les facteurs de séquestration des différentes typologies par rapport à celui du territoire – source Corine Land Cover / E6	174
Figure 134 Carte de l'emprise des sols artificialisés – source E6 / Corine Land Cover	175
Figure 135 Carte de l'emprise des forêts - source E6 / Corine Land Cover	176
Figure 136 Part des essences de la forêt du territoire – source E6 / Corine Land Cover	177
Figure 137 Schéma de compensation ponctuel – source : E6	179
Figure 138 Schéma de compensation d'une activité – source : E6	179
Figure 139 Représentation des changements d'affectation des sols suivant différentes périodes – source Corine Land Cover / E6	180
Figure 140 Flux carbone du territoire – source Corine Land Cover / E6	181
Figure 141 Bilan des flux carbone sur l'année 2018 - – source Corine Land Cover / E6	182
Figure 142 : Illustrations des concepts et composantes associées à la vulnérabilité (Frieztzsche et Al. 2015, ADEME, 2015)	189
Figure 143 : Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en W/m2 sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)	191
Figure 144 : Projections à l'échelle mondiale de l'évolution du climat entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)	192
Figure 145 : Anomalie de température moyenne annuelle : écart entre la période considérée et la période de référence [°C]. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)	193
Figure 146 : Carte présentant la vulnérabilité des risques naturels au changement climatique de la CC du Pays de Lapalisse. (Source : BRGM et PPRI Plaine Allier)	208
Figure 147 : Retrait-gonflement des sols argileux (Dossier Départemental des Risques Majeurs)	209
Figure 148 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARD de l'aléa mouvements de terrain sur la CC du Pays de Lapalisse.	209

Figure 149 : Carte du réseau hydrographique du département de l'Allier (Source : DREAL Auvergne, Données 2000, Edition juin 2016)	210
Figure 150 : Carte de la pluviométrie du département de l'Allier (Source : Météo-France, mai 2009, Edition août 2015)	211
Figure 151 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARD de l'aléa inondations sur la CC du Pays de Lapalisse.	212
Figure 152 : Infographie présentant les crues de plaine de l'Allier (Extrait du Livret « Parlons des crues de la rivière Allier » réalisé par France-Auvergne-Environnement, 2014)	214
Figure 153 : Inondation par débordement direct (Extrait du Dossier départemental des risques majeurs 2014 – Département de l'Allier)	215
Figure 154 : Inondation par débordement direct, Aléa, Enjeu et Risque (Extrait du Dossier départemental des risques majeurs 2014 – Département de l'Allier)	215
Figure 155 : Restriction spécifique aux eaux superficielles du territoire de la CC du Pays de Lapalisse en sept. 2019 (http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr)	218
Figure 156 : Infographie illustrant la diversification de l'agriculture dans l'Allier (DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes, Juillet 2017)	225
Figure 157 : Tableau des consommations journalières en eau en condition estivale (source : Dossier technique « Soif d'autonomie, l'abreuvement au champ, 2009)	230
Figure 158 : Cartographie de la région Auvergne-Rhône-Alpes sur le risque incendie. (Source : Météo France, 24 juillet 2019)	233
Figure 159 : Schéma récapitulatif des principaux mécanismes d'impact du réchauffement climatique sur la santé humaine (Source : JP Besancenot)	235
Figure 160 : Évolution attendue du rythme saisonnier de la mortalité en France en cas de réchauffement (Source : Besancenot, 2004)	236
Figure 161 : Les végétaux libéreront plus de pollen les jours de forte chaleur	237
Figure 162 : Phénomène d'îlot de chaleur urbain (Source : E6-ACPP)	238
Figure 163 : 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.	239
Figure 164 : Enveloppes bioclimatiques des groupes chronologiques en France (Source : CLIMATOR 2012).	240
Figure 165 : Synthèse des impacts et vulnérabilités aux changements climatique de la CC du Pays de Lapalisse (Source : ACPP, E6)	245
Figure 166 - Principe de l'effet photovoltaïque (source : Qualit'EnR).	246
Figure 167 - Process de fabrication d'un système photovoltaïque (source : Qualit'EnR).	246
Figure 168 - Face avant d'une cellule PV (Source : Qualit'EnR).	247
Figure 169 - Face arrière d'une cellule PV (Source : Qualit'EnR).	247
Figure 170 - Composition d'un panneaux PV (Source : Qualit'EnR).	247
Figure 171 – Fonctionnement de la filière de recyclage des modules photovoltaïques en fin de vie (Source : PV Cycle).	247
Figure 172 - Course du soleil au fil de l'année (Source : Qualit'EnR).	248
Figure 173 - Installation PV en toiture (Source : Transénergie).	248
Figure 174 - Installation PV en ombrières (Source : NEOEN).	248
Figure 175 - Installation PV au sol (Source : Transénergie).	248
Figure 176 - Le photovoltaïque en France au 31/03/2019 (Source : RTE).	249
Figure 177 - Autorisations d'urbanisme selon les projets photovoltaïques (Source : Transénergie).	250
Figure 178 - Intégration de l'autoconsommation individuelle et collective dans les flux électriques (Source : Renouvelle).	252
Figure 179 - Illustration du déphasage entre production photovoltaïque et consommation électrique.	253
Figure 180 - principe de fonctionnement d'une installation solaire thermique (Source : ADEME).	254
Figure 181 - Types de capteurs solaires thermiques (Source : SOCOL).	254
Figure 182 - Principe de production d'eau chaude sanitaire à partir d'énergie solaire (Source : ADEME).	255
Figure 183 - Taux de couverture des besoins de ECS par le CESC au cours de l'année (Source : ADEME, 2018).	255
Figure 184 - La centrale solaire thermique de Chateaubriand, mise en service en 2018, est la première centrale française raccordée à un réseau de chaleur urbain (Source : ADEME).	256
Figure 185 - Schéma de principe d'une chaudière biomasse raccordée à un réseau de chaleur (Source : Engie).	259
Figure 186 - Le fonctionnement d'un méthaniseur en anaérobiose à 38°C (Source : ADEME).	260
Figure 187 : Ratios et ordre de grandeurs autour du biométhane (Source Ademe)	263
Figure 188 - Principe de fonctionnement et de raccordement d'une éolienne (Source : Engie).	265
Figure 189 - Schéma de principe d'une centrale de lacs (Source : Connaissance des énergies).	268
Figure 190 - Schéma de principe d'une centrale « au fil de l'eau » (Source : ADEME).	269
Figure 191 - Schéma de principe d'une STEP (Source : Connaissance des énergies).	269
Figure 192 - Synthèse des principes de fonctionnement des unités hydroélectriques (Source : Denis WEYER).	270
Figure 193 - Exemple d'exploitation de la ressource géothermique très basse énergie (Source : ADEME / BRGM).	271

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Impact sanitaire des principaux polluants atmosphériques</i>	48
<i>Tableau 2 : Impact environnemental des principaux polluants atmosphériques</i>	49
<i>Tableau 3 : objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques (source : décret n°2017-949 du 10 mai 2017)</i>	50
<i>Tableau 4 : bilan des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse en 2016 – source : ATMO Auvergne Rhône Alpes</i>	54
<i>Tableau 5 : synthèse des forces et des faiblesses sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse en termes de qualité de l'air</i>	65
<i>Tableau 6 : Déplacements domicile-travail des actifs de la CC du Pays de Lapalisse, INSEE, 2015</i>	71
<i>Tableau 7 : Répartition des potentiels de développement mobilisables du territoire (source E6)</i>	94
<i>Tableau 8 : Décomposition du productible atteignable à horizon 2050 (source E6)</i>	95
<i>Tableau 9 contraintes prises en compte pour le solaire photovoltaïque</i>	99
<i>Tableau 10 : Taux d'autoconsommation et énergie consommée par type de support pour le photovoltaïque</i>	100
<i>Tableau 11 Hypothèses de mobilisation pour le solaire thermique</i>	103
<i>Tableau 12 Potentiel Mobilisable pour le Solaire Thermique</i>	103
<i>Tableau 13: Tableau des données de production (source ADEME / CLC 2012 / outil ALDO)</i>	107
<i>Tableau 14 : Calcul du potentiel Bois Energie Mobilisable sur le territoire</i>	108
<i>Tableau 15 Potentiel mobilisable Biomasse (source E6)</i>	109
<i>Tableau 16: Liste des ICPE équipées de TAR sur le territoire</i>	127
<i>Tableau 17 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5ème rapport du GIEC</i>	146
<i>Tableau 18 : Productions d'énergie du territoire, Source : OREGES 2015</i>	159
<i>Tableau 19 Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies - - source Corine Land Cover / E6</i>	171
<i>Tableau 20 Ventilation du stock carbone des produits bois- source Corine Land Cover / E6</i>	182
<i>Tableau 21: Tableau des risques pour la santé liés au changement climatique (Source : Institut de Veille Sanitaire)</i>	237
<i>Tableau 22 – Technologies de cellules photovoltaïques disponibles (Source : DGEC, ADEME, DGRI)</i>	246
<i>Tableau 23 - Contraintes environnementales et réglementation pour l'implantation de PV</i>	250
<i>Tableau 24 – Procédures spécifiques aux installations PV au sol (Source : Ministère, 2019)</i>	251
<i>Tableau 25 Facteurs d'émission exprimé en CO₂ équivalent des combustibles courants (source E6)</i>	259
<i>Tableau 26 - Organisation locale de la filière (Source : GERES)</i>	262
<i>Tableau 27 - Panorama 2018 du gaz renouvelable (Source : SER)</i>	263
<i>Tableau 28 - Vitesse du vent en fonction de la hauteur et de la nature du sol (Source : Areelis)</i>	265
<i>Tableau 29 - Gamme de puissances des éoliennes en fonction de leur taille (Source : Journal de l'éolien)</i>	266



I. Glossaire



1. GLOSSAIRE

ABC	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.
Adaptation	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. »
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AASQA	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AEU	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.
AFPG	Association Française des Professionnels de la Géothermie
AFTERRES	Afterres2050 est un scénario d'utilisation des terres agricoles et forestières pour satisfaire les besoins alimentaires, énergétiques, en matériaux, et réduire les gaz à effet de serre.
Agreste	Agreste est l'espace du service statistique du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.
Aléas	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.
AVAP	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.
AZI	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(a)P	benzo(a)pyrène
BEGES	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.
BILAN GES	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.

Bio GNV	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.
Biogaz	Le biogaz est un gaz combustible, mélange de méthane et de gaz carbonique, additionné de quelques autres composants.
Biomasse	La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale. Les principales formes de l'énergie de biomasse sont : les biocarburants pour le transport (produits essentiellement à partir de céréales, de sucre, d'oléagineux et d'huiles usagées) ; le chauffage domestique (alimenté au bois) ; et la combustion de bois et de déchets dans des centrales produisant de l'électricité, de la chaleur ou les deux.
Biométhane	Gaz produit à partir de déchets organiques.
Bois énergie	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 ₂ qu'il n'en a absorbé durant sa croissance).
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BTEX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CESI	Chauffe-Eaux Solaires Individuels
CFC	Chlorofluorocarbure
CH₄	Méthane
CIRC	Centre international de recherche contre le cancer
Chaleur fatale	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.
Changement d'affectation des sols	Lorsqu'un terrain est artificialisé, les sols déstockent du carbone et provoquent un changement d'affectation.
CMS	Les combustibles minéraux solides (CMS) sont constitués du charbon à l'état brut et des produits solides issus de sa transformation. Le charbon est un terme générique qui recouvre trois produits : la tourbe, non utilisée en France, le lignite et la houille.
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques
CO	monoxyde de carbone
CO₂	dioxyde de carbone
COP	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.

Corine Land Cover	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.
COV(NM) Danger	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.
Dessiccation	La dessiccation est un procédé d'élimination de l'eau d'un corps à un stade poussé. Il s'agit d'une déshydratation visant à éliminer autant d'eau que possible. Ce phénomène peut être naturel ou forcé
DISAR	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.
ECS	Eau chaude sanitaire
EEA	Agence européenne de l'Environnement
EF	Energie Finale La consommation énergétique des utilisateurs finaux, en d'autres termes, l'énergie délivrée aux consommateurs.
Enjeu	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.
EnR	Énergie Renouvelable
EnRt	Energie Renouvelable Thermique
EnR&R	Energie Renouvelable et de Récupération
Éolienne	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.
EP	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.
EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
EqHab	Equivalent Habitants

Exposition	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.
FE	Facteur d'Émissions
GASPAR	La base de données GASPAR est un inventaire national des arrêtés de catastrophes naturelles.
Géothermie	La géothermie (du grec « gè » 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.
GES	Gaz à Effet de Serre 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. 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.
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GNV	Gaz Naturel Véhicule 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.
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
GWh	Gigawattheure. 1 GWh = 1 000 000 kWh
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
Hydroélectricité ou énergie hydraulique	L'énergie hydroélectrique est produite par transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique puis électrique.
IAA	Industrie Agroalimentaire
ICPE	Installation Classée pour l'Environnement 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.
ICU	Ilot de Chaleur Urbain Cette notion fait référence à un phénomène d'élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines
Impact sur la santé	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.

INIES	INIES est la base nationale de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires pour le bâtiment.
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
kWc	Kilowatt crête 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.
LTECV	Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte
MAE	Mesures Agro-Environnementales. Il s'agit de mesures permettant d'accompagner les exploitations agricoles qui s'engagent dans le développement de pratiques combinant performance économique et performance environnementale ou dans le maintien de telles pratiques lorsqu'elles sont menacées de disparition.
Méthanisation	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).
mNGF	mètres Nivellement Général de la France Cette unité constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire Français métropolitain, ainsi qu'en Corse.
Mouvement de terrain	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.
Mtep	Million de tonnes équivalent pétrole
MWh	Mégawattheure. 1 MWh = 1000 kWh
N₂	Azote
NégaWatt	Association fondée en 2011 prônant l'efficacité et la sobriété énergétique.
NH₃	Ammoniac
NO₂	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
O₂	Dioxygène
O₃	Ozone
OMR	Ordures Ménagères Résiduelles
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OREGES	Observatoire Régional de l'Énergie et des Gaz à Effet de Serre
P.O.PE	Loi française de Programmation d'Orientation de la Politique Énergétique
PAC	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.
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durables

PAPI	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.
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
PCI	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.
PCIT	Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux
PER	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.
PHEC	Plus Hautes Eaux Connues
Photosynthèse	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.
PLU	Plan Local d'Urbanisme Document d'urbanisme qui détermine les conditions d'aménagement et d'utilisation des sols.
PLUi	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
PM	Particules en suspension (particulate matter)
PM₁₀	Particules de diamètre inférieur à 10 microns
PM_{2,5}	Particules de diamètre inférieur à 2,5 microns
PNR	Parcs Naturels Régionaux
Poste de raccordement	Poste qui permet de raccorder l'énergie issue des différentes sources de production
PPR	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.
PPRi	Plan de Prévention du Risque d'Inondation
PREPA	Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
PRG	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, PRG100 ans (CO ₂) = 1.
ptam	Pression atmosphérique
Puits net ou séquestration nette	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.
PV	Photovoltaïque

Relation exposition-risque (ou relation dose-réponse)	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.
Réseau de distribution	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.
Réseau de transport et d'interconnexion	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.
Réservoir de carbone	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.
Risque	Le risque est la résultante des trois composantes : aléa, enjeu et vulnérabilité.
Risque pour la santé	Probabilité de survenue d'un danger causée par une exposition à un agent dans des conditions spécifiées.
RMQS	Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols Il s'agit d'un outil de surveillance des sols à long terme.
RT	Réglementation Thermique
RTE	Réseau de Transport d'Électricité
S3REnR	Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables
SAU	Surface agricole utile Surface forestière déclarée par les exploitants agricoles comme utilisée par eux pour la production agricole
Scolytes	Les scolytes sont de petits insectes xylophages de l'ordre des coléoptères. Ils font partie d'une grande famille renfermant des insectes dits « ravageurs »
SCOT	Schéma de COhérence Territorial
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
Séquestration de carbone	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.
SME ISO 50001	Système de Management de l'Énergie selon la norme ISO 50001.
SNBC	Stratégie national Bas Carbone
SNIEBA	Système National d'Inventaire d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère
SO₂	Dioxyde de soufre
Solaire photovoltaïque	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.
Solaire thermique	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.

Solaire thermodynamique	L'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur.
Source nette	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.
SRCAE	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie
SRE	Schéma Régional Eolien
SRES	Special Report on Emissions Scénarios Rapport public rédigé par le GIEC sur la thématique du réchauffement climatique.
SSC	Systèmes Solaires Combinés
SSP	Service de la Statistique et de la Prospective
STEP	STation d'ÉPuration des eaux usées
STEU	STation d'ÉPuration urbaine
Substitution matériau et énergie	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.
Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie	Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures.
Surfaces défrichées	Les forêts converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols.
Surfaces imperméabilisées	Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme provoquant une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.
t	tonne
TBE	Géothermie Très Basse Énergie
tCO₂e	Tonne équivalent CO ₂
tep	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 ⁹ joules = 11 630 kWh ou 1 kWh = 0,086 tep.
TWh	Térawattheure. 1 GWh = 1 000 000 000 kWh
UFE	Union Française de l'Électricité
UIOM	Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères
Vulnérabilité	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.).
Wc	Watt Crête, c'est la puissance électrique maximale pouvant être fournie dans des conditions standards par un module photovoltaïque.
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté

II. CONTEXTE

- **PROPOS INTRODUCTIFS**
- **LES OBJECTIFS DU PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL**
- **LE TERRITOIRE DU PAYS DE LAPALISSE**



2. CONTEXTE

2.1. PROPOS INTRODUCTIFS

Les enjeux liés au changement climatique

Le changement climatique est défini par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution 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°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, CO_2).

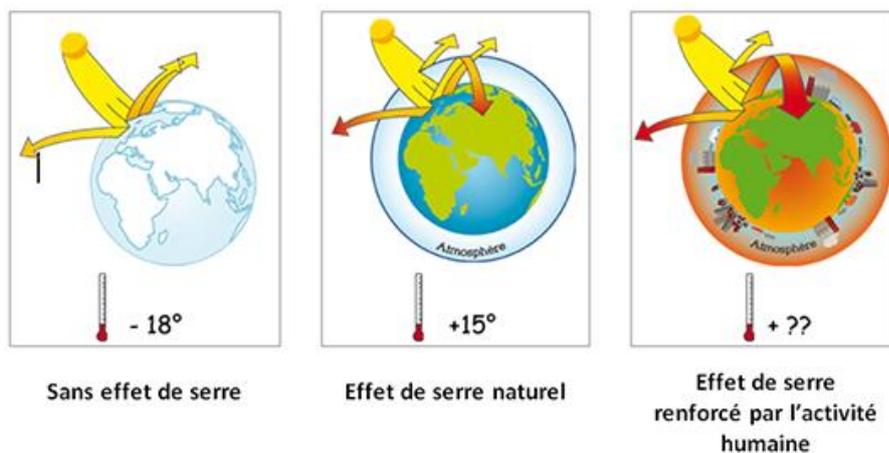


Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise

^a 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°C à 6°C en 2100, selon le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution 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 signée 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^{ème} 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

- **1998** : **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.

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.

2.2. LES OBJECTIFS DU PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL

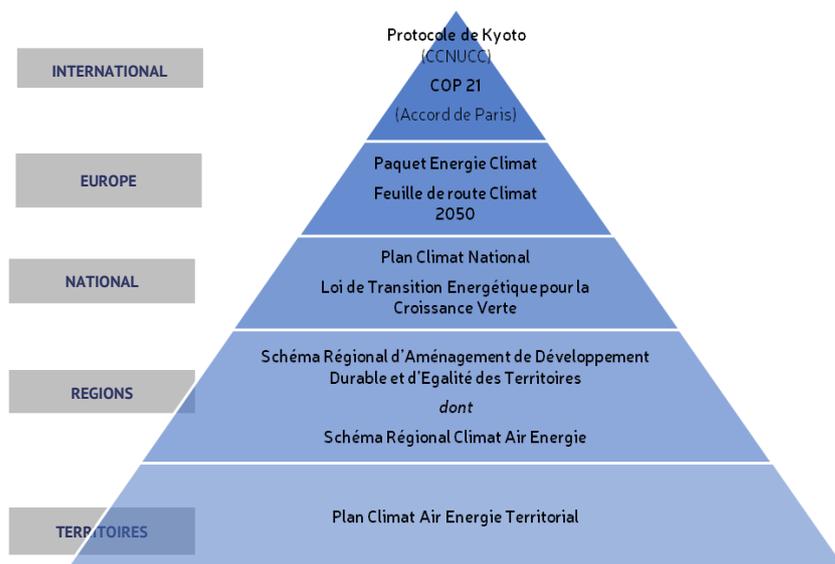


Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique

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, la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse 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 la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse à une prise en compte opérationnelle des questions liées à l'énergie, l'air et le climat dans ses 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'Energie (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.

.

III. SYNTHÈSE DES ENJEUX

2.3. LE TERRITOIRE DE LA COMMUNAUTE DE COMMUNES DU PAYS DE LAPALISSE



Figure 3 : Territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse

COMMUNAUTE DE COMMUNES DE LAPALISSE

14 COMMUNES
333.95 km²
8 471 HABITANTS (2016)

La communauté de communes du Pays de Lapalisse, située dans le département de l'Allier de la région Auvergne Rhône Alpes rassemble 14 communes regroupant une population de 8 471 habitants (données 2016). Elle représente une superficie de 333.95 km².

Située au Sud-Est du département de l'Allier, à proximité de la Route Nationale 7, la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse constitue une zone de transition entre le Val d'Allier, le Val de Loire, la Montagne Bourbonnaise et la Sologne Bourbonnaise. Le territoire présente ainsi une diversité de paysages, alternant les espaces bocagers de plaine ou de colline et les espaces boisés de moyenne montagne.

La Communauté de Communes du Pays de Lapalisse est un territoire avec une forte composante agricole orientée vers l'élevage qui demeure un secteur important de l'économie locale. Concernant l'emploi, la majorité est située dans les secteurs tertiaires et industriels, le territoire compte également une part importante de retraités (35%). Le territoire dispose par ailleurs d'un patrimoine bâti de qualité avec la présence de plusieurs monuments historiques et notamment le château de Lapalisse qui constitue le premier site touristique de la ville. La ville de Lapalisse située au centre du territoire de la Communauté de Communes est un point de passage, notamment lié à la proximité de la RN7. Le territoire est ainsi impacté par les flux routiers dans sa partie Sud.

La Communauté de Communes du Pays de Lapalisse a exprimé la volonté de se doter d'une vision globale et transversale pour œuvrer vers un aménagement durable. De nombreuses initiatives existent déjà sur le territoire, notamment l'espace télécentre et coworking afin de permettre à des personnes du territoire de travailler à proximité de leur domicile. En matière d'habitat, des aides financières sont également apportées par la Communauté de Communes du pays de Lapalisse aux personnes qui souhaitent entreprendre des travaux d'amélioration de l'habitat (rénovation thermique, adaptation. Une centrale photovoltaïque sur ombrières est également en cours de projet.)

Le territoire dispose enfin d'un SCOT approuvé en 2005 qui fixe les grandes orientations en matière de protection de l'environnement avec notamment la protection des espaces naturels, ruraux et boisés, la protection du



patrimoine architectural, urbain, rural et paysager et la protection et gestion de la ressource en eau et le maintien d'une agriculture dynamique.

Collectivité non obligée à la réalisation d'un PCAET, elle a ainsi souhaité, s'inscrire, aux côtés des 10 autres intercommunalités du département, dans la démarche portée par le SDE03. En effet, la structure accompagne les 11 EPCI, obligés ou non, à la réalisation de leurs PCAET de manière parallèle et mutualisée. L'objectif étant de construire un projet de territoire propre à chacun, mais d'identifier également les similitudes et les projets qui pourraient être menés à une échelle plus globale.

III. SYNTHÈSE DES ENJEUX



3. SYNTHÈSE DES ENJEUX

3.1. SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC

3.1.1. Bilan énergétique du territoire

Le profil énergétique du territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse 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 (29% des consommations énergétique du territoire), du secteur transport incluant les déplacements de personnes et le fret (**respectivement 20% et 30% des consommations**) et du secteur industriel avec **10% des consommations totales (en particulier électricité et gaz naturel)**.

Consommation d'énergie finale, 2015, OREGES

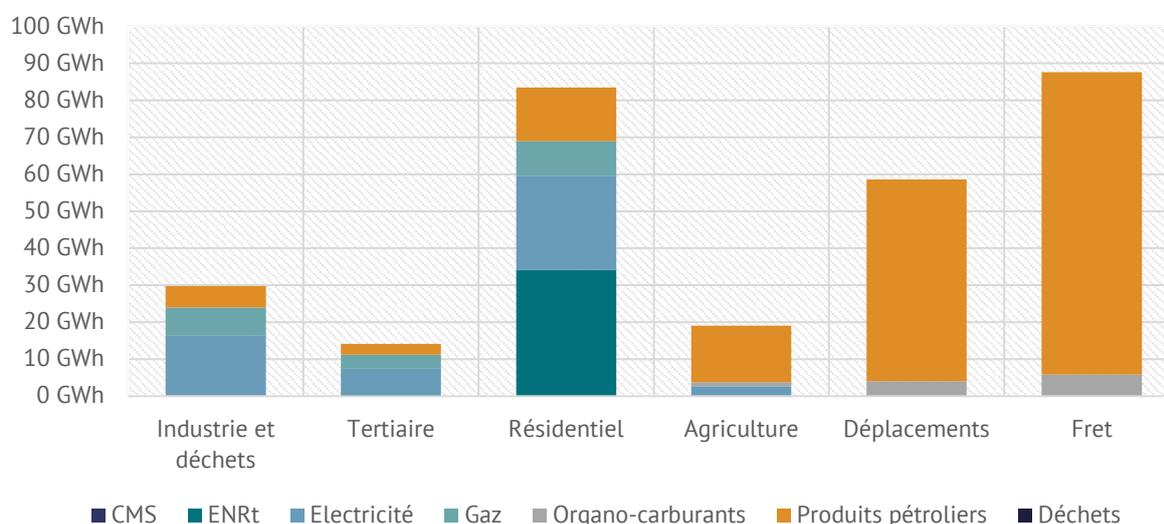


Figure 4 : Synthèse des consommations énergétiques par secteur de la CC Lapalisse (source E6)

Les produits pétroliers représentent 60% de l'énergie consommée par le territoire, suivi par l'électricité 18% et les ENRt à hauteur de 12%, principalement la biomasse destinée au chauffage des ménages.

Chiffres clés 2015 – Bilan énergétique

Environ 290 GWh d'énergie finale sont consommés en 2015 sur le territoire (périmètre réglementaire), soit 35 MWh par habitant (la moyenne nationale étant de 24 MWh). La facture énergétique du territoire s'élève à 3 800 €/hab.an .

Ces chiffres s'expliquent notamment par :

- Un secteur des transport quasi exclusivement routier, et où la voiture individuelle est dominante (89% des actifs se rendent au travail en voiture d'après l'INSEE). Présence également d'axes majeurs : la D907 en provenance de Vichy (20% de camions) et la N7 (route des vacances mais trafic principalement marqué par le transport de marchandises)
- Un secteur résidentiel consommateur : 71% des logements principaux construits avant 1970 et 22% des ménages chauffés au fioul d'après les données de l'INSEE.
- Une activité industrielle présente, abattoir, huilerie de Lapalisse

3.1.2. 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.

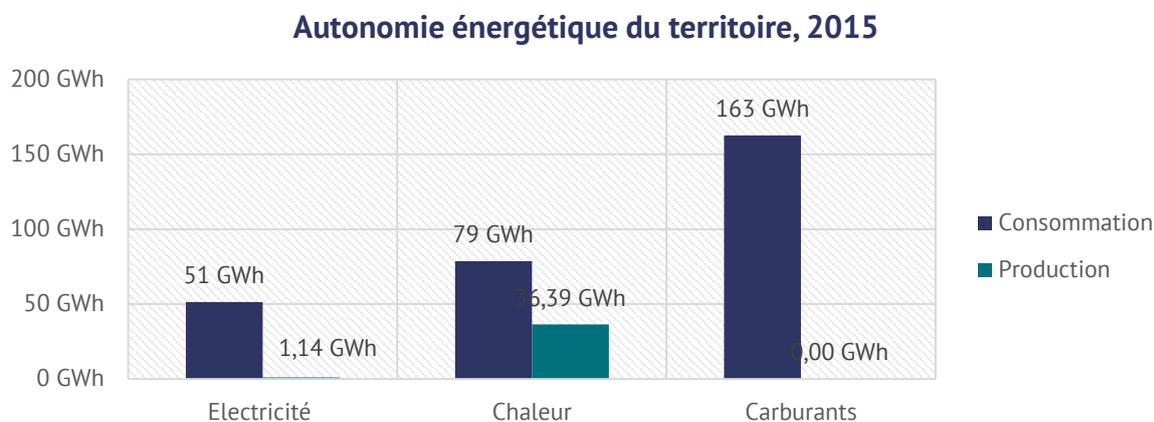


Figure 5: Autonomie énergétique de la CC Pays de Lapalisse, 2015 (source E6)

Production par filière en 2015 (GWh) sur le Pays de Lapalisse

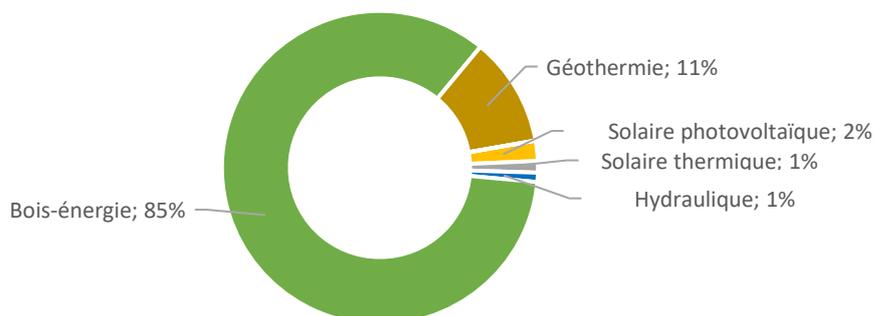


Figure 6: Production d'énergie renouvelable et locale de la CC Pays de Lapalisse, 2015 (source E6)

Chiffres clés 2015 – Autonomie énergétique

En 2015, la production d'énergie renouvelable sur le territoire représente 38 GWh (97% chaleur, et 3% d'électricité) pour une consommation énergétique de 293 GWh.

➔ Cette production permet ainsi de couvrir l'équivalent de 13% de la consommation du territoire.

La production d'énergie renouvelable provient par ordre d'importance, en 2015, de la biomasse (85%), de la géothermie (11%), du photovoltaïque (2%), de l'hydroélectricité (1%) et du solaire thermique (1%).

La prise en compte des projets locaux de développement des EnR&R actuellement en cours d'étude ou d'instruction permet de porter cette autonomie à environ 29%.

3.1.3. 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.). Ce potentiel net est estimé à **130 GWh** sur le territoire. Les méthodes de calcul sont détaillées dans la suite du rapport.

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 pour la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse **185 GWh**.

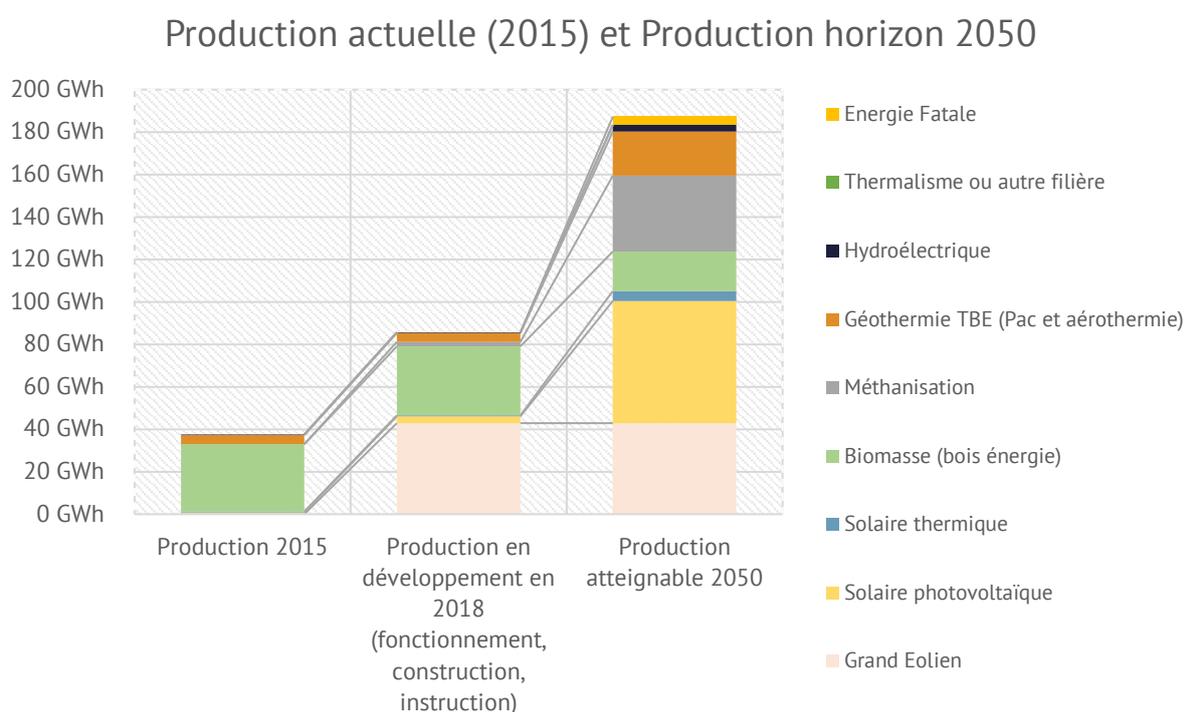


Figure 7: Production d'ENR en 2015, projets en cours et potentiel de développement, E6

Chiffres clés – Productible atteignable en énergies renouvelables

Le productible atteignable en énergie renouvelable pour la CC Pays de Lapalisse s'élève à 185 GWh.

➔ Ce productible atteignable représente 5 fois la production actuelle.

Le potentiel de développement des énergies est donc significatif sur le territoire avec les principaux contributeurs que sont la filière solaire (photovoltaïque et thermique) qui représente environ 62 GWh, la filière éolienne qui représente 43 GWh, et la filière méthanisation qui contribue pour 36 GWh au productible estimé.

Ce productible atteignable couvre 64% des consommations du territoire en 2015. Ainsi, si le territoire souhaite assurer la couverture de ses consommations énergétiques par une production renouvelable et locale, cela ne pourra se faire qu'en engageant des actions de réduction des besoins énergétiques.

3.1.4. 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 électrique

Figure 8: Capacité de raccordement des postes sources de la CC Pays de Lapalisse, capa réseau consulté le 11.08.2019

Le diagnostic met en avant un potentiel de production électrique (PV et éolien notamment) significatif. A première vue, Les réseaux HTA, dans leur configuration sont susceptibles d'accueillir des projets de forte puissance (>12MW). Cependant, **les capacités réservées au titre du S3EnR** (Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables) au niveau des postes sources mettent en avant

la nécessité d'investir au niveau **du réseau de transport RTE** et en particulier **sur les postes sources**. 0,6 MW sont disponibles sur le poste de la commune de Lapalisse pour raccorder les EnR (au titre du S3REnR). Sur le réseau BT, les retours d'expériences montrent que la capacité d'injection diminue et le coût de raccordement augmente lorsqu'on s'éloigne du poste HTA/BT. Au vue du potentiel photovoltaïque (incluant notamment une part diffuse conséquente (grand nombre d'installations de faible puissance raccordables au réseau basse tension), **de réels enjeux d'adaptabilité du réseau basse tension** se posent.



Le réseau de Gaz

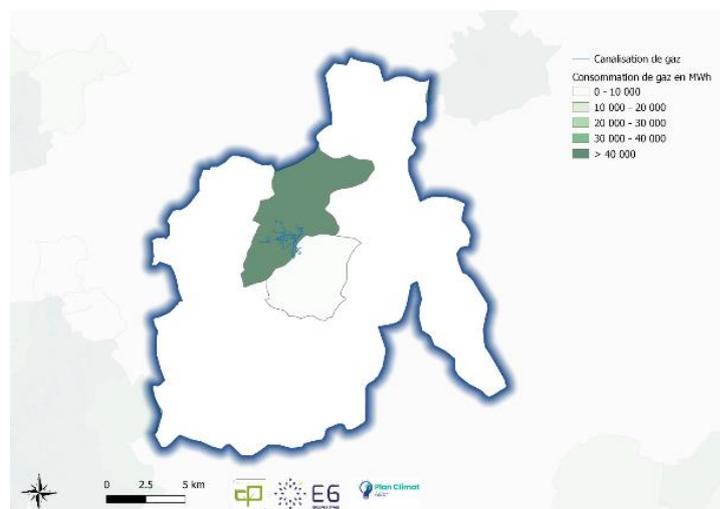


Figure 9: Possibilité d'injection horaire sur le réseau de distribution - Source E6 à partir des données de consommation GRDF 2017

Le gaz est une composante clé de la transition actuelle, un élément indispensable du mix énergétique et complémentaire 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. Aujourd'hui, **seules 2 communes** sont **desservies par le gaz**. **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 donc des enjeux pour le maillage national et territorial. En effet, une partie des zones où le

potentiel de production de biométhane est important n'a pas accès actuellement au réseau de gaz pour y injecter leur production.

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. Les besoins en chaleur du territoire (avec une résolution de 200m*200m) sont illustrés ici. 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)

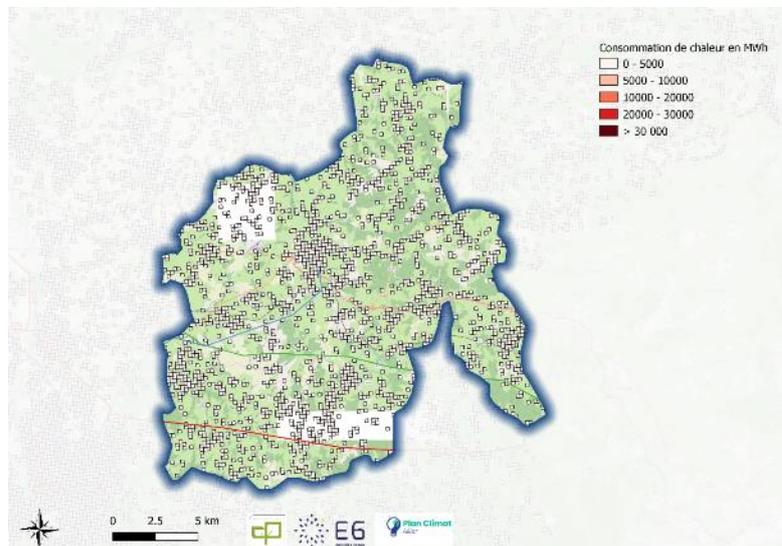


Figure 10: Carte des besoins en chaleur (résidentiel et tertiaire) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2019

3.1.5. Bilan des émissions de GES

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 CH₄ et N₂O 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 réalisées 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)

Bilan Carbone® de territoire, 2015

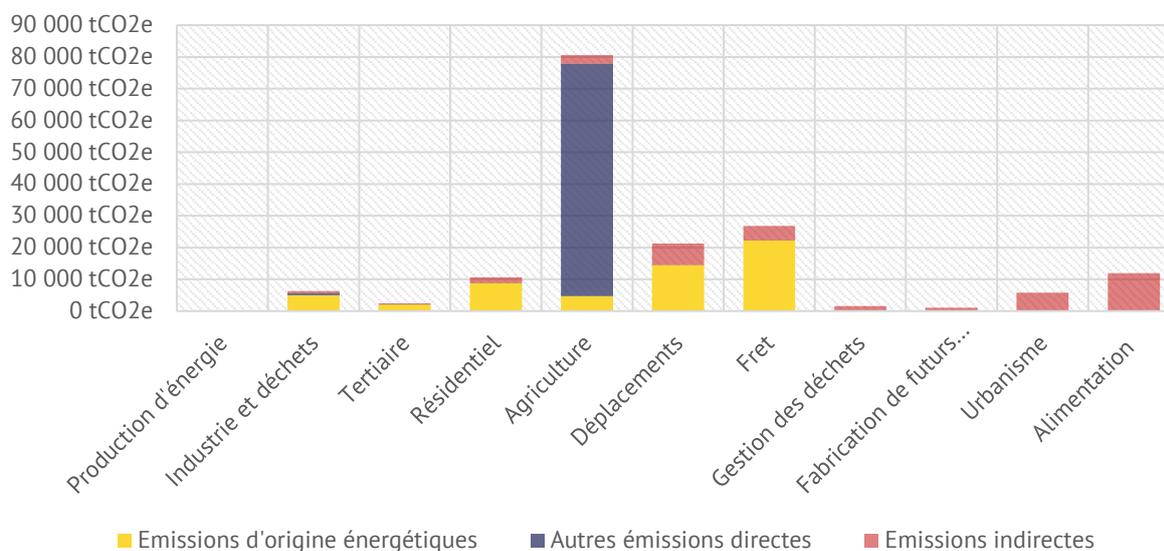


Figure 11: Présentation du bilan des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la CC Pays de Lapalisse, 2015-
Source E6

Chiffres clés 2015 – Bilan GES du territoire

- Les émissions de GES issues du bilan énergétique représentent **34%** des émissions globales du territoire.
- Le territoire émet annuellement **168 ktCO₂e**, soit 20 tCO₂e par habitant (moyenne nationale : 12 tCO₂e /hab.)

~ 19 500 tours de la Terre en voiture

- L'agriculture (**48%**) et le transport (**29%**) sont responsables de la majorité des émissions du territoire
- **Les émissions indirectes mettent en évidence un enjeu associé à la consommation des résidents (achats de nourriture : 7% + achats de biens matériels : 8% supplémentaires)**

3.1.6. 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 la CC Pays de Lapalisse est composé en 2018 de :

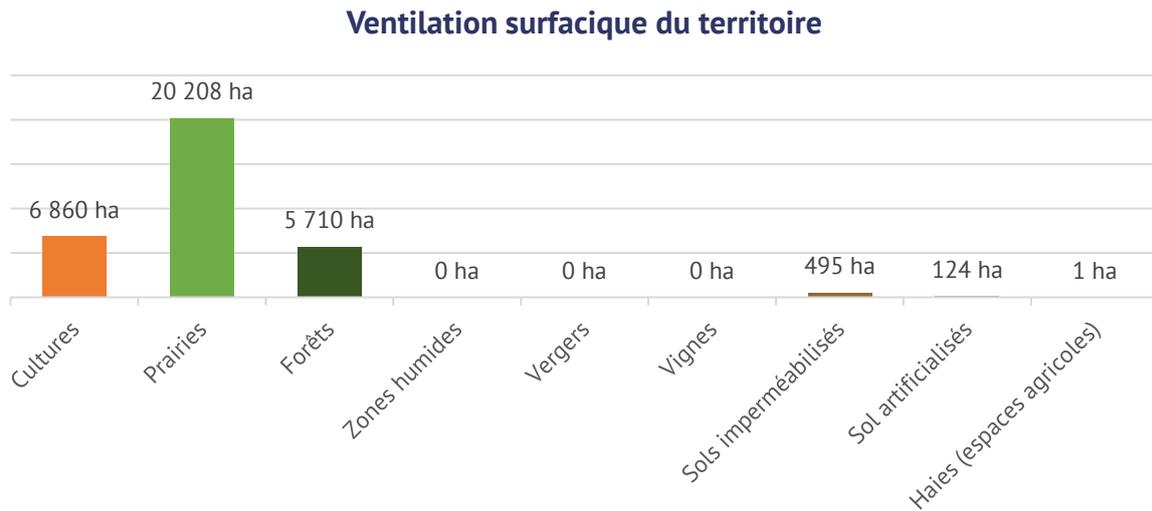


Figure 12: Ventilation surfacique sur le territoire de la CC Pays de Lapalisse, 2018, Source : Corin Land Cover

Le territoire de la CC Pays de Lapalisse séquestre environ 9 900 ktCO₂e de carbone grâce à son écosystème naturel. Il se ventile comme suit :

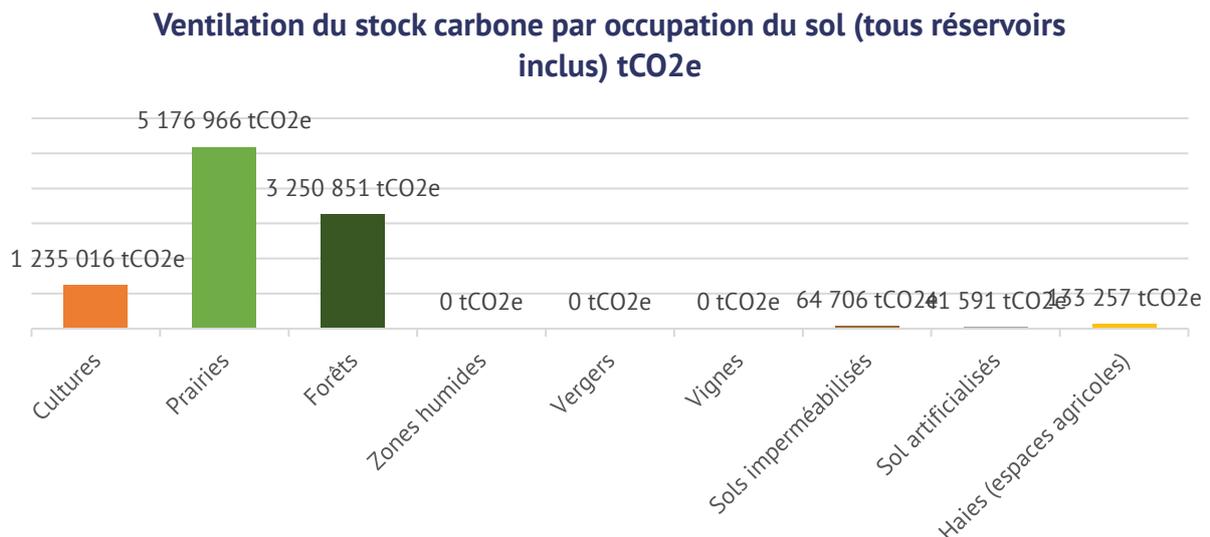


Figure 13: Ventilation du stock carbone par occupation des sols sur le territoire de la CC Pays de Lapalisse, 2018, Source : Corin Land Cover

3.1.7. Qualité de l'air sur le territoire

Dans le cadre du PCAET de la CC Pays de Lapalisse, un diagnostic de la qualité de l'air a été réalisé par ATMO Auvergne Rhône Alpes. Celui-ci présente les résultats d'émission pour les 6 polluants et les différents secteurs réglementés. La méthode est détaillée dans la suite du document.

La qualité de l'air fait intervenir 2 notions spécifiques et différenciées :

- Les émissions, qui 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 (ATMO, 2016)
- La concentration, qui est la quantité de polluants par volume d'air, exprimée par exemple en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les mesures de concentration caractérisent la qualité de l'air que l'on respire (ATMO 2017).

Concernant les dépassements des valeurs limites de **concentration** de polluants sur le territoire :

- En termes de NOx (ou NO2), en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- En termes de PM10, en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et à la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définie à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- En termes de PM2,5, en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Toutefois, 3% de la population du territoire est exposée au dépassement de la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définie à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Répartition des émissions sur CC du Pays de Lapalisse par polluant et par secteur en 2016, en %

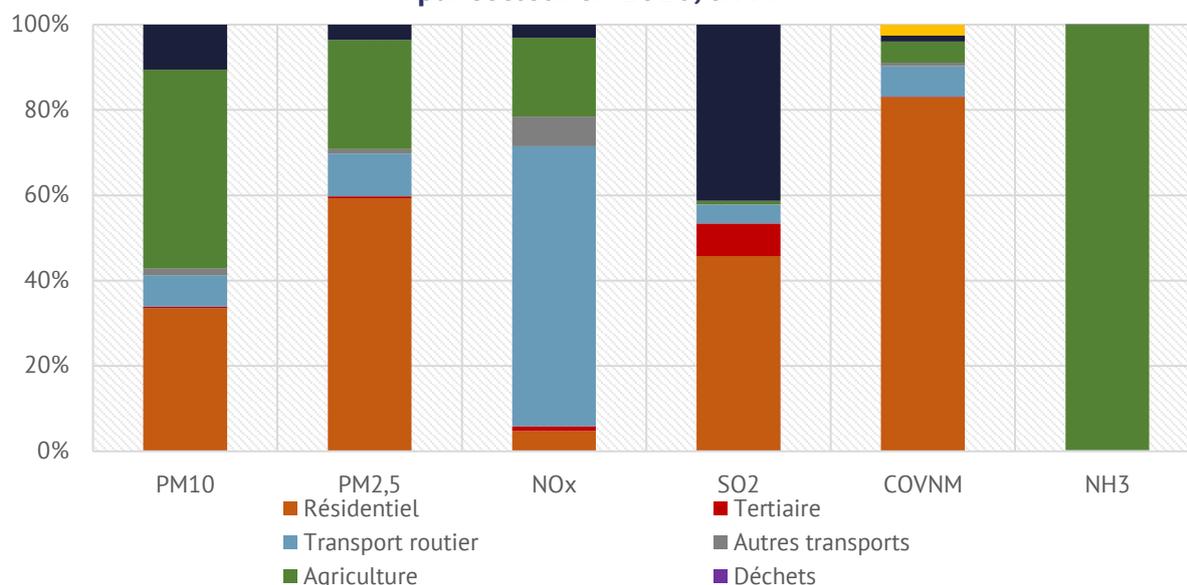


Figure 14: Répartition des émissions de polluants atmosphériques sur la CC Pays de Lapalisse, 2016, ATMO AURA

Emissions par habitant (kg/hb)

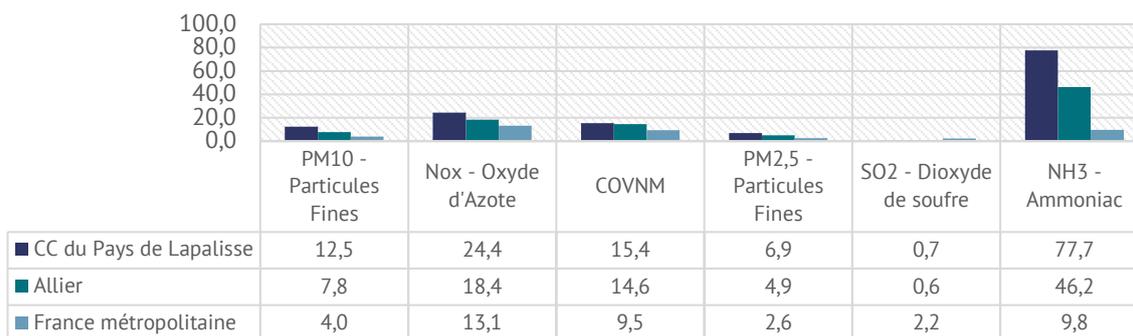


Figure 15: Emissions par habitant classées par polluants, 2016, ATMO AURA

Concernant les **émissions** par type de polluants :

- Le niveau d'émission par habitant de la CC du Pays de Lapalisse est faible pour le SO₂ au regard du niveau national (environ 3 fois moins élevé) et du même ordre de grandeur que le niveau de l'Allier.
- En termes de NO_x, les émissions par habitant de la CC du Pays de Lapalisse ont un niveau supérieur à celui observé dans l'Allier (1,3 fois plus élevé) et au niveau national (1,8 fois plus élevé). Cela traduit un territoire à fort trafic routier.
- Le niveau des émissions de COVNM par habitant pour la CC du Pays de Lapalisse est sensiblement identique au niveau observé dans l'Allier mais il est supérieur au niveau national (1,6 fois plus élevé). Cela traduit essentiellement une consommation importante de bois dans le secteur résidentiel avec des équipements peu performants.
- Le niveau des émissions de NH₃ par habitant sur la CC du Pays de Lapalisse est supérieur au niveau observé dans l'Allier (1,6 fois plus élevé) et au niveau national (environ 8 fois le niveau national). Cela démontre un territoire tourné vers l'agriculture.
- En termes de particules fines (PM10 et PM2,5), le niveau par habitant de la CC du Pays de Lapalisse est supérieur à celui du département et de la France métropolitaine (niveau de la CC correspond à environ 3 fois le niveau national). Cela démontre un territoire tourné vers l'agriculture, qui consomme également du bois dans le secteur résidentiel via des équipements peu performants.

Chiffres clés 2016 – Qualité de l'air du territoire

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NO_x sur le territoire avec 66% des émissions du territoire en particulier du fait des véhicules diesel.

Le secteur résidentiel est le premier secteur émetteur de COVNM sur le territoire avec 83% des émissions du territoire. Les émissions proviennent, très majoritairement, des émissions induites par l'utilisation de biomasse dans les équipements domestiques (chaudières, inserts, etc)

La population n'est pas exposée au dépassement des valeurs seuils pour les particules fines et le dioxyde d'azote.

3.1.8. Vulnérabilité sur le territoire

Constats sur l'évolution du climat sur le territoire

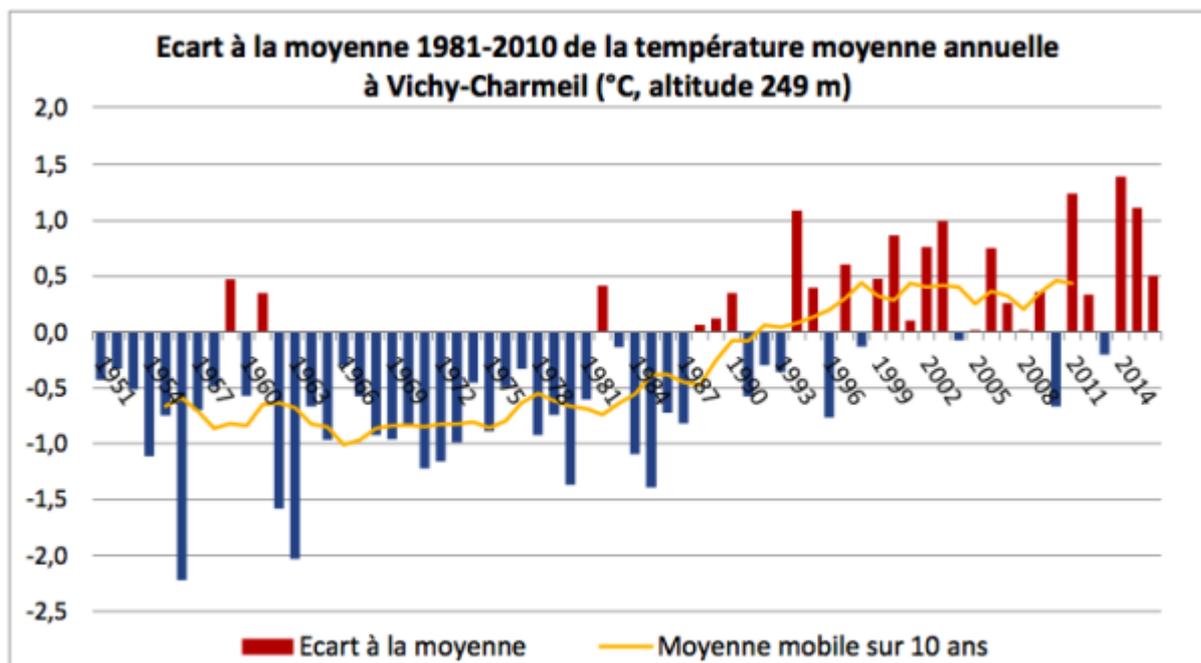


Figure 16 : Evolution de la température (écart à la moyenne) entre 1981 et 2010 à Vichy Charmeil

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.

Parallèlement, les précipitations ont, elles, une très légère tendance à la baisse depuis les années 1980.

A l'avenir, les épisodes caniculaires devraient s'intensifier et devenir plus fréquents. Il est constaté en moyenne une augmentation de 4 à 6 jours de journées chaudes par décennies. Le nombre de jours de gel quant à lui diminue.

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.

Impacts du changement climatique sur les activités Communauté de communes du Pays de Lapalisse

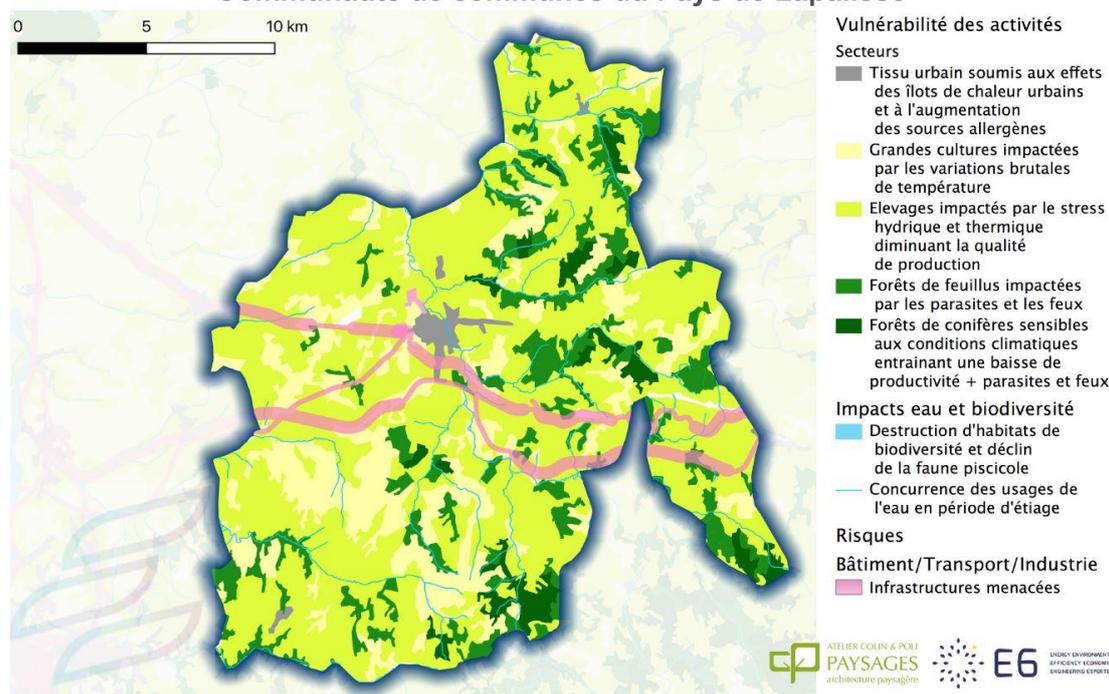


Figure 17 : Impacts du changement climatique sur les activités du Pays de Lapalisse, Source : ACPP

Principaux enjeux du territoire

- **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** : Le risque 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, riches 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 Lapalisse** 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.

3.2. OPPORTUNITES 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



Fort potentiel de développement des Energies Renouvelables

Présence marquée du secteur agricole qui présente une opportunité de développement des EnR via la méthanisation et de stockage carbone.

Flux de transits importants présentant un potentiel de conversion et développement des carburants alternatifs

Territoire dynamique avec plusieurs initiatives et actions en cours qui peuvent être valorisées et approfondies dans le cadre du PCAET

Présence de plusieurs acteurs industriels pouvant être impliqués dans la démarche et le portage d'actions

Territoire relativement peu vulnérable aux risques naturels actuellement

Une qualité de l'air globalement peu dégradée au regard des dépassements des valeurs limites

Faiblesses du territoire



Un secteur des déplacements fortement consommateur, dont une part importante liée au fret avec une capacité d'action limitée de la collectivité

Un secteur résidentiel consommateur, avec cependant un fort potentiel de maîtrise de l'énergie ;

Un secteur agricole (élevage bovin) très présent et principal émetteur de gaz à effet de serre ;

Un mix énergétique actuellement peu développé sur le territoire (85% biomasse). Seuls 2% des besoins en électricité sont couverts par une production locale ;

Les capacités des réseaux d'énergie (et notamment pour l'électricité) devront être adaptées pour accompagner la mise en place de nouveaux projets ambitieux de production d'ENR

Une vulnérabilité forte aux effets à venir du changement climatique, notamment avec les phénomènes de manque d'eau importants et des répercussions sur l'accessibilité et la qualité de la ressource en eau

IV. AIR

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



4. AIR

4.1. FONDAMENTAUX SUR LA QUALITE DE L'AIR

4.1.1. 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 (N₂) à 78% et l'oxygène (O₂) à 21%. Le 1% restant rassemble des gaz rares (argon, hélium, néon, krypton, radon), de la vapeur d'eau, du dioxyde de carbone (CO₂), de l'hydrogène, des particules solides et liquides en suspension (eau liquide ou solide, poussières fines, cristaux salins, pollens), du méthane (CH₄) 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...).

4.1.1.1. 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/m³. 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 (O₃) : 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 induites 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 (SO₂) 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 (NO_x) et de l'ozone ;
- les incendies qui produisent des particules fines (par exemple des particules de suie) et des gaz (NO_x, CO, CO₂...), 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
Particules Fines (PM _{2,5} et 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
Oxydes d'Azote (NO _x = NO + NO ₂)	Trafic routier, installations de combustion, quelques procédés industriels comme la production d'acide nitrique et la fabrication d'engrais azotés → le NO majoritairement émis se transforme en présence d'oxygène en NO ₂ . → participe à la formation de l'ozone et de particules secondaires	
Ozone (O₃)	Polluant secondaire qui se forme à partir des oxydes d'azote et des composés organiques volatils sous l'effet du rayonnement solaire	
Ammoniac (NH ₃)	Agriculture essentiellement (rejets organiques de l'élevage et utilisation d'engrais azotés) et combustion → participe à la formation de particules secondaires	
Dioxyde de Soufre (SO ₂)	Combustion (charbon, fioul, etc) → participe à la formation de polluants secondaires	Éruptions volcaniques → participent à la formation de polluants secondaires
Monoxyde de carbone (CO)	Trafic routier, chauffage : → participe à la formation de l'ozone	
Composés Organiques Volatils (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 COVNM permet de distinguer le méthane (CH ₄) qui est un GES des autres COV.	Forêts et cultures → participent à la formation de l'ozone et de particules secondaires
Polluants Organiques Persistants	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
Métaux Lourds	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 (CO₂), des pesticides.

4.1.1.2. 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 PM₁₀ (particules de moins de 10 micromètres de diamètre) et de PM_{2,5} (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).

4.1.1.3. 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 PM₁₀ (test pilote mené par Copernicus du vendredi 11 novembre au dimanche 13 novembre) : il en ressort que moins de 50% de la pollution aux PM₁₀ est d'origine française.

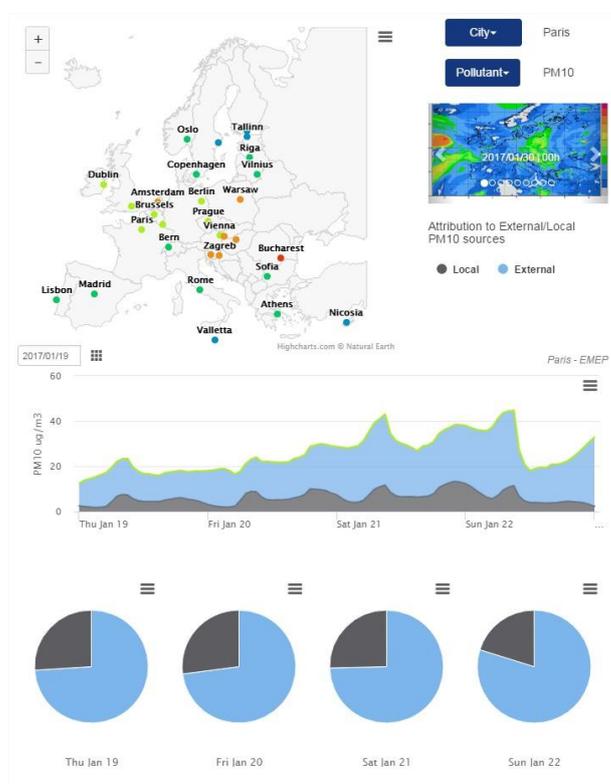


Figure 18 : Exemple de rendu issu de Copernicus sur les contributions locales et externes des émissions de polluants atmosphériques

Selon le type d'épisode de pollution (hivernal, continental, inter-saison), la part des PM₁₀ 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.

4.1.2. Enjeux

4.1.2.1. Enjeux sanitaires

Selon le baromètre santé-environnement de 2010, plus de huit franciliens sur dix (86%) considèrent que la pollution de l'air extérieur présente un risque élevé ou très élevé pour la santé des Français en général et la majorité des Franciliens (58%) déclare avoir déjà ressenti des effets de la pollution de l'air extérieur sur leur santé ou celle de leur entourage proche¹.

Une étude Santé publique France² 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 (SO₂), l'ozone (O₃). 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 (H₂S), 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** (à la suite d'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 ponctuels³.

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).

¹ ORS Ile de France, Les perceptions de la pollution de l'air extérieur en Ile de France

² 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

³ 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

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
NO_x	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. NO ₂ 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.
SO₂	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.
COVNM	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. Le benzène (C ₆ H ₆) est connu pour ces effets mutagènes et cancérigènes.
NH₃	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.
Particules fines	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. Atteinte fonctionnelle respiratoire, le déclenchement de crises d'asthme, de bronchites chroniques et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (bronchitiques chroniques, asthmatiques...) Elles peuvent même transporter des composés cancérigènes sur leur surface jusqu'aux poumons.

Tableau 1 : Impact sanitaire des principaux polluants atmosphériques

4.1.2.2. 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
NO_x	NO ₂ 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 NO _x favorisent la formation d'ozone troposphérique et contribuent indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.
SO₂	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 NO _x , 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.
NH₃	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 ₃ 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

4.1.2.3. Enjeux économiques

En 2015, la commission d'enquête du Sénat⁴ 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 NO_x et concernant le non-respect des normes de qualité des particules en suspension (PM₁₀).

⁴ 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

4.1.3. 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.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement⁵. 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 décret⁶, conformément à la directive (EU) 2016/2284 du parlement européen.

	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	A partir de 2030
SO ₂	-55%	-66%	-77%
NO _x	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH ₃	-4%	-8%	-13%
PM _{2,5}	-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.

4.1.4. 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_x),
- Les particules : PM₁₀ et PM_{2,5},
- Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM),
- Le dioxyde de soufre (SO₂),
- L'ammoniac (NH₃)

⁵ 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

⁶ 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

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,
- 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.

4.2. EXPOSITION DE LA POPULATION A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

Les cartes annuelles de la pollution atmosphérique présentent l'exposition des populations à la pollution atmosphérique au niveau du territoire. Compte tenu du fait que le territoire ne dispose d'aucune station de mesure de la qualité de l'air, les niveaux de concentration sont déterminés par 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 NO_x (ou NO₂), en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à 40 µg/m³.

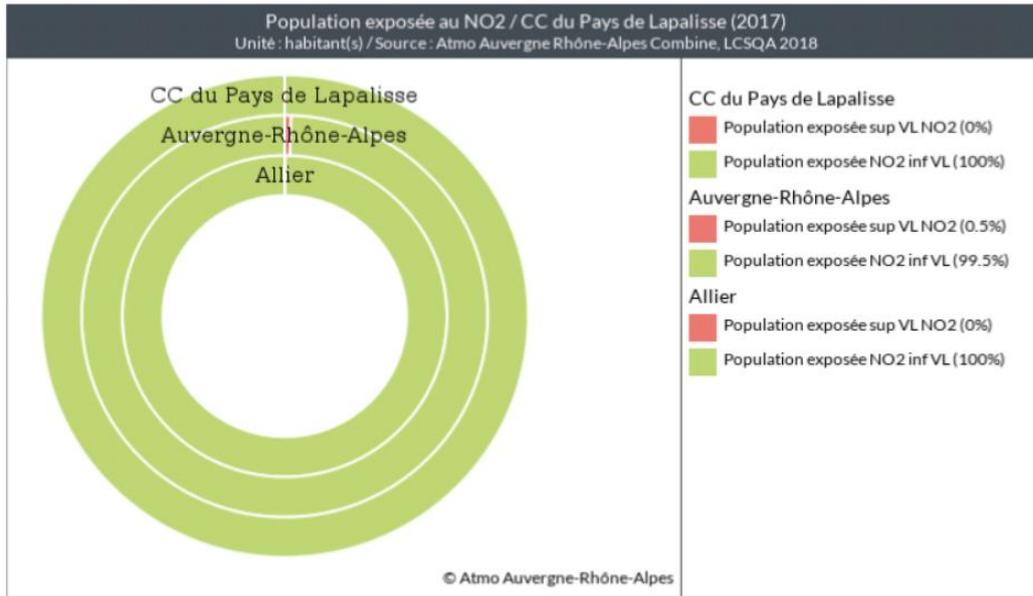


Figure 19 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO₂ sur le territoire en 2017

En termes de PM₁₀, en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à 40 µg/m³ et à la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définie à 20 µg/m³.

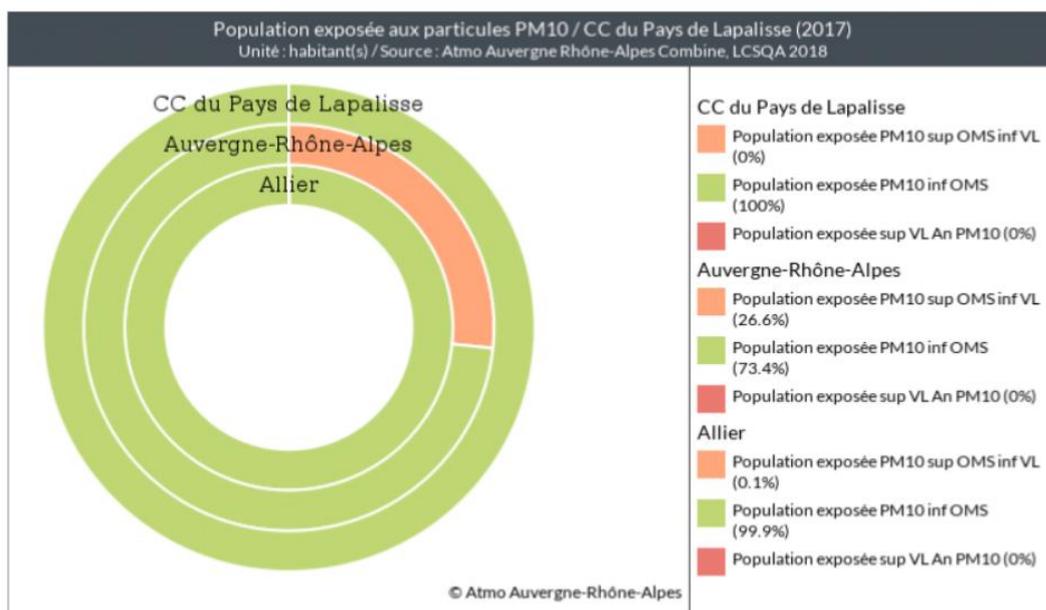


Figure 20 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle et de la valeur guide de l'OMS pour les PM₁₀ sur le territoire en 2017

En termes de PM_{2,5}, en 2017, la population du territoire n'est pas exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle fixée à 25 µg/m³. Toutefois, 3% 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/m³.

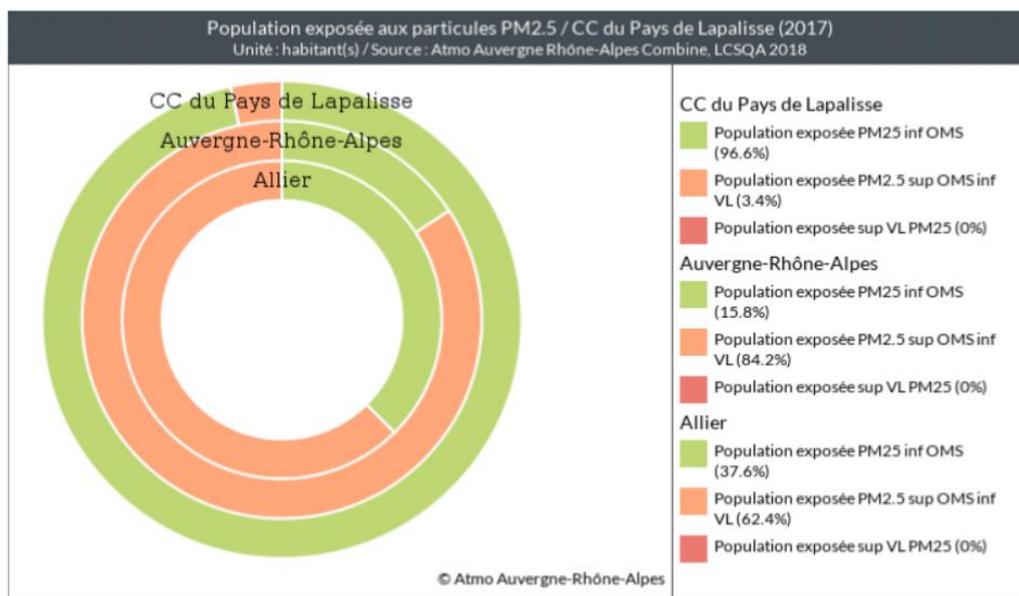


Figure 21 : Part de la population exposée au dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle et de la valeur guide de l'OMS pour les PM_{2.5} sur le territoire en 2017

4.3. CHIFFRES CLES DU TERRITOIRE EN TERMES D'EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

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 Alpes⁷.

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 a la 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 Alpes⁸ et les données nationales (France métropolitaine) relatives à l'année 2016 proviennent du CITEPA⁹. 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.

⁷Fiche opteer Lapalisse.pdf – ATMO Auvergne Rhône Alpes

⁸ ATMO Auvergne Rhône Alpes - details EMI 03.xlsx

⁹ CITEPA – inventaire SECTEN, édition avril 2018

4.3.1. Bilan en 2016

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



	CC du Pays de Lapalisse - Année 2016					
	PM10 - Particules Fines	PM2,5 - Particules Fines	Nox - Oxydes d'Azote	SO2 - Dioxyde de soufre	COVNM - Composés Organiques Volatils	NH3 - Ammoniac
	t	t	t	t	t	t
Résidentiel	36	35	10	3	108	1
Tertiaire	0	0	2	0	0	0
Transport routier	8	6	136	0	9	1
Autres transports	2	1	14	0,0	1	0
Agriculture	49	15	38	0	6	656
Déchets	0	0	0	0	0,0	0,0
Industrie hors branche énergie	11,1	2,1	6,4	2,5	2,0	0,02
Industrie branche énergie	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0
TOTAL	106	59	207	6	130	658

Tableau 4 : bilan des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse en 2016 – source : ATMO Auvergne Rhône Alpes

Le territoire ne dispose pas de centre de traitement des déchets, ce qui explique des émissions nulles pour le secteur déchets.

Les émissions du secteur autres transports correspondent aux émissions du transport ferroviaire marchandises et personnes (diesel).

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

Répartition des émissions sur CC du Pays de Lapalisse par polluant et par secteur en 2016, en %

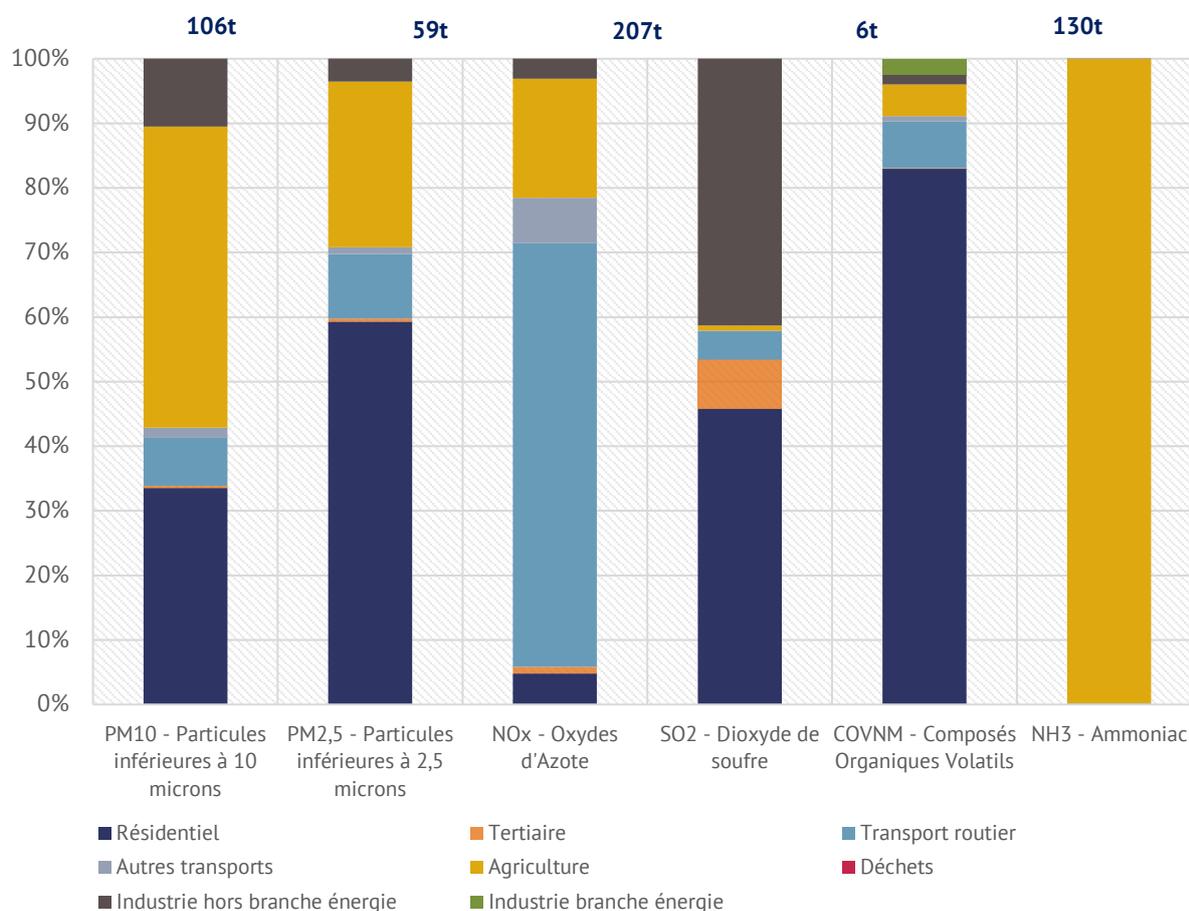


Figure 22 : Répartition des émissions de la CC du Pays de Lapalisse par polluant atmosphérique et par secteur en 2016 en % et émissions totales en tonne

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

Emissions par habitant (kg/hb)

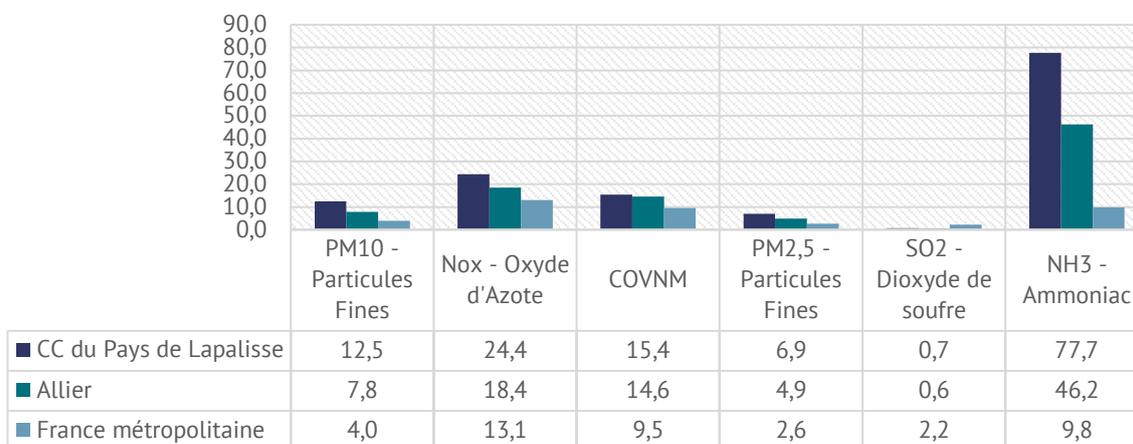


Figure 23 : Emissions par habitant et comparaison avec l'Allier et la France métropolitaine

Le niveau d'émission par habitant de la CC du Pays de Lapalisse est faible pour le SO₂ au regard du niveau national (environ 3 fois moins élevé) et du même ordre de grandeur que le niveau de l'Allier.

En termes de NO_x, les émissions par habitant de la CC du Pays de Lapalisse ont un niveau supérieur à celui observé dans l'Allier (1,3 fois plus élevé) et au niveau national (1,8 fois plus élevé). Cela traduit un territoire à fort trafic routier.

Le niveau des émissions de COVNM par habitant pour la CC du Pays de Lapalisse est sensiblement identique au niveau observé dans l'Allier mais il est supérieur au niveau national (1,6 fois plus élevé). Cela traduit essentiellement une consommation importante de bois dans le secteur résidentiel avec des équipements peu performants.

Le niveau des émissions de NH₃ par habitant sur la CC du Pays de Lapalisse est supérieur au niveau observé dans l'Allier (1,6 fois plus élevé) et au niveau national (environ 8 fois le niveau national). Cela démontre un territoire tourné vers l'agriculture.

En termes de particules fines (PM₁₀ et PM_{2,5}), le niveau par habitant de la CC du Pays de Lapalisse est supérieur à celui du département et de la France métropolitaine (niveau de la CC correspond à environ 3 fois le niveau national). Cela démontre un territoire tourné vers l'agriculture, qui consomme également du bois dans le secteur résidentiel via des équipements peu performants.

4.3.2. SO₂

4.3.2.1. Bilan des émissions de SO₂ sur le territoire

La répartition des émissions de SO₂ sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est présentée sur la figure suivante. Le niveau des émissions de SO₂ du territoire en 2016 ne représente que 6 t (niveau relativement faible)

Il en ressort que les principales sources émettrices en termes de SO₂ sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse sont, d'une part, le secteur résidentiel avec 46% des émissions du territoire du fait de la combustion et, d'autre part, le secteur de l'industrie (hors branche de l'énergie) avec 41% des émissions du territoire du fait essentiellement des centrales d'enrobage implantées sur le territoire.

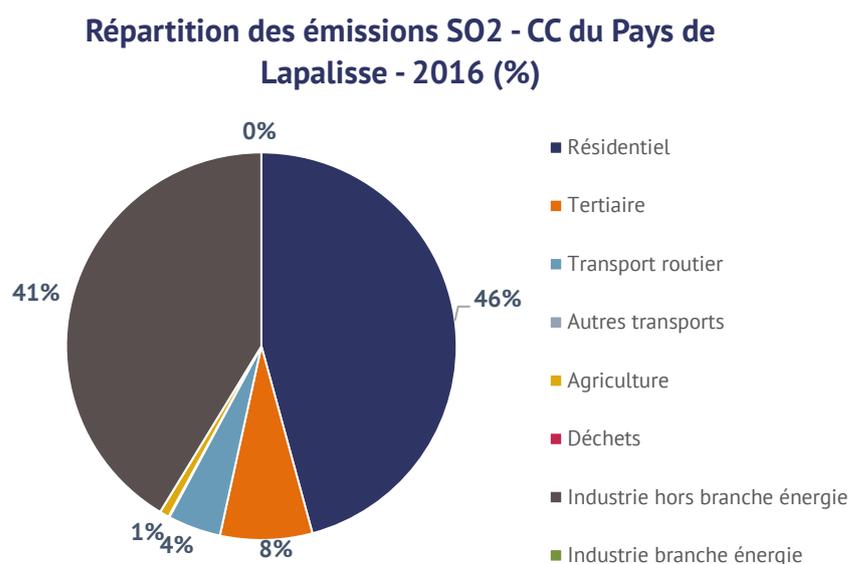


Figure 24 : Répartition par secteur des émissions de SO₂ sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

4.3.2.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

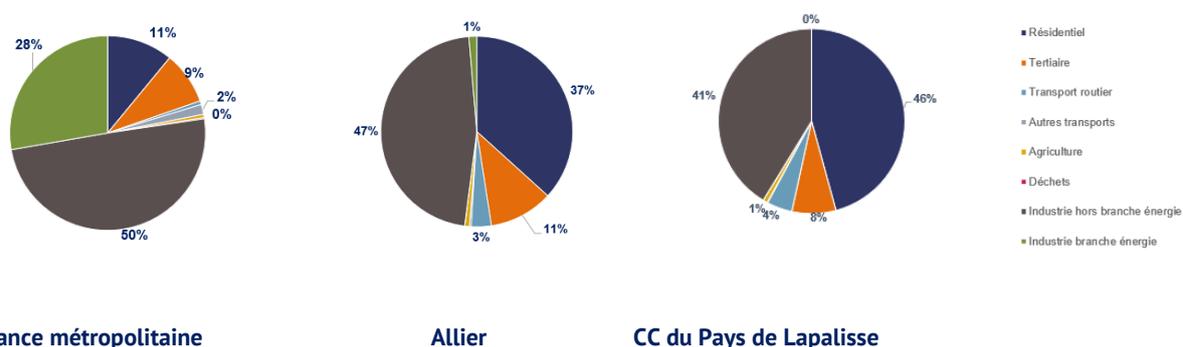


Figure 25 : Comparaison de la répartition des émissions de SO₂ avec les données départementales et nationales

Tout d'abord, le niveau des émissions de SO₂ sur le territoire est relativement faible puisqu'il représente 2,9% des émissions de l'Allier et 0,004% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, le territoire représente 2,5% de la population du département et 0,01% de la population nationale).

La répartition entre la CC du Pays de Lapalisse et l'Allier est assez similaire alors que celle avec la France métropolitaine est très différente. Les émissions sont en effet principalement induites au niveau national par le secteur industriel, avec une répartition entre la branche de l'énergie et la branche hors énergie. Dans le cas du territoire, seules les émissions industrielles hors branche de l'énergie prédominent du fait de la présence de centrales d'enrobage sur le territoire et le secteur résidentiel représente également un poids important dans les émissions contrairement au niveau national.

Points clés – SO₂

Le polluant SO₂ provient principalement du secteur résidentiel du fait de la combustion et d'autre part des stations d'enrobage, prises en compte dans le secteur de l'industrie hors branche de l'énergie.

4.3.4. NOx

4.3.4.1. Bilan des émissions de NOx sur le territoire

La répartition des émissions de NOx sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est présentée sur la figure suivante.

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NOx sur le territoire avec 66% des émissions du territoire en particulier du fait des véhicules diesel. En seconde position se trouve le secteur de l'agriculture, avec 18% des émissions du territoire, du fait de la combustion des engins agricoles/sylvicoles.

Répartition des émissions NOx - CC du Pays de Lapalisse - 2016 (%)

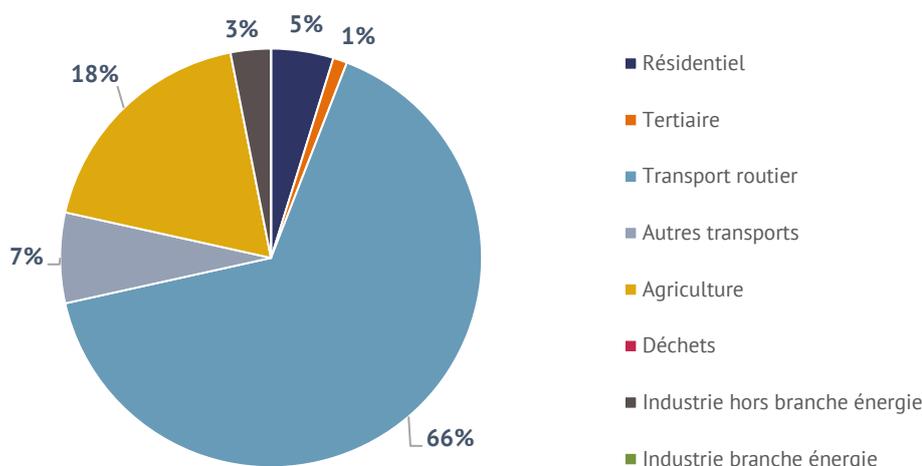


Figure 26 : Répartition par secteur des émissions de NOx sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

4.3.4.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

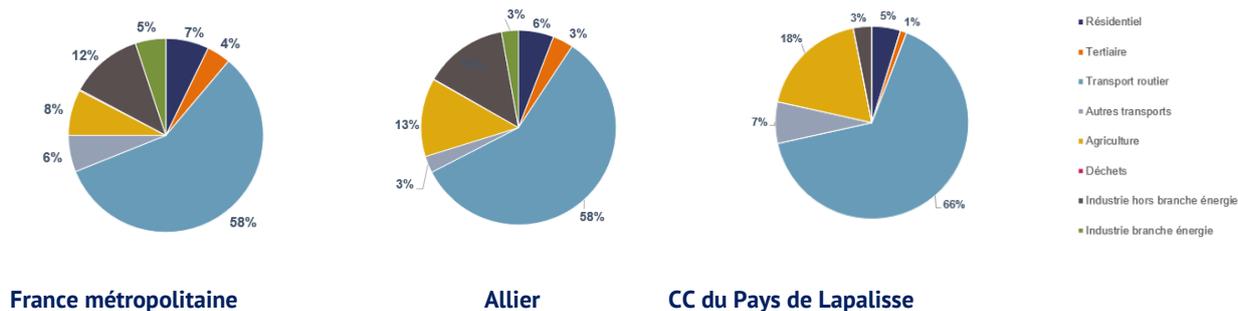


Figure 27 : Comparaison de la répartition des émissions de NOx avec les données départementales et nationales

Le profil des émissions de NOx sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est un peu différent de celui observé dans l'Allier et au niveau national. En effet, le poids du secteur de l'industrie est beaucoup plus faible sur le territoire par rapport à ce qui est observé au niveau de l'Allier et de la France métropolitaine.

Le niveau des émissions de NOx sur le territoire représente 3,3% des émissions de l'Allier et 0,02% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, le nombre d'habitants sur le territoire représente 2,5% de la population départementale et 0,01% de la population nationale - France métropolitaine). Les émissions de NOx du territoire ne sont donc pas directement corrélées au nombre d'habitants du fait d'un trafic routier très dense.

Points clés – NOx

Le polluant NOx est émis très majoritairement sur le territoire par le transport routier puis par le secteur agricole. Le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est donc un territoire agricole, avec un trafic routier relativement dense et une industrie assez peu présente.

4.3.5. COVNM

4.3.5.1. Bilan des émissions de COVNM sur le territoire

La répartition des émissions de COVNM sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est présentée sur la figure suivante.

Le secteur résidentiel est le premier secteur émetteur de COVNM sur le territoire avec 83% des émissions du territoire. Les émissions proviennent, très majoritairement, des émissions induites par l'utilisation de biomasse dans les équipements domestiques (chaudières, inserts, etc) (81% des émissions du secteur résidentiel) et, dans une moindre mesure (15%), des émissions issues de l'utilisation des produits solvantés (colle, peinture, solvant, etc).

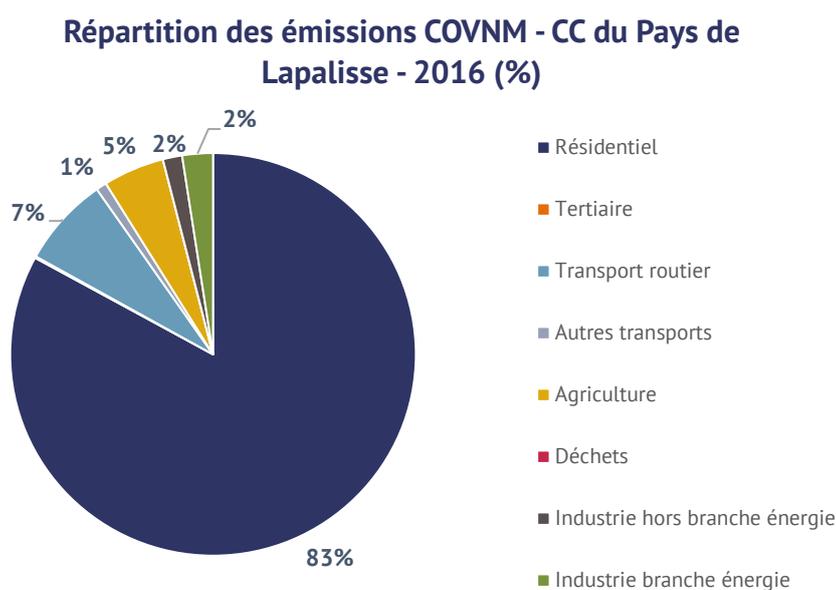


Figure 28 : Répartition par secteur des émissions de COVNM sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

4.3.5.3. Comparaison avec les données départementales et nationales

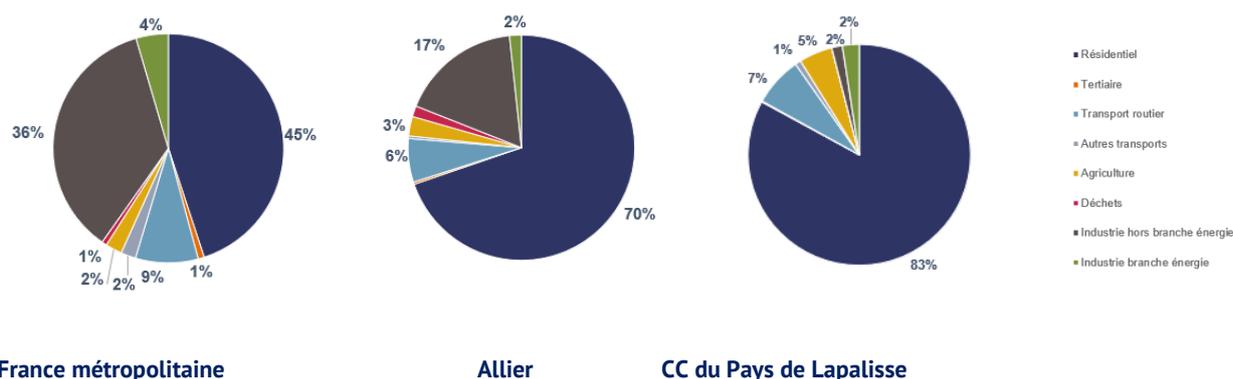


Figure 29 : Comparaison de la répartition des émissions de COVNM avec les données départementales et nationales

Tout d’abord, le niveau des émissions de COVNM sur le territoire représente 2,6% des émissions de l’Allier (à titre de comparaison, la part de la population du territoire par rapport à l’Allier est de 2,5%) et 0,02% 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 0,01%). Il existe donc une assez bonne corrélation entre les émissions de COVNM générées sur le territoire et le nombre d’habitants sur le territoire du fait d’une prédominance des émissions provenant du secteur résidentiel.

La répartition entre la CC du Pays de Lapalisse et l’Allier, d’une part, et la France métropolitaine, d’autre part, est très différente, en particulier, du fait d’un tissu industriel assez peu présent sur le territoire.

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) mais dans une moindre mesure.

4.3.7. NH₃

4.3.7.1. Bilan des émissions de NH₃ sur le territoire

Les émissions de NH₃ proviennent presque exclusivement du secteur agricole (99,7% des émissions du territoire). Le niveau par habitant est de 77,7 kg/habitant alors qu'il est de 9,8 au niveau national. Ce niveau d'émission, 8 fois supérieur au niveau national, démontre que le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est un territoire très agricole.

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 NH₃ - CC du Pays de Lapalisse - 2016 (%)

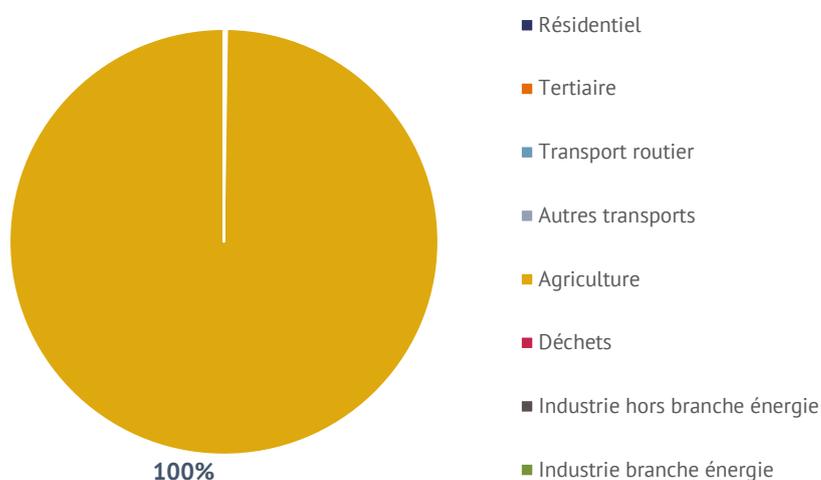
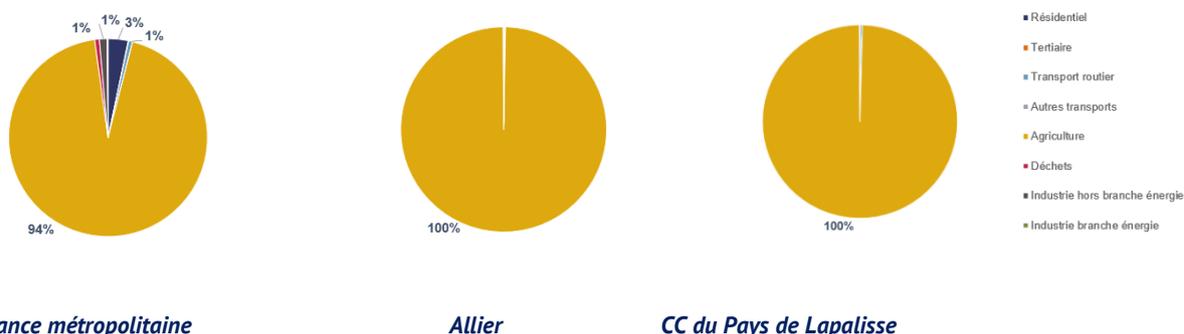


Figure 30 : Répartition par secteur des émissions de NH₃ sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

4.3.7.2. Comparaison avec les données départementales et nationales



France métropolitaine

Allier

CC du Pays de Lapalisse

Figure 31 : Comparaison de la répartition des émissions de NH₃ avec les données départementales et nationales

En plus des émissions agricoles, des émissions de NH₃ sont induites par l'utilisation de la biomasse comme combustible et par le secteur du transport routier mais le niveau est très faible pour la CC du Pays de Lapalisse.

De plus, le niveau des émissions de NH₃ sur le territoire représente 4,2% des émissions de l'Allier (à titre de comparaison, la part de la superficie du territoire par rapport à l'Allier est de 4,5%) et 0,1% 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 0,06%). Cela traduit une assez bonne corrélation avec la superficie du territoire.

Points clés – NH₃

Le niveau d'émission de NH₃ sur le territoire est important du fait de la forte dominance du secteur agricole.

4.3.8. PM10

4.3.8.1. Bilan des émissions de PM₁₀ sur le territoire

Les émissions de PM₁₀ sur le territoire représentent 106 tonnes pour l'année 2016. Ces émissions se répartissent par secteur comme présenté sur la figure suivante.

Les émissions de PM₁₀ sont induites, tout d'abord, par le secteur agricole (47% des émissions du territoire) 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. En seconde position se situe le secteur résidentiel (34% des émissions totales du territoire) du fait de la combustion de la biomasse et en particulier dans des équipements peu performants. Le secteur de l'industrie hors branche de l'énergie se positionne en troisième position avec 10% des émissions du territoire du fait essentiellement des carrières présentes sur le territoire. Le secteur du transport routier avec 7% des émissions est en quatrième 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 - CC du Pays de Lapalisse - 2016 (%)

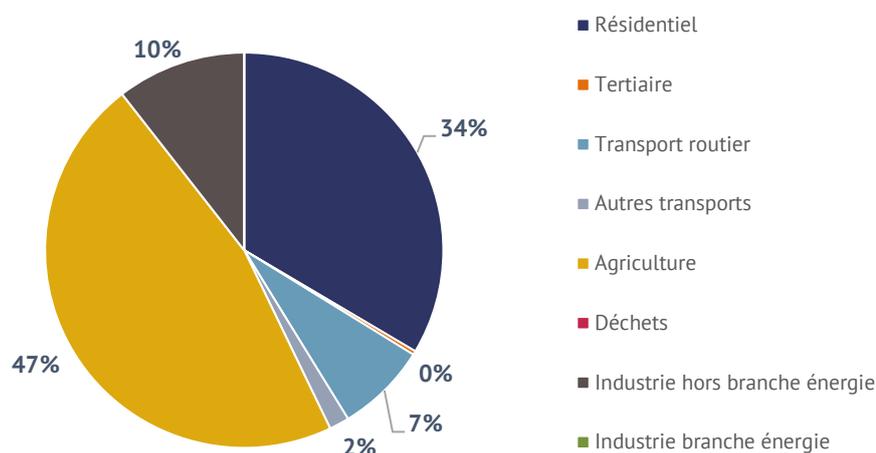
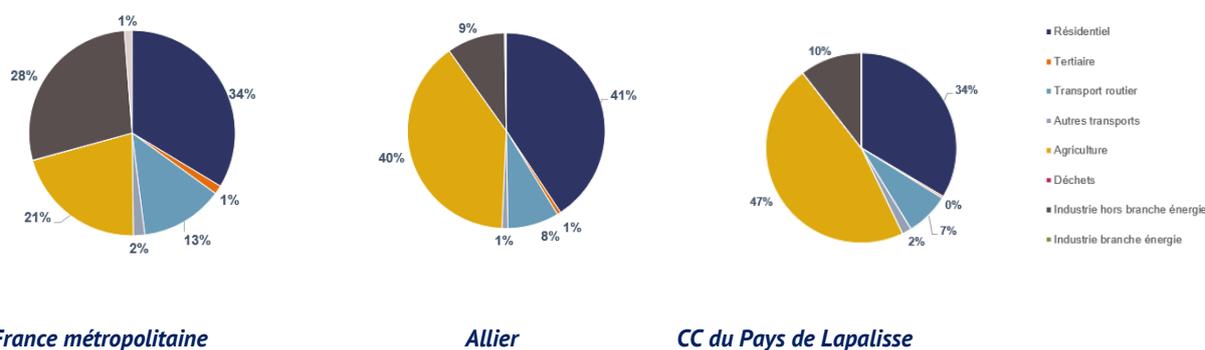


Figure 32 : Répartition par secteur des émissions de PM₁₀ sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

4.3.8.3. Comparaison avec les données départementales et nationales



France métropolitaine

Allier

CC du Pays de Lapalisse

Figure 33 : Comparaison de la répartition des émissions de PM₁₀ avec les données départementales et nationales

La répartition des émissions de PM₁₀ sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est différente de celle observée pour la France métropolitaine mais est relativement proche de celle définie pour l'Allier dans la mesure où le territoire est très agricole.

Le niveau des émissions de PM₁₀ sur le territoire représente 4% des émissions de l'Allier et 0,04% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, la superficie sur le territoire représente 4,5% de la superficie départementale et 0,06% de la superficie nationale - France métropolitaine). Il existe donc une assez bonne corrélation avec la superficie.

Points clés – PM₁₀

Les émissions de PM₁₀ proviennent majoritairement du secteur agricole et du secteur résidentiel du fait de la combustion de la biomasse dans des équipements peu performants. Dans le secteur de l'industrie hors branche de l'énergie, les émissions sont induites principalement par l'exploitation de carrières.

4.3.9. PM_{2,5}

4.3.9.1. Bilan des émissions de PM_{2,5} sur le territoire

La répartition des émissions de PM_{2,5} sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est présentée sur la figure suivante.

Le secteur résidentiel est le premier secteur en termes d'émission de PM_{2,5} avec 59% des émissions du territoire. La principale source d'émission de ce secteur est la combustion de la biomasse dans les équipements domestiques. La seconde source d'émission avec 26% est le secteur agricole (émissions induites par des animaux (plumes par exemple) et des travaux agricoles (labours)), puis en troisième position le transport routier (16%) du fait de l'échappement et, d'autre part, de l'usure des routes et de certains organes des véhicules. Quant au secteur industriel (hors branche énergie) avec 4% des émissions du territoire, les émissions proviennent essentiellement des carrières.

Répartition des émissions PM_{2,5} - CC du Pays de Lapalisse - 2016 (%)

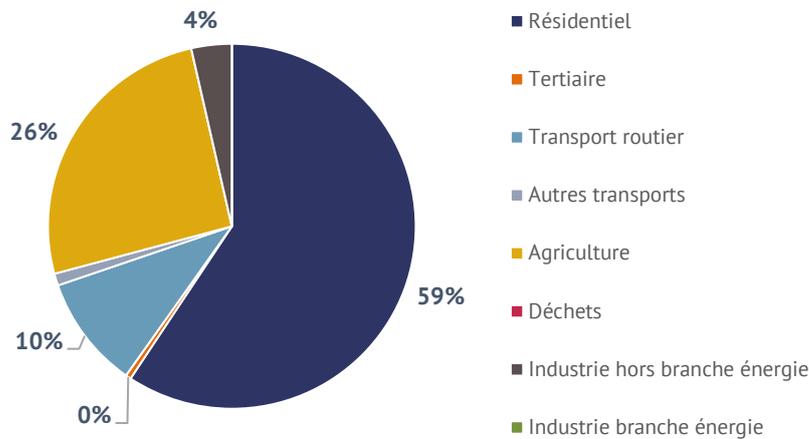


Figure 34 : Répartition par secteur des émissions de PM_{2,5} sur la CC du Pays de Lapalisse en 2016 (Diagnostic qualité air Lapalisse.xls) – source ATMO Auvergne Rhône Alpes

4.3.9.2. Comparaison avec les données départementales et nationales

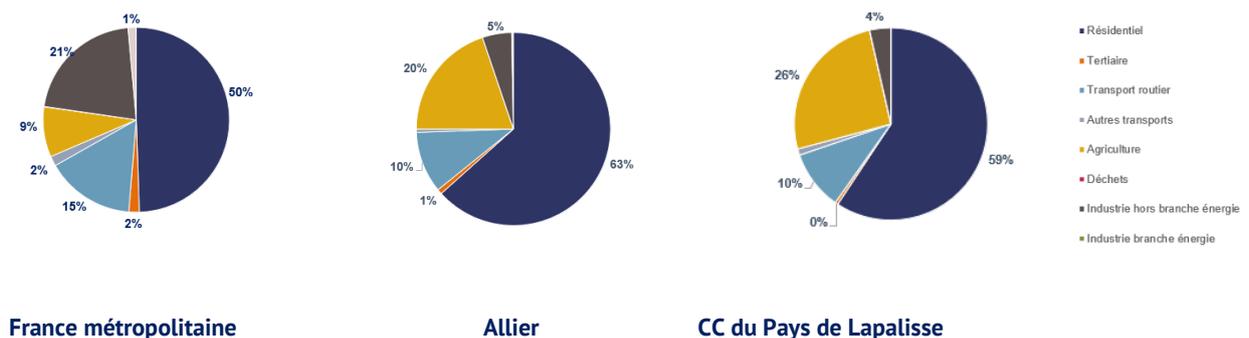


Figure 35 : Comparaison de la répartition des émissions de PM_{2,5} avec les données départementales et nationales

Le profil des émissions de PM_{2,5} sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est assez proche de celui pour l'Allier et différent de celui de la France métropolitaine dans la mesure où le territoire est très agricole donc avec une part importante pour ce secteur au niveau du territoire contrairement au niveau national.

Le niveau des émissions de PM_{2,5} sur le territoire représente 3,5% des émissions de l'Allier et 0,03% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, la population sur le territoire représente 4,5% de la population départementale et 0,06% de la population nationale - France métropolitaine).

Points clés – PM_{2,5}

Comme pour les PM₁₀, les émissions de PM_{2,5} proviennent majoritairement du secteur résidentiel (combustion de la biomasse) et du secteur agricole.

4.4. FORCES ET FAIBLESSES DU TERRITOIRE EN TERMES DE QUALITE DE L'AIR

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

Forces	Faiblesses
Bon niveau global de qualité de l'air sur le territoire (pas de dépassement des valeurs limites réglementaires en termes de concentration) Secteur tertiaire peu présent	Territoire très agricole Trafic routier dense qui génère entre autres des émissions de NOx et de particules fines Territoire résidentiel avec une forte consommation de bois dans des équipements peu performants Secteur industriel peu implanté

Tableau 5 : synthèse des forces et des faiblesses sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse en termes de qualité de l'air

V. 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**



5. ENERGIE

5.1. CONSOMMATION ACTUELLE D'ENERGIE DU TERRITOIRE

5.1.1. Contexte et méthodologie

5.1.1.1. 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'eau chaude sanitaire et aux usages spécifiques de l'électricité des résidences principales du territoire ;
- Tertiaire : consommations liées au chauffage, à la production d'eau chaude sanitaire 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.

5.1.1.2. 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**.

5.1.1.3. Les données utilisées

Afin de mener à bien l'étude, les données du diagnostic réalisé par l'OREGES (Observatoire de l'Energie 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.auvergnhonealpes.fr/fr/donnees-territoriales.html>

5.1.2. Les consommations d'énergie du territoire

5.1.2.1. Consommations globales

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

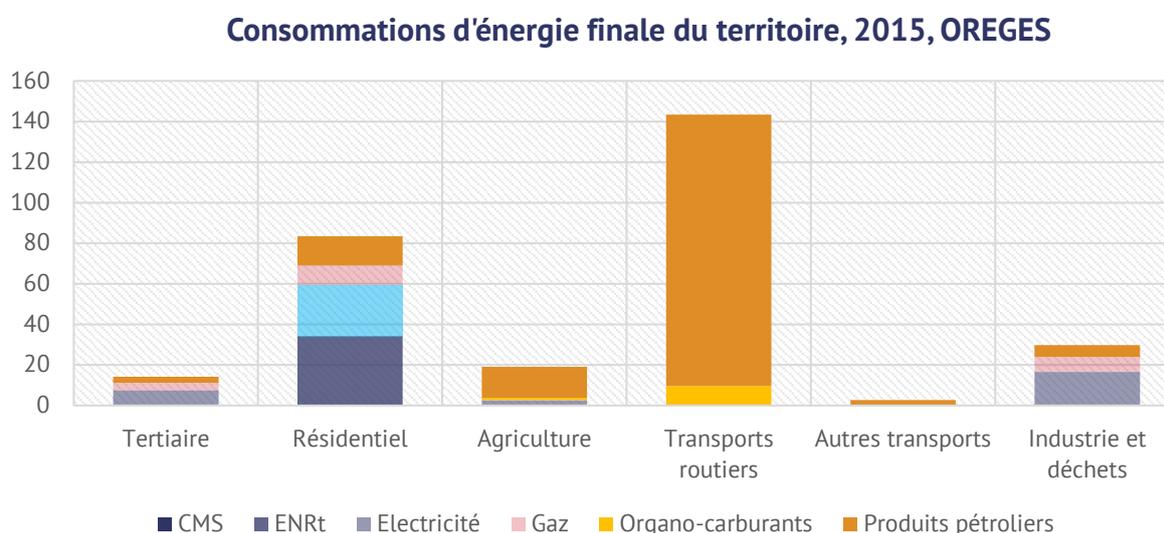


Figure 36 : Consommation d'énergie finale du territoire, Source OREGES, 2015

La consommation totale d'énergie finale est de 293 GWh sur le territoire en 2015, soit 30 MWh par habitant. Les secteurs du territoire les plus consommateurs sont le résidentiel (29%) et le transport routier (49%).

Consommations d'énergie finale du territoire, 2015, OREGES

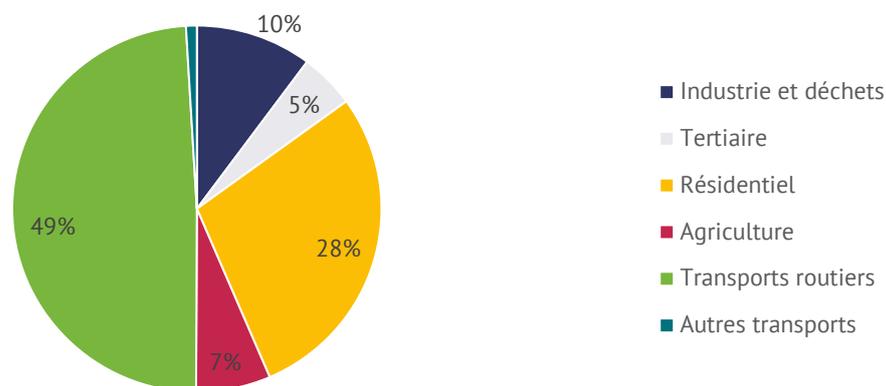


Figure 37 : Part relative des différents secteurs, 2015, Source : OREGES

5.1.2.2. Le transport (routier et non routier)

Consommations du secteur :

L'étude inclue les transports de personnes et les transports de marchandises effectués sur le territoire. Ces déplacements sont à l'origine d'une consommation de 146 GWh en 2015, répartis de la manière suivante :

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

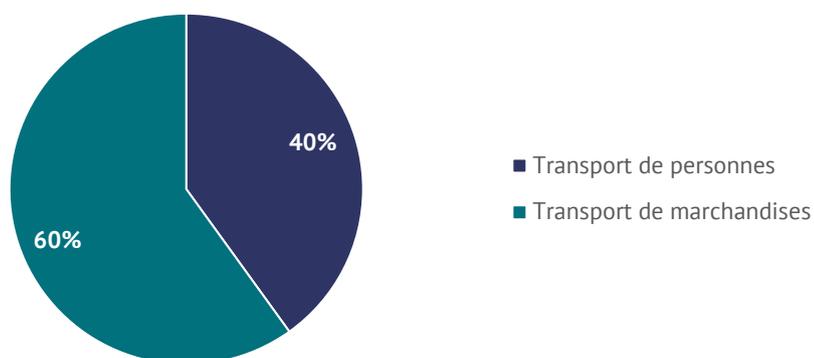


Figure 38 : Répartition des consommations du secteur transports, Source OREGES, 2015

Le transport de marchandises :

Le territoire de la CC du pays de Lapalisse est traversé par quelques axes de transit majeurs : la D907 en provenance de Vichy (20% de camions) et la N7 (route des vacances mais trafic principalement marqué par le transport de marchandises).

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

Consommations d'énergie associées au fret, 2015, OREGES

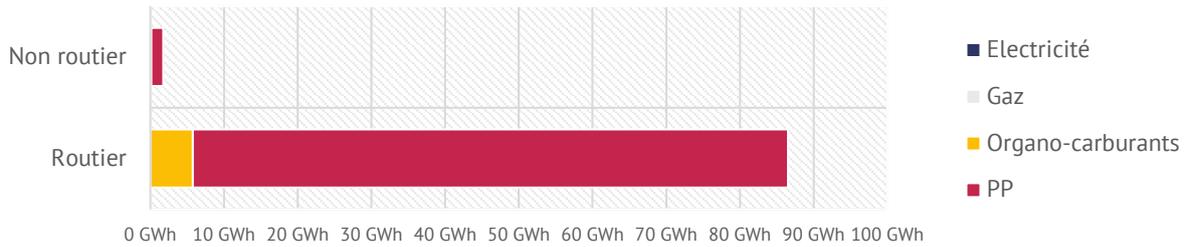


Figure 39 : Répartition des consommations énergétiques du fret, 2015, OREGES

La partie jaune représente la part d'Organo-carburants intégré dans les carburants vendus en France. Il n'y a aucune production sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse. La partie rouge représente la part de produits pétroliers (PP).

Le transport de personnes :

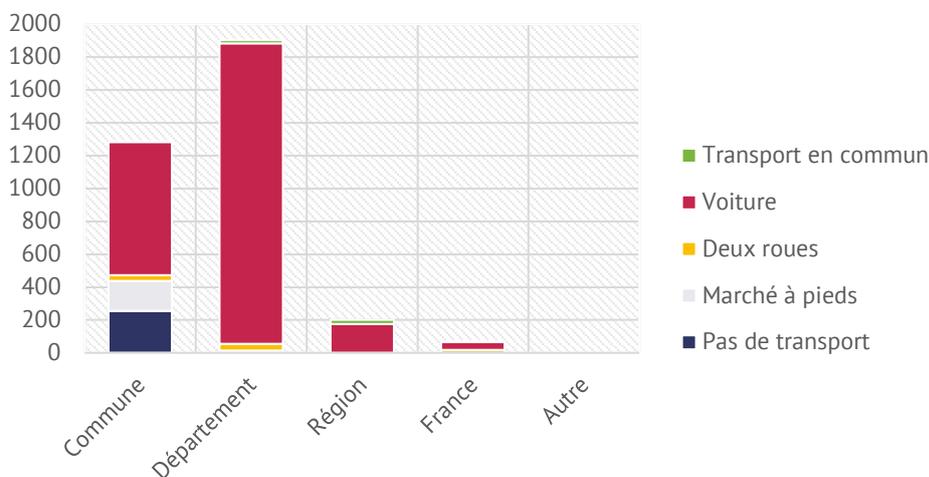
De même que pour le transport de marchandises, le transport de personnes sur le territoire est majoritairement routier. Aucun véhicule électrique ou gaz n'a été recensé par l'OREGES.

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



Figure 40 : Répartition des consommations énergétiques des déplacements de personnes, 2015, OREGES

Déplacements domicile travail, 2015, Pays de Lapalisse



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

Figure 41 : Déplacements domicile-travail des actifs de la CC, du Pays de Lapalisse, INSEE, 2015

Nombre de personnes	Pas de transport	Marché à pieds	Deux roues	Voiture
Commune	256	182	36	809
Autre commune du Département	0	15	40	1830
Autre département de la Région	0	0	0	175
Autre région en France	0	0	18	47
Autre	0	0	0	0

Tableau 6 : Déplacements domicile-travail des actifs de la CC du Pays de Lapalisse, INSEE, 2015

Il est important de noter que la voiture est utilisée majoritairement pour les déplacements domicile-travail (à hauteur de 89% 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.



5.1.2.3. Le secteur résidentiel

Consommations du secteur :

Les consommations du secteur résidentiel en 2015 s'élèvent à 83 GWh (29% du bilan global), réparties de la manière suivante : 10 GWh de gaz, 14 GWh de fioul, 25 GWh d'électricité et enfin 34 GWh de bois énergie.

Répartition des consommations du secteur Résidentiel, 2015, OREGES

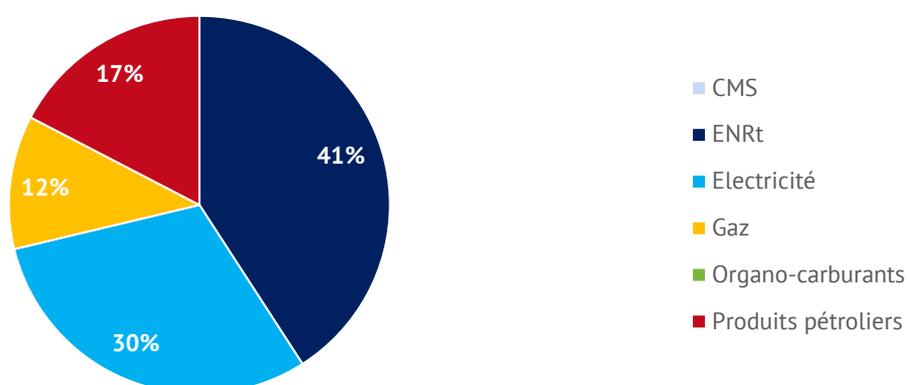


Figure 42 : Répartition des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel, Source : OREGES, 2015

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

Consommation d'énergie par usage, OREGES, 2015

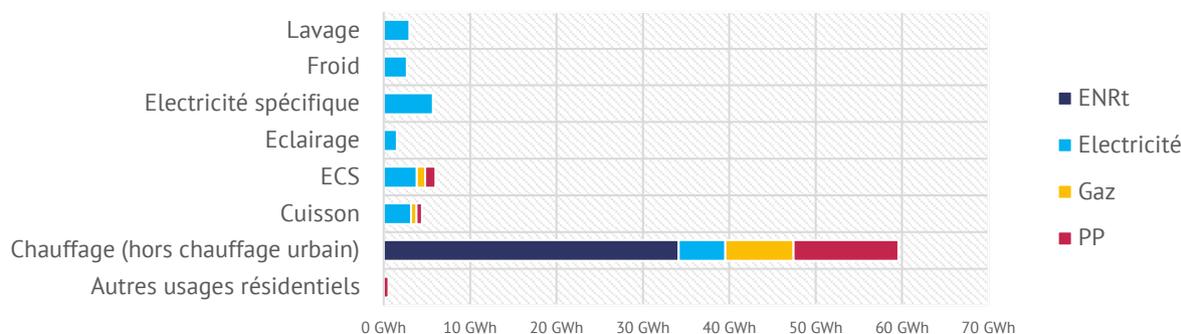


Figure 43 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel, Source OREGES, 2015

Le chauffage des logements représente la majeure partie des consommations du secteur résidentiel (71%), majoritairement au fioul et au bois.

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

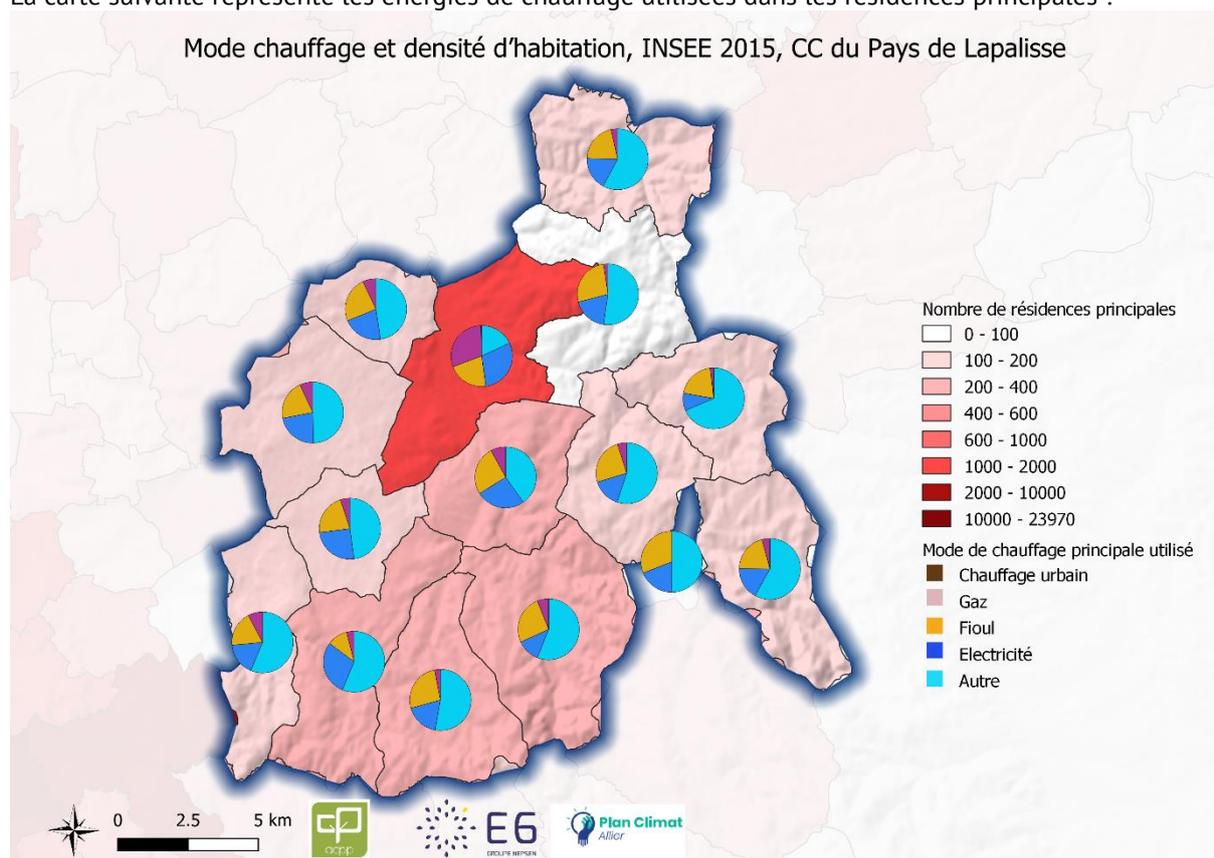


Figure 44 : Source de chauffage des résidences principales, 2015, Source : données INSEE traitement E6

On peut observer que, à Lapalisse, seule commune alimentée par le réseau de gaz, cette source est la principale utilisée.

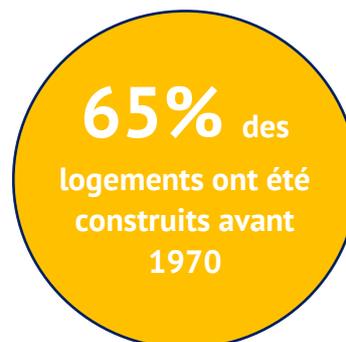
22% des ménages du territoire se chauffent au fioul, ceci constitue un enjeu important car cette énergie est la plus vulnérable à la hausse éventuelle des prix du pétrole. Enfin, 40% des résidences principales sont chauffées avec une autre énergie que celles listée ci-dessus, majoritairement du bois.

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 : 65% 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
1251	647	516	796	297	226
34%	17%	14%	21%	8%	6%

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



5.1.2.1. L'industrie et le traitement des déchets

Consommations du secteur :

Le secteur industriel a consommé en 2015 30 GWh, soit 10% du bilan énergétique.

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

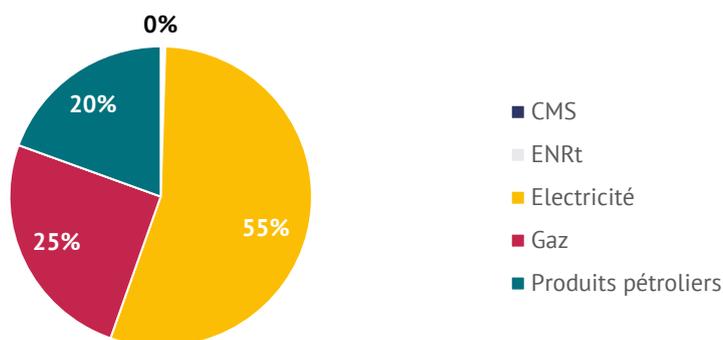


Figure 45 : Répartition des consommations du secteur industriel, 2015, Source : OREGES

Ceci est lié notamment à la présence de sites tels que l'abattoir Tradival ou l'huilerie de Lapalisse.

5.1.2.2. L'agriculture

Consommations du secteur :

Le secteur agricole est à l'origine d'une consommation de 19 GWh, soit 7% de la consommation territoriale totale :

Répartition de consommations du secteur agricole, 2015, OREGES

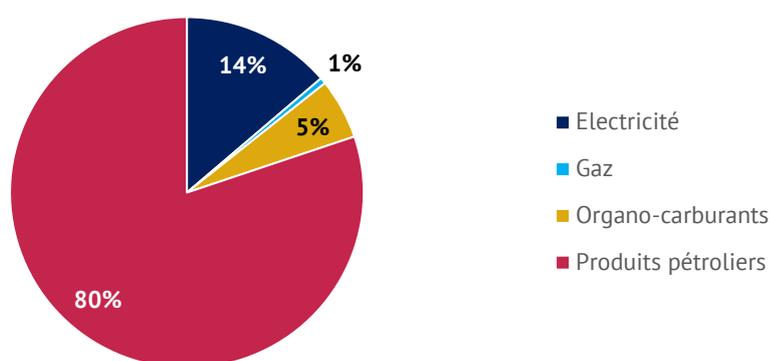


Figure 46 : Répartition des consommations du secteur agricole, OREGES, 2015

Ces consommations sont réparties de la manière suivante :

Consommation d'énergie par usage, OREGES, 2015

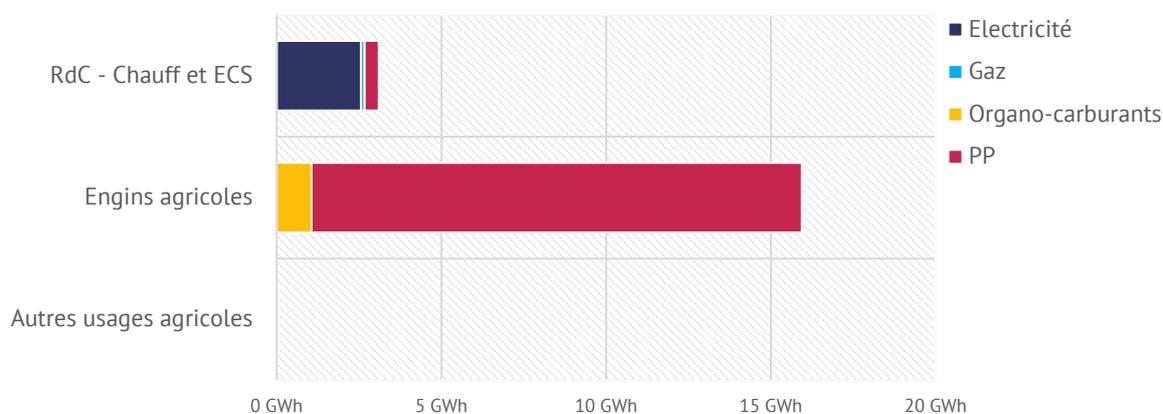


Figure 47 : Répartition des consommations d'énergie par usage, 2015, OREGES

La majorité des consommations du secteur est associée aux carburants utilisés dans les engins agricoles (83%).

5.1.2.3. Le secteur tertiaire

Consommations du secteur :

La consommation du secteur (14 GWh en 2015, 5%) est répartie de la manière suivantes : 3 GWh de fioul, 4 GWh de gaz et 7 GWh d'électricité.

Répartition des consommations du secteur tertiaire, 2015, OREGES

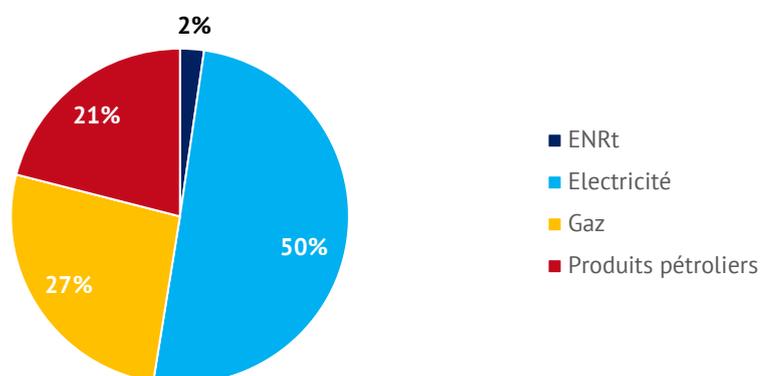


Figure 48 : Répartition des consommations du secteur industriel, 2015, Source : OREGES

Ces consommations sont réparties entre les usages suivants :

Consommation d'énergie par usage, OREGES, 2015

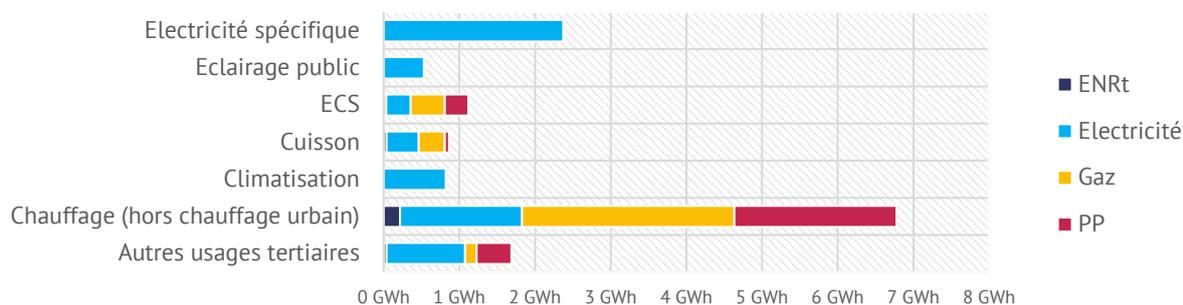


Figure 49 : Répartition des consommations du secteur tertiaire par usage, 2015, OREGES

Près de 60% des consommations d'énergie du secteur sont réalisées pour assurer les besoins en chaleur (production d'eau chaude sanitaire et chauffage).

5.1.3. 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 majoritaire 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 la CC du Pays de Lapalisse ;
- Deux sites industriels présents sur le territoire qu'il sera bon d'impliquer dans 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.

5.2. 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 de communes du Pays de Lapalisse.

5.2.1. 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)

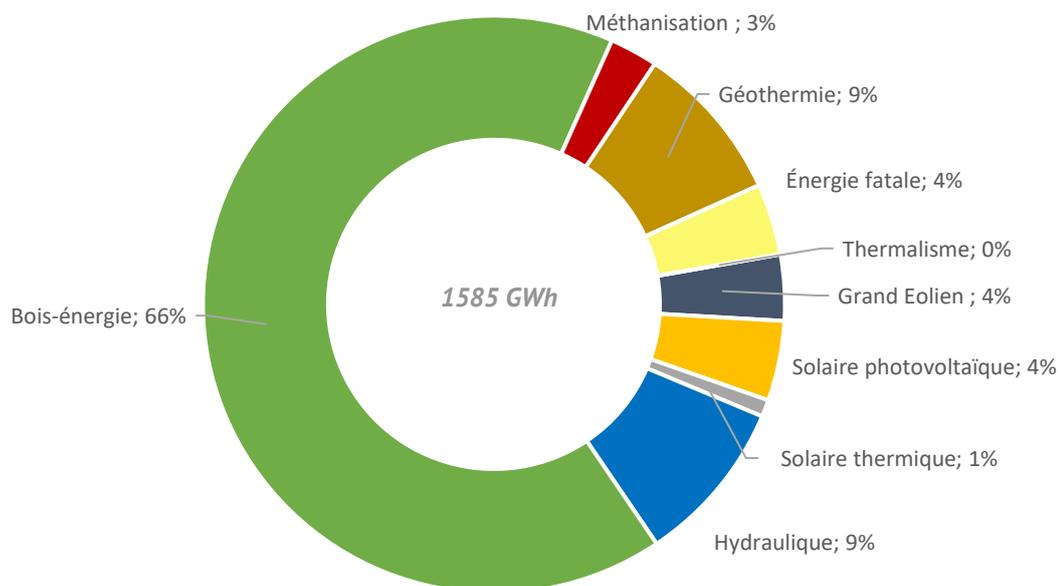


Figure 50 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par filière. Source : OREGES, E6.

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 convertie 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)

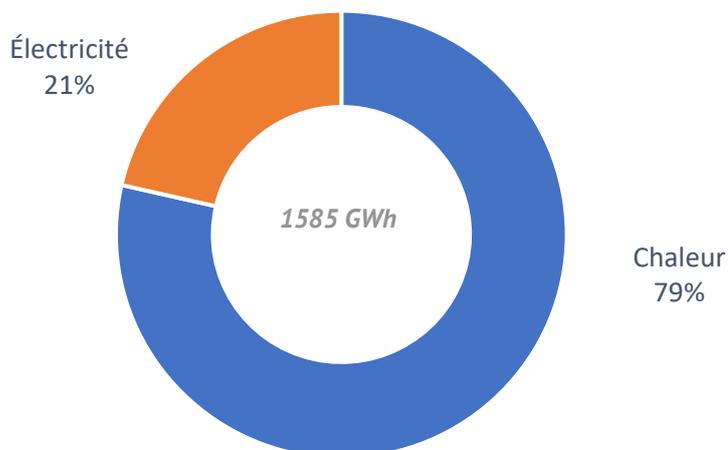


Figure 51 : Répartition de la production départementale 2015 d'énergie renouvelable par secteur. Source : OREGES, E6.

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).

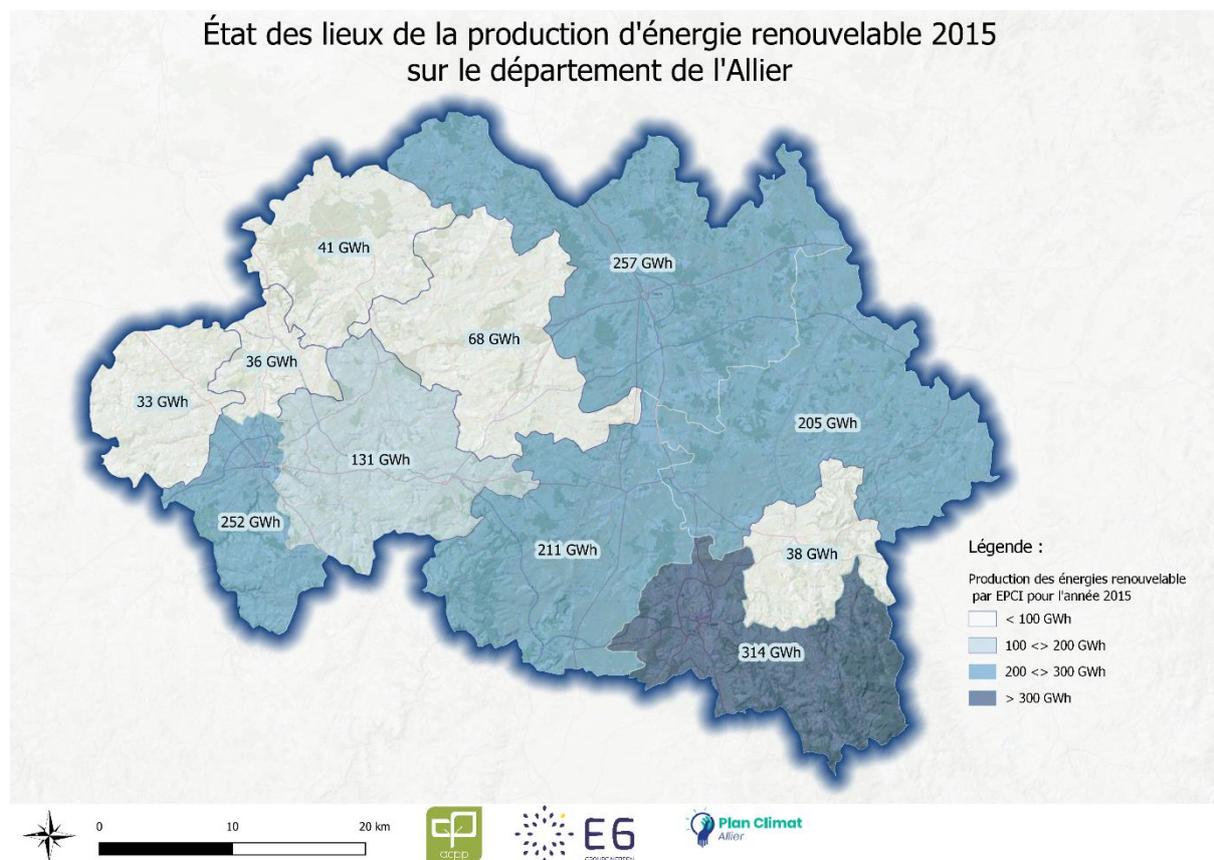


Figure 52 : Cartographie de la production totale de 2015 en énergie renouvelable pour chacun des EPCI. Source : OREGES, E6.

En effet, ce sont sur ces territoires que se trouvent les principales installations de production d'énergie renouvelable en 2015. Les 3 parcs éoliens, 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.

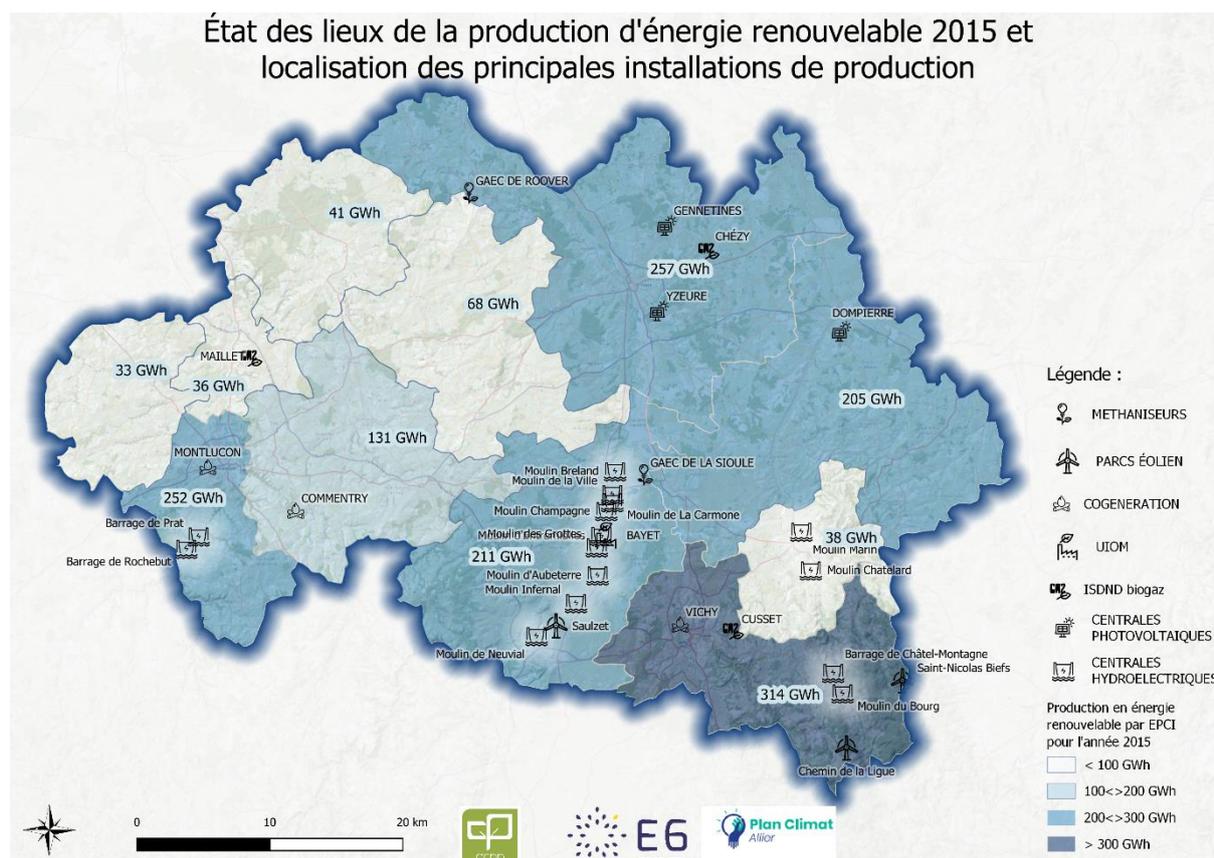


Figure 53 : Localisation des principales installations de production d'énergie sur le département en 2015. Source : DDT, SDE03.

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

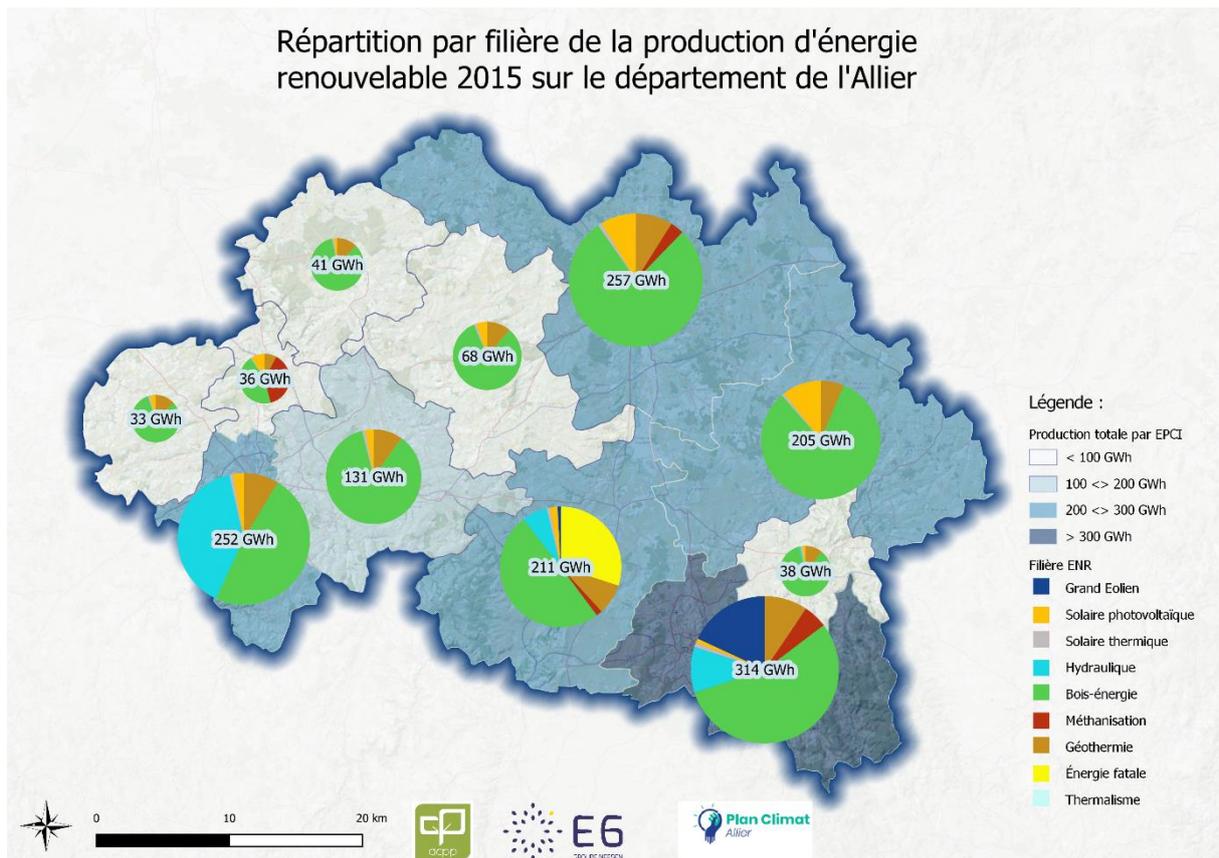


Figure 54 : Répartition de la production par filière ENR pour chacun des EPCI de l'Allier. Source : OREGES, E6.

5.2.2. Production d'énergie renouvelable à l'échelle du Pays de Lapalisse

Concernant le territoire de la CCPL, plusieurs ressources sont mobilisées permettant ainsi une production locale, de chaleur et d'électricité d'origine renouvelable. Le territoire a ainsi produit, en 2015, **38 GWh d'énergie**, principalement sous forme de chaleur (97% de la production) via le bois-énergie, la géothermie et dans une moindre mesure le solaire thermique. L'électricité, via le solaire photovoltaïque et l'hydraulique est plus marginale, avec 3% de la production.

Production par filière en 2015 (GWh) sur le Pays de Lapalisse

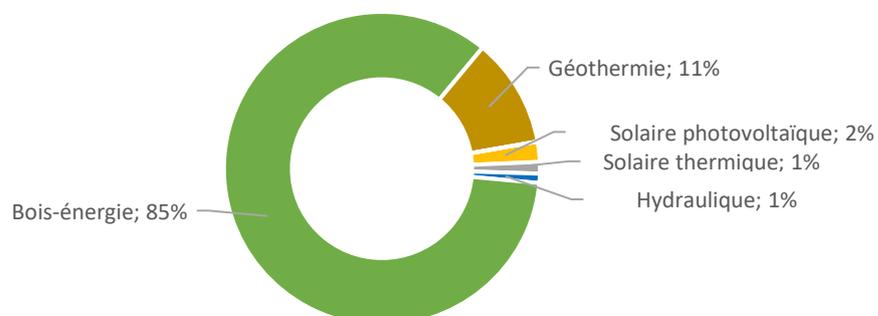


Figure 55 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur le Pays de Lapalisse en 2015, Source : OREGES.

Production par vecteur en 2015 (GWh) sur le Pays de Lapalisse

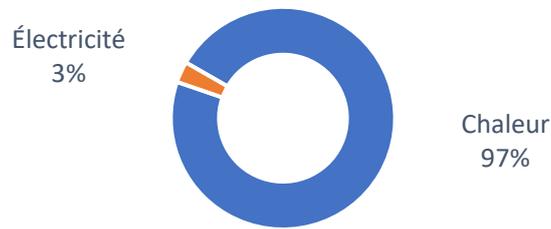


Figure 56 : Répartition par vecteur de l'énergie renouvelable produite sur le Pays de Lapalisse en 2015, Source : OREGES.

La première source de production d'énergie du territoire est le bois énergie (85%). Il est utilisé principalement dans les résidences du territoire mais également pour alimenter les chaudières des entreprises et collectivités. Il existe 1 chaufferie bois (*source SDE03*) sur le territoire de Lapalisse (chaufferie bois municipale de Lapalisse). On retrouve ensuite l'hydraulique par l'intermédiaire des 2 microcentrales présentes sur le territoire (Moulin Marin et Moulin Chatelard). 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). Ces installations de production d'énergie renouvelable emblématiques du territoire sont cartographiées ci-dessous.

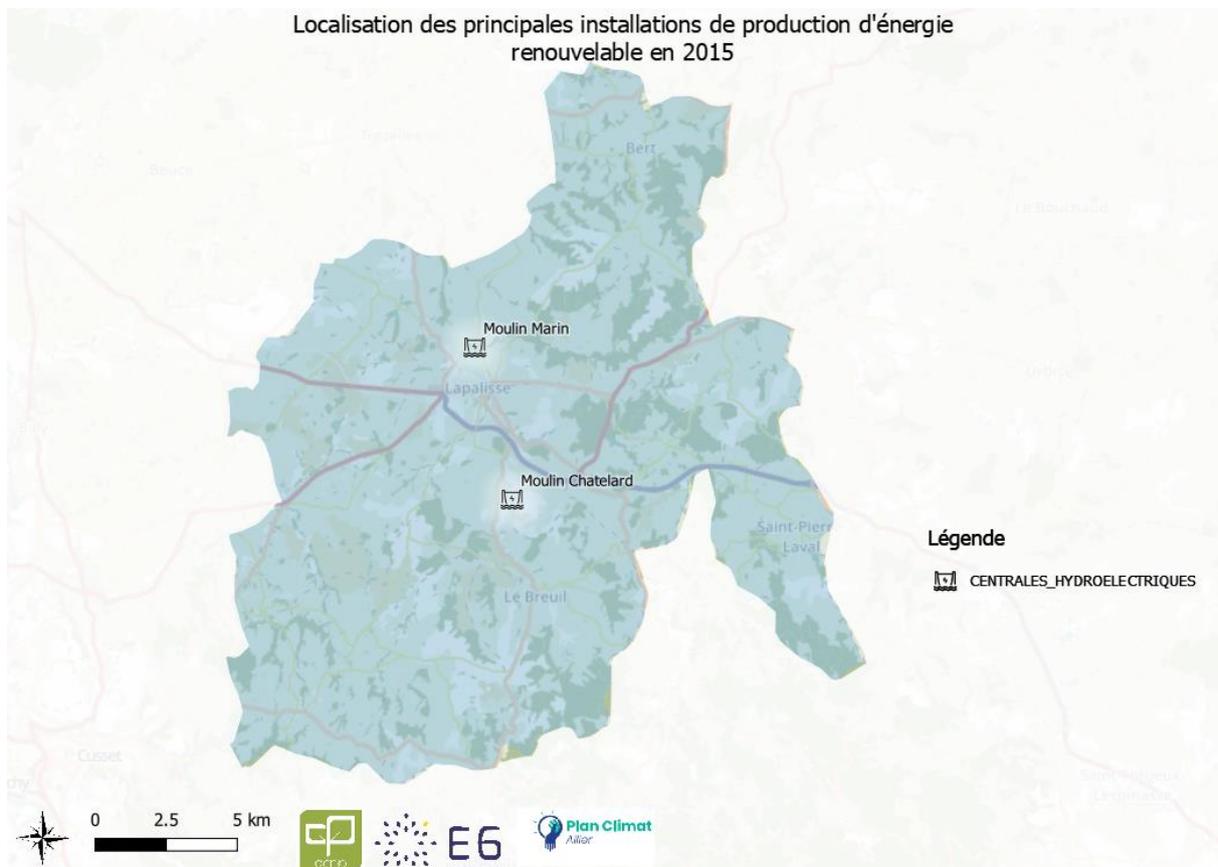


Figure 57: Localisation des installations de production d'énergie d'origine renouvelable du territoire en 2015 (source DDT, SDE03, E6)

Les installations diffuses et de faibles puissances ne sont volontairement pas représentées ici.

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 :

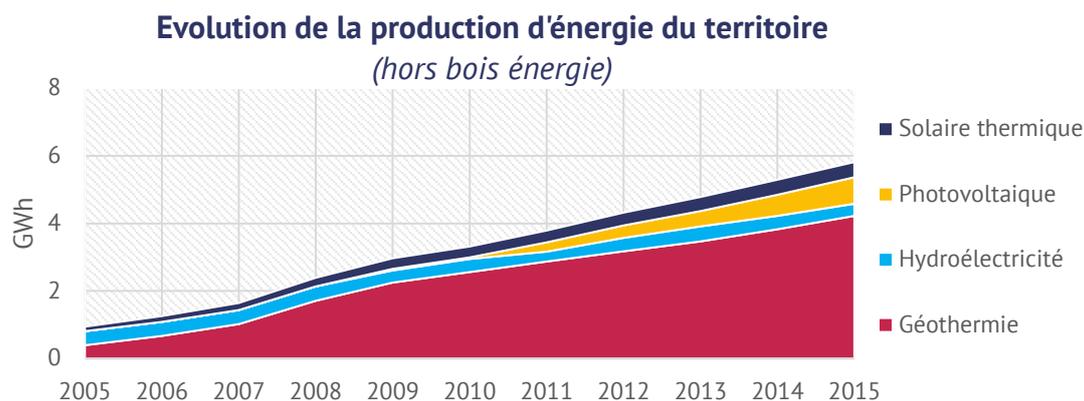


Figure 58 : Evolution de la production d'énergies renouvelables locales (hors bois énergie), OREGES, 2015

Les variations observées sur le graphique sont liées 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.

Microcentrales hydroélectriques du Moulin Marin et Moulin Chatelard

La ressource hydroélectrique du territoire provient de la rivière la Besbre. Deux microcentrales sont actuellement en fonctionnement au niveau du Moulin Chatelard (commune de Saint-Prix) et du Moulin Marin, situé à 2 km en aval de Lapalisse. La production cumulée de ces deux centrales atteint 0,36 GWh.

5.2.3. 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, si certaines installations sont mises en service entre 2015 et 2018, alors elles ne seraient pas prises en compte dans les résultats précédents. Aucune installation notable de production d'énergie renouvelable mise en service entre 2015 et 2018 n'est répertoriée.

5.2.4. Les projets en cours de développement

Plusieurs projets sont actuellement en développement sur le territoire du Pays de Lapalisse : un projet de centrale photovoltaïque au sol, deux projets éoliens. Tous ces projets sont cartographiés ci-dessous :

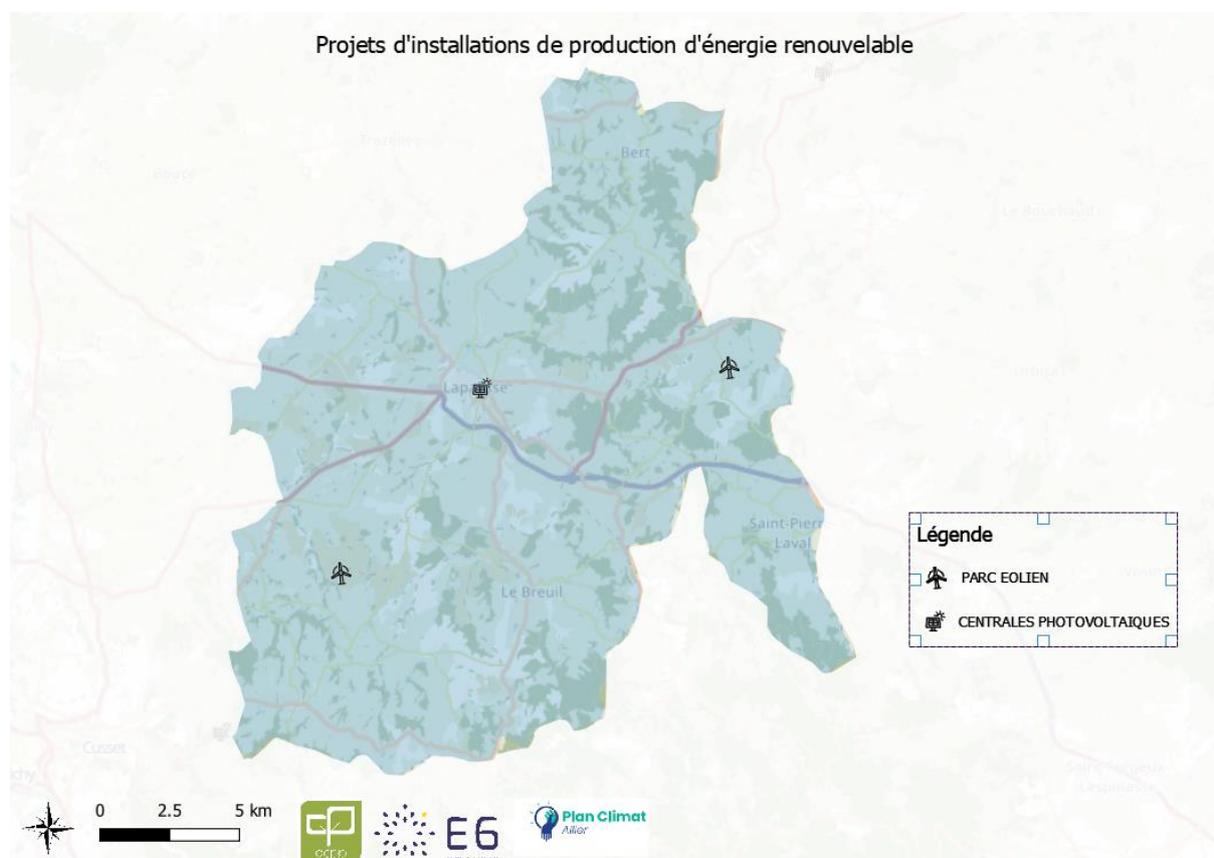


Figure 59 : Localisation des projets d'installations de production d'énergie d'origine renouvelable sur le territoire (source DDT, SDE03, E6)

Développement photovoltaïque

Un projet d'aménagement de deux parkings existants avec des ombrières photovoltaïques rectangulaires produisant de l'énergie réinjectée en totalité sur le réseau, situés à Lapalisse au sein de l'Aire des Vérités est en cours de développement. Le premier parking accueille des poids lourds, le second des véhicules légers.

Les ombrières de parking produiront de l'électricité d'origine photovoltaïque, qui sera injectée sur le réseau. Par ailleurs, les ombrières apporteront de l'ombrage aux véhicules, sur un foncier fortement anthropisé. Les aires de parkings sont adaptées à l'implantation d'ombrières, qui sont dimensionnées pour éviter de gêner la circulation sur le site.

La puissance du projet sera d'environ 3 895 kWc, la production théorique sera de 4 401 MWh/an soit l'équivalent de la consommation électrique (hors chauffage) de 3 749 personnes, et d'économiser l'émission de 1 470 tonnes de CO₂.

Développement éolien

Deux parcs éoliens sont en projet sur la communauté de communes du Pays de Lapalisse.

Un parc de 3 éoliennes est prévu à Andelaroche. Le projet est autorisé mais le parc n'est pas construit. Les 3 générateurs feront chacun 3,6 MW, avec un rotor de 60 m. La production énergétique estimée est de 20,3 GWh. Un parc de 4 éoliennes est en cours d'instruction sur la commune de Billezois et Saint - Christophe. Un mât de mesure est installé. La production estimée serait de 22,6 GWh.

Développement de la méthanisation

Le GAEC Vernay porte un projet avec la société Bio4gas, pour l'installation d'une unité de méthanisation en cogénération sur la commune d'Isserpent. Les objectifs sont de valoriser les effluents de l'élevage, produire de l'électricité revendue sur le réseau et produire de la chaleur pour faire du séchage de plaquettes de bois ou de fourrage. Le plan de financement reste à boucler. La production énergétique est estimée à 2,1 GWh.

5.2.5. 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.

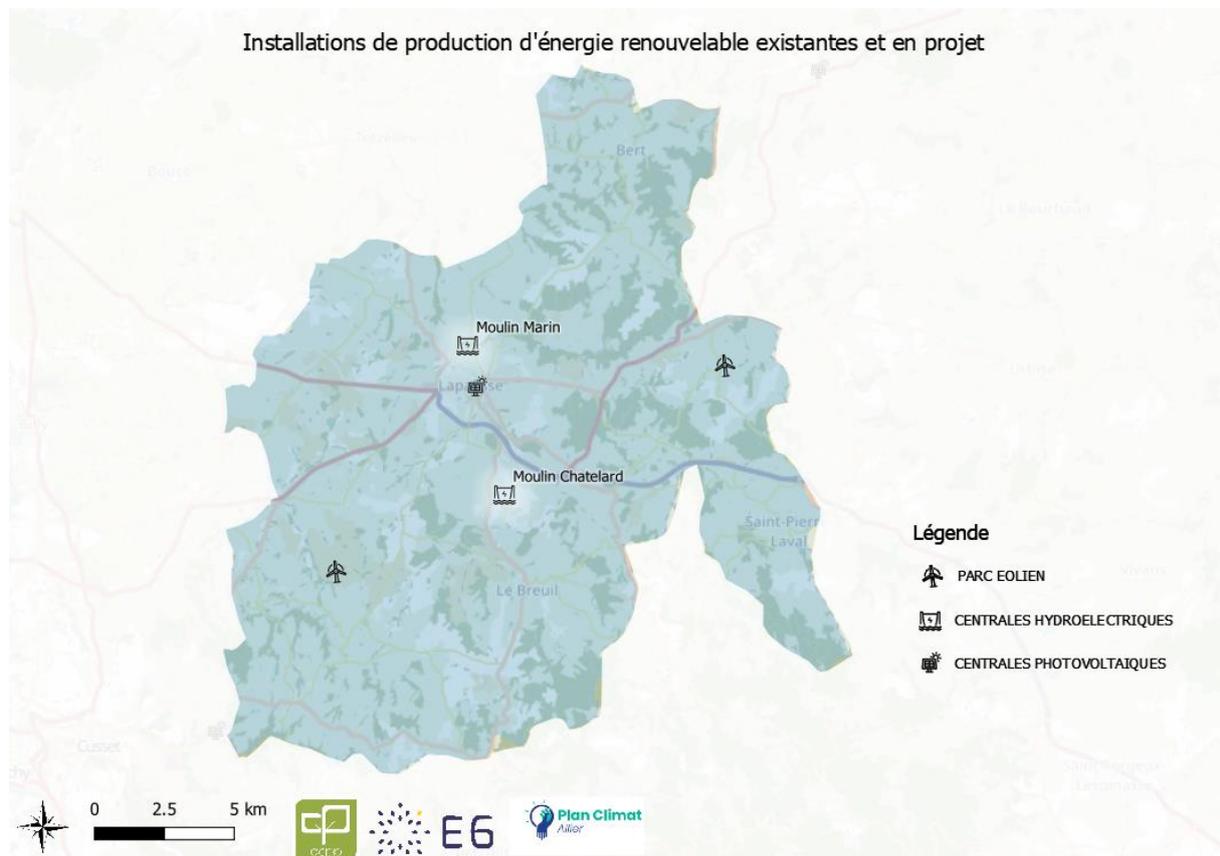


Figure 60 Implantations de production ENR existantes en 2018 et nouvelles implantations prévues. Source : DDT, SDE03, E6

L'évolution prévue de la production d'énergie renouvelable sur le territoire du Pays de Lapalisse est en nette augmentation, en passant de 38 GWh en 2015 à 86 GWh. Elle s'appuie essentiellement sur la filière éolienne. Le graphique ci-dessous présente la tendance des prochaines années si tous les projets d'installations détaillés ci-dessus voient le jour.

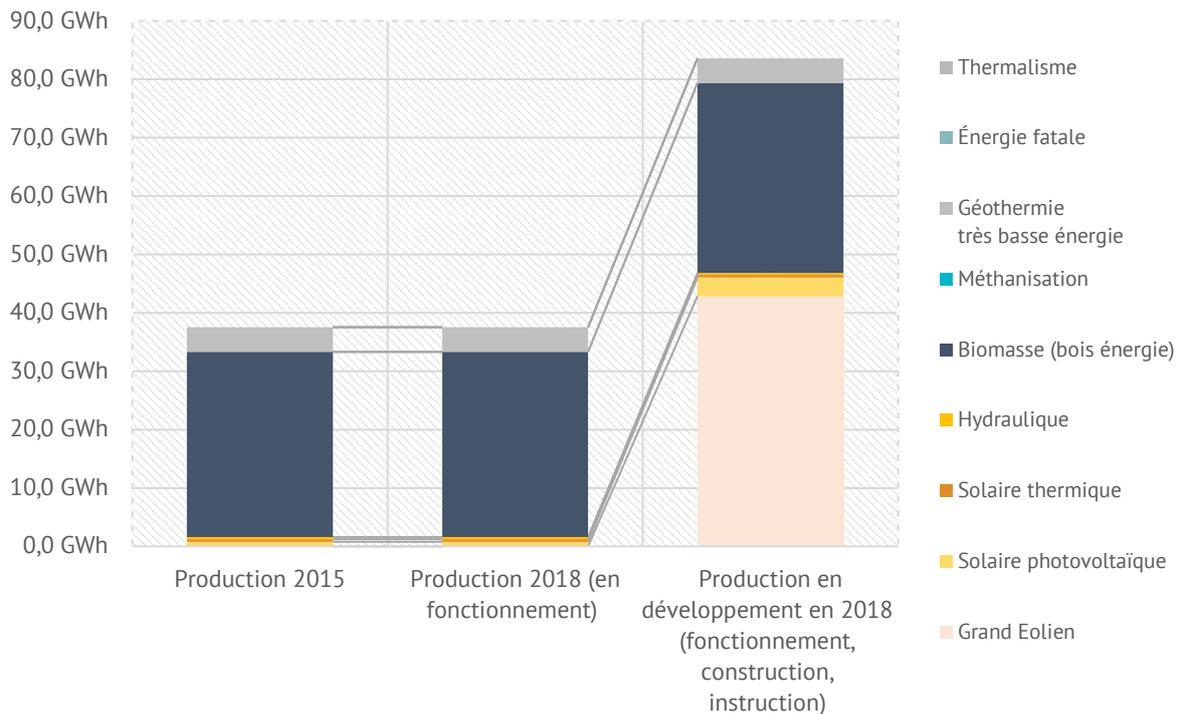


Figure 61 : Évolution de la production en tenant compte des nouveaux projets (mis en service récemment ou en instruction).
Source : OREGES, DDT, E6

5.2.6. 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 163 GWh et en a produit 38 de source renouvelable et locale, **soit l'équivalent de 13% de sa consommation**. La production a couvert l'équivalent de 46% de la chaleur consommée et 2% de l'électricité consommée. Le territoire ne produit aucun carburant.

Autonomie énergétique du territoire, 2015

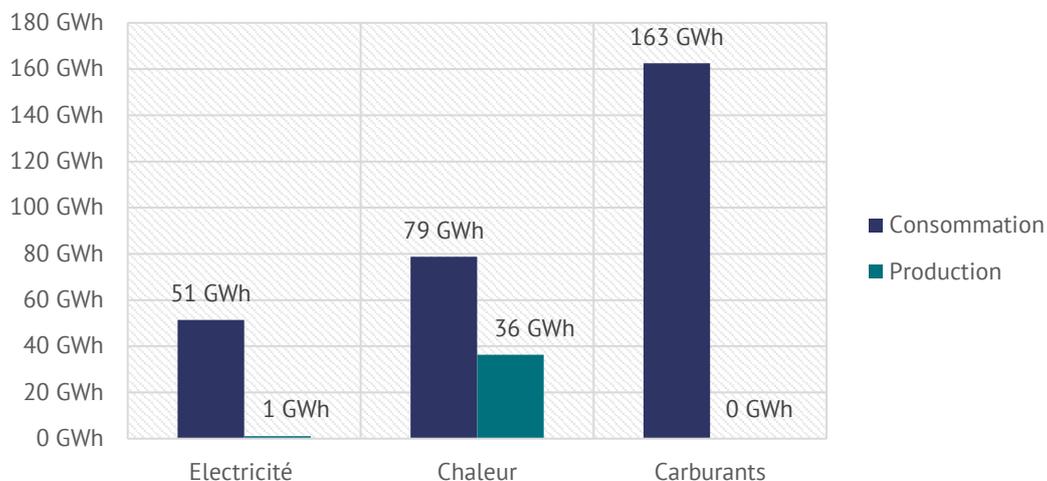


Figure 62 : Autonomie énergétique du territoire, Source : OREGES traitement E6 - 2015

5.3. POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES DU TERRITOIRE



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. »

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

5.3.1. 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 agricole : en effet 80% de la surface totale est à destination de l'agriculture (cultures + prairies). Les massifs forestiers couvrent quant à eux 17% de la surface du territoire, et sont essentiellement composés de massifs de feuillus. Les surfaces artificialisées représentent quant à elles environ 3% 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.

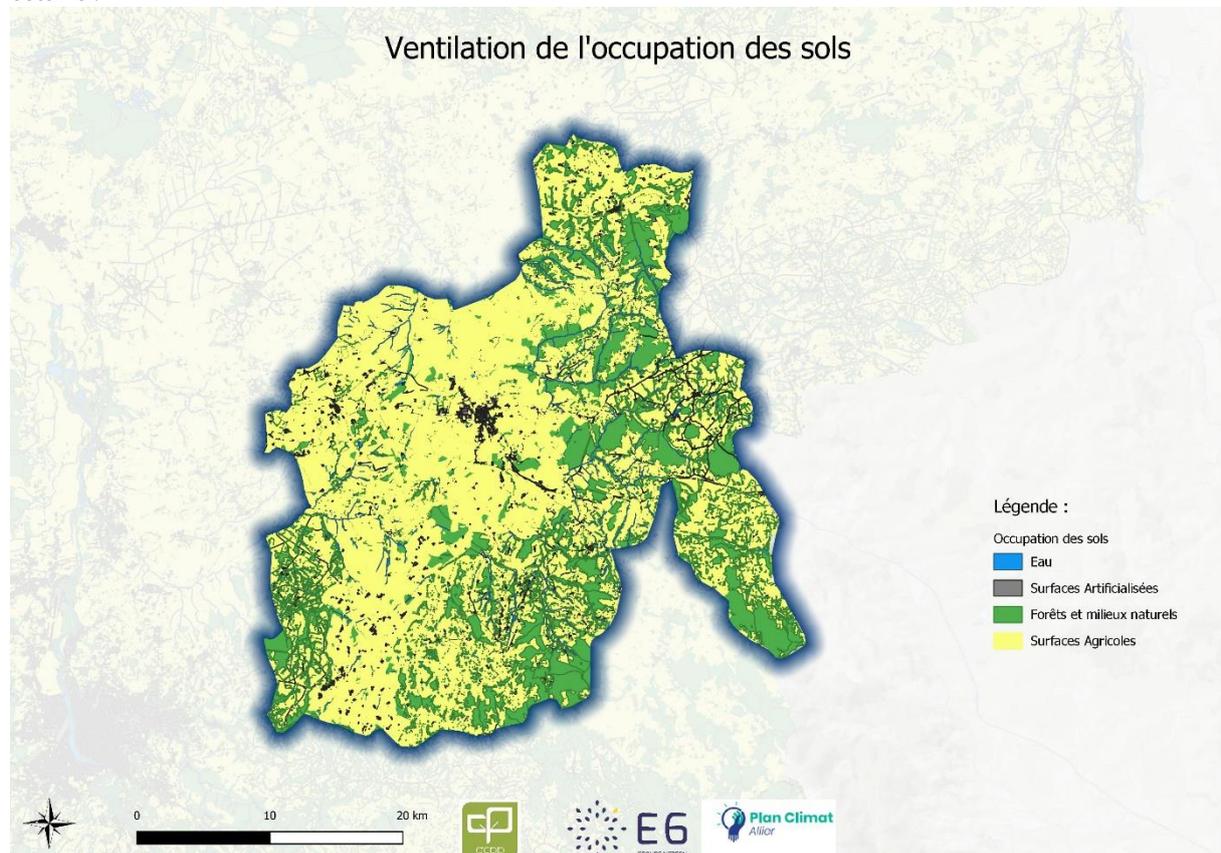


Figure 63: Occupation des sols (base OSCOM)

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.

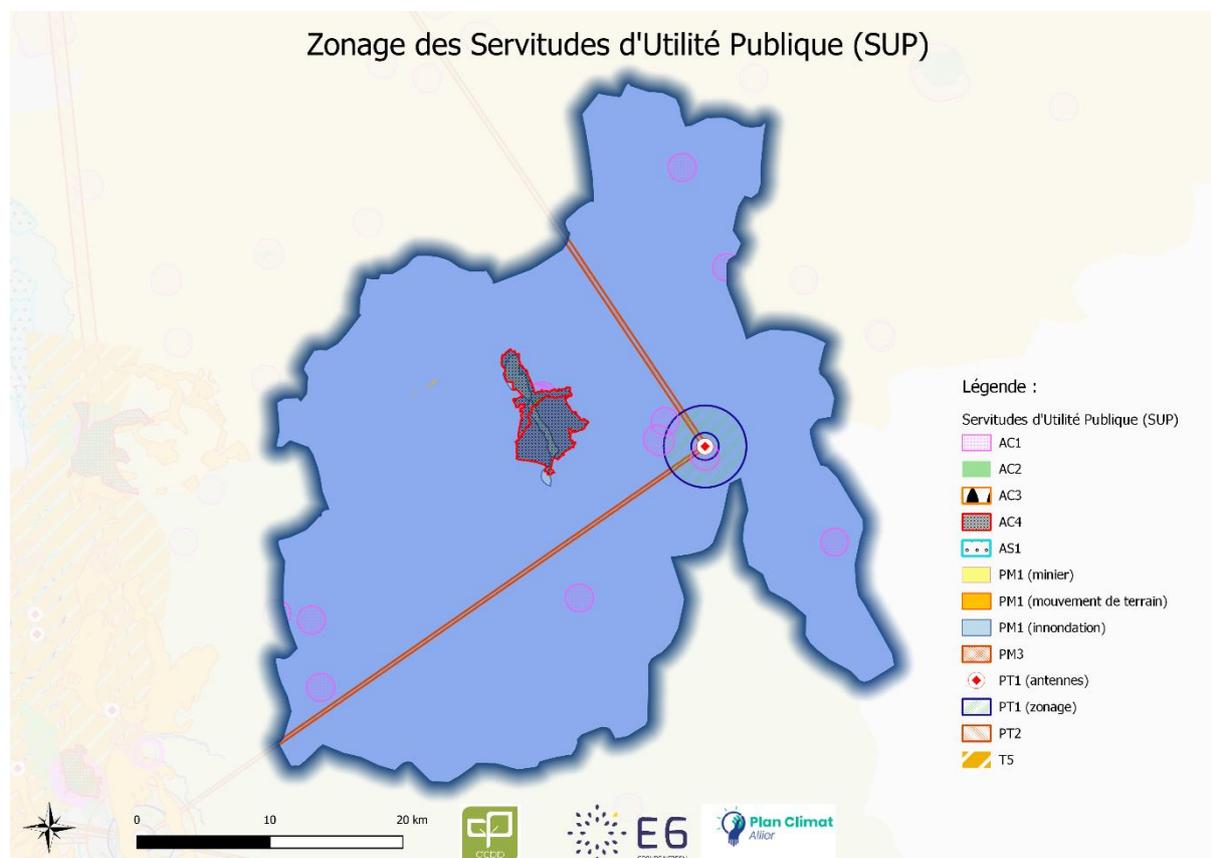


Figure 64: Cartographie des servitudes d'utilité publique appliquées au territoire (source DDT, E6)

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

Nom de la servitude	Objet	Impact sur le développement des EnR
AC1	Servitude de protection des monuments historiques	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le solaire PV et éolien)
AC2	Servitudes de protection des sites et monuments naturels	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le solaire PV et éolien)
AC3	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)
AC4	Zone de servitude de protection du patrimoine architectural et urbain	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le solaire PV et éolien)
AS1	Servitudes relatives à la protection des eaux potables et eaux minérales	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR (marquées sur le potentiel géothermie)

PM1	Plan de prévention des risques naturels prévisibles ou miniers	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR
PM3	Plan de prévention des risques technologiques	Contraintes sur l'ensemble des potentiels EnR
PT1	<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
PT2	Servitude de protection des centres radioélectriques d'émission et de réception contre les obstacles	Contraintes sur le potentiel éolien
T5	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.

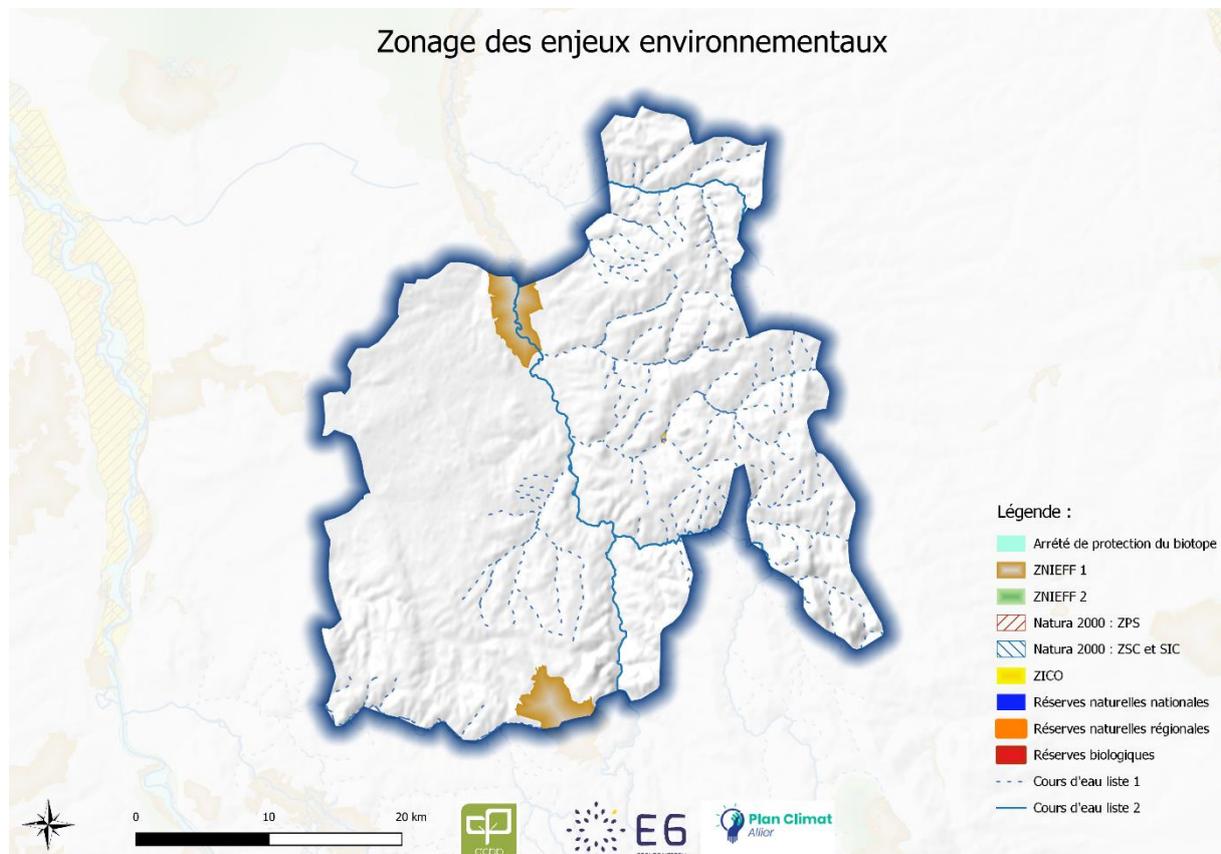


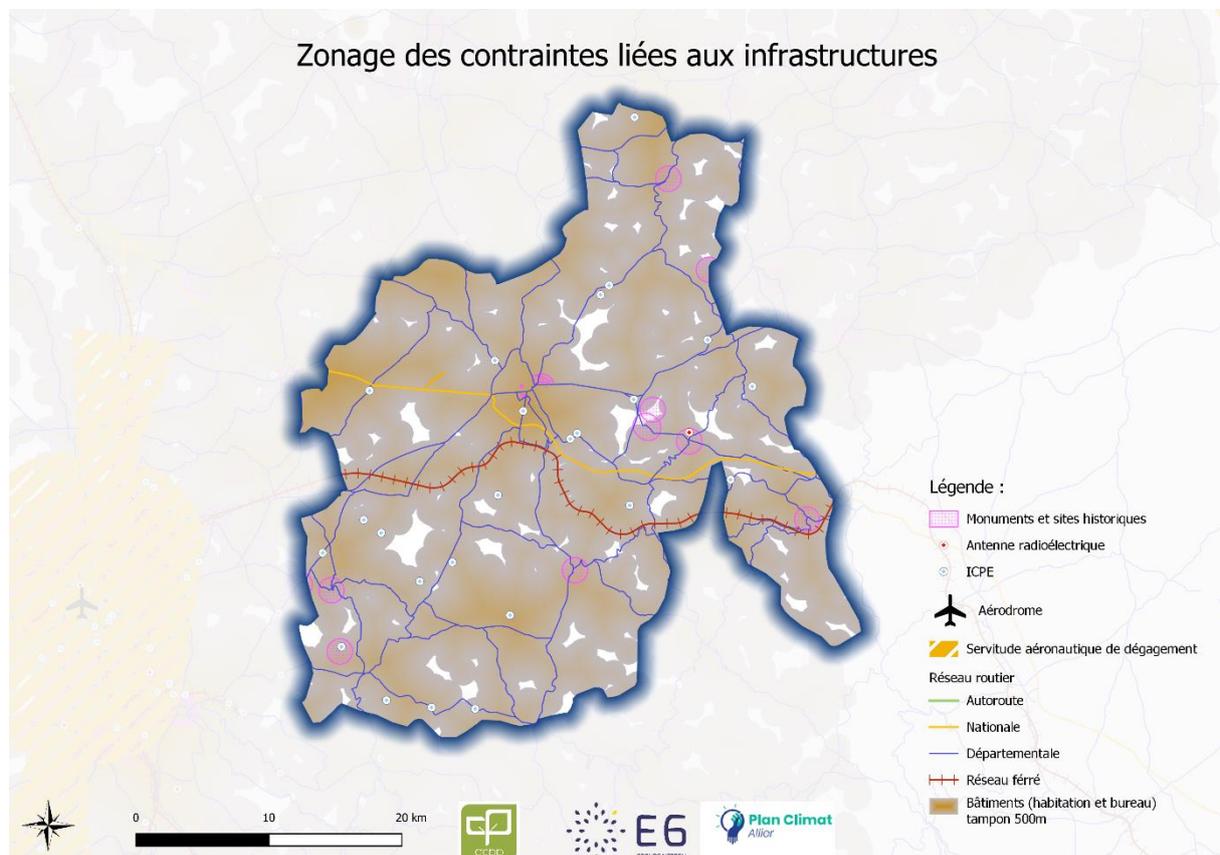
Figure 65 : Cartographie des zonages environnementaux appliqués au territoire (Source : INPN)

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
Monuments et sites historiques classés	Exclusion 500 m	Vigilance 500m
Bâtiment d'habitation et de bureaux	Exclusion 500 m	Pas de contrainte
Réseau routier, ferré et électrique	Exclusion 200 m	Pas de contrainte
Réseau de télécommunication (antennes relais)	Exclusion 500 m	Pas de contrainte
ICPE	Exclusion 300 m	Pas de contrainte
Aérodrome	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 :



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 vienne 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 https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique	Début 2019 selon les zones
Cours d'eau et plans d'eau du territoire	BD TOPO © Hydrographie de l'IGN	2019
Servitudes d'Utilité Publique	Servitudes d'Utilité Publiques transmises par le SDE03 et la DDT	2019
Bâti	Base de données 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 (-0,40% d'évolution démographique annuelle).

5.3.2. Synthèse des résultats

5.3.2.1. Potentiel de Développement Mobilisable

Le potentiel mobilisable de développement en énergies renouvelables du territoire du Pays de Lapalisse 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	54,4
Solaire thermique	4,2
Biomasse - Bois Energie*	18,6
<small>* cette valeur représente le productible atteignable en 2050</small>	
Biomasse – Bois Energie	30
<small>* cette valeur représente la ressource mobilisable en 2050</small>	
Méthanisation - Biogaz	33,7
Géothermie et aérothermie	16,6
Hydroélectrique	0,2
Energies de Récupération – Énergie fatale	2,8
Thermalisme	-
TOTAL	130,5

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 les grands leviers de développement sont constitués par l'énergie solaire photovoltaïque et la méthanisation. Le potentiel de développement du grand éolien terrestre est nul sur le territoire.

Potentiel de développement des énergies renouvelables

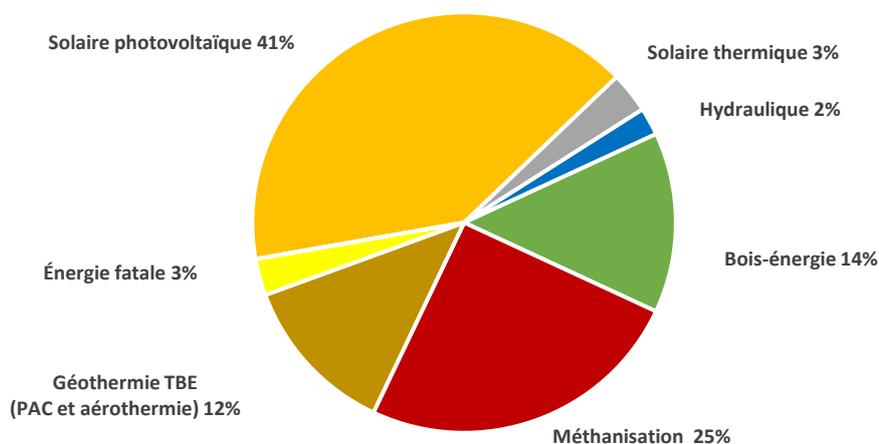


Figure 67: Répartition des potentiels de développement mobilisables des EnR (source E6)

Les filières du solaire photovoltaïques et de la méthanisation sont actuellement peu ou pas exploitée. Les potentiels de développement restants sont donc, 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 ainsi que la consolidation du développement de la filière bois biomasse, sont également intéressants.

5.3.2.2. Productible en Energies Renouvelables à horizon 2050

La production en énergies renouvelables estimée atteignable à horizon 2050 pour le territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse est présenté ci-dessous.

Filière	Productible en Energies Renouvelables en GWh
Grand Eolien	43
Solaire photovoltaïque	58
Solaire thermique	5
Biomasse - Bois Energie - Production	18
Biomasse - Bois Energie – Ressource Mobilisable	30
Méthanisation - Biogaz	36
Géothermie et aérothermie	21
Hydroélectrique	1
Energies de Récupération	3
Thermalisme	-
TOTAL	185

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

Analyse du productible atteignable à horizon 2050

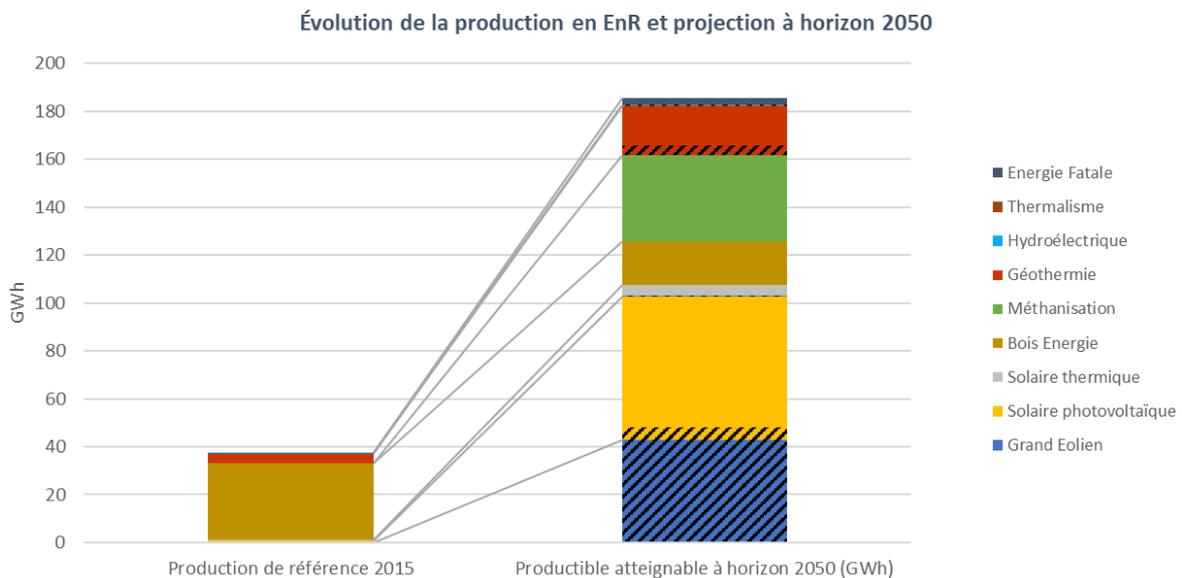


Figure 68: Potentiel en énergie renouvelable à horizon 2050. La partie hachurée représente la part du productible atteignable qui est déjà couverte par les projets ENR en fonctionnement et en développement (construction et instruction). La partie non hachurée représente donc ce qu'il reste à développer. (Source E6).

Le développement des potentiels mobilisables sur le territoire représente à horizon 2050 une production d'environ 187 GWh et correspond à une multiplication par 5 de la production actuelle. Dans cette configuration, les principaux contributeurs sont la filière solaire (photovoltaïque et thermique) qui représente environ 62 GWh, la filière éolienne qui représente 43 GWh, et la filière méthanisation qui contribue pour 36 GWh au productible estimé.

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).

Structure du productible en énergie renouvelable à horizon 2050

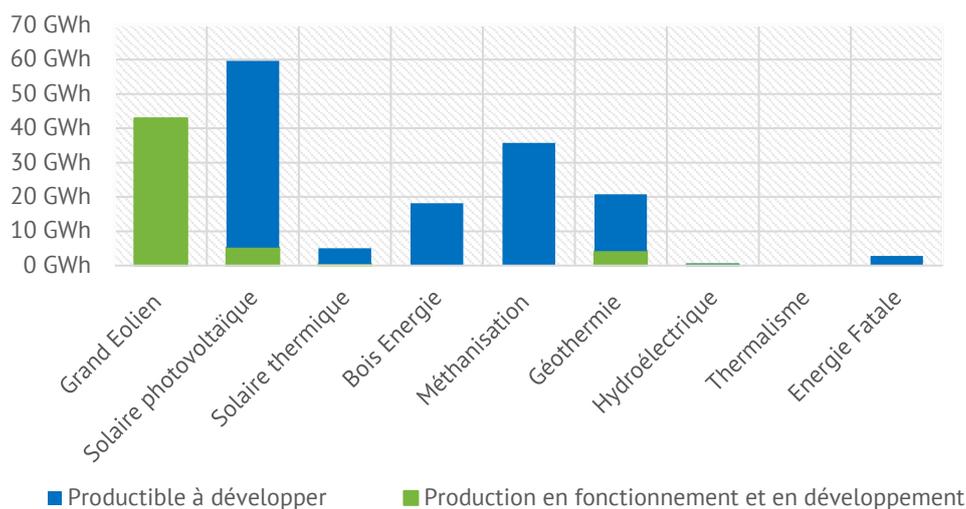


Figure 69: Structure du productible en énergie renouvelable atteignable à horizon 2050

5.3.2.3. 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 64% des consommations actuelles du territoire contre 13% actuellement.

Cela signifie que même en exploitant la totalité du potentiel de développement en énergie renouvelable, le territoire du Pays de Lapalisse 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 de parvenir à une production 1,3 fois supérieure à la consommation. L'autonomie énergétique est atteignable lorsque les deux droites ci-dessous se croisent. Une telle trajectoire inscrirait le Pays de Lapalisse dans une démarche TEPOS (Territoire à Energie Positive).

Évolution de la consommation et de la production pour tendre vers une trajectoire TEPOS

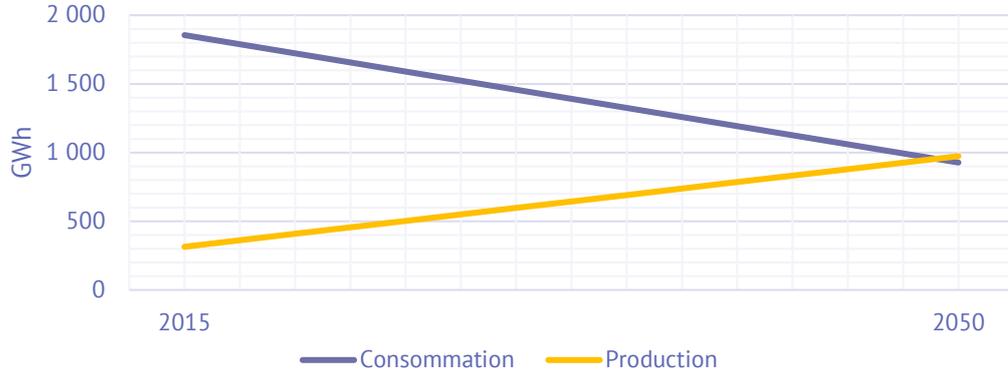


Figure 70 : Évolution des consommations entre l'état actuel 2015 et un objectif de -50% en 2050 ; Évolution de la production ENR entre l'état actuel 2015 et le développement de l'intégralité du potentiel en 2050. Source : E6

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

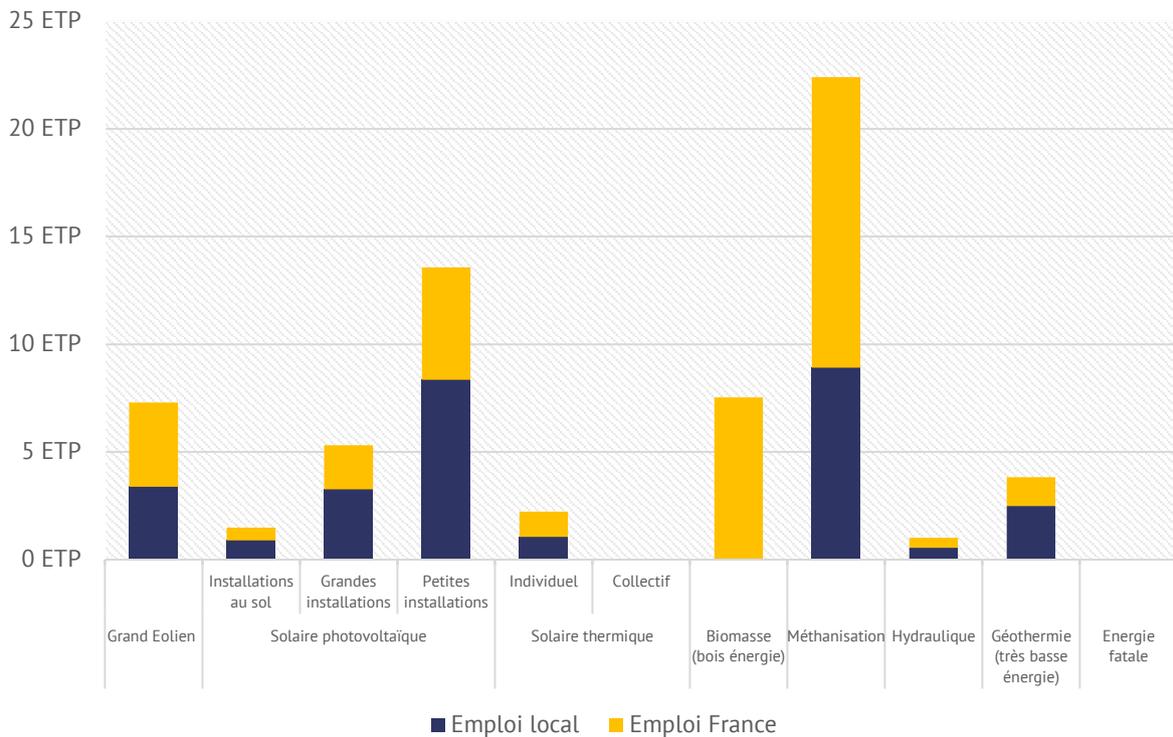


Figure 71: Estimation des ETP créés par le développement des filières EnR du territoire (source ADEME, E6)

Il est ainsi estimé que le développement des potentiels en énergie renouvelable sur le territoire pourrait représenter 65 ETP dont 29 ETP sur le territoire.

5.3.3. 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 du SPR (Site Patrimonial Remarquable) (pas d'exclusion mais 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.

5.3.3.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

Le département de l'Allier bénéficie d'un ensoleillement annuel supérieur à 1200 kWh/m² et plus de 1900 heures d'ensoleillement annuel.

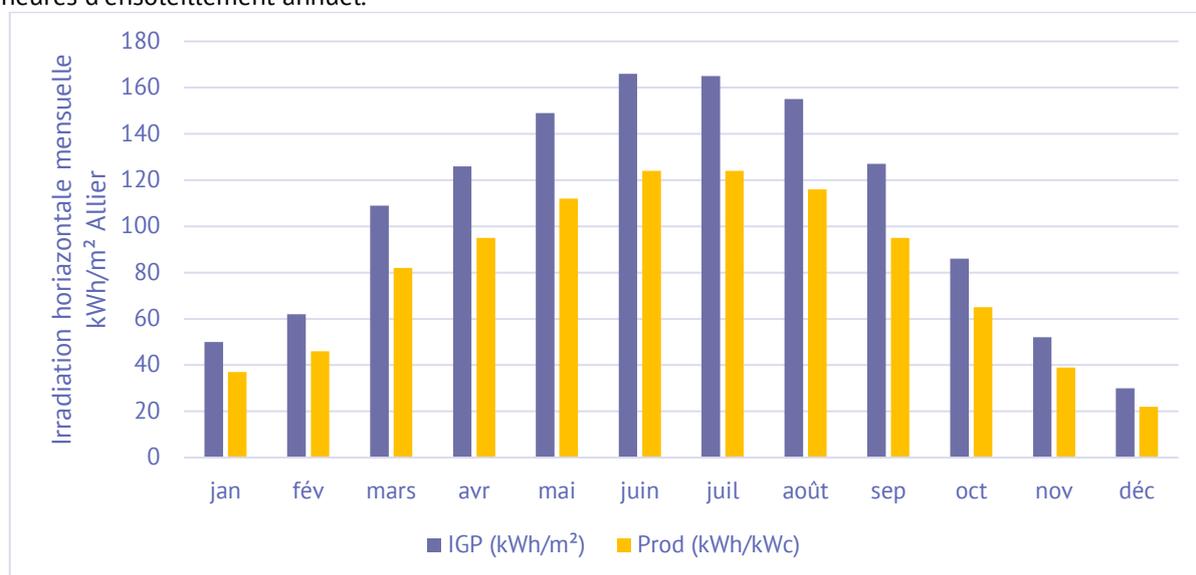


Figure 72: Irradiation horizontale mensuelle et productivité en Allier (Source Calsol)

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

5.3.3.2. Méthodologie du diagnostic

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 ² à 400m ²	Logement individuel
De 400m ² à 1000m ²	Logement collectif
Supérieure à 1000m ²	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 5000m²)

- 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 ² ¹⁰	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, SPR, Zones de protection naturelles (Znieff Type 1 et 2, Natura 2000)				

Tableau 9 contraintes prises en compte pour le solaire photovoltaïque

¹⁰ <https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/potentiel-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 ²)	PUISSANCE (MWc)	PRODUCTIBLE (GWh)
HABITAT INDIVIDUEL	218 000	30.5	29.2
HABITAT COLLECTIF	94 000	9.4	9
BATIMENTS TERTIAIRE, INDUSTRIE, AGRICOLE	117 000	11.7	11.2
TOTAL	429 000	53.5	51.3

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

Type	Surface PV mobilisable (Ha)	Puissance installée (MWc)	Productible (GWh)
DELAISSES (Carrières, décharges, sites BASOL)	4	1.83	1.8
PARKING	4-sites	4.5	3.9
TOTAL			5.7

Les contraintes relatives aux zones de protection des monuments historiques et SPR impactent le potentiel mobilisable d'environ 5%.

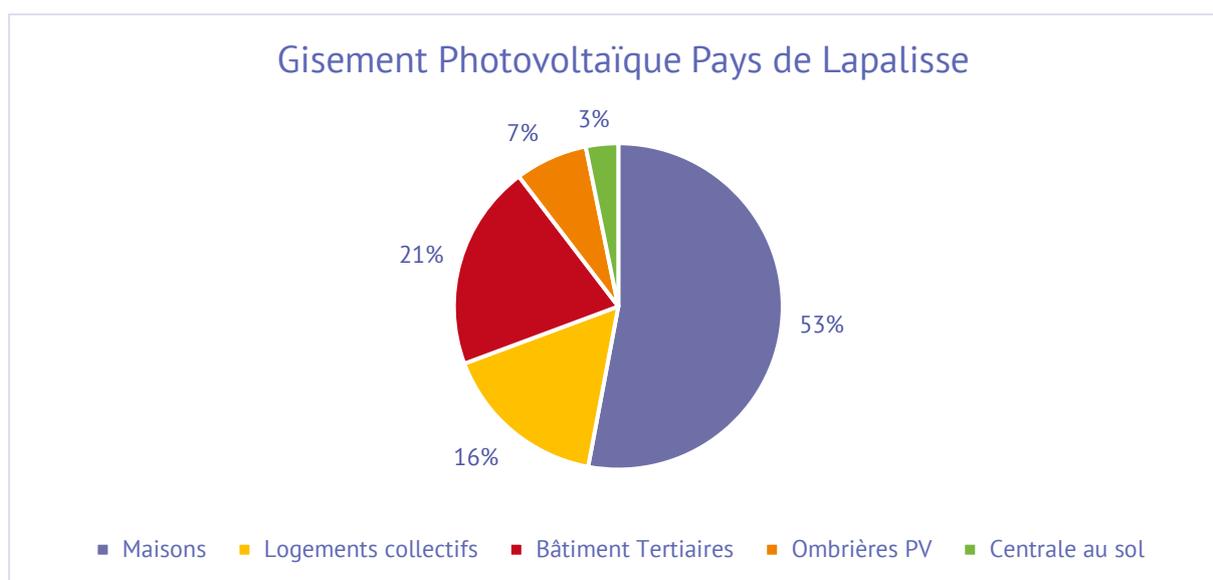


Figure 73: Répartition du gisement photovoltaïque

5.3.3.3. 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 autoconsommée 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	38.3	23%	8.8

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%

5.3.3.4. Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque

Le potentiel de production d'énergie solaire photovoltaïque représente 57.6 GWh à horizon 2050 dont 0.8 GWh déjà produit sur le territoire en 2015 et 3.2 GWh estimés à horizon 2020 (en intégrant les projets en cours).

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	0.6		37.7	38.3
Photovoltaïque grande toitures tertiaires, agricoles et industrielles	0.2		11.	11.2
Centrales au sol et ombrières		2.4	5.7	8.1
Total	0.8	2.4	54.4	57.6

Concrètement, il s'agit des surfaces suivantes :

- 312 000 m² en toiture de bâtiments résidentiels intégrant les installations existantes (~8 180m²).
- 117 000 m² en toiture de bâtiments industriel, tertiaire et agricole, intégrant les installations existantes (~1600m²).
- 8 Ha de délaissés potentiellement mobilisables en centrales au sol (dont ombrières photovoltaïque sur parking) en supplément des installations existantes ou en projet (~4.6 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.

5.3.4. 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

5.3.4.1. 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/m².an.
- La productivité annuelle attendue d'une installation individuelle est de 503 kWh/m² 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 450 MWh de chaleur d'origine solaire thermique et comprend environ 855 m² de panneaux installés (estimation orcae). Ceci correspond à une filière thermique structurée de manière diffuse et principalement constitué d'installations en toiture résidentielle. Il n'existe pas à noter connaissance d'installation de chauffage ou froid solaire.

Méthodologie et potentiel

Le potentiel solaire thermique est estimé 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 ²	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	1.2	550	tout logement sauf chauffage au bois ou RCU
CESC neuf	logements	1,2	550	75% des logements collectifs neufs
Piscine	surface bassin	0,5	430	tout centre aquatique sauf bois
Hôtel/Hébergements Touristiques/Hospitalier et médico social	nb lits	0.25	550	Ensemble du patrimoine associé

Tableau 11 Hypothèses de mobilisation pour le solaire thermique

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

	Surface associée (m ²)	Potentiel mobilisable GWh
Maisons	8 656	3.9
Logements collectifs	172	0,1
Hôtel/résidences touristiques/médico-social	842	0,5
Piscine	400	0,2
TOTAL	10 069,1	4.7

Tableau 12 Potentiel Mobilisable pour le Solaire Thermique

Le potentiel de production de chaleur d'origine solaire thermique est estimé à environ 10 000 m² représentant une production de chaleur estimée à 4.7 GWh.

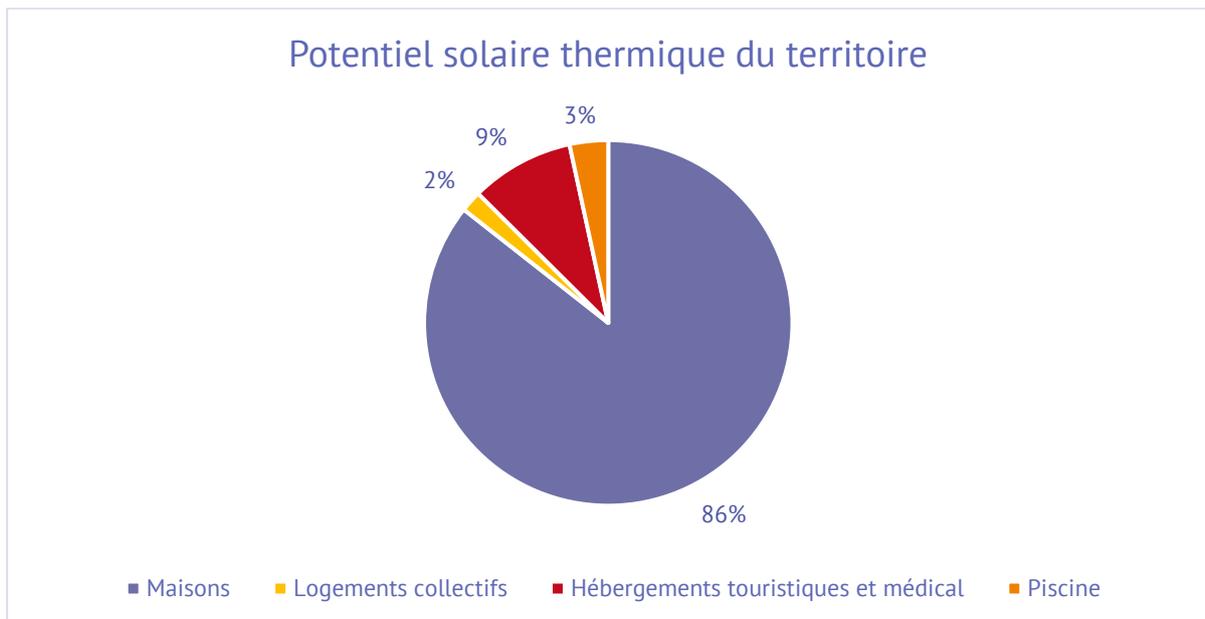


Figure 74: Potentiel solaire thermique du territoire

Zoom sur le chauffage solaire individuel et industriel

Les calculs de potentiel Solaire thermique présentés ici considèrent uniquement la production d'Eau Chaude Sanitaire. 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 10 000m² représentant un productible photovoltaïque déduit d'environ 958 MWh.

5.3.4.2. Synthèse du potentiel solaire thermique

Le potentiel de production d'énergie solaire thermique représente 4.2 GWh à horizon 2050 dont 0.4 GWh déjà produit sur le territoire en 2015.

Concrètement, il pourrait s'agir des surfaces suivantes :

- 8 800 m² en toiture de bâtiments résidentiels (dont 850m² existants).
- 800 m² en toiture de bâtiments touristiques, hôtels et bâtiment hospitaliers et médico sociaux.
- 400 m² sur les piscines du territoire.

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)
Solaire thermique (ECS)	0.4	0	4.3	4.7

5.3.5. 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

5.3.5.1. 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 34 GWh de chaleur via la biomasse répartis entre les usages résidentiels et les chaufferies collectives. D'après les données du SDE03, le territoire dispose d'une chaufferie collective (chaufferie bois municipale de Lapalisse) pour une puissance de 300 kW.

Les massifs forestiers couvrent 21 % 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	Surface %
conifères	26 %
feuillus	63 %
mixtes	12 %

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

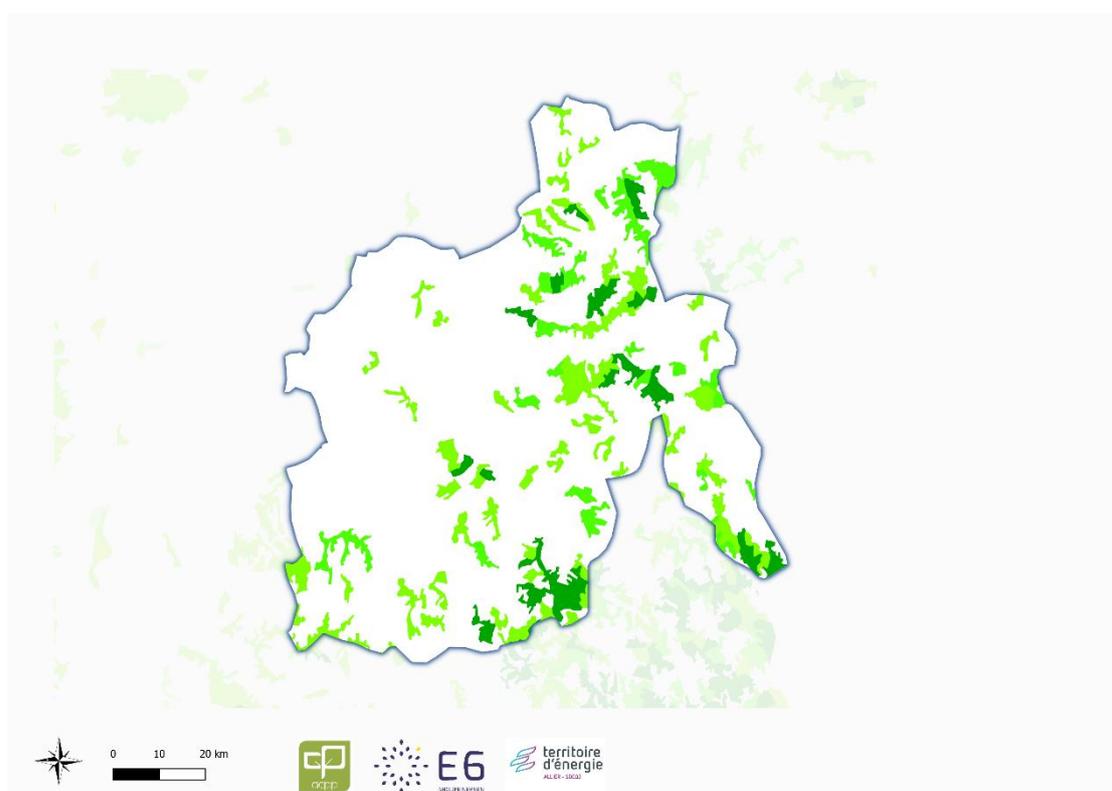


Figure 75: Répartition des surfaces forestières du territoire

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 :

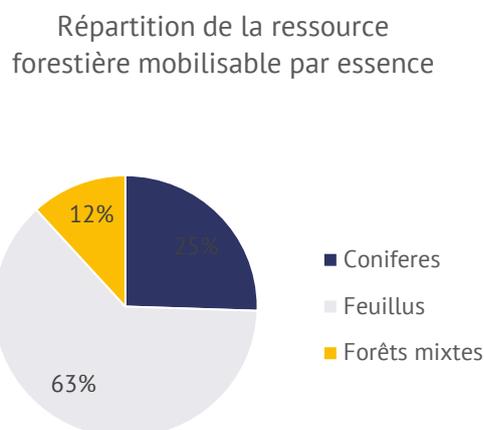


Figure 76: Structure de la ressource forestière mobilisable sur le territoire (source ORCAE, AURAE, IGN)

Ainsi, la ressource forestière mobilisable est composée majoritairement de feuillus (63%) et issue de forêts majoritairement privées (99.9%).

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

- ~7 100 Ha de forêts exploitables techniquement
- ~50 000 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 Afterres2050 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 logements 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/m³ et de 3500 kWh/Tonnes., ainsi qu'un rendement des chaudière 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%)
Conifères	1 796	22 178	15 524	4 657	4 192	15	13
Feuillus	4 417	20 901	14 630	4 389	3 950	14	12
Mixtes	828	6 547	4 583	1 375	1 237	4	4
TOTAL	7 041	49 625	34 737	10 421	9 379	33	29,5

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.

	Consommation (GWh)	Ressource Bois nécessaire (Tonnes)	Proportion de la ressource du territoire
Bois de chauffe	30,9	8 835	93,4%
Chaufferies automatiques	0,8	229	2,4%
TOTAL	31,7	9 063	95,9%

On observe dès à présent que notre estimation de la ressource mobilisable permettrait de couvrir les besoins actuels du territoire. En effet, le territoire présente une demande annuelle en bois énergie d'environ 9 000 contre 9 400T estimée raisonnablement mobilisables.

- **Le territoire semble donc pouvoir couvrir ses besoins énergétiques par la ressource présente sur son territoire.**

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 (Réglementation Environnementale 2020)

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

	Potentiel énergétique (GWh)
Gisement Ressource forestière mobilisable	30
Gisement Production chaleur résidentiel (2050)	17.3
Gisement Production chaleur RCU/Chaufferie (2050)	0.8
Gisement Production de chaleur à horizon 2050	18.1
Couverture estimée des besoins 2050 par la ressource forestière locale	160 %

Tableau 15 Potentiel mobilisable Biomasse (source E6)

5.3.5.2. Synthèse du potentiel Biomasse Bois Energie du Territoire

Le potentiel de production bois Energie du territoire est de l'ordre de 18.1 GWh à horizon 2050.

Concrètement, il est constitué des gisements suivants :

- 17.3 GWh de production de chaleur sur les usages Bois Energie domestique en intégrant les logements existants et futurs
- 0.8 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 30 GWh permettant de couvrir 160 % 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
Biomasse	34		30	18.1	160 %

5.3.6. 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

5.3.6.1. 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.¹¹

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.

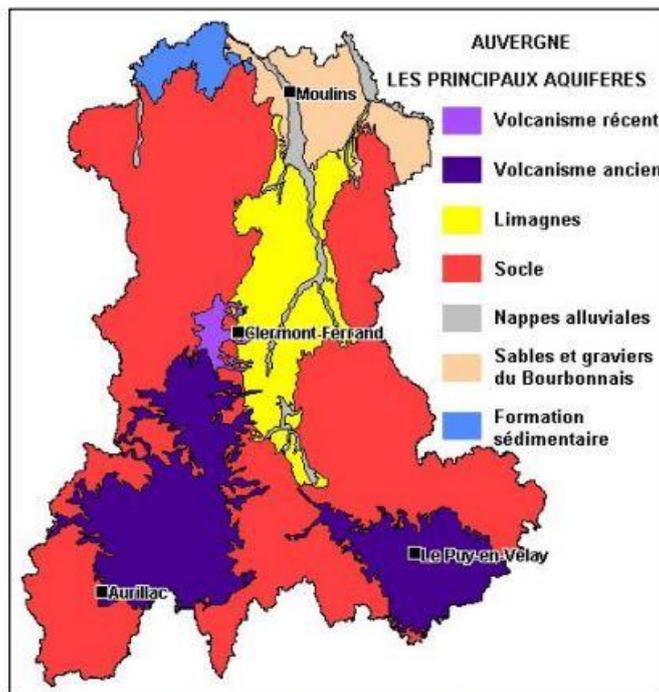


Figure 77: Carte géologique schématique des aquifères de l'Auvergne (Source BRGM)

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.

¹¹ http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/10_geothermie_en_auvergne.pdf

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 OVIVE¹² et à Creuzier le Vieux sur le site de L'Oréal¹³

Le territoire a produit en 2015, 4.2GWh de chaleur via la géothermie pour environ 191 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) 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 du fait des contraintes techniques s'appliquant (espace nécessaire pour l'implantation des sondes).

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

¹²

http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/auvergne_rhone_alpes_moulin_centre_aqua_nappe_chauffage_rafraichissement_ecs_b_ademe_chauffer_rafraichir_geothermie_tres_basse_energie1.pdf

¹³ http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/loreal_creuzier_le_vieux.pdf

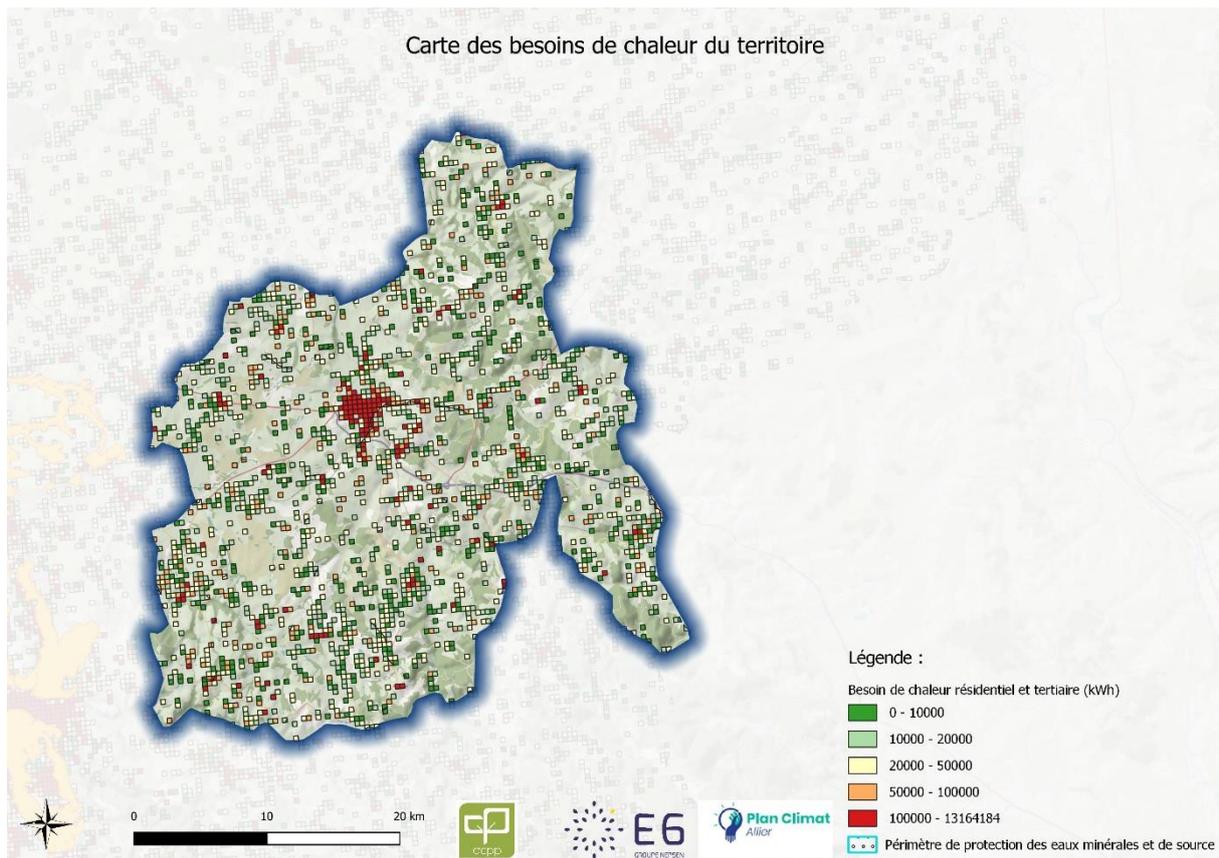


Figure 78: Cartographie des besoins de chaleur du territoire en kWh pour le résidentiel et le tertiaire (source E6, BRGM, CEREMA)

Ainsi, le potentiel mobilisable du territoire est estimé à environ 21 GWh dont 20 GWh sur le résidentiel et 1 GWh 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%)
Andelaroche	2,9	2,9	0,5	16%	0,0	0,0
Barrais-Bussolles	2,6	2,6	0,6	24%	0,0	0,0
Bert	3,5	3,4	0,7	21%	0,1	0,0
Billezois	3,0	2,9	0,7	25%	0,1	0,0
Droiturier	4,4	4,2	0,9	22%	0,3	0,0
Isserpent	5,1	5,0	1,2	24%	0,1	0,0
Lapalisse	32,3	23,2	6,0	26%	9,2	0,9
Le Breuil	5,8	5,6	1,2	22%	0,3	0,0
Périgny	4,9	4,6	1,1	25%	0,2	0,0
Saint-Christophe	5,6	5,4	1,2	22%	0,2	0,0
Saint-Etienne-de-Vicq	5,1	5,0	1,1	21%	0,1	0,0
Saint-Pierre-Laval	5,4	5,0	1,0	21%	0,4	0,0
Saint-Prix	10,2	9,1	2,5	28%	1,1	0,1
Servilly	3,0	2,9	0,7	25%	0,1	0,0
Total général	93,8	81,6	19,6		12,1	1,2

5.3.6.2. Synthèse du potentiel géothermique

Le potentiel géothermique du territoire est estimé à 21 GWh à horizon 2050 dont 4 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)
Géothermie	4		17	21

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 6 GWh afin d'exploiter ces 21 GWh. Elément important dans le cadre d'une stratégie territoriale d'augmentation du taux de pénétration des EnR et de réduction des consommations.

5.3.7. 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 Terristory et de l'étude de méthanisation de l'Allier réalisée par Solagro
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

5.3.7.1. 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 (29 498 en 2010), de procs (5 891) et de poulets (95 250).
- Les terres agricoles du territoire sont réparties sur 6 784 ha ce qui représente 20% de la superficie du territoire.
- Les prairies du territoire sont réparties sur 20 132 ha ce qui représente 60% de la superficie du territoire.
- Les gisements complémentaires sont marginaux au regard des gisements agricoles.

La carte ci-dessous présente l'occupation des sols du territoire dont la localisation des terres agricoles et prairies

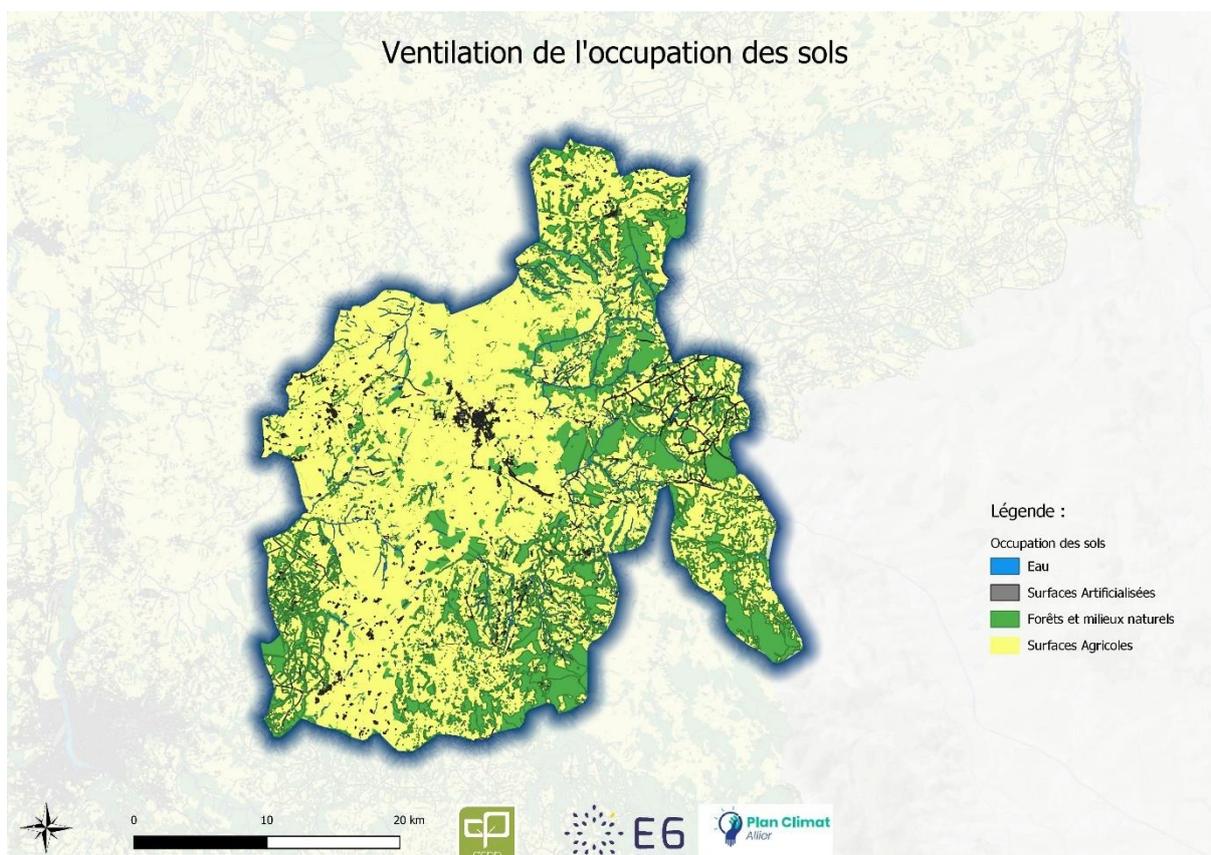


Figure 79: Répartition des surfaces et exploitations agricoles du territoire (source E6, base_agri IGN)

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 reprenons ci-dessous les chiffres extraits à l'échelle du territoire.¹⁴

Les déchets agricoles

Les ressources agricoles méthanisables étudiées dans cette étude sont :

- 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 :

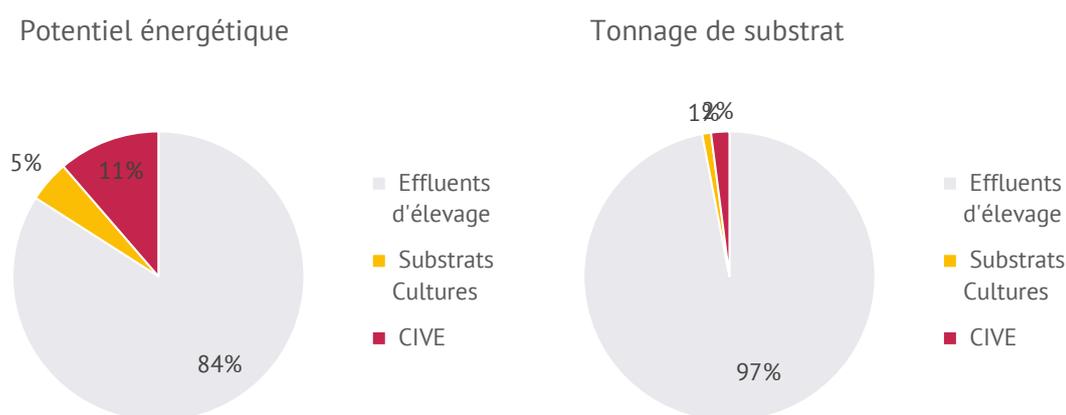


Figure 80: Répartition du gisement méthanisable agricole (source ORCAE, OREGES, AURAE)

Ainsi, les effluents d'élevages représentent le principal contributeur avec 88 000 Tonnes de substrats mobilisables pour environ 29.7 GWh de valorisation énergétique. Les effluents d'élevages représentent plus de la moitié du gisement mobilisable (84%).

Les résidus de culture et les CIVE représentent respectivement 884 Tonnes de substrats mobilisables pour 1.6 GWh de valorisation énergétique et 1850 Tonnes de substrats mobilisables pour 3.9 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 8 MWh.

- Les déchets verts et biodéchets

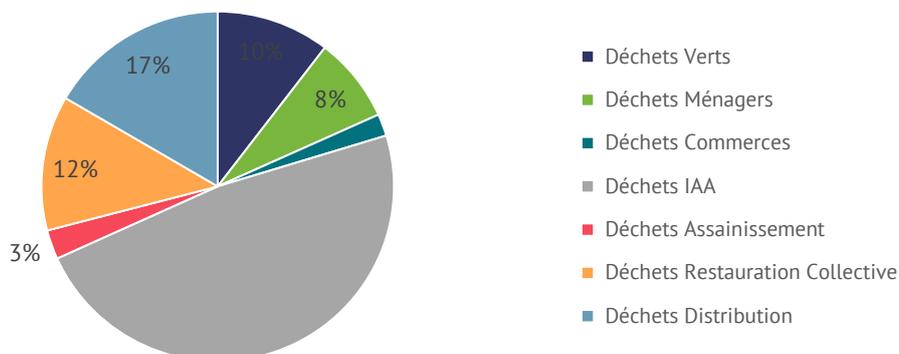
On considère ici :

- 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.

¹⁴ <https://www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr/methodologie/energie/potentiel-enr>

- 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

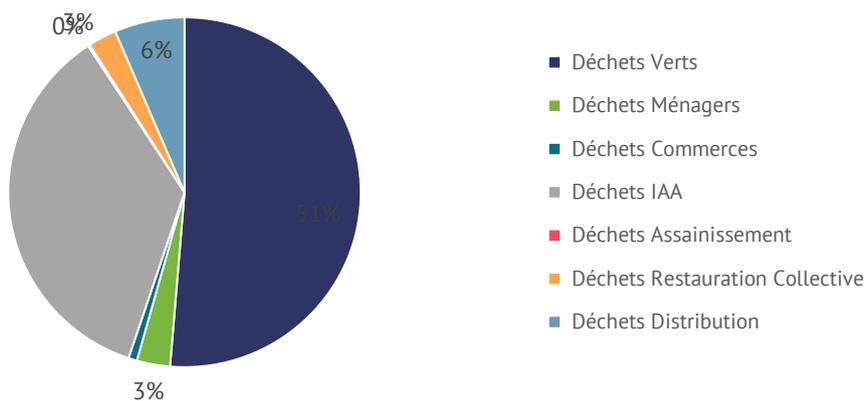


Figure 81: Répartition du gisement mobilisable en Volume et Energie concernant les substrats méthanisables déchets et biodéchets (source ORCAE, AURAEE)

Ainsi, les déchets et biodéchets représentent environ 745 tonnes de substrats méthanisables pour environ 310 MWh de valorisation énergétique. Les déchets issus des industries agro-alimentaires sont les principaux contributeurs, en lien avec la présence de l'entreprise TRADIVAL sur le territoire.

Potentiel mobilisable sur le territoire

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 92 000 tonnes de substrats méthanisables représentant un gisement énergétique de 35.7 GWh.

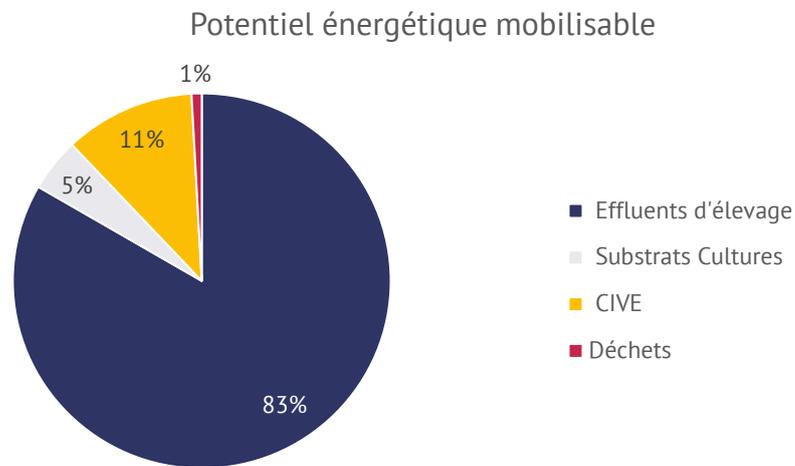


Figure 82: Potentiel énergétique mobilisable du territoire

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 individuel avec cogénération.

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

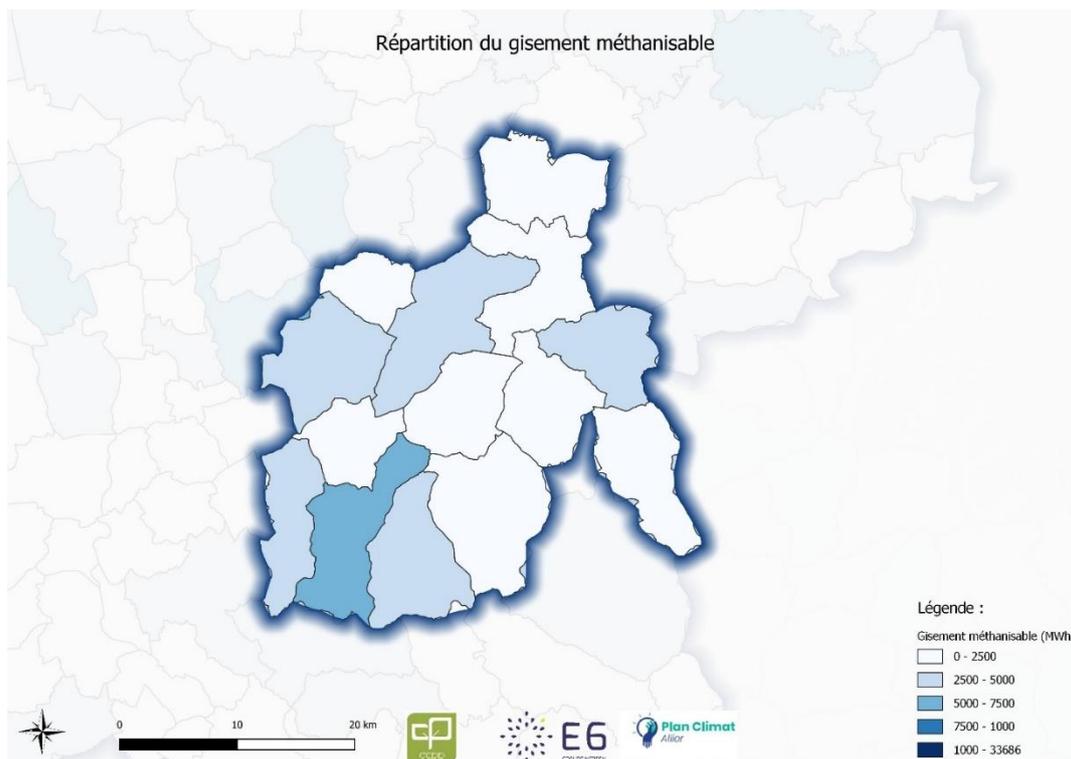


Figure 83: Carte du gisement méthanisable du territoire (source E6, ORCAE, Terristory)

5.3.7.2. Synthèse du potentiel méthanisation

Le productible atteignable est donc estimé à environ 35.7 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)
Méthanisation	0	2.1	33.6	35.7

5.3.8. 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 issues de l'analyse de l'ORCAE (Terristory)
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.

5.3.8.1. 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 mené 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 ne dispose actuellement d'aucun mat eolien en fonctionnement, deux projets éoliens sont néanmoins en cours d'instruction. L'un, à Billezois/Saint Christophe, pour un parc de 5 éoliennes. L'autre, à Andelaroche qui prévoit 3 éoliennes.

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

Le site Global Wind Atlas¹⁵ 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.

¹⁵ <https://globalwindatlas.info/area/France>

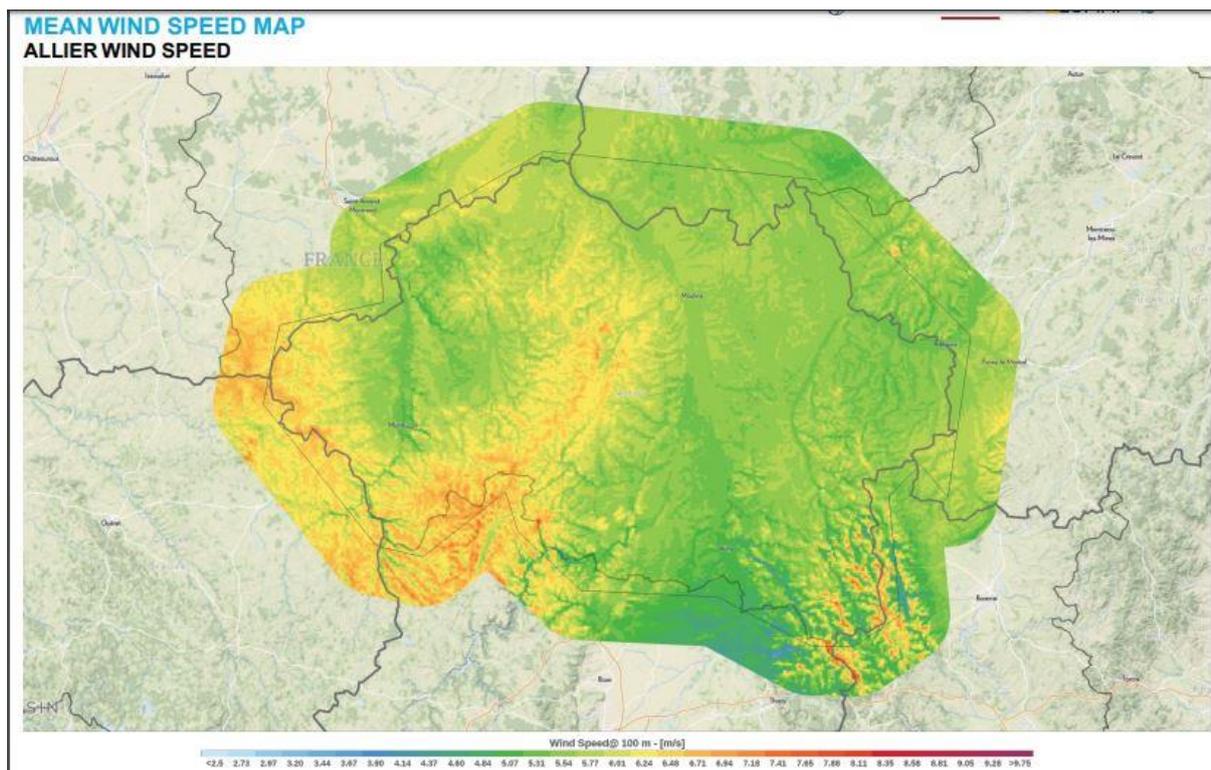


Figure 84: Vitesse des vents à 100m sur le territoire (source globalwindatlas)

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 et homogène sur l'ensemble des communes.

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'ORCAE¹⁶ 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 suivantes à l'échelle du territoire:

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

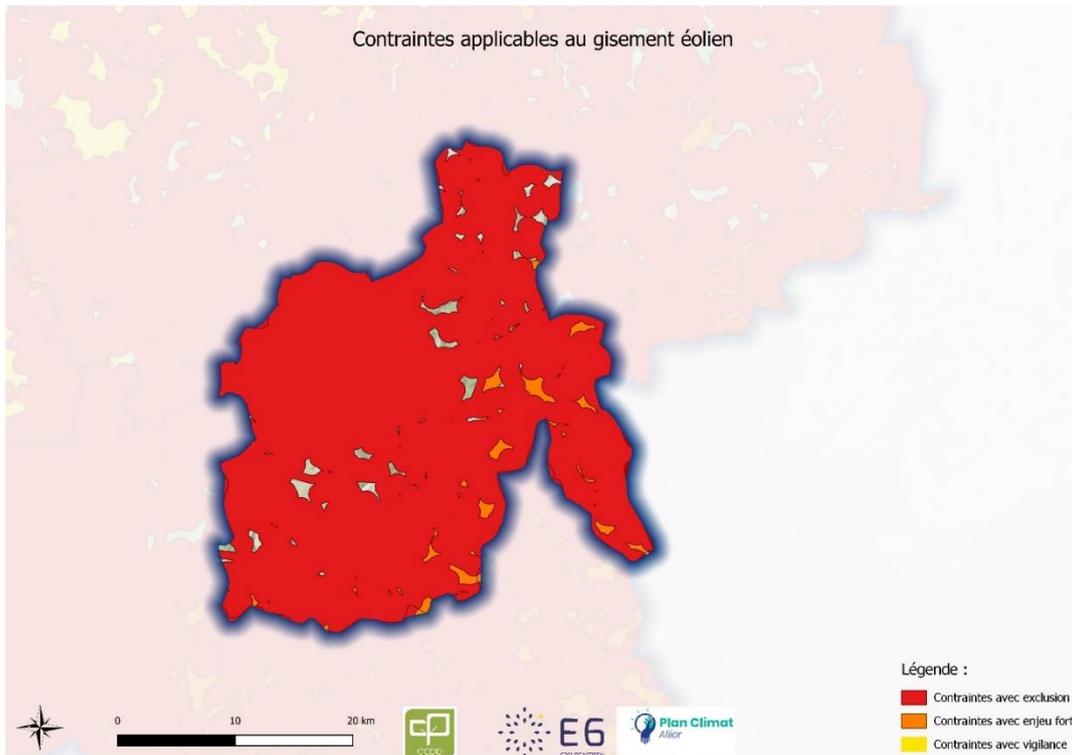


Figure 85: Zones de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien

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.

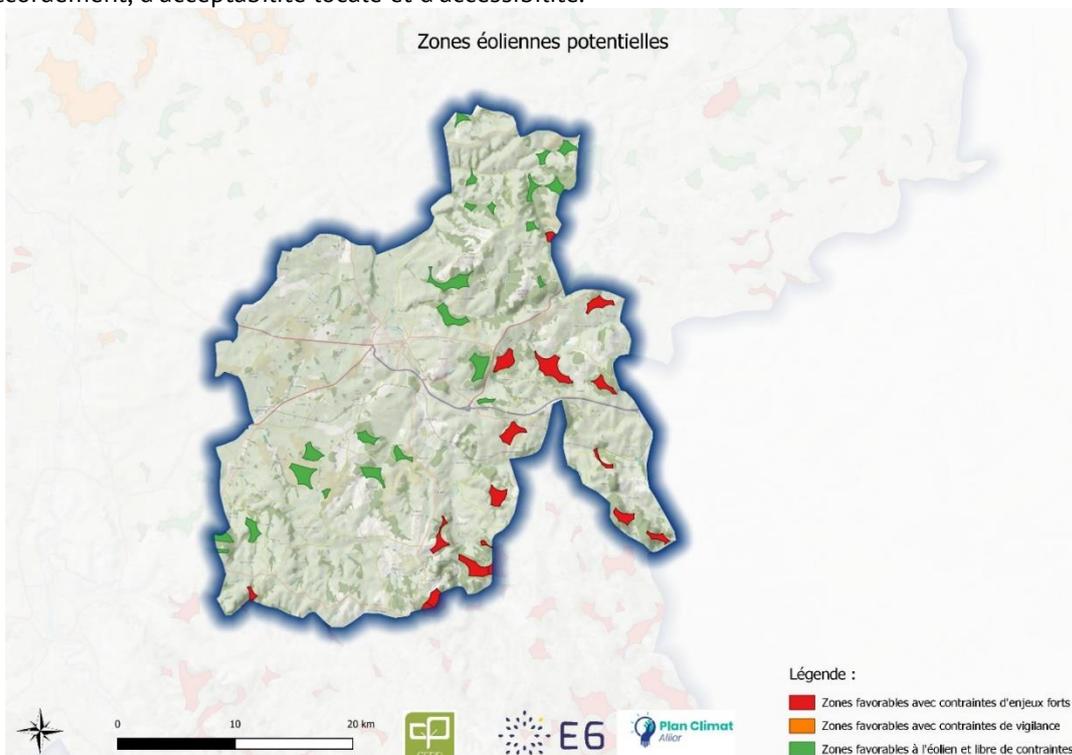


Figure 86: Zones libres de contraintes vis à vis de l'implantation de parc éolien

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

Nous avons considéré 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 et afin d'éviter les phénomènes d'encercllement, 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 m² pour l'ensemble fondation+surface de grutage durant la phase de travaux puis 200 à 300 m² 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	de Nombre d'éoliennes	Puissance installée (MW)	Productible estimée (GWh)
Favorables sans enjeu	23	23	69	130
Vigilance	0	0	0	0
Fort	15	15	45	85

- 23 zones favorables pour une surface totale de 1070 Ha
- 23 mats éoliens pour une puissance installée de 69 MW et un productible estimé à 130 GWh.
- En appliquant la condition de surface considérant l'implantation de 3 éoliennes à minima, aucune zone n'est identifiée comme pouvant accueillir des éoliennes sur le territoire.

A titre indicatif et afin de nuancer nos conclusions concernant le potentiel éolien du territoire, si l'on réduit la surface nécessaire par éolienne à 50Ha (en prenant en compte la capacité d'optimisation des implantations par les développeurs éoliens en phase projet) nous n'identifions aucune zone potentiellement favorable.

5.3.8.2. Synthèse du potentiel éolien

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

- 2 parc éoliens en projet pour 8 mats éoliens, une puissance installée de 23 MW et un productible estimé à 43 GWh.
- 38 zones d'implantation potentielle dont 23 zones sans enjeu considérées favorables à l'implantation d'éoliennes sur le territoire.
- Parmi ces zones favorables, aucune zone ne répond aux conditions de surface permettant de justifier de l'implantation d'un parc éolien de 3 éoliennes.

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)
Grand éolien	0	43	0	43

5.3.9. L'hydro-électricité

Potentiel Mobilisable	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)
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

5.3.9.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

Le territoire ne dispose pas de centrales de production hydroélectrique.

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 pico centrales est très largement conditionnée par l'existence préalable du génie civil. Les débits et seuils sont alors issus de la base de données 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.

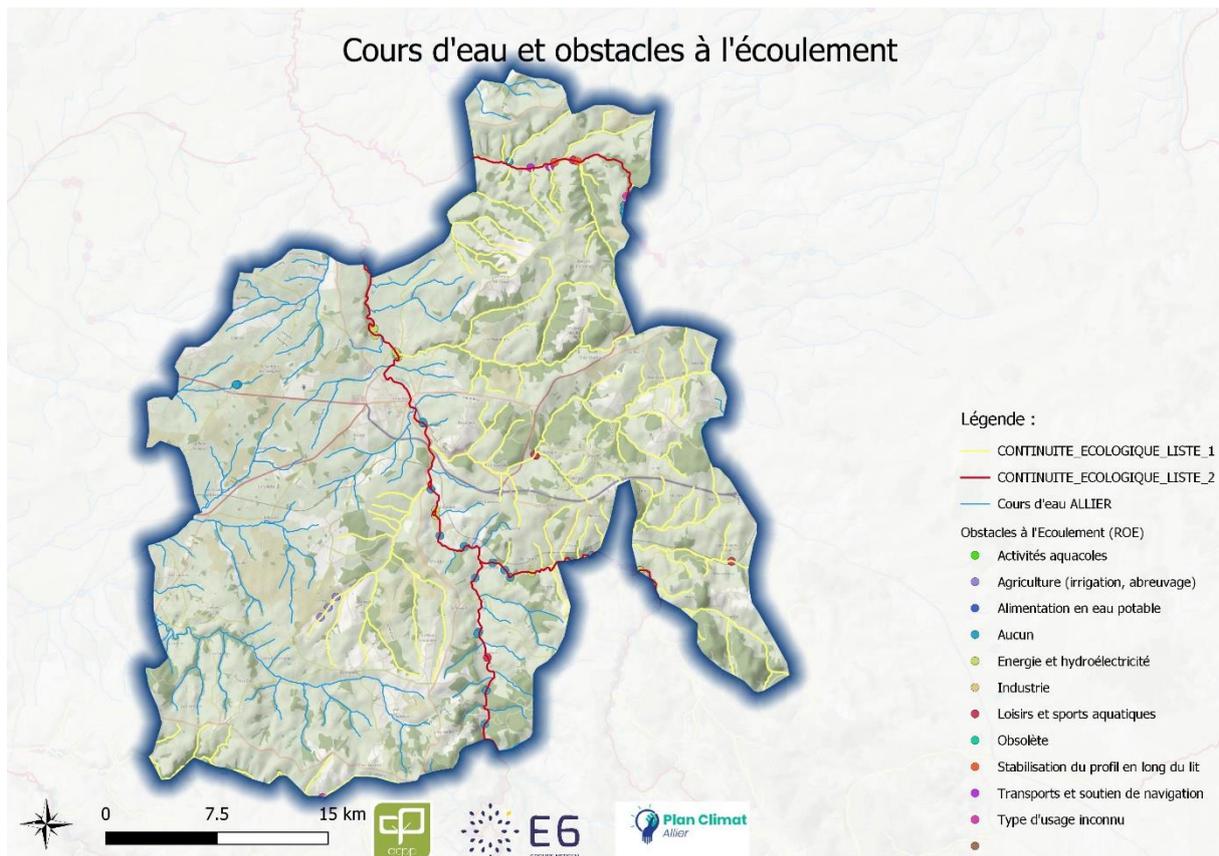


Figure 87: Cartographie des Obstacles à l'écoulement référencés sur le territoire (source E6, Onema, IRSTEA)

Potentiel

Un total de 68 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 20 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.

L'évaluation du potentiel hydroélectrique du territoire permet d'identifier la possibilité d'équipement de 1 seuil existant pour un productible estimé à 0.2 GWh.

5.3.9.2. Synthèse du potentiel hydroélectrique

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

- Deux installations de production hydroélectriques existante sur le territoire
- Une possibilité d'équipement d'un seuil existant pour un productible d'environ 0.2 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)
Hydroélectricité	0.4	0	0.2	0.6

5.3.10. Les énergies de récupération

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

5.3.10.1. Méthodologie et potentiel

La ressource sur le territoire

Aucune installation de valorisation de la chaleur fatale n'a été identifiée sur le territoire.

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.

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.

Aucun potentiel de valorisation des eaux thermales n'est identifié sur le territoire.

- 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 10 sites ICPE concernés sur le territoire pour une puissance installée de 36 MW.

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

Tableau 16: Liste des ICPE équipées de TAR sur le territoire

Etablissement	Commune	Régime	SEVESO	Etat d'activité	Puissance	Unité
TRADIVAL	LAPALISSE	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	3 000	kW
TRADIVAL	LAPALISSE	Autorisation	Non Seveso	En fonctionnement	2 911	kW

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

CC Pays de Lapalisse	Récupération de chaleur fatale (GWh)	Puissance installée (kW)
TRADIVAL	2,8	5911
TOTAL	2.8	5911

5.3.10.2. Synthèse du potentiel en récupération de chaleur fatale

Le potentiel de production lié à la récupération d'énergie fatale représente 2.8 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.

	Production actuelle (GWh)	Projets en cours de développement (GWh)	Potentiel de développement (GWh)	Productible atteignable (GWh)
Thermalisme	0	0	0	0
UIOM	0	0	0	0
Chaleur fatale industrielle	0	0	2.8	2.8

5.4. LES INTERMITTENCES DUES AUX ENERGIES 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.

5.4.1. 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.*

5.4.2. 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.

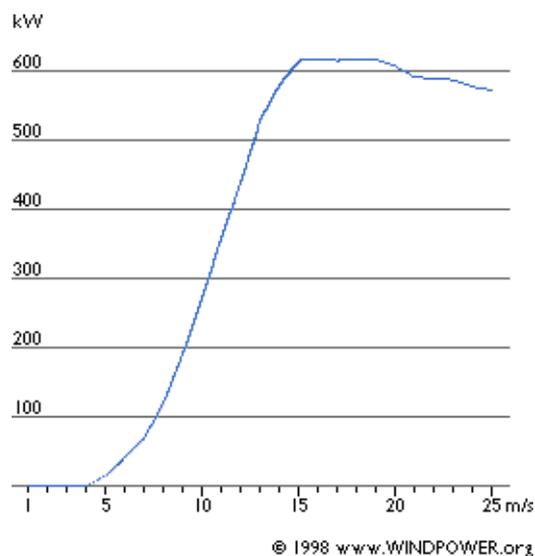


Figure 88: Courbe de puissance d'une éolienne en fonction de la vitesse du vent

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.

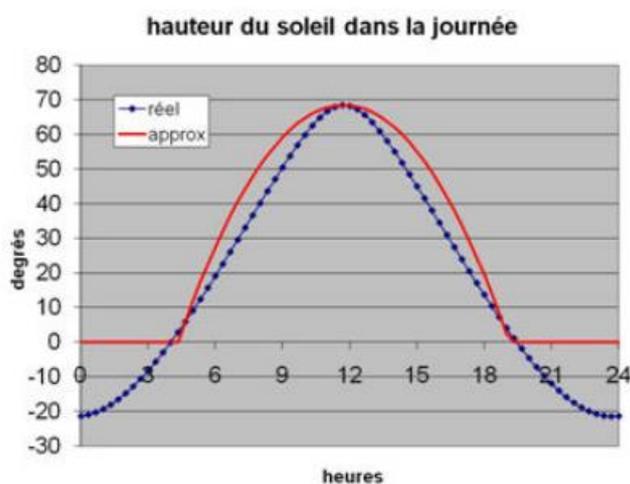


Figure 89: Position du soleil dans la journée

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 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.

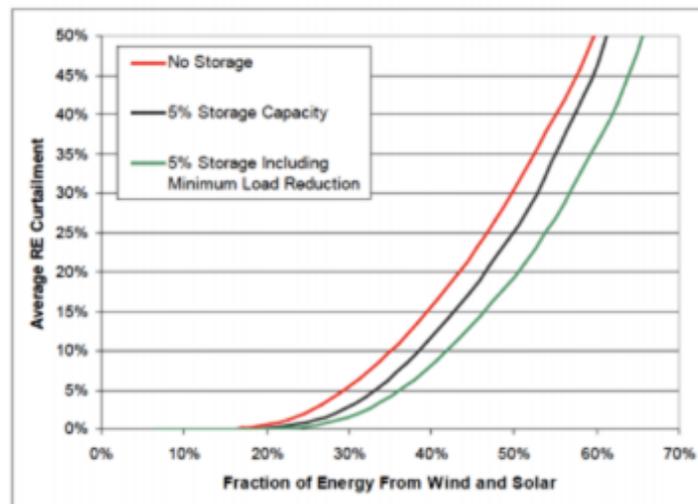


Figure 90: Réduction de taux d'effacement des EnRs par le stockage d'énergie

5.4.3. 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.

5.4.4. 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.

5.4.5. 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.*

5.4.6. Les différentes technologiques 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.

5.4.7. 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.

5.5. LES RESEAUX DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ENERGIE

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.

5.5.1. Etat des lieux des réseaux de transport et de distribution

5.5.1.1. Le réseau électrique du territoire

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.

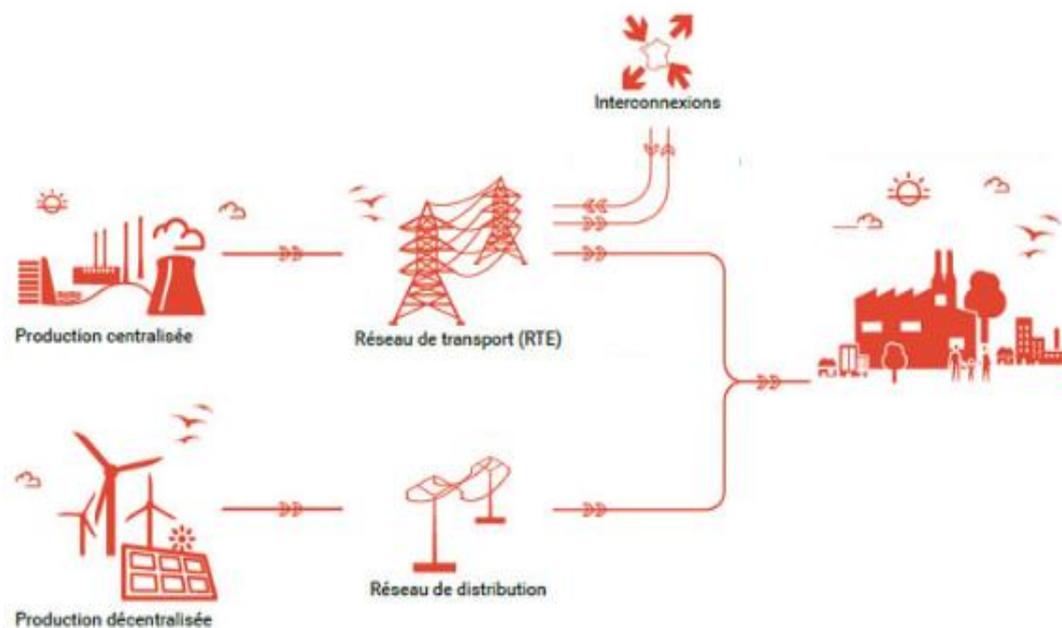


Figure 91 Fonctionnement du réseau électrique en France

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 de communes du Pays de Lapalisse, RTE et ENEDIS sont les gestionnaires de ces réseaux.

Le réseau très haute tension du territoire

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

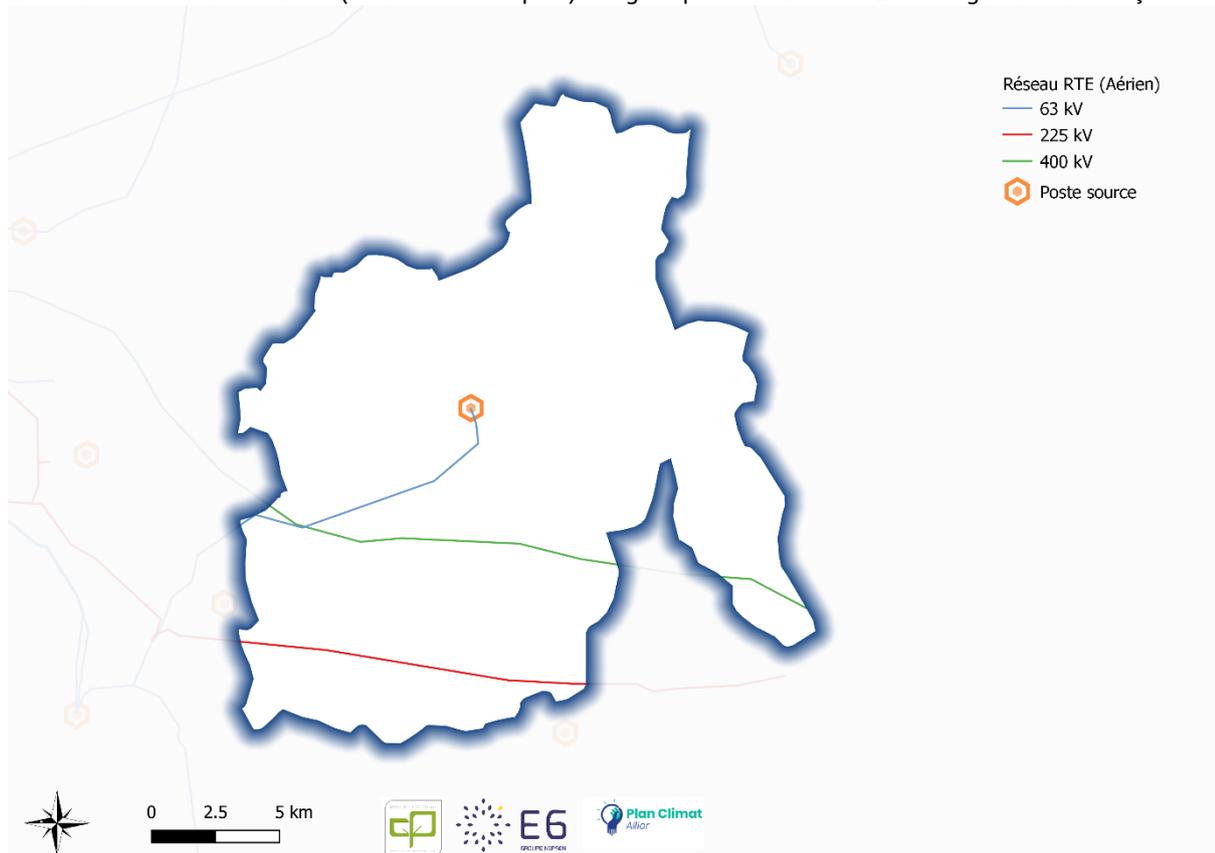


Figure 92 : Réseau de transport du territoire - Données SDE03 2018 et RTE 2017

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 a permis de déterminer que le territoire de Lapalisse est traversé par des **lignes haute tension de 63 kV, 225 et 400 kV**.

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

L'installation éolienne des communes de Billezois/ Saint Christophe (puissance nominale de 12MW) pourrait être concerné par le présent réseau.

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 bâtiments publics).

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

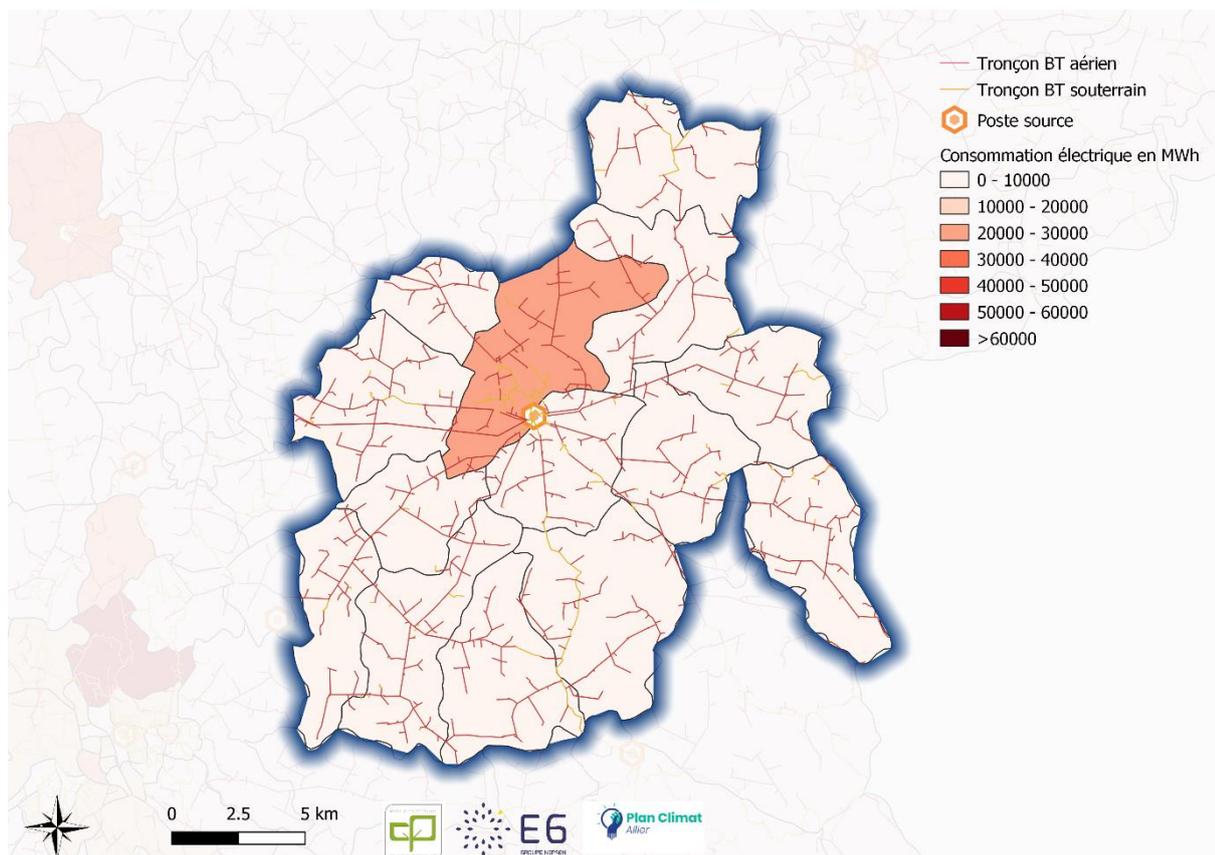


Figure 93 : Réseau de distribution Haute tension du territoire - Source données : SDE03 2019

Les projets autorisés suivants sont concernés par ce réseau :

- Le Parc Eolien de la commune de Andelaroche autorisé (3 générateurs de 3,6 MW - rotor 60m) ;
- Le projet de centrale photovoltaïque ombrière sur la commune de Lapalisse (puissance de 2,5 MWc) ;

1 postes source est situé sur le territoire de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse et alimentent le réseau HTA et par conséquent les consommateurs du territoire. Les postes sources des communes de Varennes-sur-Allier, Le Donjon et Châtel-Montagne sont à proximité du territoire de la Communauté de Communes. Le poste source de Varennes-sur-Allier raccorde également les consommateurs du territoire au réseau haute tension. 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.

48 % du réseau haute tension de la communauté de communes 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 (SDE03, communes et autres) est nécessaire pour en optimiser l'efficacité.

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.

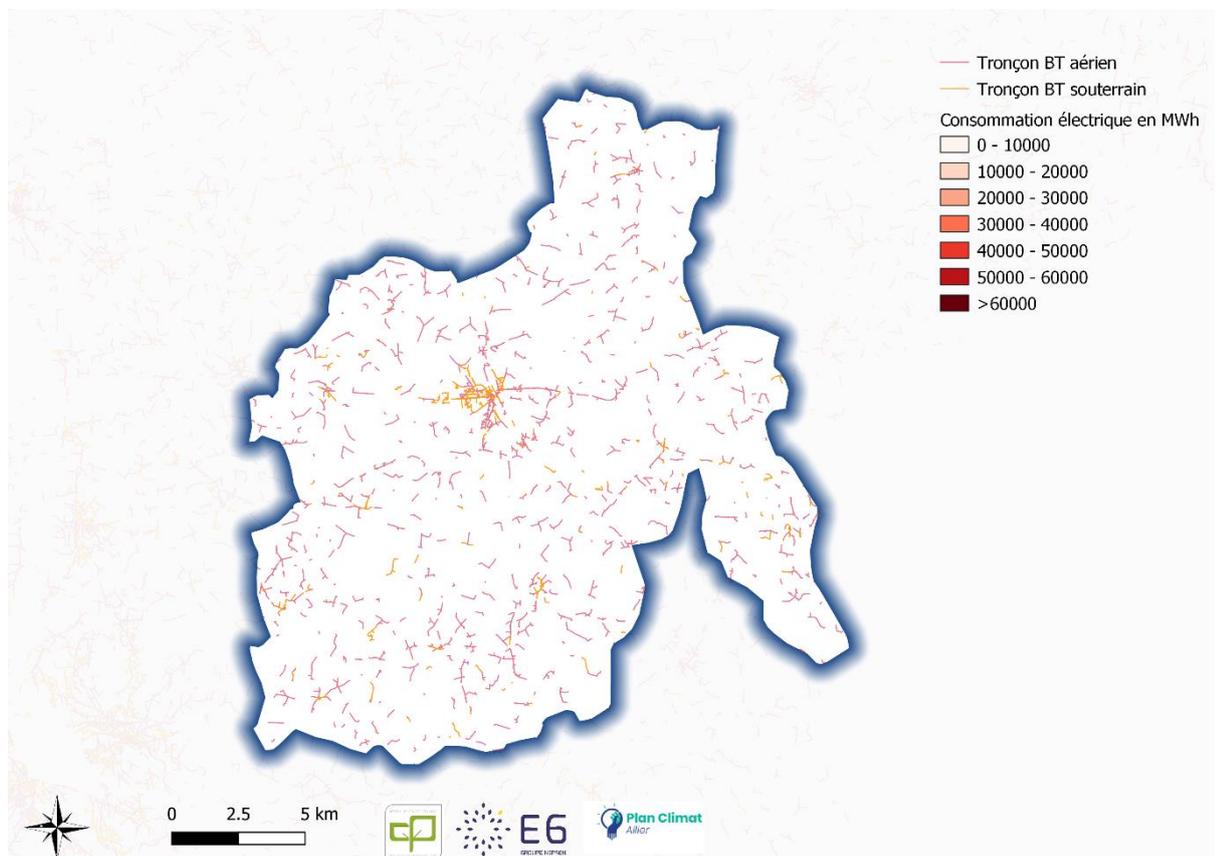


Figure 94 : Réseau de distribution basse tension du territoire - Source données : SDE03 2019

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

Le réseau BT du territoire est souterrain à 21%. 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 technicien sur le terrain.

5.5.1.3. 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.

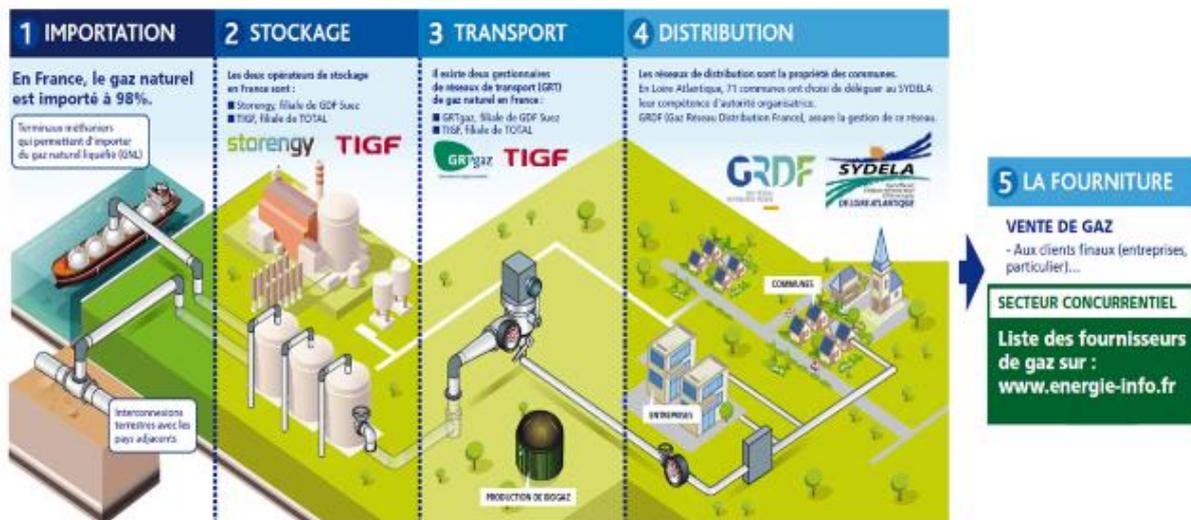


Figure 95 : Fonctionnement du réseau de gaz Français - source : GRDF

- 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.

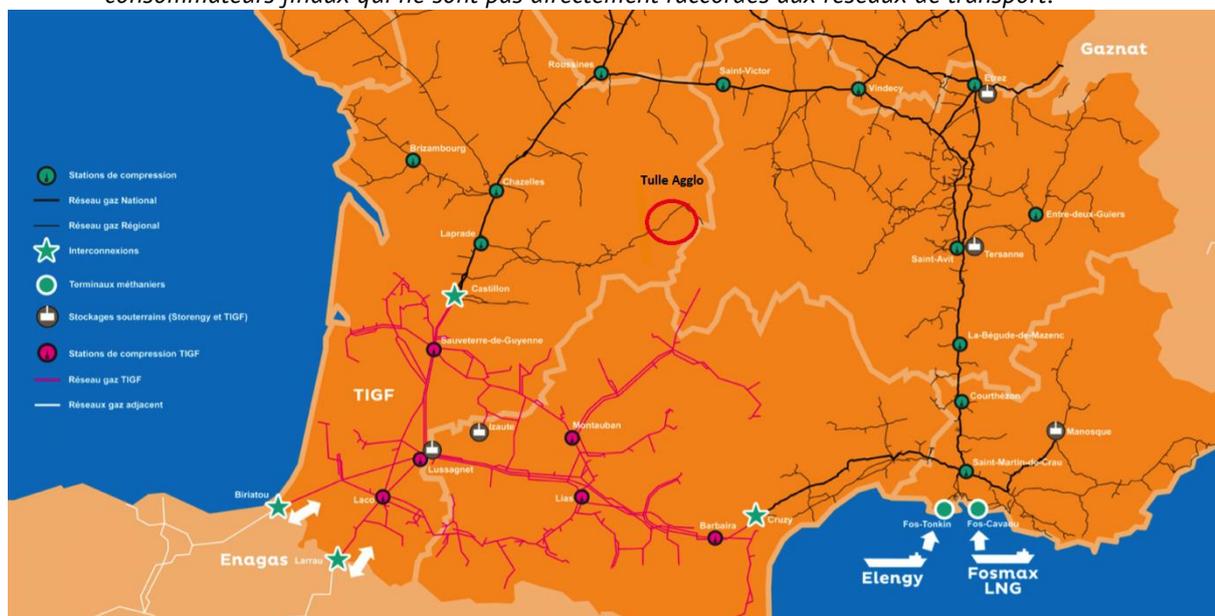


Figure 96 : Cartographie du réseau de transport Source : GRTgaz

Le réseau de distribution de gaz

2 communes sont raccordées au réseau de distribution de gaz. Ces consommations sont principalement liées à un usage résidentiel et tertiaire sur le territoire.

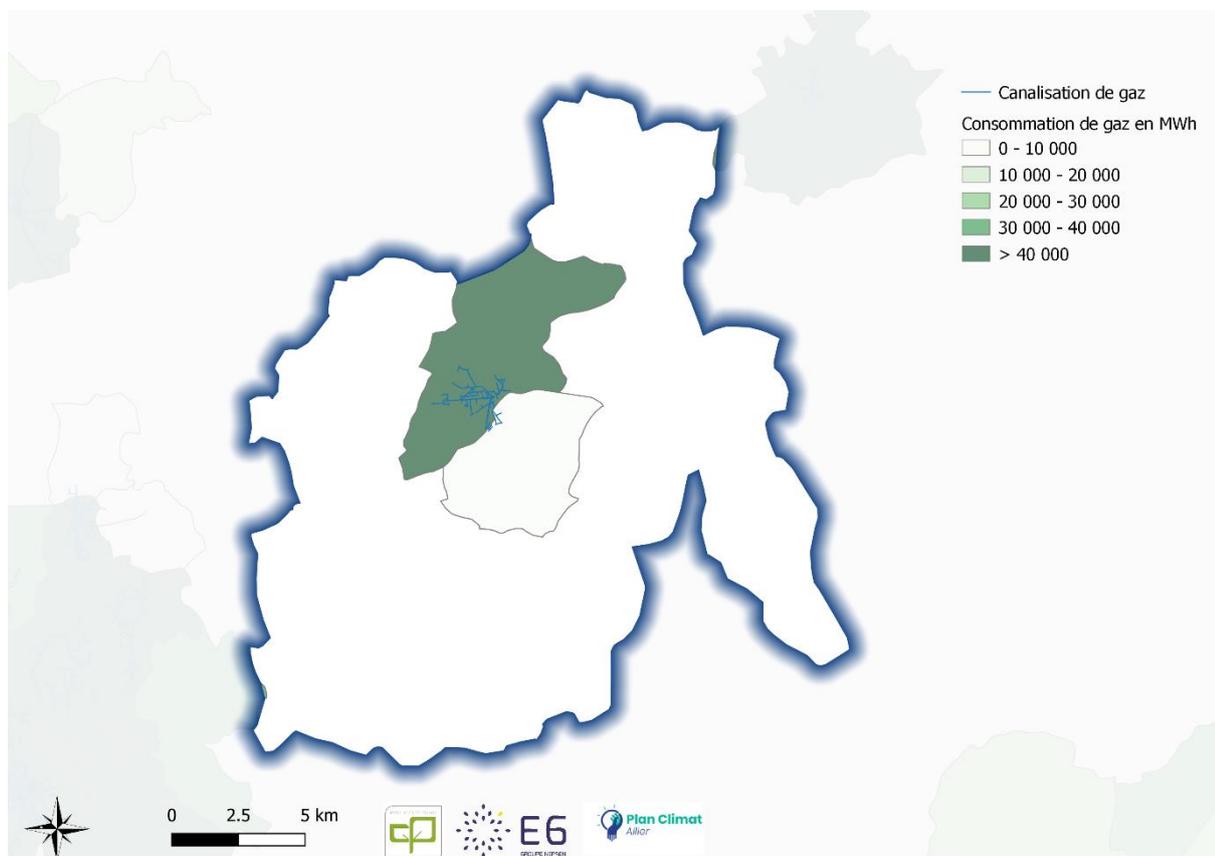


Figure 97 : Réseau de distribution de gaz du territoire

On observe une diminution des longueurs de réseaux exploités en Basse Pression (BP) au profit de la Moyenne Pression (MP). Cela va dans le sens de l'amélioration de la qualité de desserte des clients, grâce à une plus grande capacité du réseau et une exploitation facilitée.

5.5.1.4. 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). A l'issue de la collecte des données, aucun réseau de chaleur n'a été recensé sur le territoire.

5.5.2. Analyse de l'état de charge actuel des réseaux de transport et de distribution

5.5.2.1. Analyse 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 S3REnR (Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables) d'Île de France.

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.

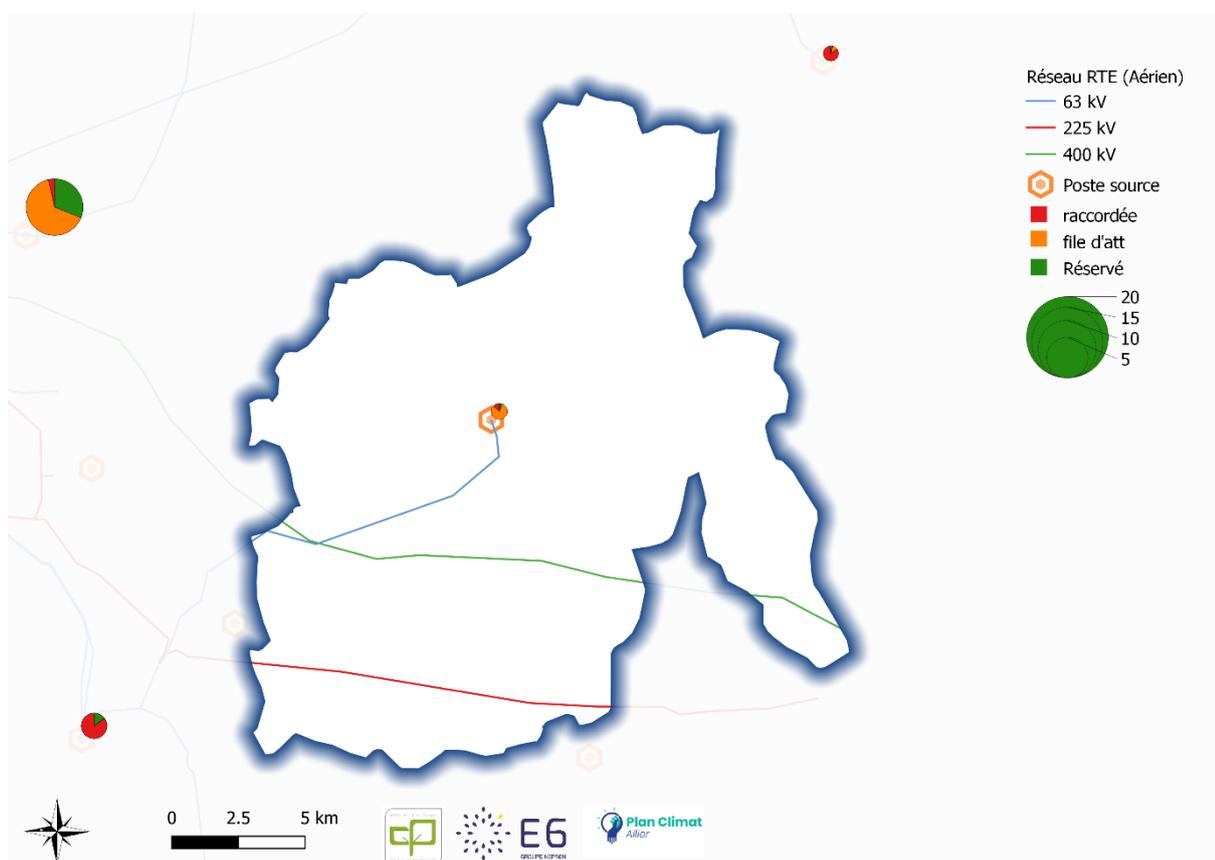


Figure 98 : Capacité de raccordement des postes sources - Source données : Caparéseau consulté le 11.08.2019

Seulement 0,6 MW sont disponibles sur le poste de la commune de Lapalisse pour raccorder les EnR (au titre du S3REnR). Il apparaît que les postes à proximité du territoire ont également des capacités disponibles très limitées.

Le calcul de potentiel d'énergie renouvelable a mis en évidence un potentiel de développement important. A titre indicatif, 0,6 MW d'installation PV correspond à une production annuelle d'environ 0,8 GWh. La contrainte liée aux postes sources dans le cadre du S3REnR du territoire est donc limitante aux vues des possibilités de développement des EnR de la communauté de communes.

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.

5.5.2.3. 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.

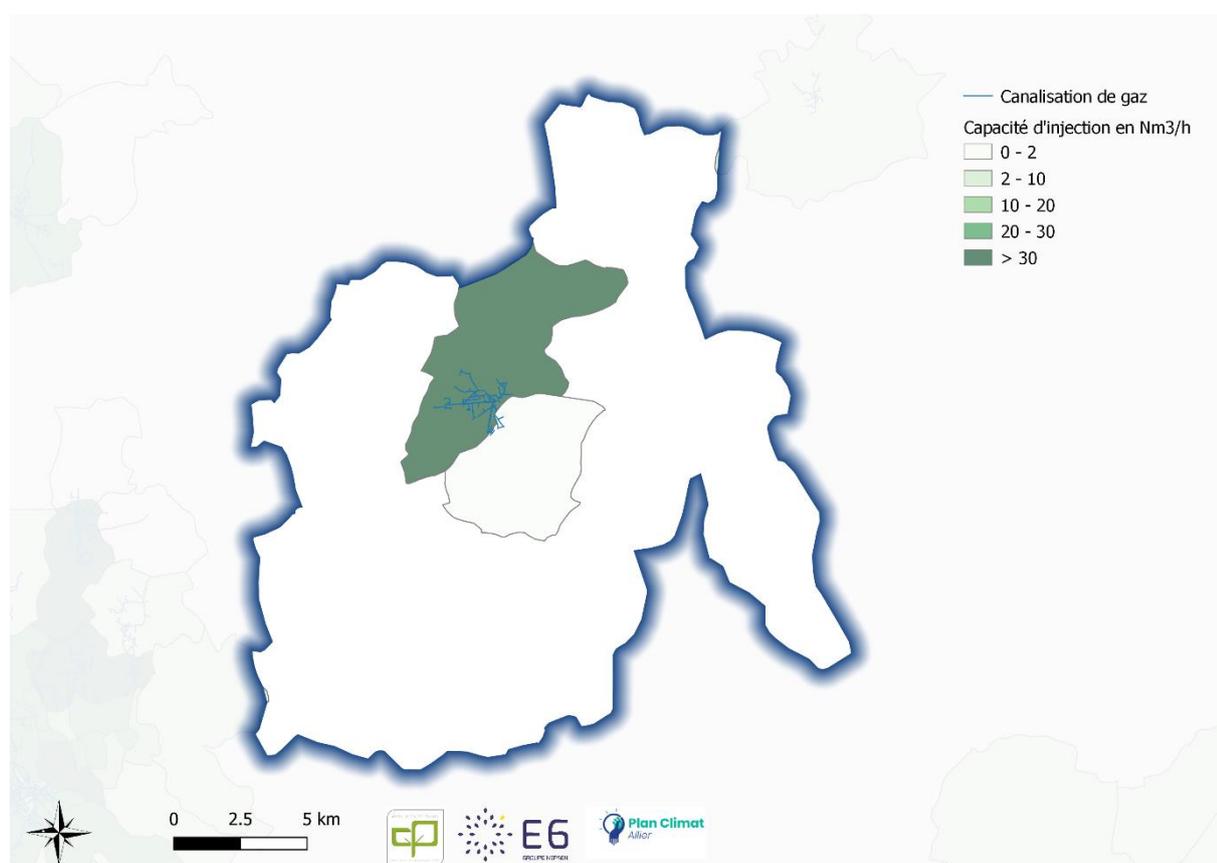


Figure 99 : Possibilité d'injection horaire sur le réseau de distribution - Source E6 à partir des données de consommation GRDF 2017

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 correspond à une unique poche d'injection (réseau de distribution unique sur la communauté de communes). **La zone de distribution de la commune de Lapalisse possède une puissance disponible en injection de biométhane assez faible (35 Nm³/h).**

Il est également 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 qui est très coûteux.

5.5.2.4. 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.

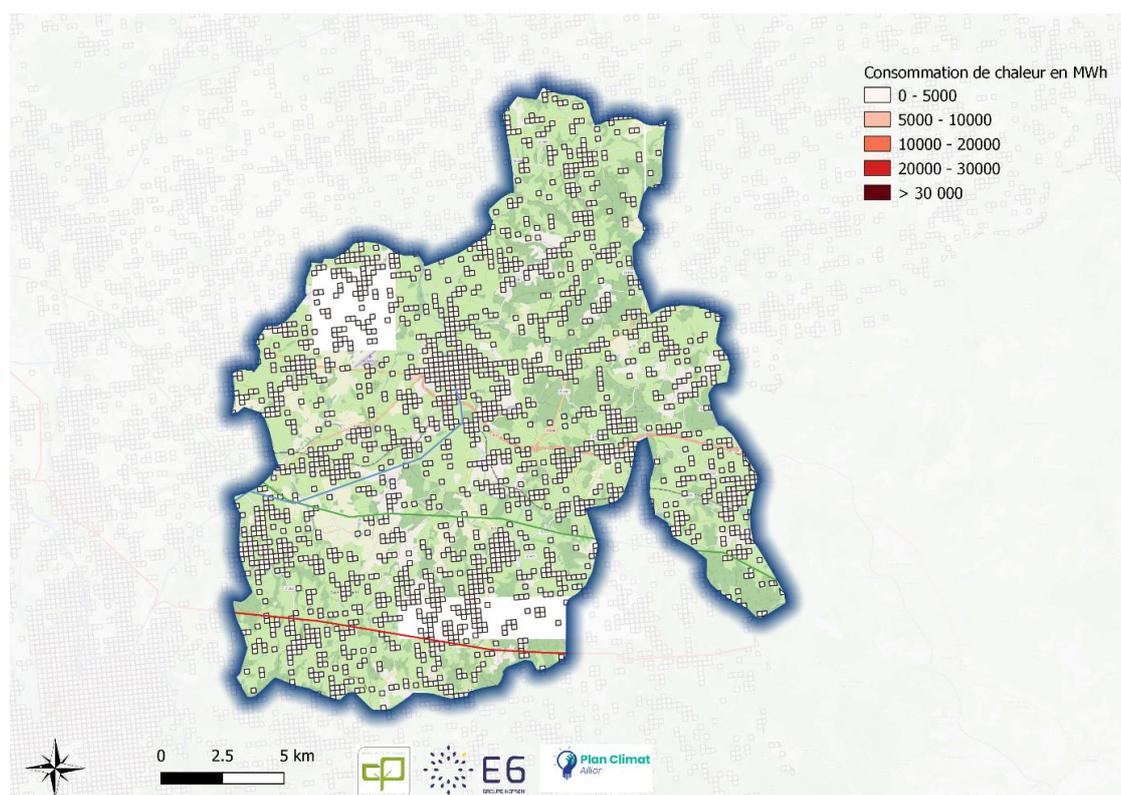


Figure 100 : Carte des besoins en chaleur (résidentiel et tertiaire) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2019

La carte des consommations en chaleur du territoire ne met pas en évidence des besoins en chaleur tertiaires et résidentiels spécifiques pour le territoire.

VI. CLIMAT

- **EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU TERRITOIRE**
- **SEQUESTRATION DE CARBONE DU TERRITOIRE**
- **VULNERABILITE DU TERRITOIRE AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**



6. CLIMAT

6.1. EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU TERRITOIRE

6.1.1. Contexte et méthodologie

6.1.1.1. 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.

6.1.1.2. 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'énergies 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.).

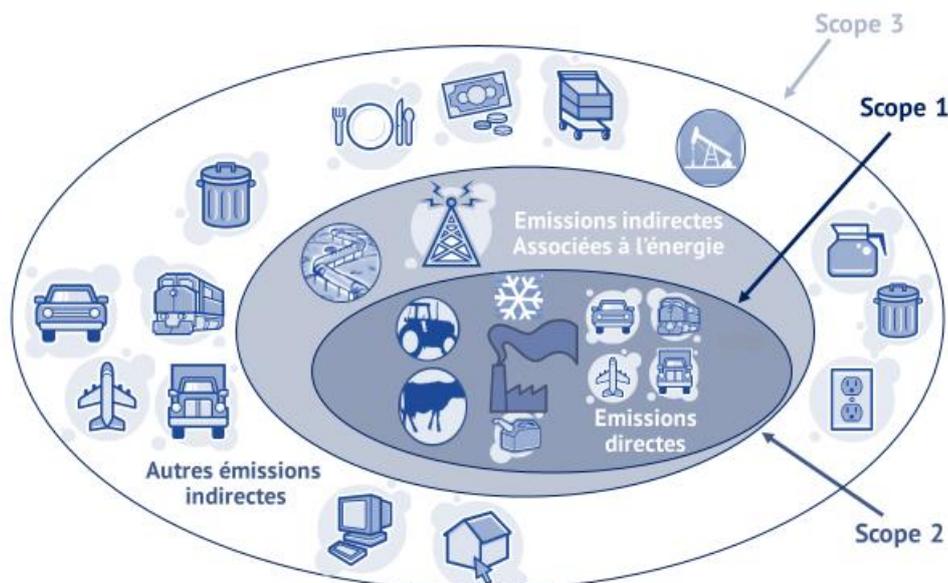


Figure 101 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire - Source E6

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 : CO₂,
- Le méthane : CH₄,
- Le protoxyde d'azote : N₂O,
- Les gaz fluorés : SF₆, HFC, PFC et NF₃.

Ces émissions sont exprimées en tonnes équivalent CO₂ : teqCO₂ ou t CO₂e. 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 (PRG100 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 (CO₂). On peut ensuite compter les émissions de tous les GES avec une unité de mesure commune qui est la tonne équivalent CO₂.

Les valeurs des PRG utilisées sont les dernières disponibles et sont issues du 5^{ème} rapport du GIEC (AR5) de 2013.

Gaz à effet de serre	PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) – valeurs AR5
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1
Méthane (CH ₄) - fossile	30
Méthane (CH ₄) - biomasse	28
Oxyde nitreux (N ₂ O)	265
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	23 500
Hydrocarbures perfluorés (PFC)	6 630 à 11 100
Hydrofluorocarbones (HFC)	138 à 12 400
Trifluorure d'azote (NF ₃)	16 100

Tableau 17 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5^{ème} rapport du GIEC

Exemple de facteurs d'émission :

- La consommation d'un MWh électrique en France : 70 kg CO₂e
- La consommation d'un MWh gaz naturel en France : 235 kg CO₂e
- La fabrication d'une tonne de papier : 1 300 kg CO₂e

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.

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.

6.1.2. Les émissions de GES par secteur

6.1.2.1. Les résultats globaux

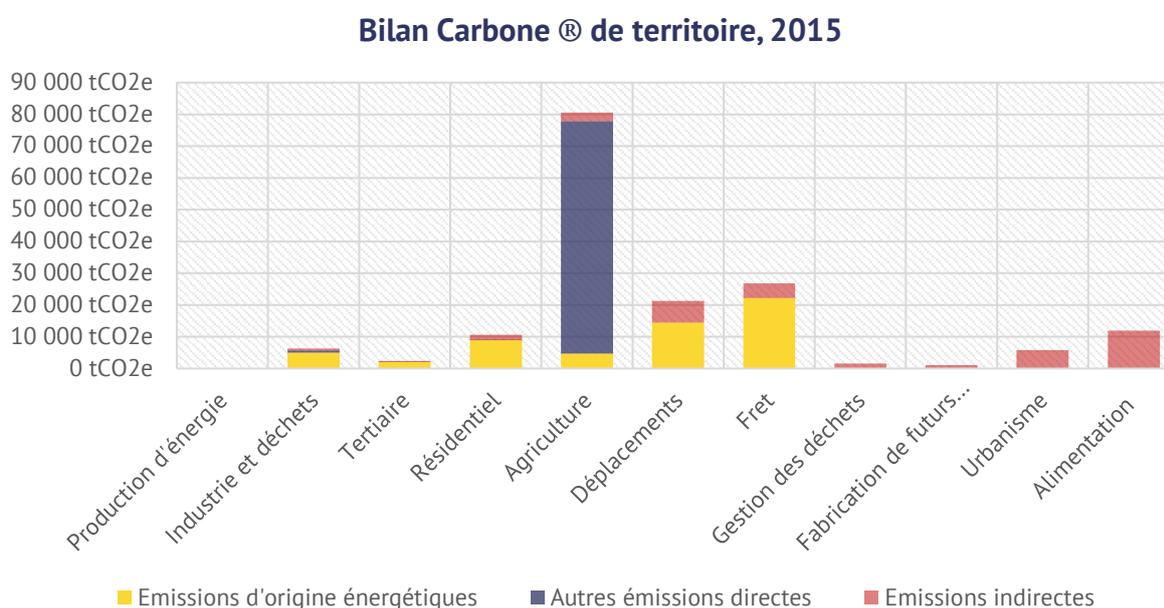


Figure 102 : Emissions de gaz à effet de serres directes et indirectes du territoire de la CC du Pays de Lapalisse, 2015, Source : E6

Les émissions de Gaz à Effet de Serre du territoire sont réparties de la manière suivante par secteur d'activité :

Sur ce graphique, trois « types » d'émissions ont été identifiés :

- En jaune, les émissions associées au **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 réglementaires de l'étude. Ils représentent 79% 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 **168 ktCO₂e** annuelles, soit 20 tCO₂e par habitant ce qui représente une valeur supérieure à la moyenne nationale (12 tCO₂e /hab.)

La répartition par poste est la suivante :

Répartition des émissions de GES, 2015, E6

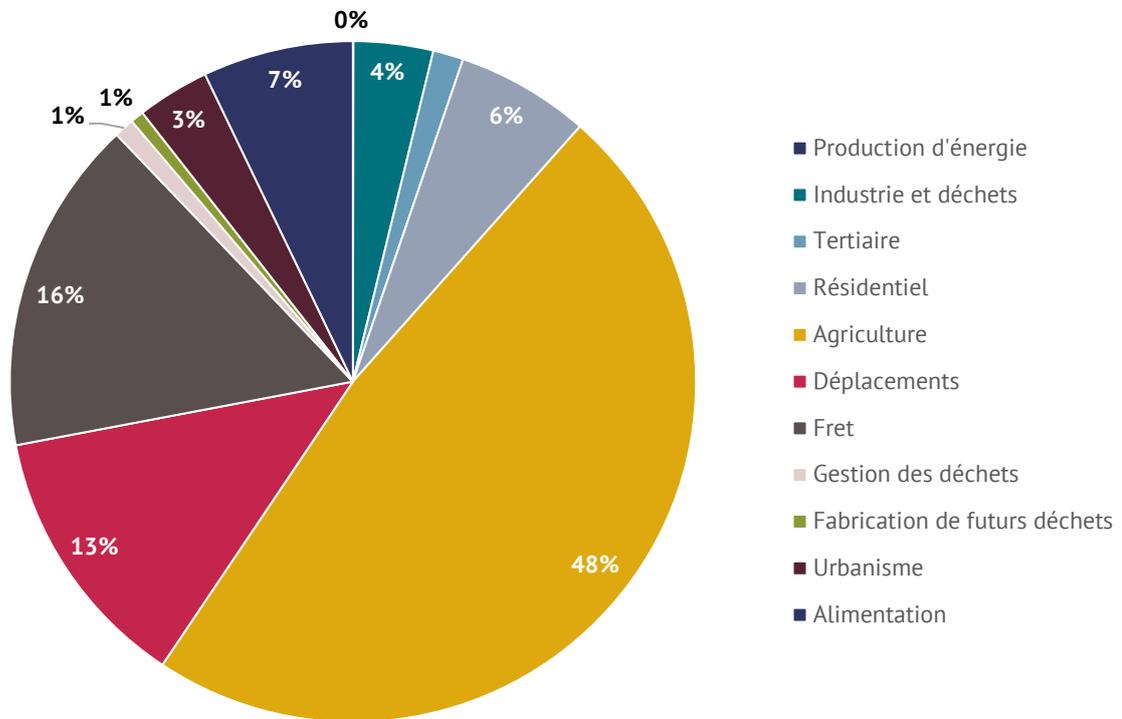


Figure 103 : Répartition des émissions de GES du territoire, 2015, E6

6.1.2.2. 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 81 ktCO₂e, soit 48% du bilan global répartis de la manière suivante :

Répartition des émissions du secteur agricole, 2015, OREGES/E6

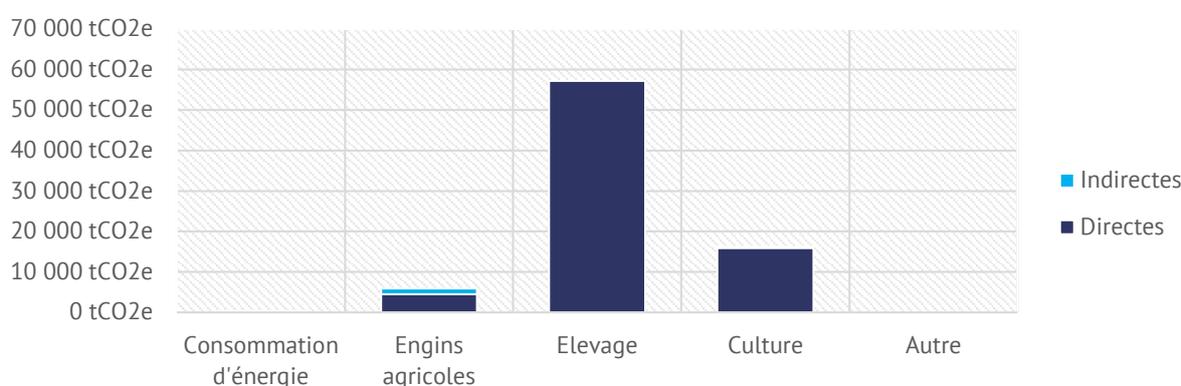


Figure 104 : Répartition des émissions de GES d'origine agricole, OREGES/E6, 2015

Les émissions de GES de l'élevage sont liées à deux phénomènes : les émissions de méthane (CH₄), un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement climatique est de l'ordre de 30 fois supérieur au CO₂ sont liées principalement à la fermentation entérique ; et les émissions de protoxyde d'azote (N₂O, de l'ordre de 265 fois plus puissant que le CO₂) liées 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 N₂O.

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

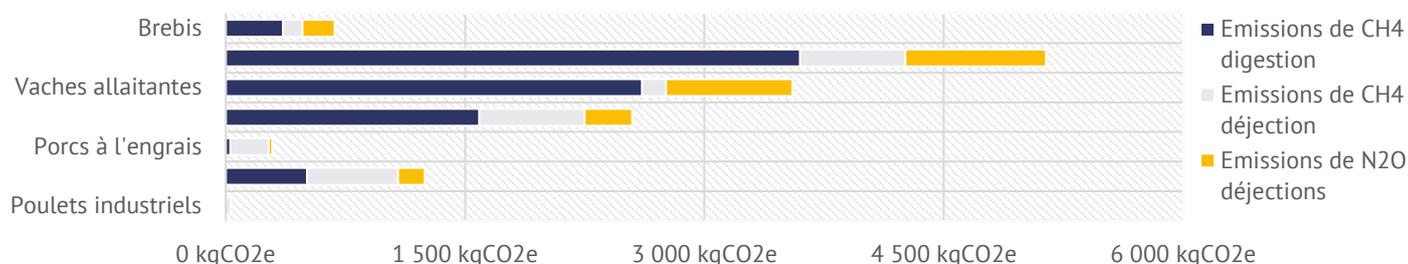


Figure 105 : Emissions de gaz à effet de serre associées à l'élevage d'un animal, Source : base carbone de l'ADEME

Sur le territoire, on retrouve majoritairement l'élevage de bovins (29 498 en 2010), de porcs (5 891) et de poulets (95 250).

6.1.2.3. 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 48 ktCO₂e, soit 29% 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

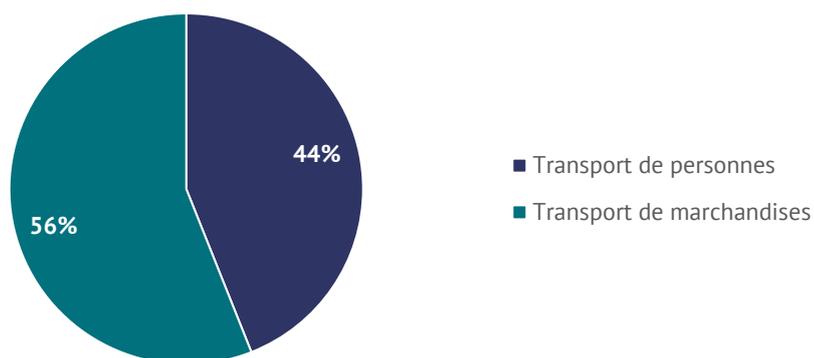


Figure 106 : Répartition des émissions de GES liées au secteur des transports, 2015, Source : E6

56% des émissions du secteur des transports sont liées aux déplacements de marchandises. Ceci est lié au fait que le territoire soit traversé par des axes de transit majeurs.

Zoom sur le transport de marchandises :

Le graphique suivant représente la répartition des émissions de GES liées au transport de marchandises :

Répartition des émissions associées au transport de marchandises, Source : E6, 2015

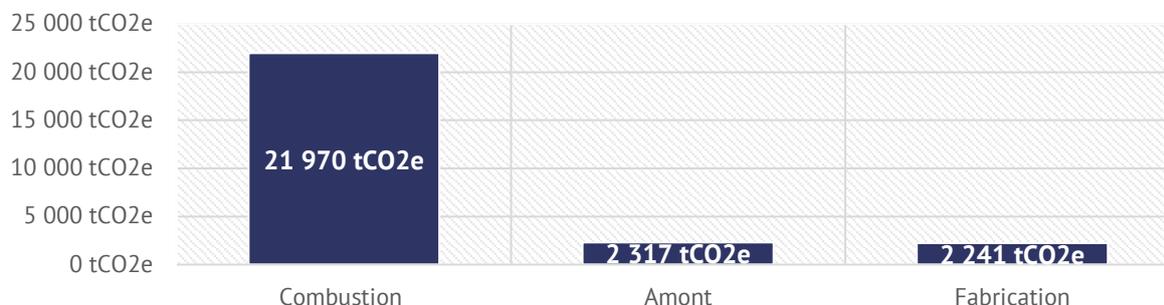


Figure 107 : Répartition des émissions de GES liées aux déplacements de marchandises, 2015, E6

6.1.2.4. 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 **12 ktCO2e**, ce qui équivaut à **7%** 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 :

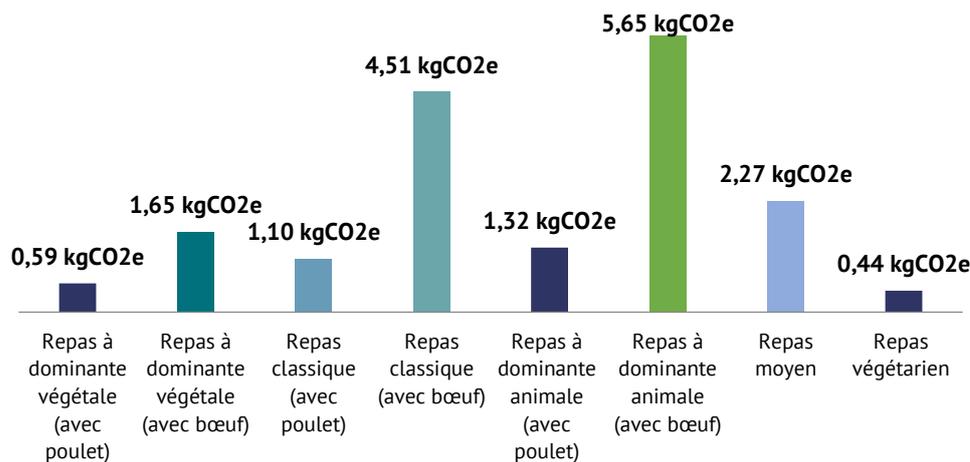


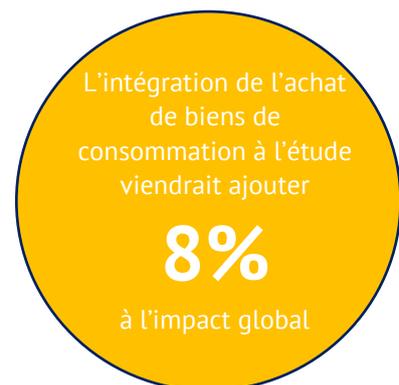
Figure 108 : Impact carbone pour un repas selon les différents types de repas, Source : Bilan Carbone, facteurs d'émissions

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 des achats dans le bilan global.

Pour cela, un calcul a été réalisé à 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 14 000 tCO2e en 2015, ce qui représenterai 8% du bilan global.



6.1.2.5. 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 11 ktCO2e en 2015, soit 6% des émissions totales du territoire. Ces émissions sont réparties de la manière suivante :

Répartition des émissions du secteur résidentiel, 2015, OREGES/E6

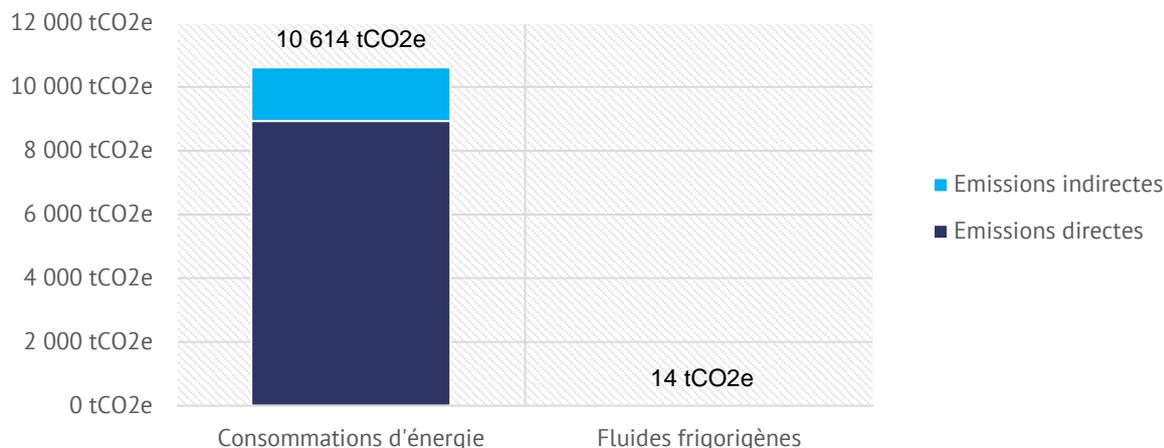


Figure 109 : Répartition des émissions du secteur résidentiel, 2015, E6/OREGES

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 est chauffée au fioul sur le territoire (22%). Le facteur d'énergie est important :

Facteur d'émissions des sources d'énergie, Base Carbone de l'ADEME, 2019

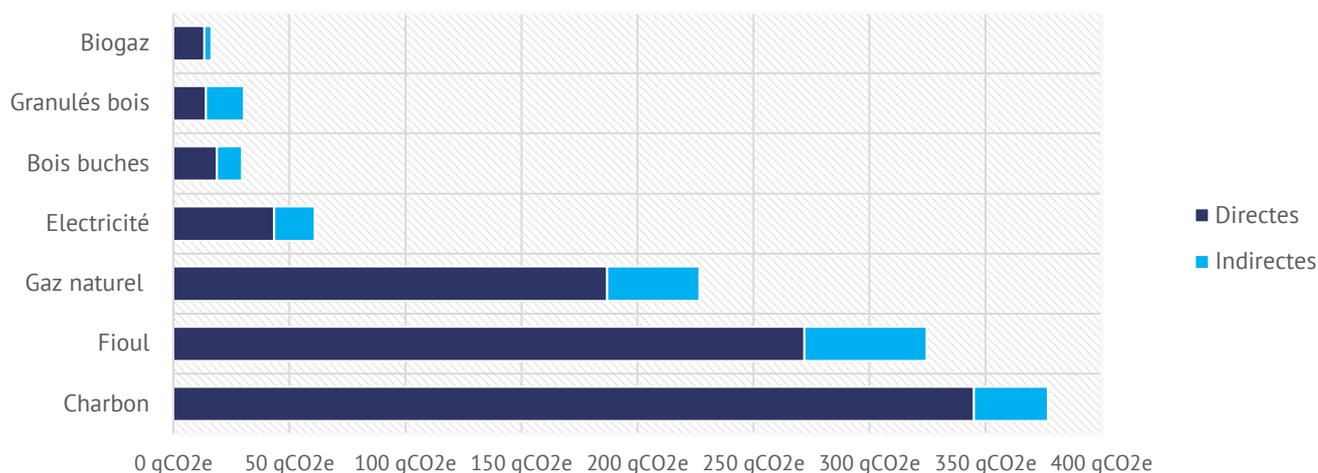


Figure 110 : Facteur d'émission des différentes énergies, Base Carbone de l'ADEME, 2019

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).

6.1.2.6. 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 6 ktCO₂e en 2015 (4% du bilan global), réparties de la manière suivante :

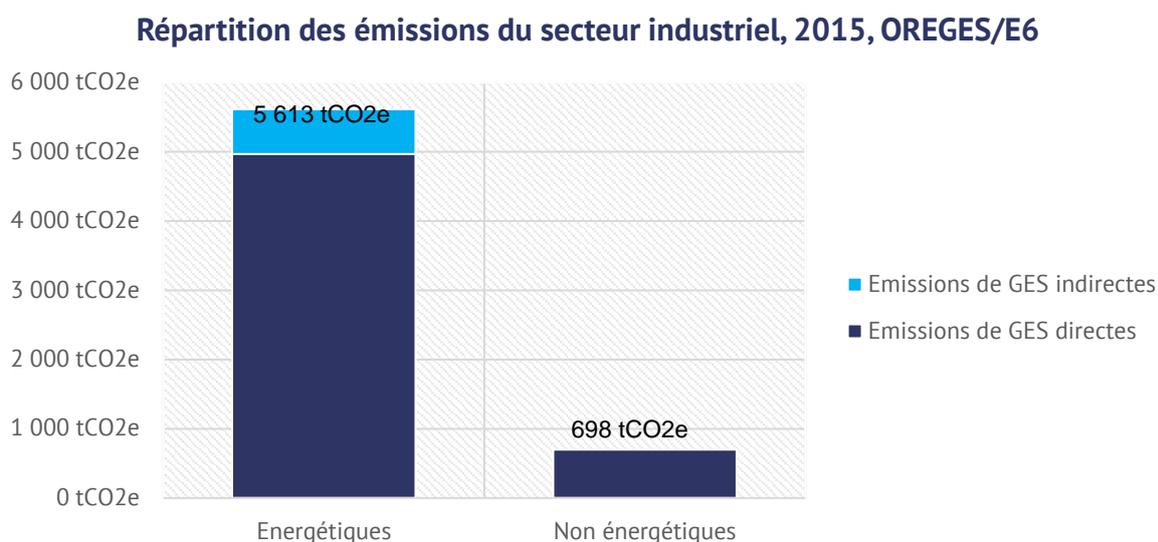


Figure 111 : Répartition des émissions du secteur industriel, 2015, E6/OREGES

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, notamment la production de froid au niveau de l'abattoir.

6.1.2.8. 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 donnée, l'impact de la construction de voiries n'a pas été évalué.

Les résultats du secteur

Les émissions associées à ce poste sont de **6 ktCO₂e**, ce qui équivaut à **3% 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 :

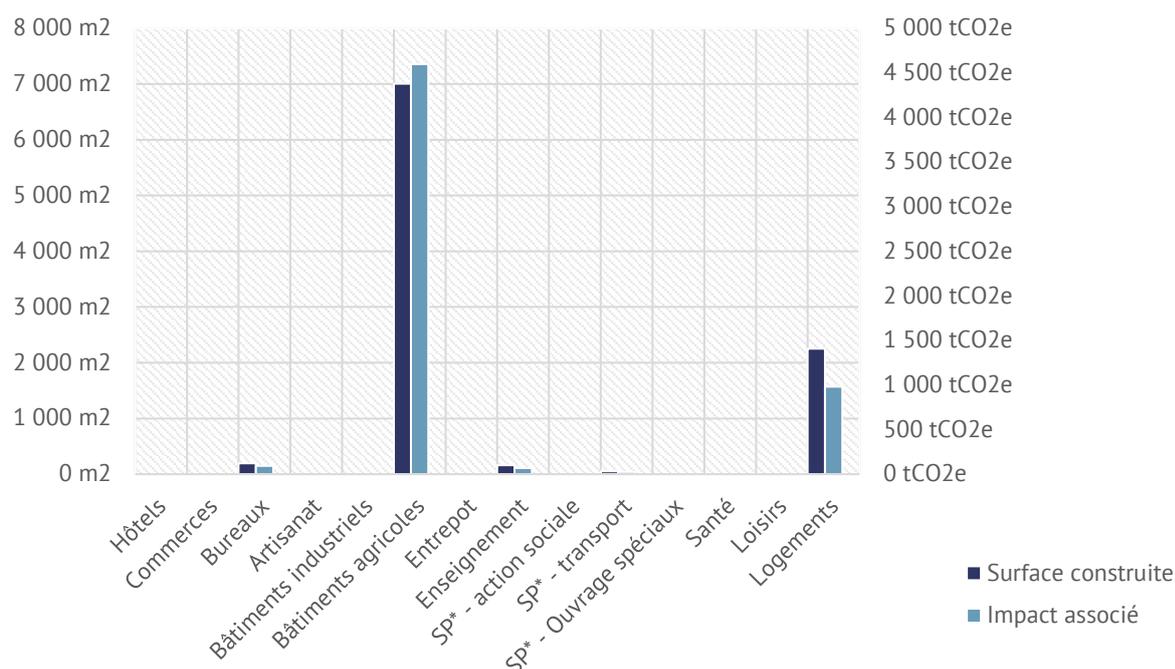


Figure 112 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé en 2015, Source : Sit@Del2/E6

*SP : Service Public

La majorité des bâtiments construits annuellement sur le territoire est à vocation agricole (72% des m² construits, 7 009 m² par an) et de logement (23%, 2 252 m²).

6.1.2.10. 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 estimer la quantité de déchets produits sur le territoire par type et mode de traitement, les rapports d'activité du syndicat de déchet Sud Allier ont été utilisés. Les déchets collectés sur le territoire de la CC du Pays de Lapalisse ont été estimés au prorata de la population couverte.

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 **2 600 tCO₂e**, soit 1,6% du bilan global. Parmi ces émissions, la moitié est liées à la fabrication des déchets et l'autre moitié à leur traitement.

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 :

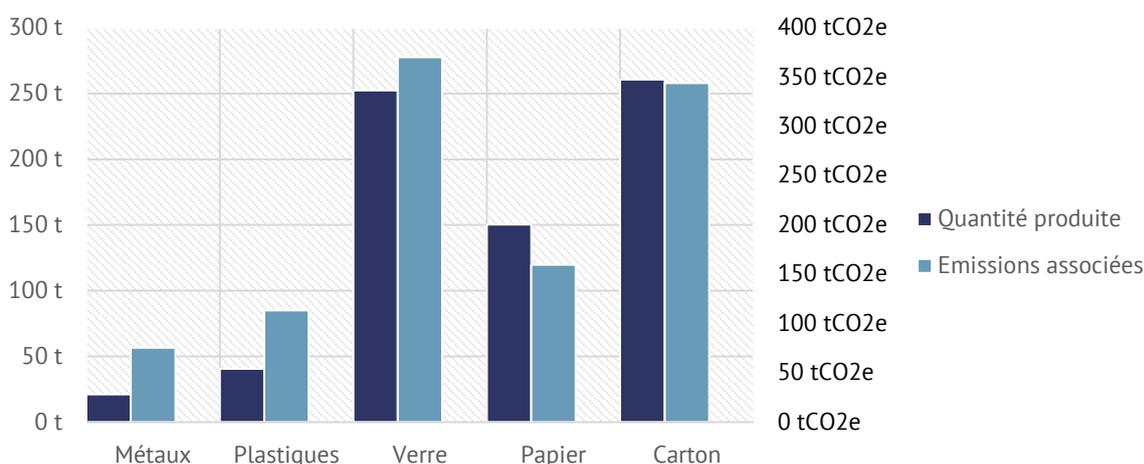


Figure 113 : Répartition de l'impact lié à la fabrication des futurs déchets sur le territoire, Source E6, 2015

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 :

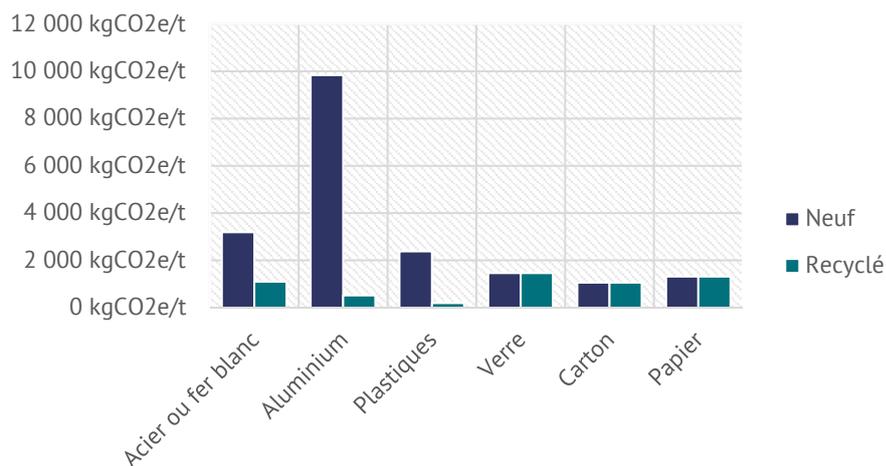


Figure 114 : Ecart entre la fabrication d'emballages à partir de matériaux recyclés ou non, Source : Base Carbone de l'ADEME

Zoom sur le traitement des déchets

Il existe sur le territoire trois moyens principaux pour traiter les déchets : le recyclage pour les métaux, le verre, le plastique, le papier et le carton ; la valorisation énergétique par incinération pour les OMr le refus de tri, et enfin le compostage pour les déchets verts.

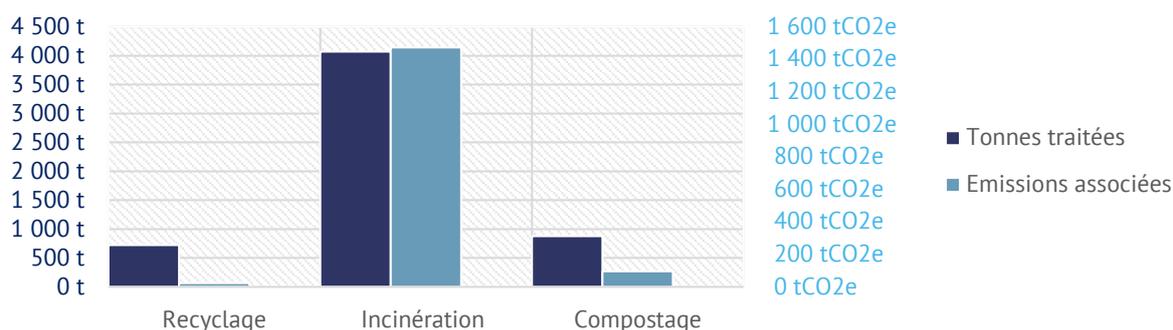


Figure 115 : Répartition des émissions de GES sur le territoire selon le type de traitement des déchets et leur quantité, Source E6, 2015

6.1.2.1. 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 2,4 ktCO2e en 2015 (1,4% du bilan global), répartie de la manière suivante :

Répartition des émissions du secteur tertiaire, 2015, OREGES/E6

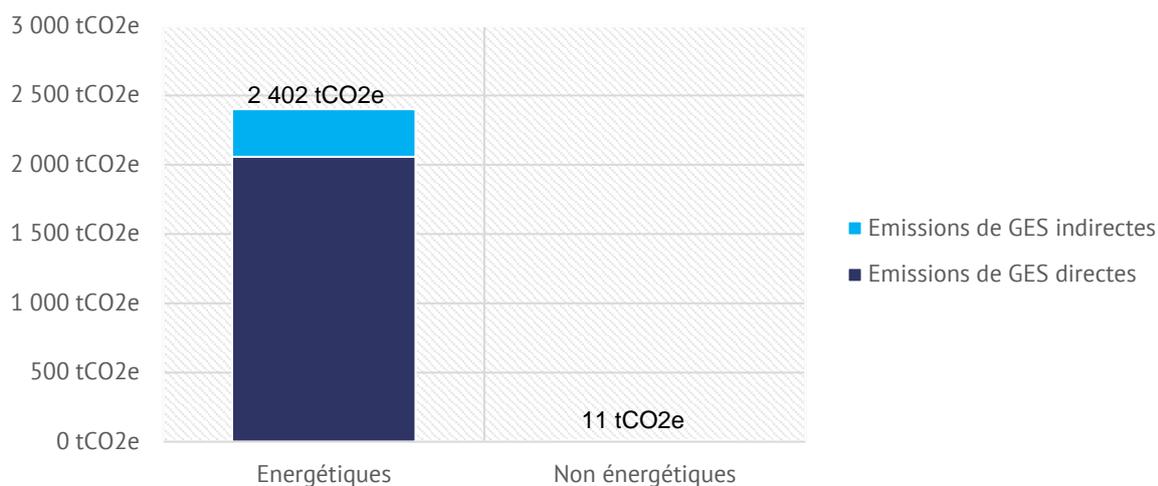


Figure 116 : Répartition des émissions du secteur tertiaire, 2015, E6/OREGES

6.1.2.1. 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	31 722 MWh	Non car déjà pris en compte dans les secteurs consommateurs (catégorie ENRt)
Géothermie	4 220 MWh	Non car déjà pris en compte dans les secteurs consommateurs (catégorie ENRt)
Photovoltaïque	784 MWh	Oui
Solaire thermique	449 MWh	Non car déjà pris en compte dans les secteurs consommateurs (catégorie ENRt)
Hydroélectricité	359 MWh	Oui

Tableau 18 : Productions d'énergie du territoire, Source : OREGES 2015

Les résultats du secteur

Les émissions associées à la production d'énergie sur le territoire intégrée sur les réseaux sont de 45 tCO₂e en 2015, soit 0,03% du bilan territorial, en majorité associées à la production d'énergie à partir de panneaux solaires photovoltaïques :

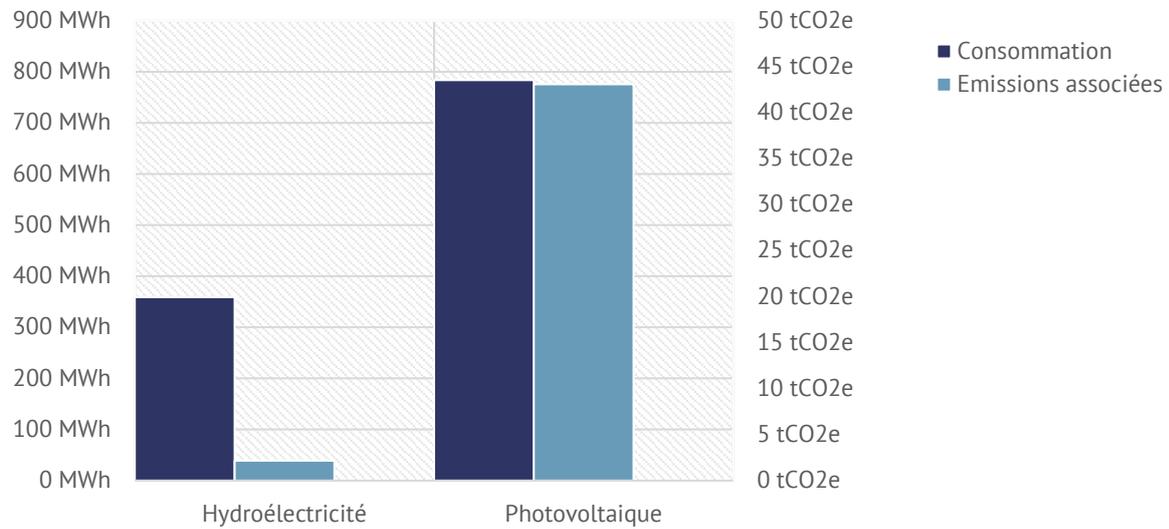


Figure 117 : Répartition des émissions de GES associées aux productions d'énergie, 2015, Source : E6 à partir des données OREGES

6.1.2.2. Le BEGES de territoire

Afin de pouvoir comparer les valeurs du territoire avec ceux des territoire 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 :

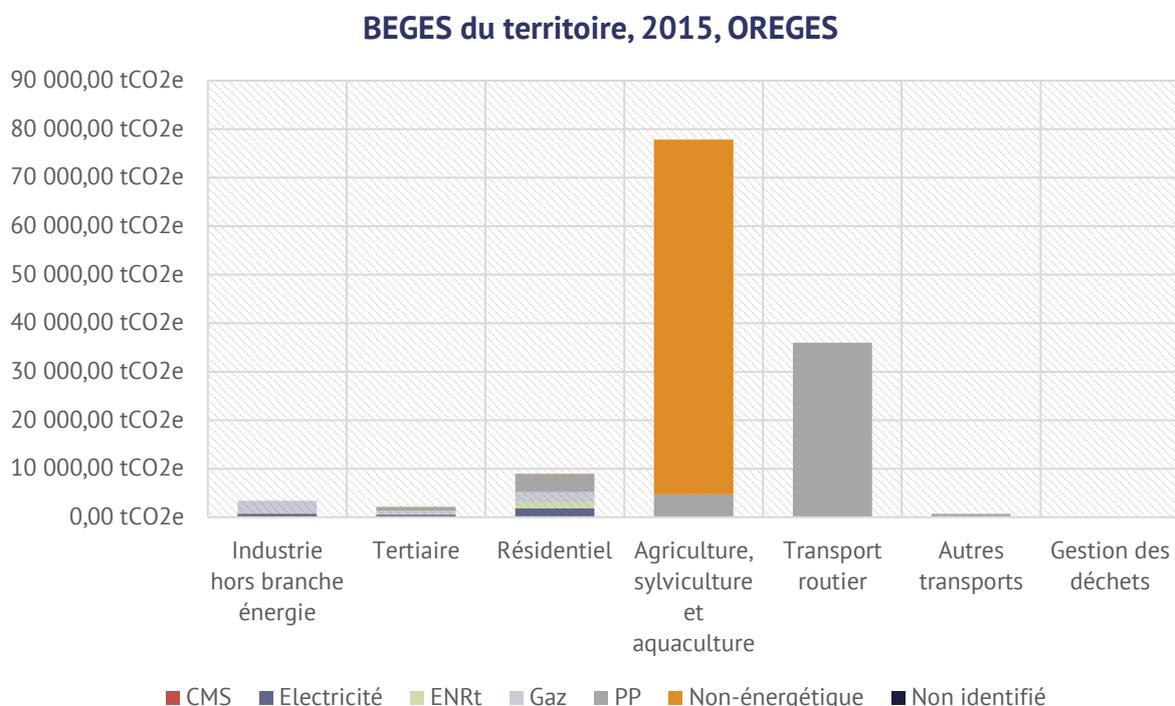


Figure 118 : BEGES du territoire de la CC du Pays de Lapalisse, 2015, OREGES

Les émissions de gaz à effet de serre du BEGES du territoire de la collectivité sont de 131 ktCO₂e, soit 78% du Bilan Carbone[®] de territoire.

6.1.3. 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 de près de la moitié 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 ;
- Un impact du secteur transport, et notamment du transit qui se confirme au travers de ce diagnostic ;
- Des émissions indirectes importantes, notamment le secteur « Alimentation » qui représente environ autant que le secteur résidentiel 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.)

6.2. SEQUESTRATION CARBONE DU TERRITOIRE

6.2.1. Contexte - La séquestration carbone en bref

Comment fonctionne la séquestration

Le dioxyde de carbone (CO₂) 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 CO₂ 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 CO₂ 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.

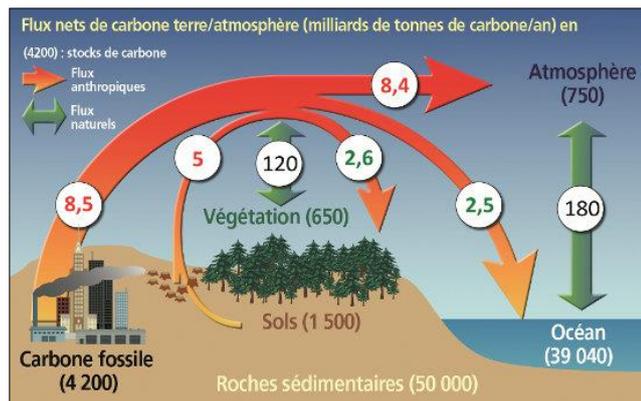


Figure 119 Flux nets de carbone

L'arbre, pilier naturel de captation du CO₂

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 CO₂, le stocke sous la forme de carbone et libère du dioxygène (O₂) : 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.

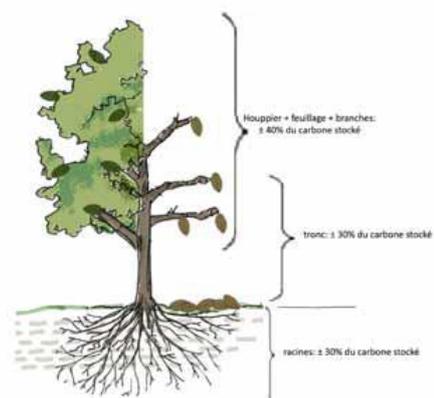


Figure 120 Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre

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.

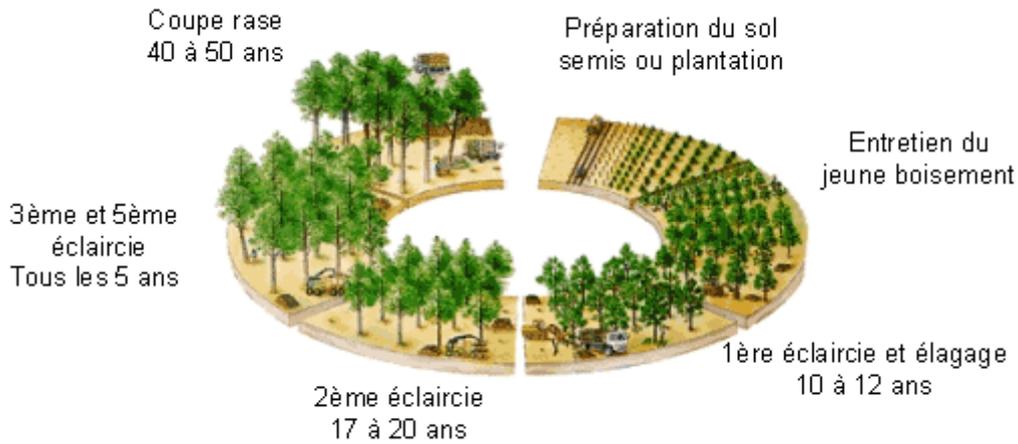


Figure 121 Schéma du cycle de l'exploitation des Landes - source : Actionpin

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).

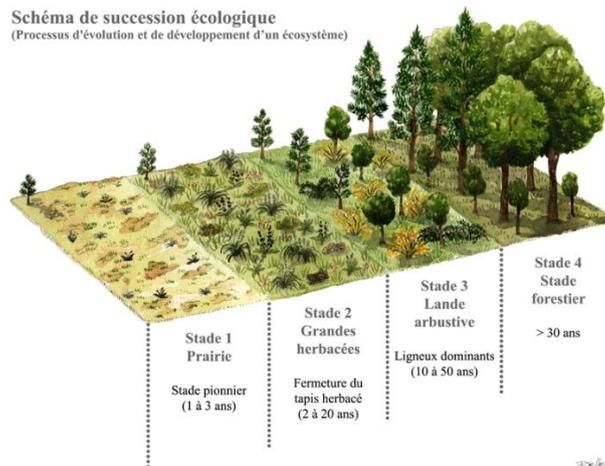


Figure 122 Schéma du cycle de succession écologique - source : florencedellerie

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.

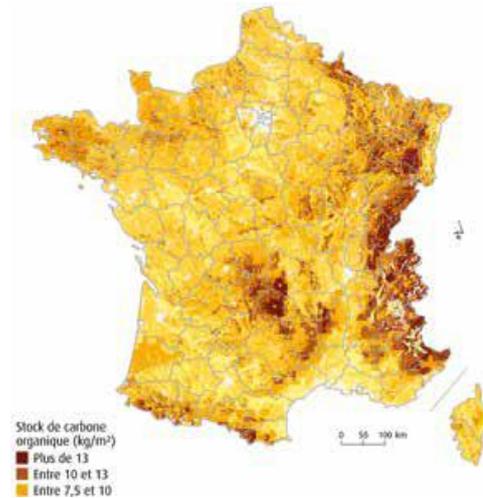
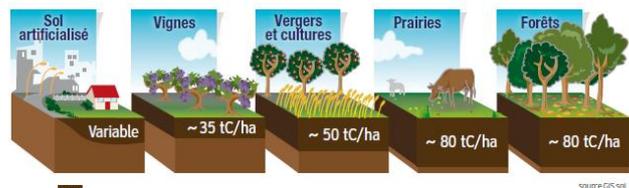


Figure 123 Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France

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 CO₂. 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.

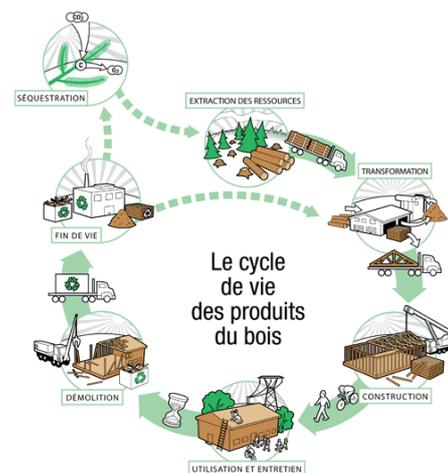


Figure 124 Cycle de vie des produits bois

Effets de substitution

Comme évoqué dans la partie précédente, brûler du bois émet du CO₂, 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ constante. Mais cette façon non naturelle de stockage de carbone possède ses désavantages.

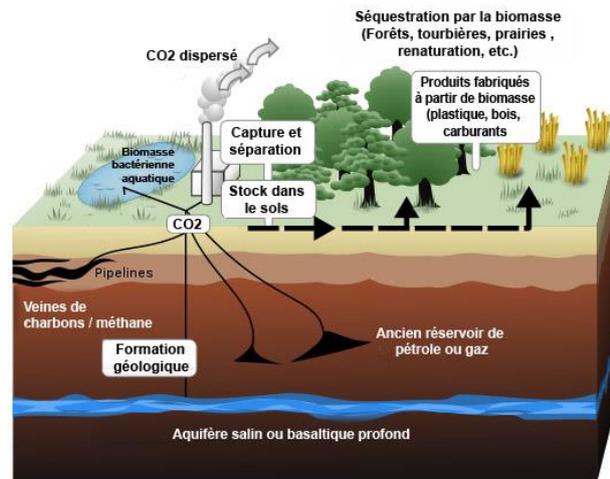


Figure 125 Schéma du stockage carbone par pompage

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 ces 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 :

Objectif Neutralité Carbone 2050

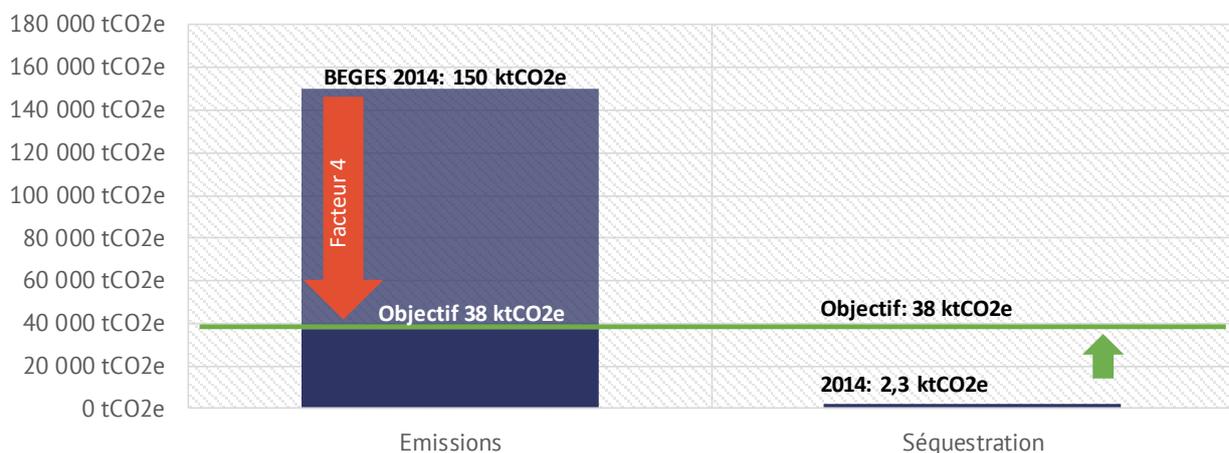


Figure 126 Exemple d'objectif de Neutralité Carbone – source : E6

À gauche sont représentées les émissions d'une entité sur une année, qui si elles sont réduites par un facteur 4, atteignent 38 ktCO_{2e}. À droite est représentée la quantité de CO_{2e} captée par la forêt en une année. Il faut augmenter la séquestration carbone à hauteur de 38 ktCO_{2e} 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 CO₂ 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.

6.2.2. Synthèse

6.2.2.1. Les résultats de l'étude

Le territoire de Communauté de Communes du Pays de Lapalisse séquestre plus de **9 960 ktCO₂e** 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. Ce stock carbone représente l'équivalent de plus de 50 fois les émissions annuelles du territoire.

6.2.2.2. 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.

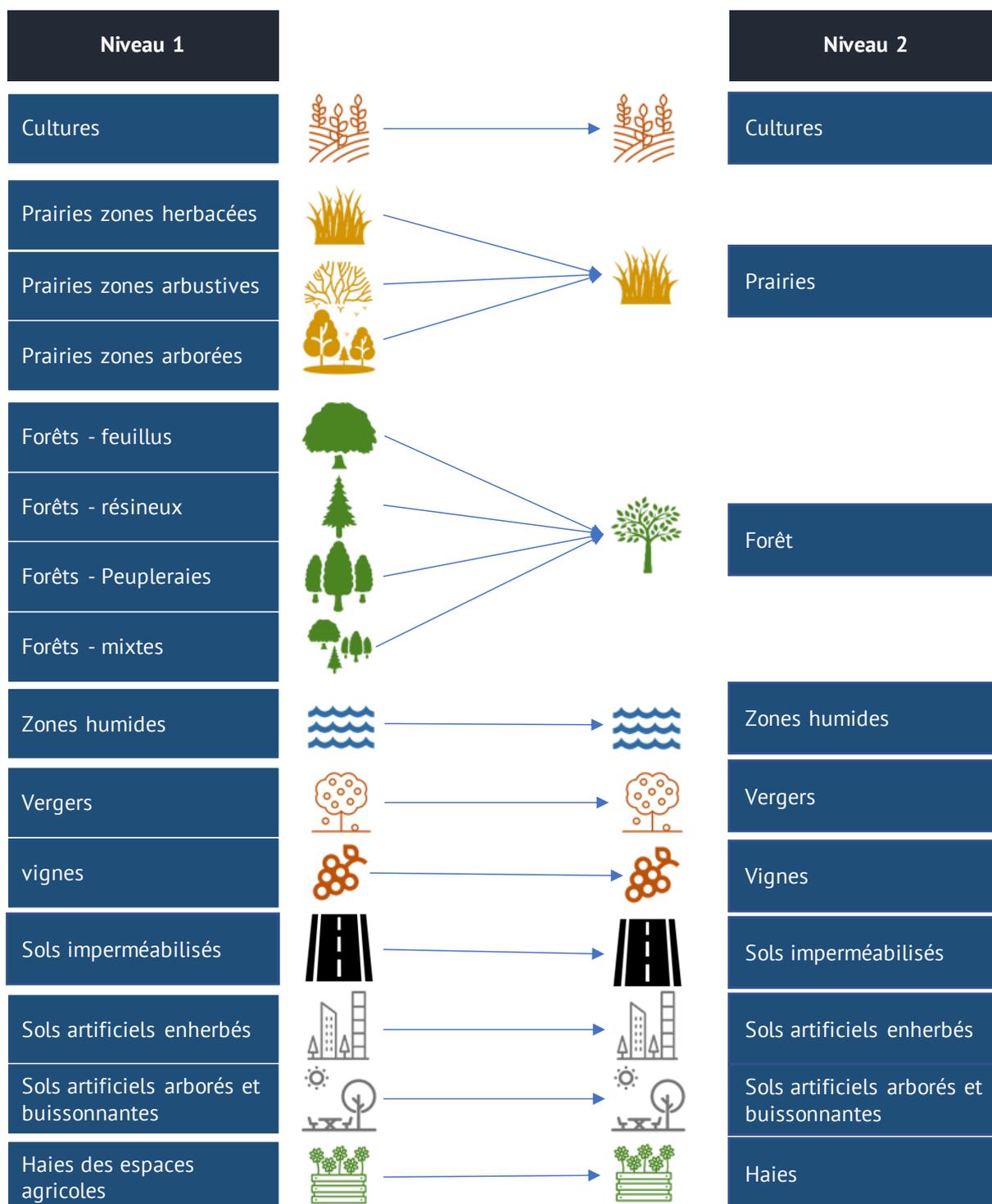


Figure 127 Représentation des typologies selon 2 catégories – source : E6

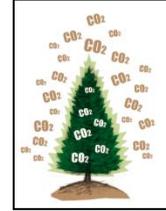
Pour comprendre ces deux niveaux de répartition, il faut concevoir que les stocks de carbone sont calculés en fonction de 3 réservoirs de carbone : le sol, la litière et la biomasse (aérienne et racinaire). Ci-dessous un descriptif de ces réservoirs :



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).

6.2.4. Patrimoine et capital carboné

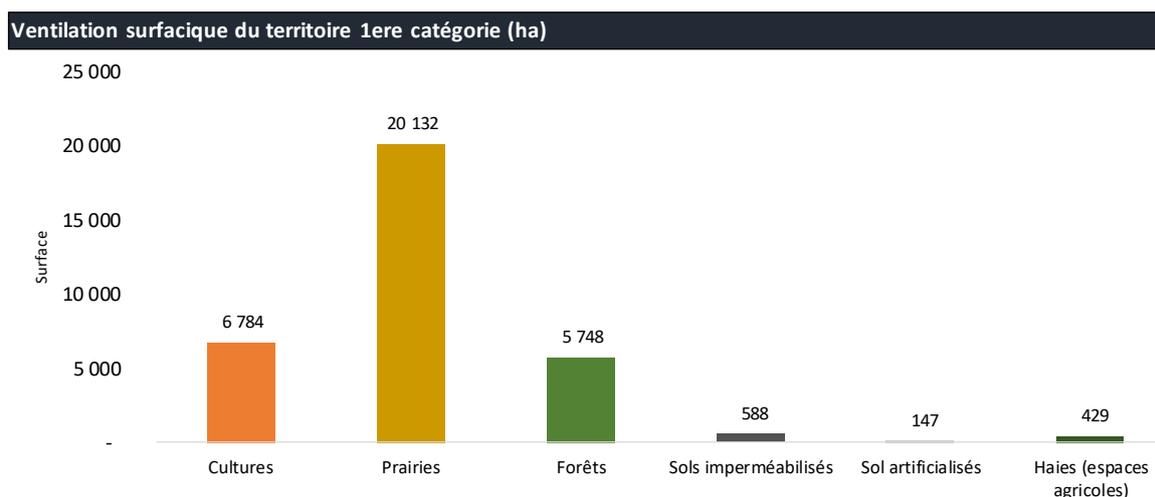
6.2.4.1. Surface occupées et grandes familles

L'ensemble de la surface de CC du Pays de Lapalisse a été ventilé selon les différentes typologies du territoire.

	Typologie	Part occupée	Surface occupée
	Cultures	20%	6 784 ha
	Prairies	60%	20 132 ha
	Forêts	17%	5 748 ha
	Sols imperméabilisés	2%	588 ha
	Sols artificiels enherbés	>1%	147 ha
	Haies	1%	429 ha

Tableau 19 Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies - - source Corine Land Cover / E6

6.2.4.2. Ventilation du stock de carbone



Ventilation surfacique du territoire 2ème catégorie (ha)

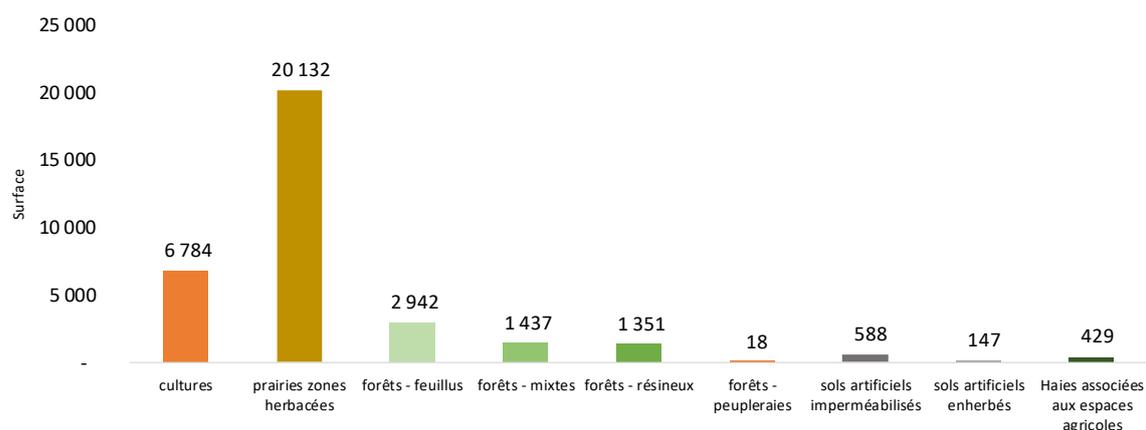


Figure 128 Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories – source Corine Land Cover / E6

Suivant les typologies énumérées précédemment, les facteurs de séquestration en tCO₂e/ha des trois réservoirs de chaque typologie ont permis de calculer le capital carboné du territoire. Il se somme à **9 960 ktCO₂e**.

Ci-dessous la répartition de ce stockage.

Ventilation des typologies de sol - 2018

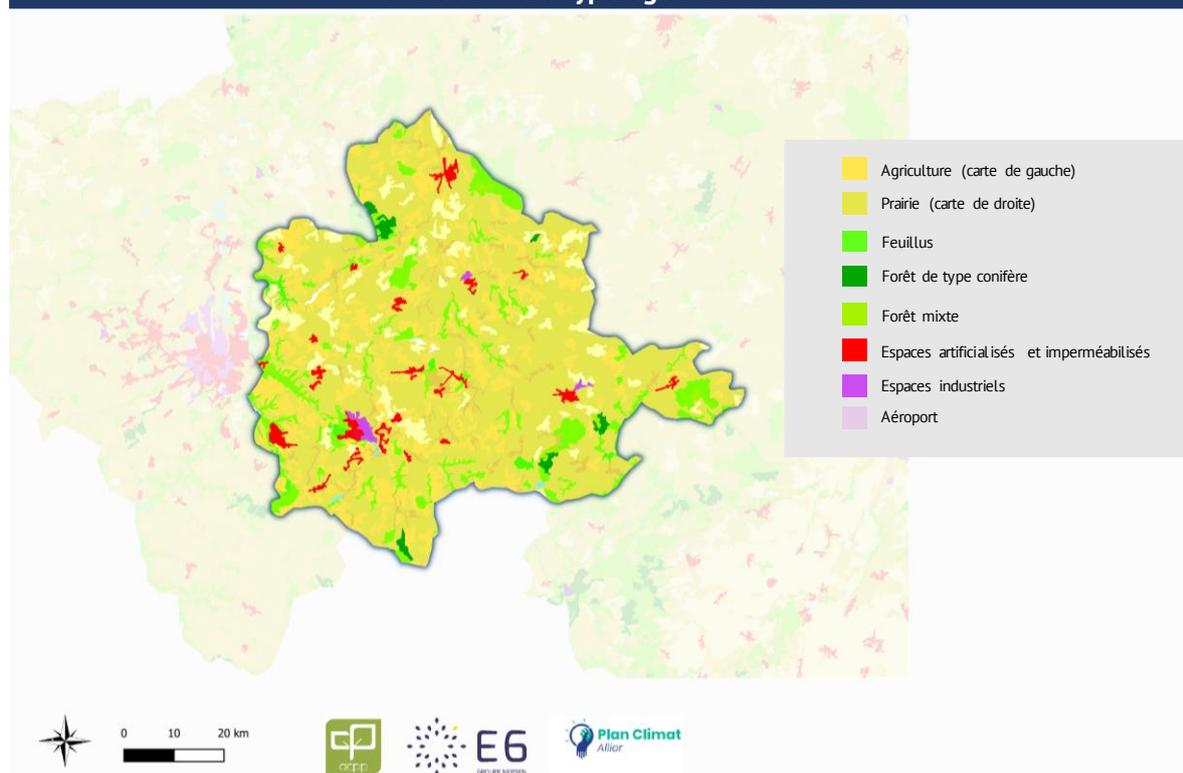


Figure 129 Ventilation du stock carbone selon les typologies de la catégorie 1

La hiérarchie observée est la suivante :

- Les cultures stockent 1 235 ktCO₂e. Ce qui équivaut à 12% du stock actuel ;
- Les forêts stockent 3 251 ktCO₂e soit 52% (Intra sol, biomasse et litière) ;
- Les prairies stockent 33% ce qui équivaut à 5 177 ktCO₂e ;
- Les zones urbanisées imperméabilisées stockent 65 ktCO₂e soit 1% ;

- Les zones artificialisées stockent 42 ktCO₂e soit moins de 1% ;
- Les haies en bordure de terrain agricole participent au stockage de carbone à hauteur de 1% soit 133 ktCO₂e.

Le stock carbone entre les trois réservoirs se ventile comme il suit :

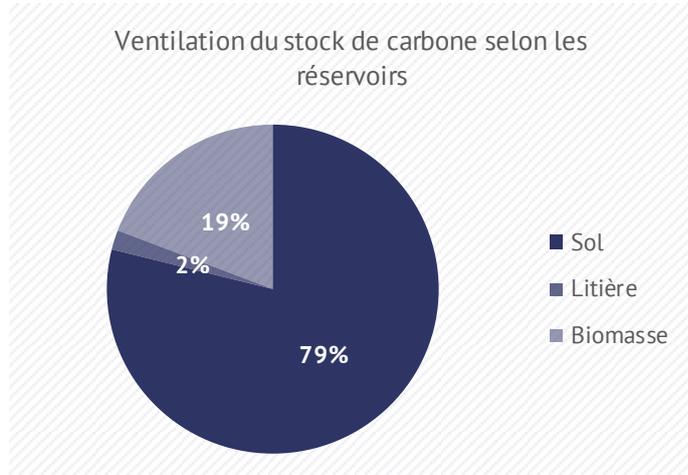


Figure 130 Ventilation du stock carbone selon les réservoirs – source Corine Land Cover / E6

Les $\frac{3}{4}$ du carbone stocké sur le territoire proviennent du carbone des sols et environ $\frac{1}{4}$ provient de la biomasse (intra et hors sol). Le stock lié à la litière apparait 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 15 typologies ventilées selon la quantité de stock carbone de leur réservoir. Il permet de visualiser la contribution de chaque typologie suivant les différents réservoirs.

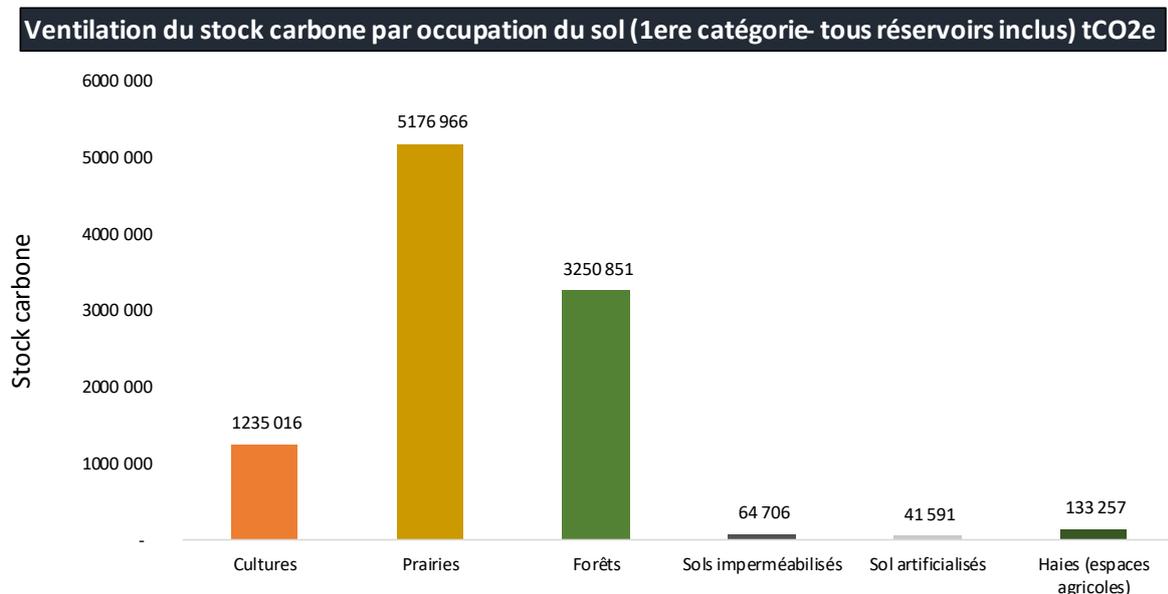


Figure 131 Ventilation du stock carbone selon les différentes typologies – source Corine Land Cover / E6

Pour résumé, CC du Pays de Lapalisse 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 **296 tCO₂e/ha** sur son territoire.

Ci-contre et ci-dessous un schéma permettant une meilleure compréhension de cette valeur.

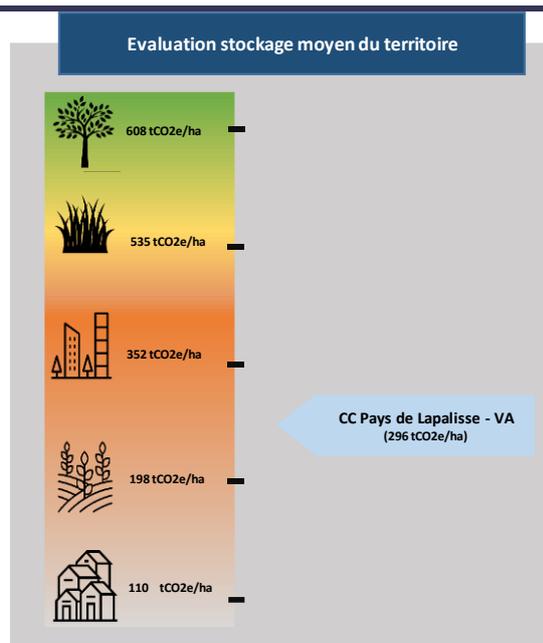


Figure 132 Evaluation du stock carbone du territoire

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)

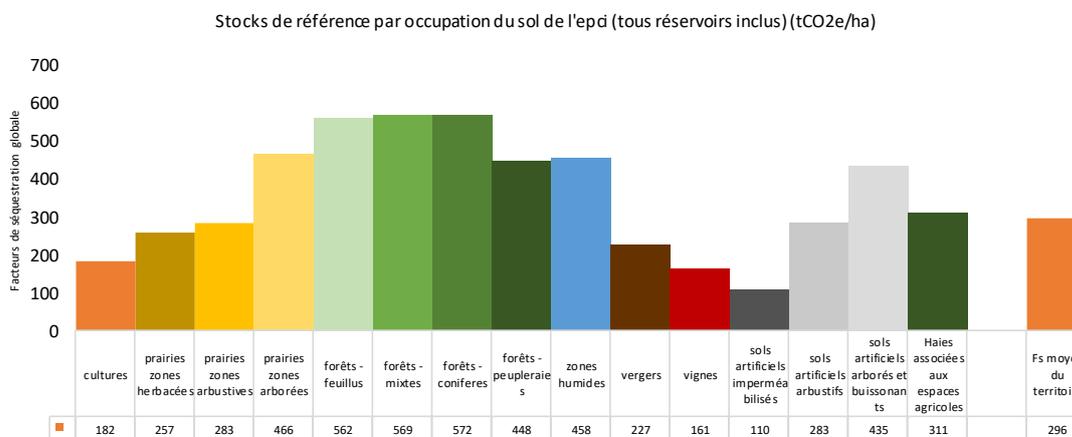


Figure 133 Les facteurs de séquestration des différentes typologies par rapport à celui du territoire – source Corine Land Cover / E6

6.2.4.4. Emprise des sols artificialisés

Les espaces artificialisés couvrent 735 ha soit 1% du territoire. Ci-dessous une carte permettant de cibler ces espaces.

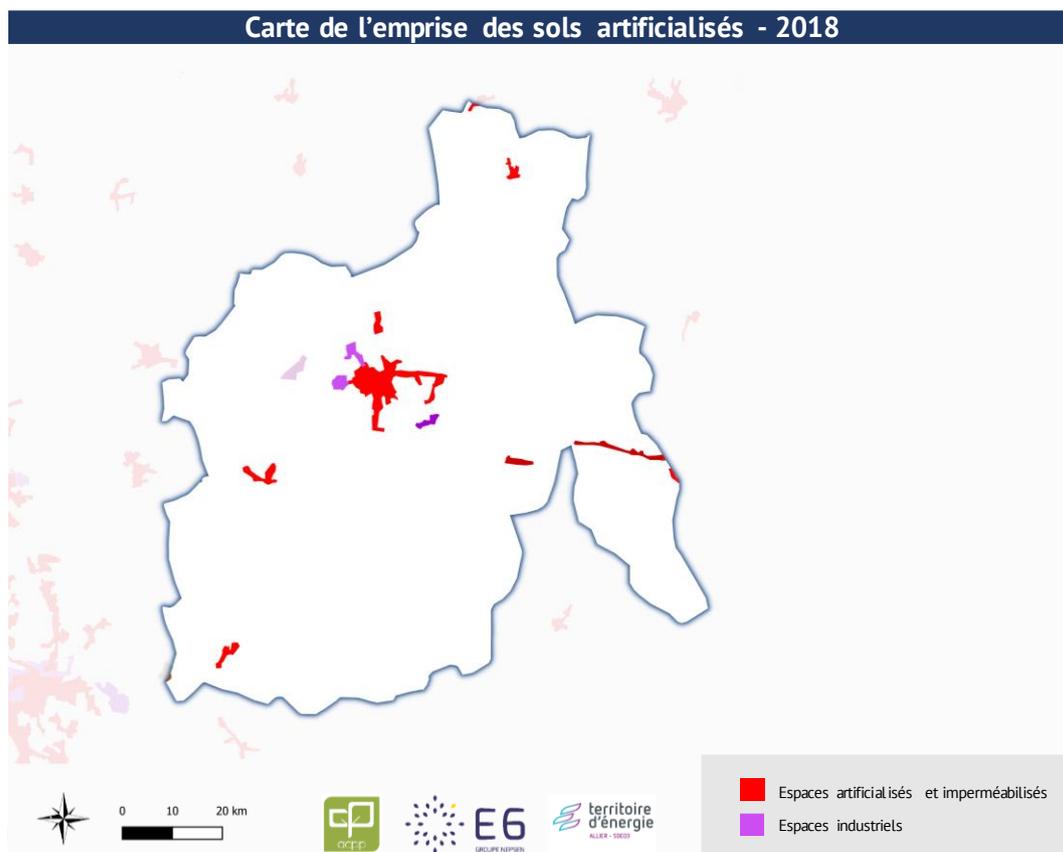


Figure 134 Carte de l'emprise des sols artificialisés – source E6 / Corine Land Cover

Ces espaces sont définis 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, ...).

6.2.4.6. Séquestration Carbone de la forêt

Les espaces de forêts couvrent 5 748 ha sur le territoire, soit 17% de la surface de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse.

Ci-dessous la représentation des forêts du territoire.

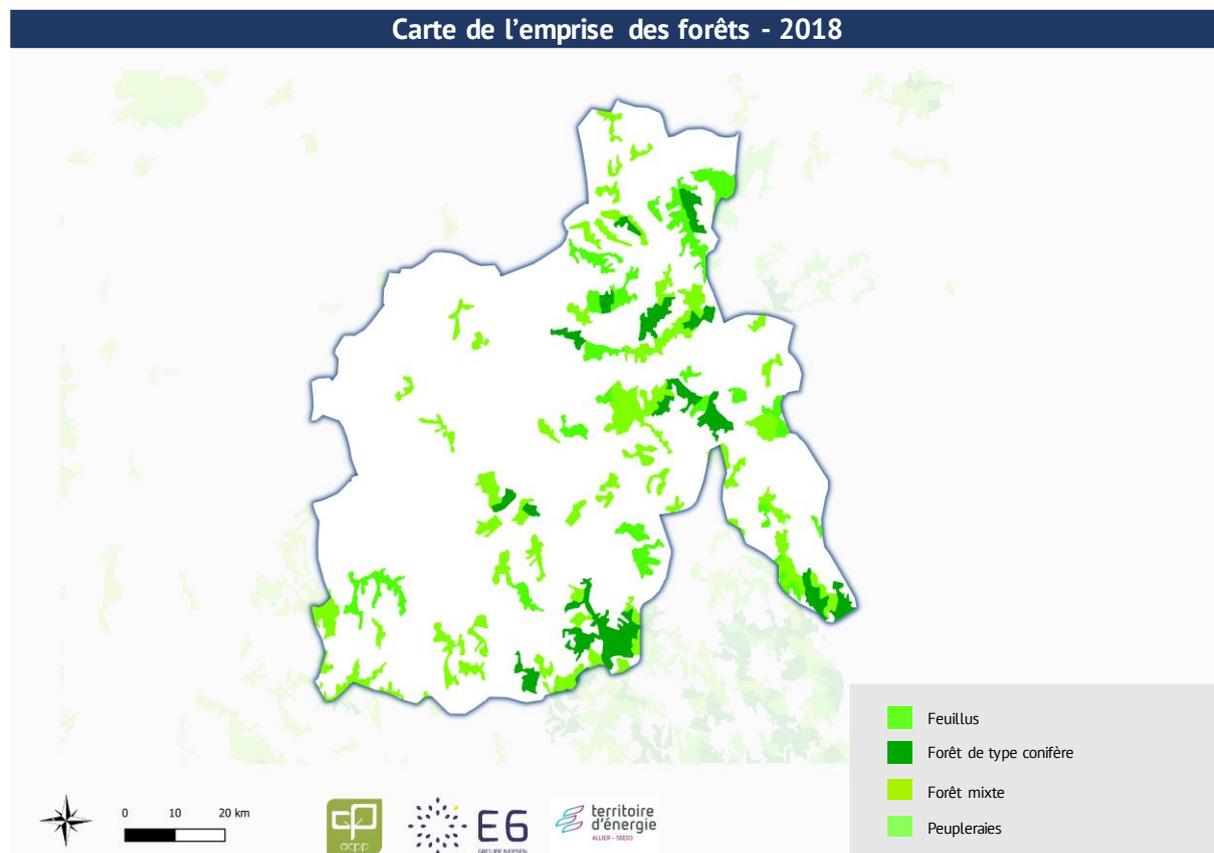


Figure 135 Carte de l'emprise des forêts - source E6 / Corine Land Cover

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.

Part des essences de la forêt

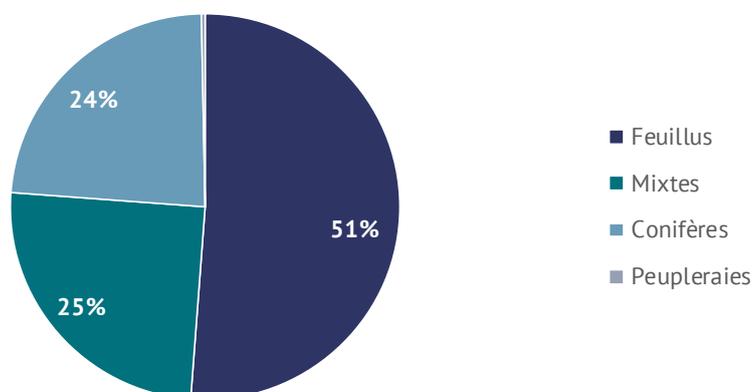


Figure 136 Part des essences de la forêt du territoire – source E6 / Corine Land Cover

Les 4 typologies de forêt identifiées par la base de données Corine Land Cover. Les facteurs de séquestrations sont les suivants :

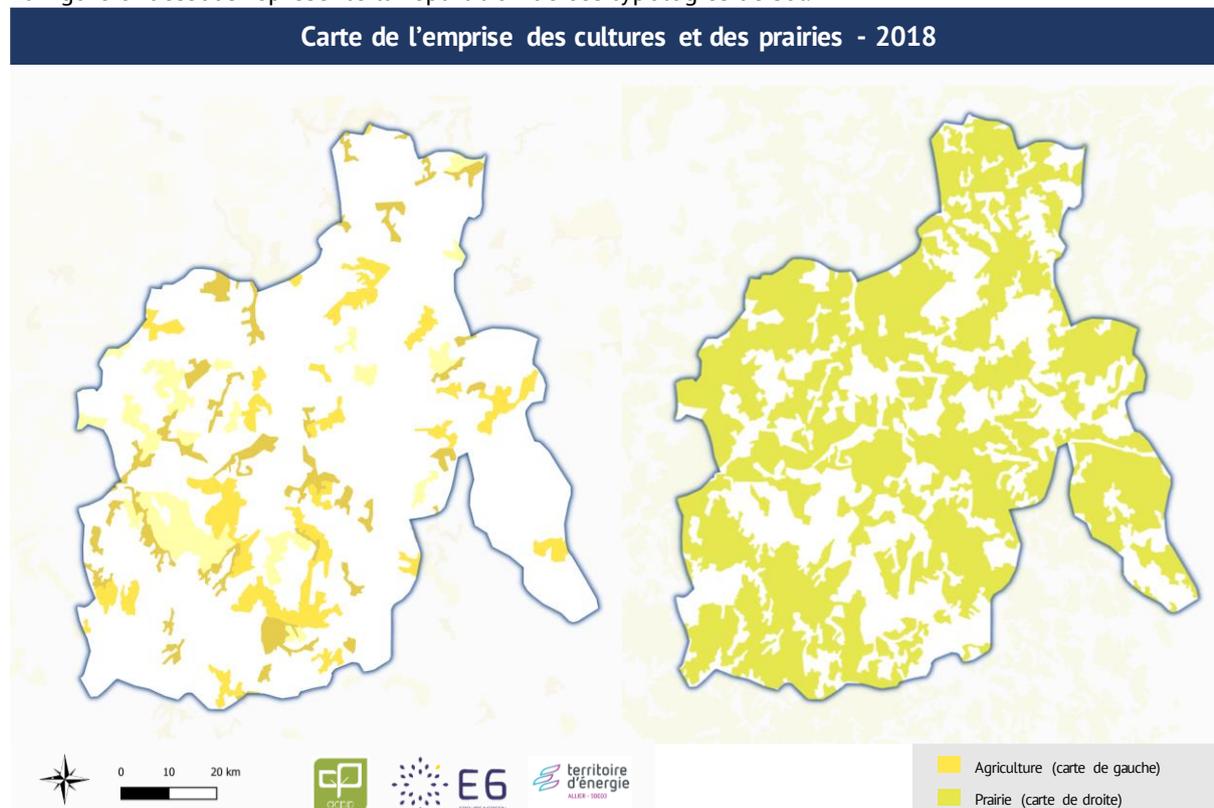
Type de forêts	Sol (30 cm) tCO _{2e} .ha	Litière tCO _{2e} .ha	Biomasse tCO _{2e} .ha	Tous réservoir tCO _{2e} .ha
Feuillus	243	33	302	578
Mixtes	243	33	317	593
Conifères	243	33	322	598
Peupleraies	243	33	190	466

6.2.4.8. Séquestration carbone de l'agriculture et des prairies

Les terres agricoles du territoire sont réparties sur 6 784 ha ce qui représente 20% de la superficie du territoire.

Les prairies du territoire sont réparties sur 20 132 ha ce qui représente 60% de la superficie du territoire.

La figure ci-dessous représente la répartition de ces typologies de sol.



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 _{2e} .ha	Litière tCO _{2e} .ha	Biomasse tCO _{2e} .ha	Tous réservoir tCO _{2e} .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

6.2.5. 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 :

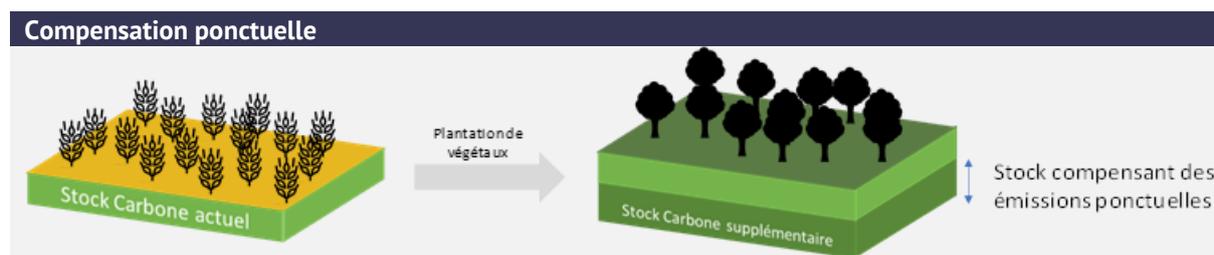


Figure 137 Schéma de compensation ponctuel – source : E6

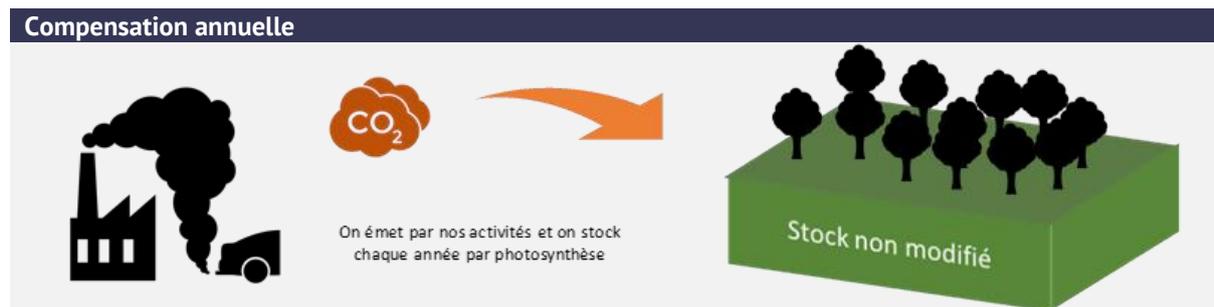


Figure 138 Schéma de compensation d'une activité – source : E6

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).

6.2.5.1. Evolutions 2012 – 2018

Ci-dessous une carte permettant de mettre en avant les changements d'affectation des sols suivants les 4 périodes.

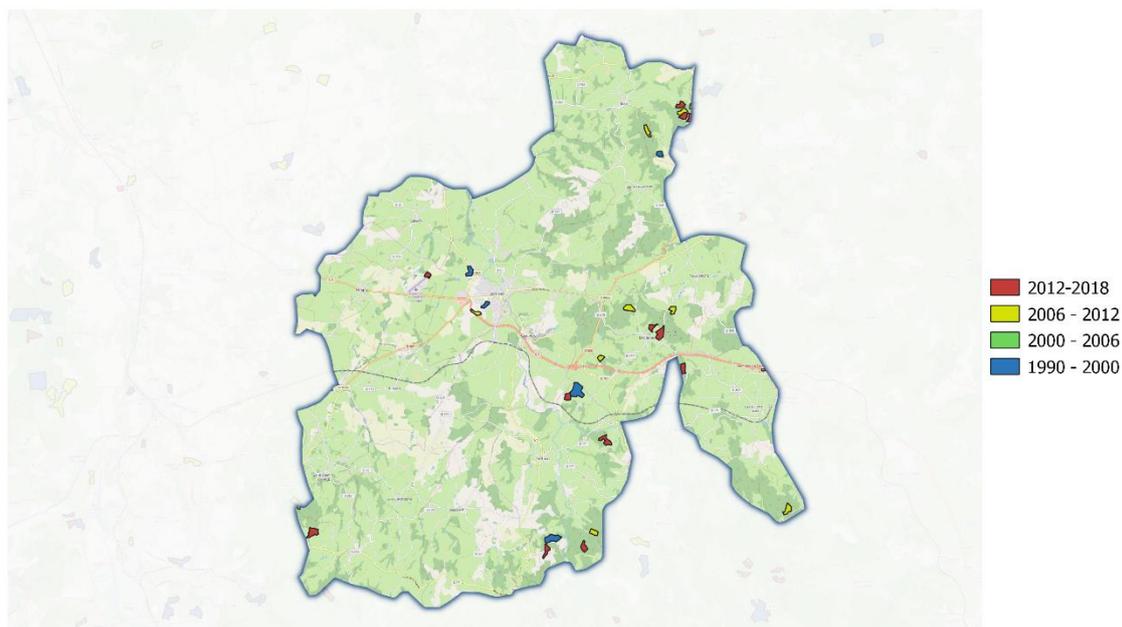


Figure 139 Représentation des changements d'affectation des sols suivant différentes périodes – source Corine Land Cover / E6

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"> • Le défrichage ; • L'imperméabilisation ; • L'artificialisation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantation de végétaux ; • Photosynthèse des végétaux ; • Retour à la nature de zones urbanisées ; • Surfaces en friche ; • L'utilisation de produits bois.

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 2018 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 2018 à 2018. Il est nécessaire de remonter plusieurs années en arrière afin d'obtenir des données complètes et comparables.

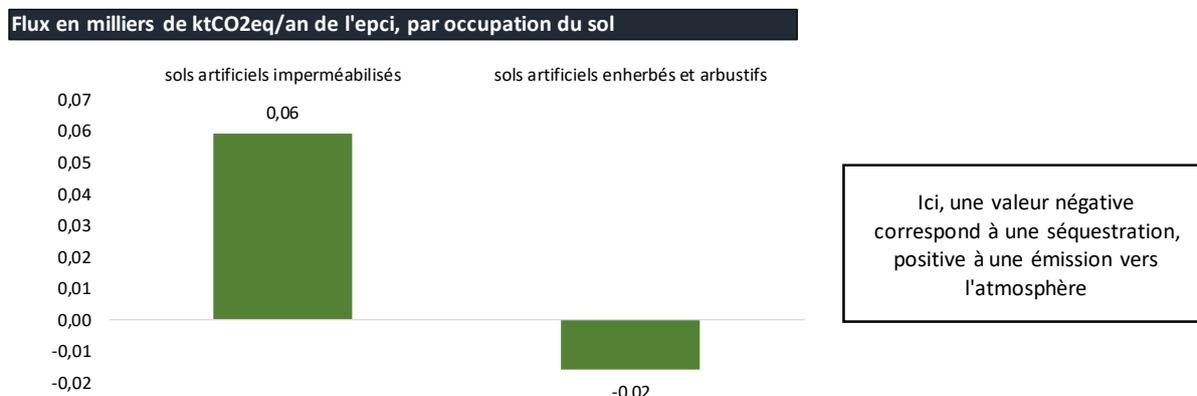


Figure 140 Flux carbone du territoire – source Corine Land Cover / E6

- L'imperméabilisation des surfaces de culture et de prairie a déstocké plus de 60 kgCO_{2e} sur une année.
- La transformation de surface de cultures en sol artificialisé enherbé a permis un restockage de 20 kgCO_{2e}.

Pour la CC du Pays de Lapalisse, 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 des 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 des 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.

6.2.5.2. 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.

Type de biomasse	Récolte théorique actuelle (m ³ /an)*	Flux produits bois selon les habitants tCO _{2e} /an
Bois d'œuvre (sciage)	14 329	108
Bois d'industrie (panneaux, papiers)	2 532	99

Tableau 20 Ventilation du stock carbone des produits bois – source Corine Land Cover / E6

6.2.5.3. Bilan des flux

Le flux carbone du territoire est de -33 656 tCO_{2e}/an, ce qui représente la différence entre le stockage et le déstockage de carbone liée notamment aux changements d'occupation des sols du territoire.

La valeur négative signifie que le territoire stocke plus de carbone qu'il n'en déstocke et accroît donc annuellement sa capacité de stockage. Ce bilan est notamment lié au stockage de carbone dans la biomasse forestière en lien directement avec l'accroissement naturel de celle-ci.

Actuellement le territoire CC du Pays de Lapalisse a une empreinte Carbone de 131 252 tCO_{2e} (correspondant aux émissions annuelles de GES du territoire). Le flux carbone de la partie séquestration du territoire atteint -33 656 tCO_{2e}/an, ainsi le territoire stocke annuellement environ 26% de ses émissions annuelles totales de GES.

Pour atteindre la Neutralité Carbone, si le territoire diminue d'un facteur 4 ses émissions, la capacité actuelle de captation de la forêt atteint 103%. Le territoire est en mesure d'atteindre la Neutralité Carbone.

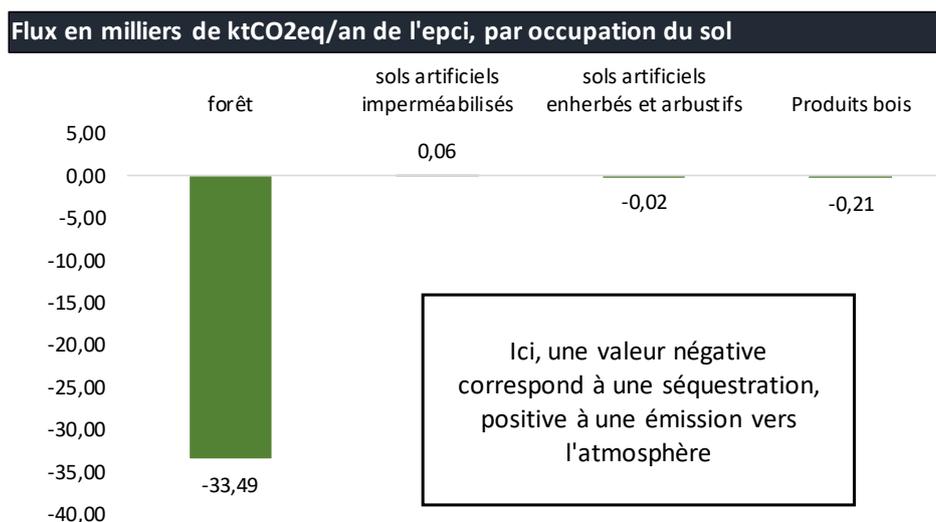


Figure 141 Bilan des flux carbone sur l'année 2018 - - source Corine Land Cover / E6

6.2.6. Les potentiels de développement

6.2.6.1. 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 CO2 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, ...

6.2.6.2. La création d'outil de suivi pour évaluer la biodiversité des zones agricoles, forestière et urbaines

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.

6.2.6.3. La mise en place d'actions pour lutter contre l'étalement urbain.

L'étalement urbain de la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse 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.

6.2.6.4. 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 m² 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.

6.2.6.5. 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 CO2 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.

6.2.6.6. Préserver les zones humides du territoire

Le bassin de l'Allier aval est connu pour compter de nombreuses zones humides plus ou moins importantes, tant sur les têtes des bassins versants que dans les vallées en aval. L'attention que l'on porte à ces zones est récente.

Ces zones humides rendent de nombreux services à nos territoires et à leurs populations. Grâce à leur capacité de stockage de l'eau, elles contribuent au soutien des débits des cours d'eau en période sèche et à l'atténuation des crues. Elles jouent également un rôle de filtre « naturel », favorisant l'épuration et l'amélioration de la qualité des eaux. Elles accueillent aussi de nombreuses espèces végétales et animales, participant ainsi à protéger une biodiversité naturelle que chacun sait menacée. En zones d'élevage, elles peuvent offrir des réserves de fourrage, bienvenues en cas de sécheresse. Enfin, les zones humides stockent également du carbone et agissent comme un puit de carbone naturel.

La Commission Locale de l'Eau du SAGE Allier Aval réalise actuellement un inventaire des zones humides qui se déroulera sur 2020 et 2021 sur le territoire du contrat territorial milieux aquatiques des affluents de l'Allier ce qui concerne les communes de Billezois, Isserpent, Périgny, Saint-Christophe et Saint-Etienne-de-Vicq. L'objectif de cet inventaire est d'améliorer les connaissances sur ces zones en les répertoriant et en décrivant leurs caractéristiques et fonctionnement.

Le maintien des zones humides en bon état est un enjeu important face au changement climatique. Leurs vertus apparaissent d'autant plus bénéfiques que le territoire a vécu plusieurs épisodes de sécheresses ces dernières années.

6.3. VULNERABILITE DU TERRITOIRE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

6.3.1. Contexte et méthodologie

6.3.1.1. 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^{ème} siècle. Ce sujet mobilise, depuis les années 1980 et plus encore aujourd'hui, tous les Etats du monde autour de grands évènements 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 à 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).

6.3.1.2. 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 à « 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 ».

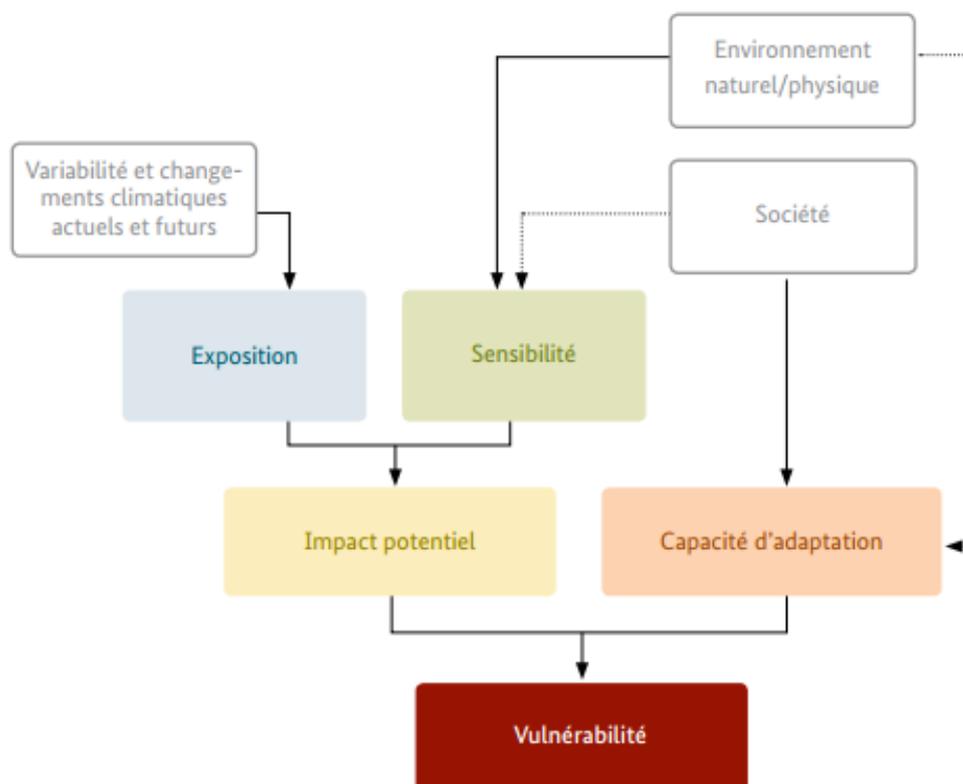


Figure 142 : Illustrations des concepts et composantes associées à la vulnérabilité (Frietzsche et Al. 2015, ADEME, 2015)

6.3.1.3. 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 de Communes du Pays de Lapalisse 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 DE LA FUTURE STRATÉGIE D'ADAPTATION LOCALE

Les politiques territoriales à l'échelle de la CC du Pays de Lapalisse 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

6.3.2. Un changement climatique en cours, rapide et d'ampleur

6.3.2.1. 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 (« Representative 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/m² (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.

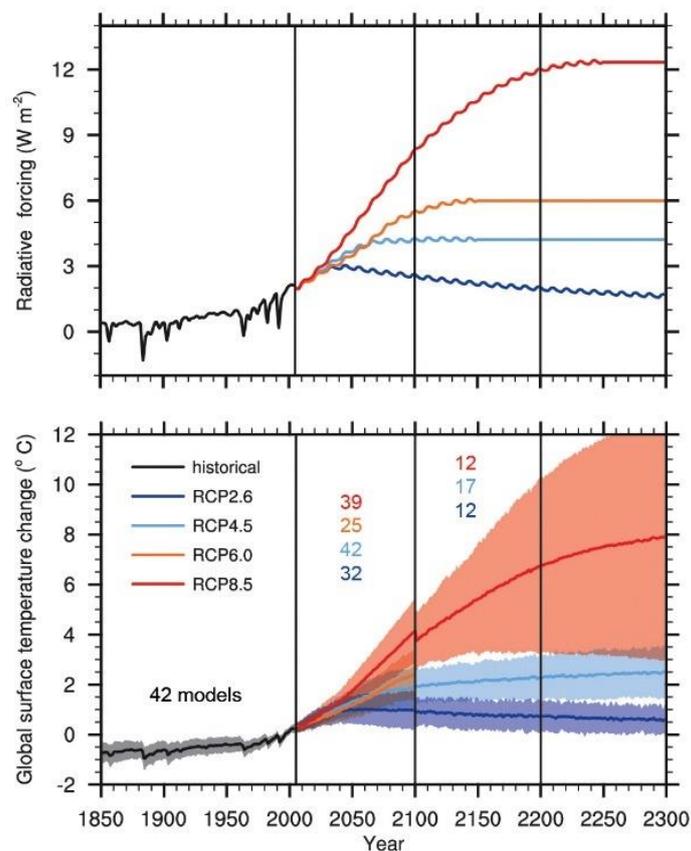


Figure 143 : Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en W/m^2 sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)

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.

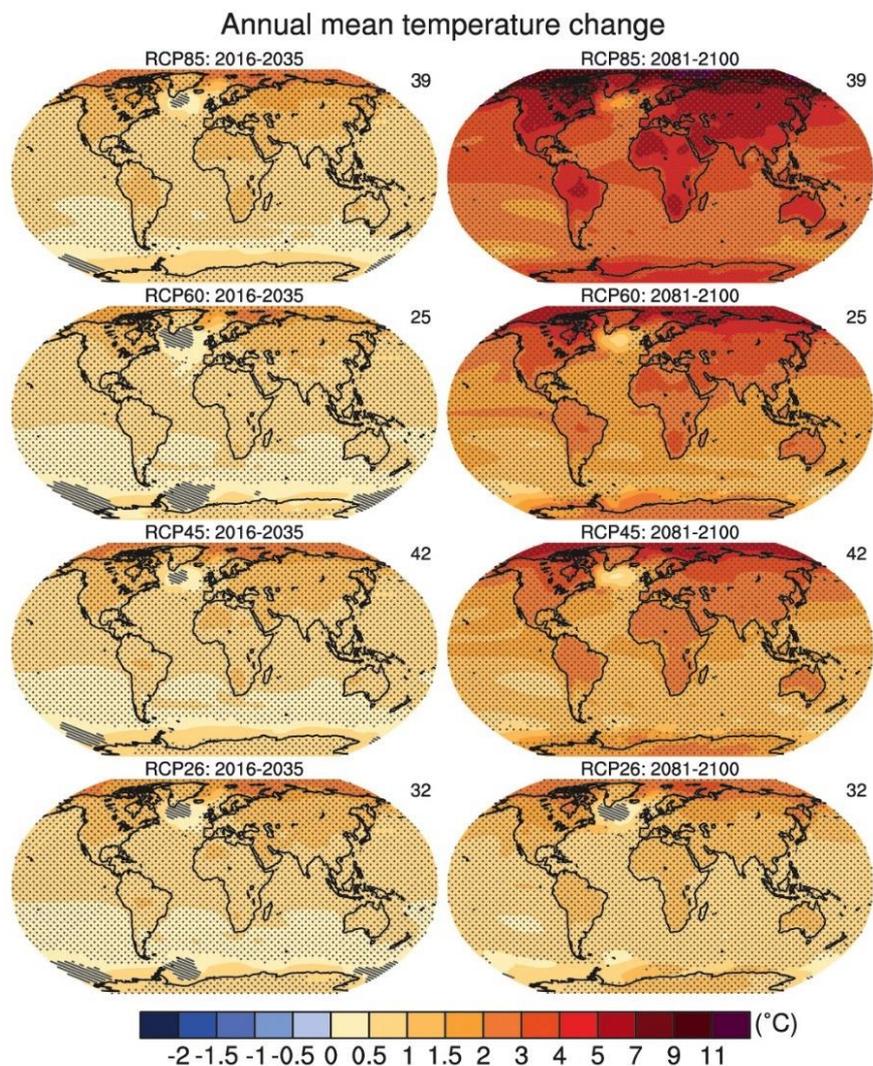


Figure 144 : Projections à l'échelle mondiale de l'évolution du climat entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)

6.3.2.2. A l'échelle nationale

En France, le volume 4 du rapport "Le climat de la France au 21^e 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^e 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^e 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

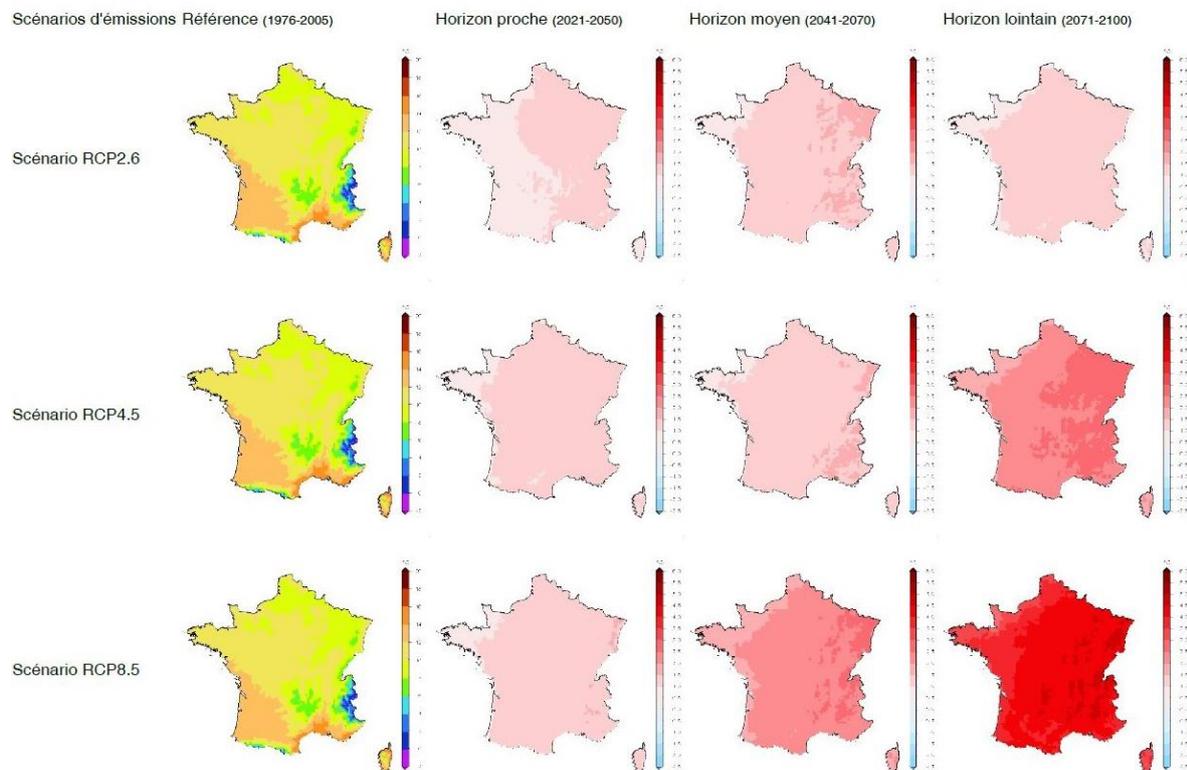


Figure 145 : Anomalie de température moyenne annuelle : écart entre la période considérée et la période de référence [°C]. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

6.3.2.3. 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.

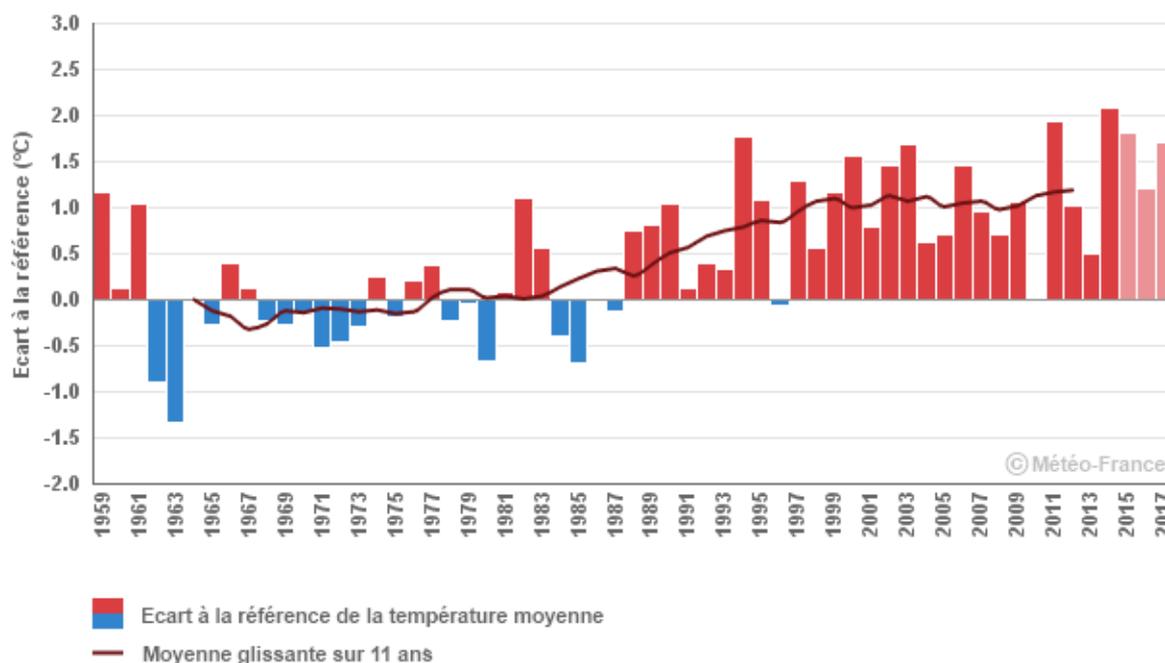
Augmentation des températures annuelles

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.



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.

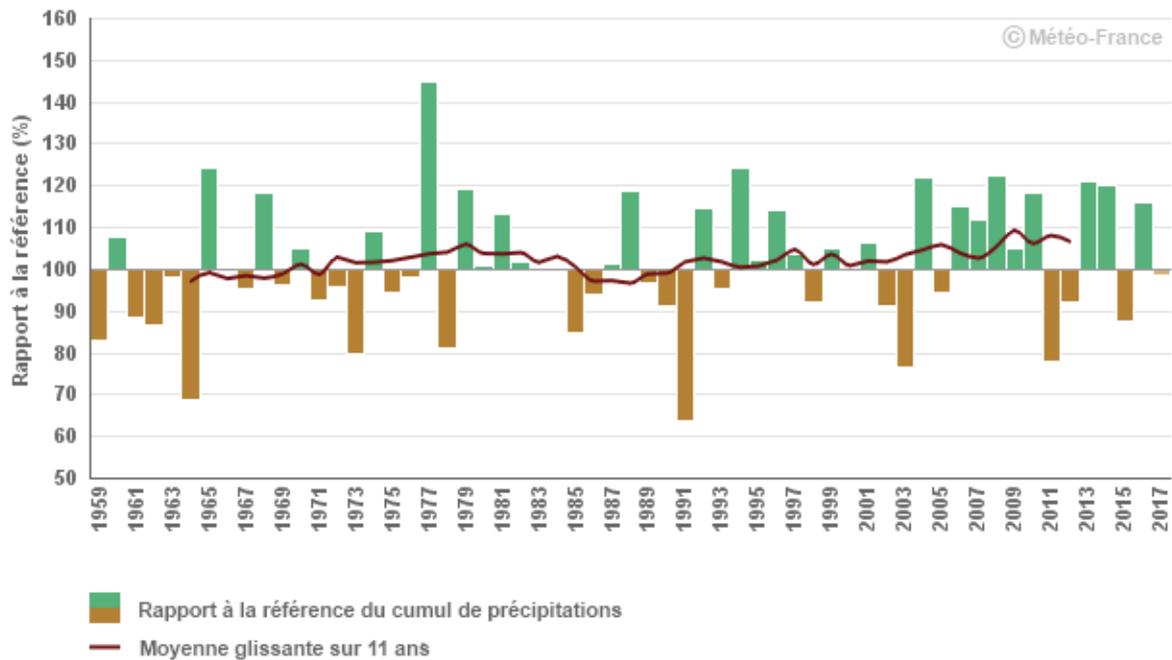


Figure 125 : Cumul annuel de précipitation: rapport à la référence 1961-1990 [%]. (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

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 toutes 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 dernière décennie (2011, 2015 et 2017) apparaît aux premières places des années ayant connu le plus grand nombre de journées chaudes. Ce constat démontre de fait une tendance de hausse des températures annuelles.

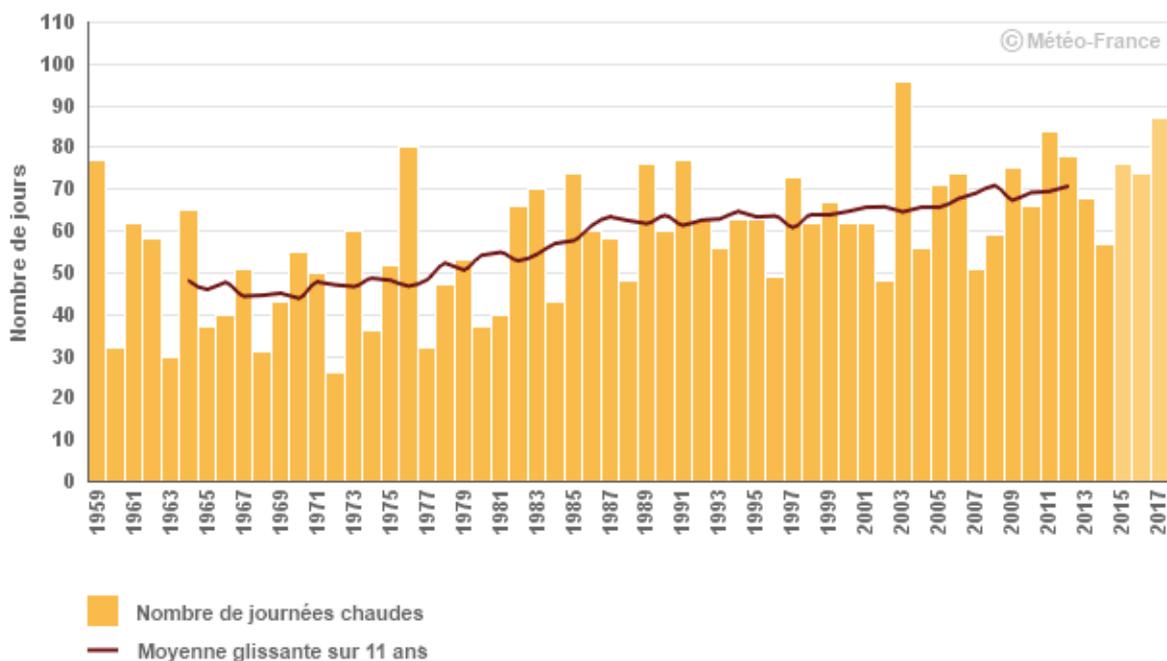


Figure 126 : Nombre annuel de journées chaudes sur la période 1961-2010 (Station Vichy-Charmeil ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

- 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.

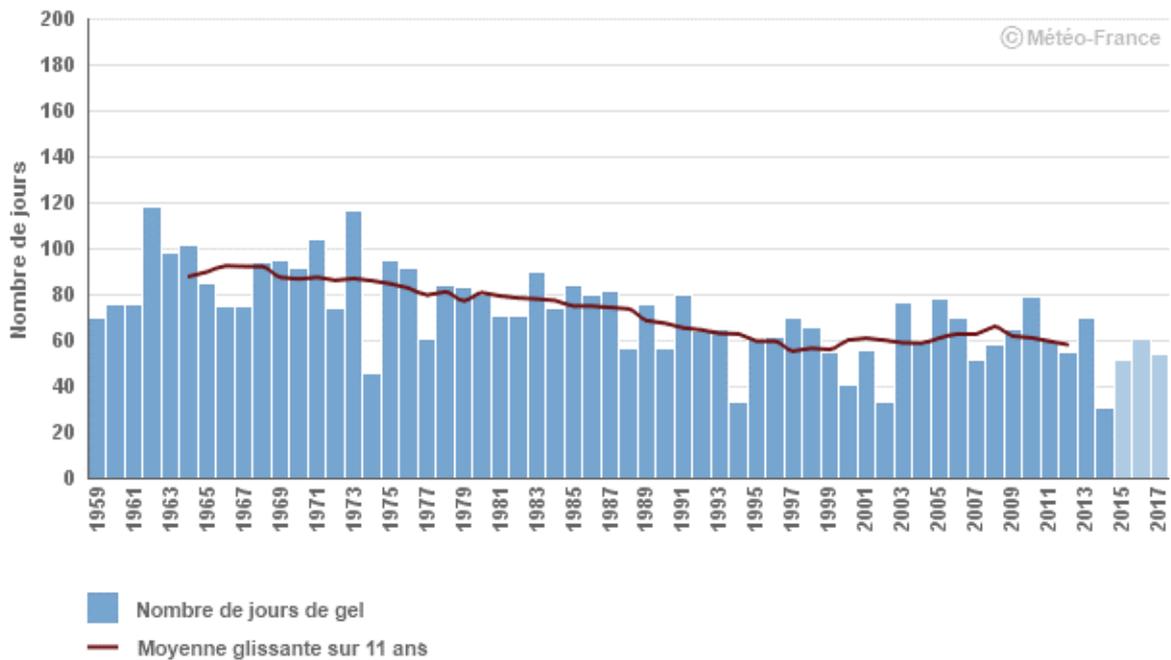


Figure 127 : Nombre annuel de jours de gel sur la période 1961-2010 (Station Chareil-Cintrat ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

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.

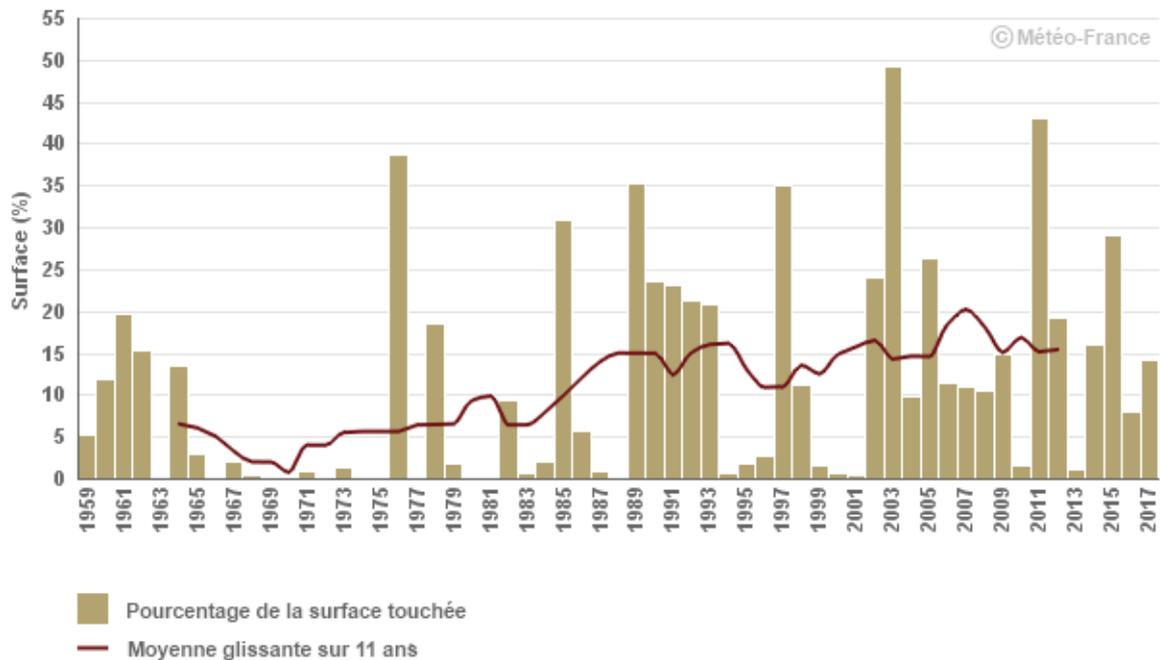


Figure 128 : Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse sur la période 1961-2017 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

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.

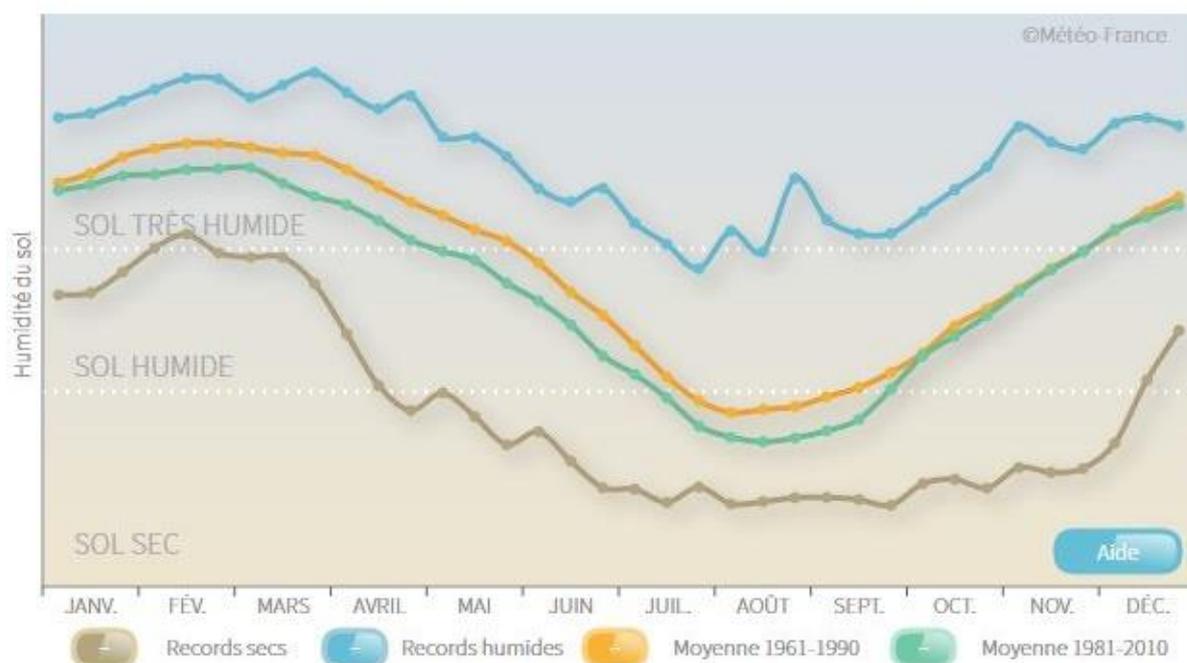


Figure 129 : Cycle annuel d'humidité du sol, moyenne et records, sur la période 1961-2010 (Région Auvergne ; Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

6.3.2.4. 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 du 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.

6.3.2.5. 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).

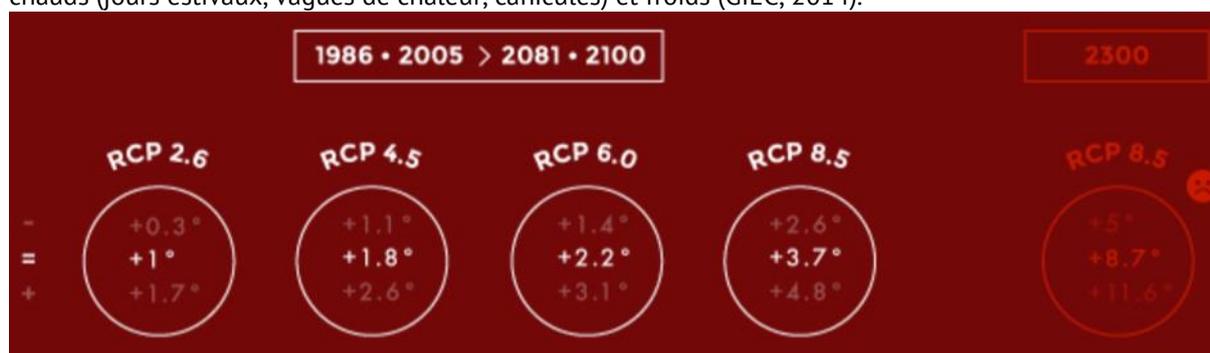
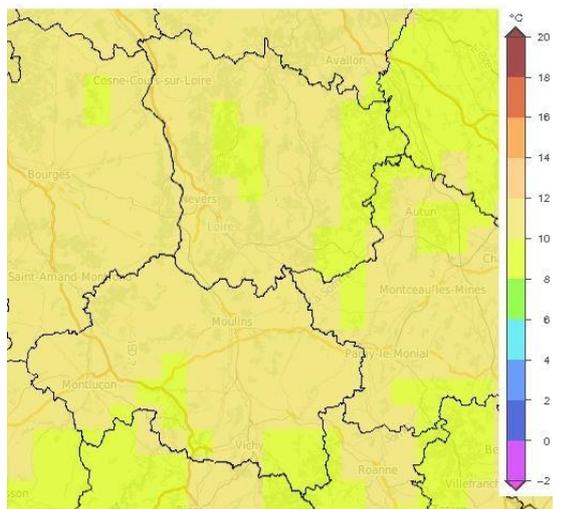


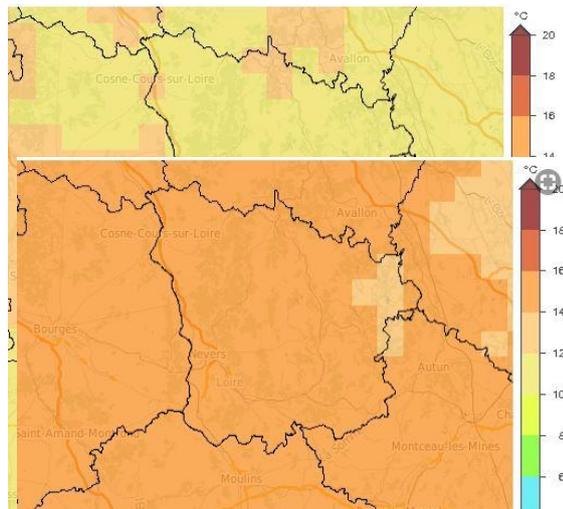
Figure 130 : Infographie présentant l'évolution des températures à l'échelle du globe en fonction des scénarios RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 (extrait du rapport du GIEC, 2014)

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.



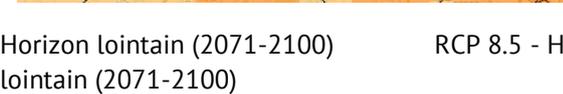
Référence (1976 – 2005)
- Horizon lointain (2071-2100)



RCP 2.6

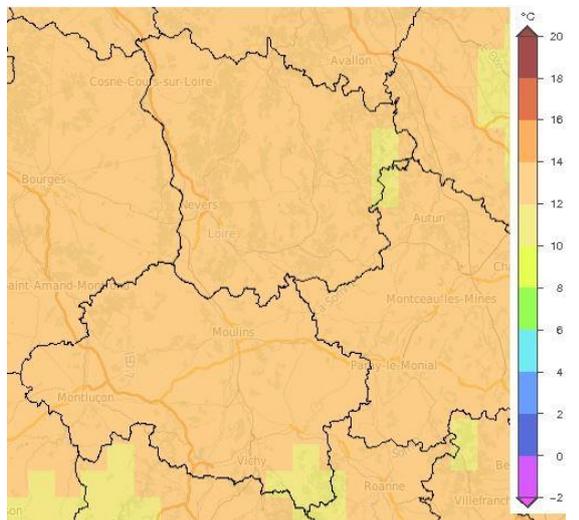


RCP 4.5



RCP 8.5 - Horizon lointain (2071-2100)

Figure 131 : 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 Lapalisse (siège de la communauté de communes) :

Référence : 10.19°C	2050	2070	2100
RCP 2.6	11.22°C (+1.03)	11.62°C (+1.43)	11.43°C (+1.24)
RCP 4.5	11.5°C (+1.31)	11.54°C (+1.35)	12.73°C (+2.54)
RCP 8.5	11.53°C (+1.34)	12.58°C (+2.39)	14.59°C (+4.4)

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^{ème} 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^e siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂). Selon le RCP8.5

(scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait atteindre, en moyenne sur l'année, plus de 4°C à l'horizon 2071-2100 et près de 6°C en été.

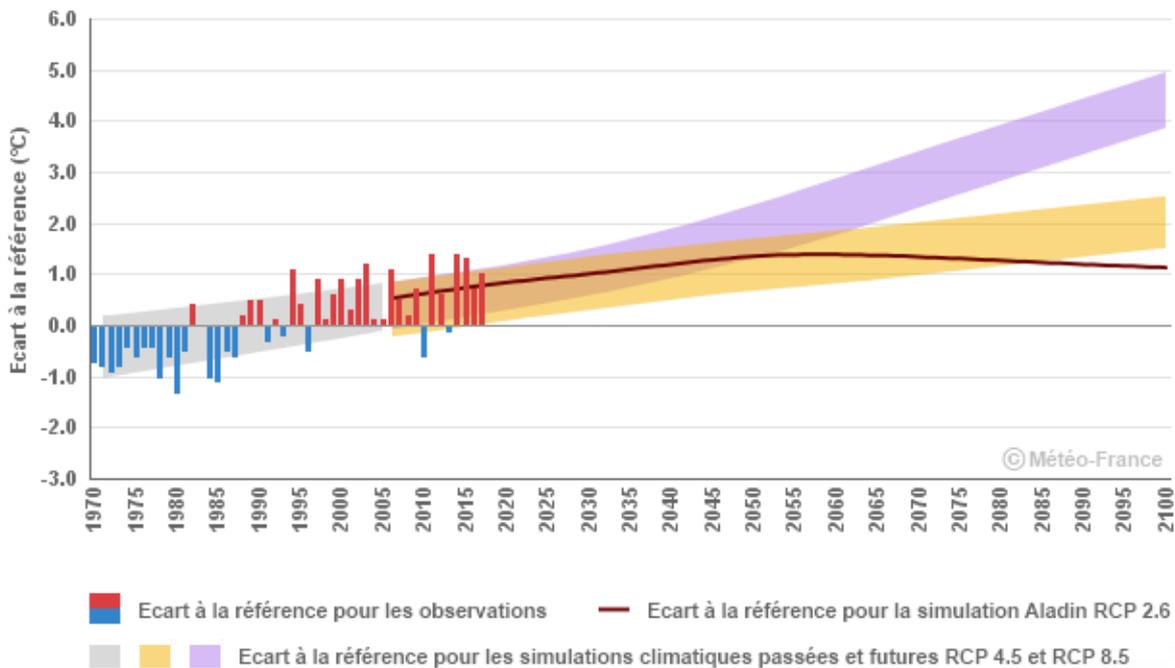
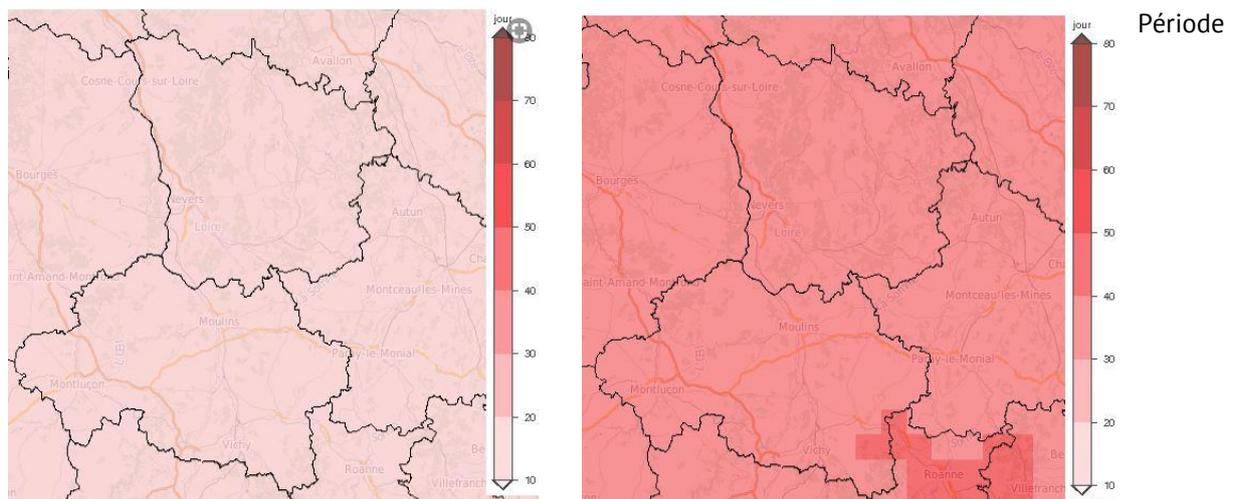
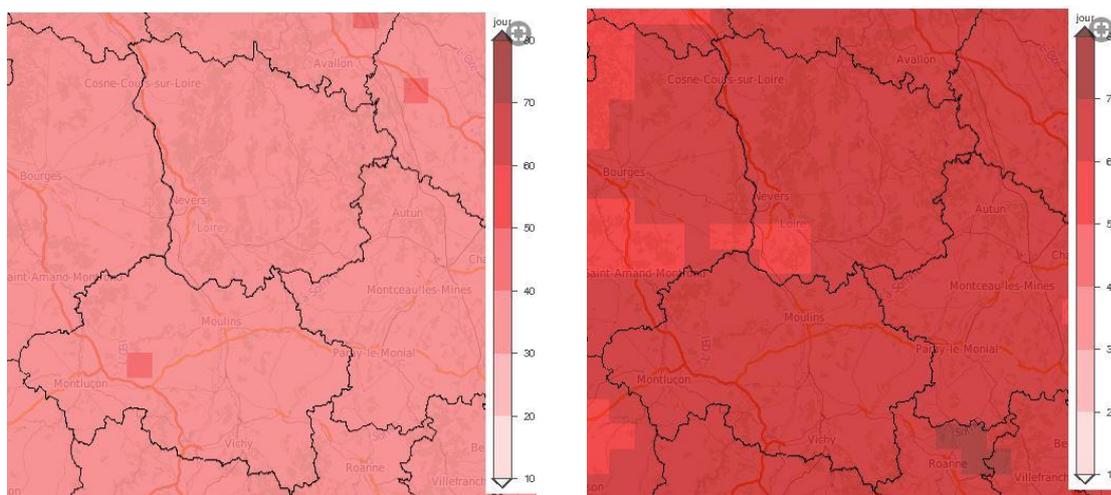


Figure 132 : Cartes de la température moyenne annuelle en Auvergne à l'horizon 2100. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

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 CO₂, 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.





Horizon moyen (2041-2070)

Horizon lointain (2070-2100)

Figure 134 : Cartes présentant la moyenne annuelle de nombre de jours de vague de chaleur centrées sur l'Allier. Scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂ (RCP4.5) (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

6.3.2.6. 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**

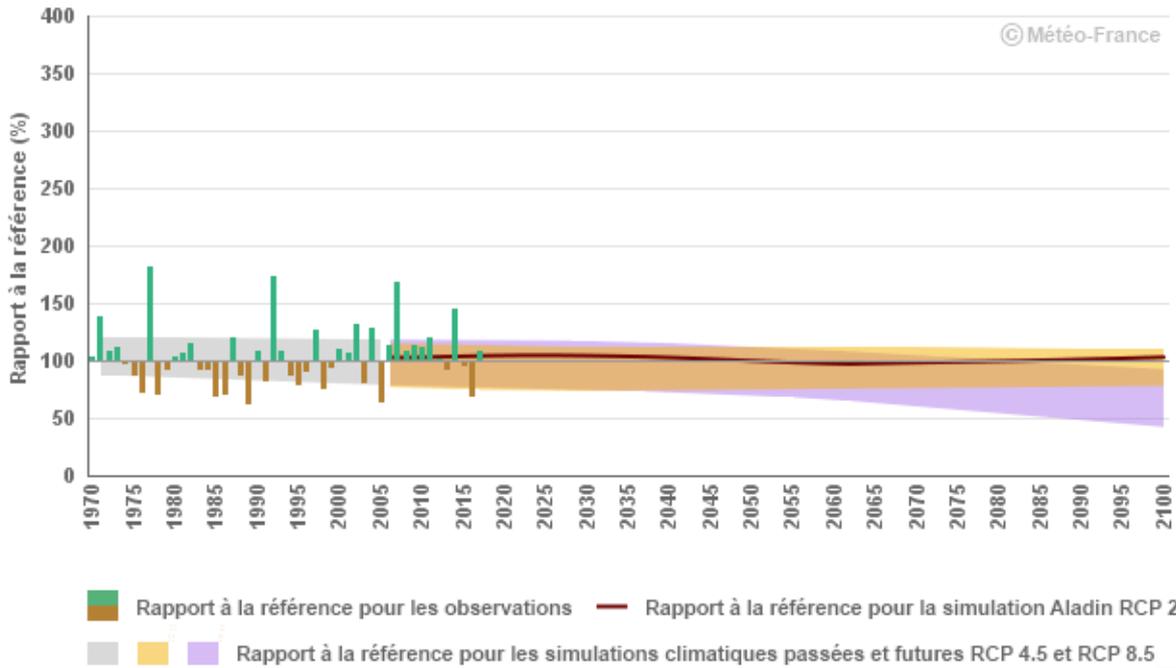
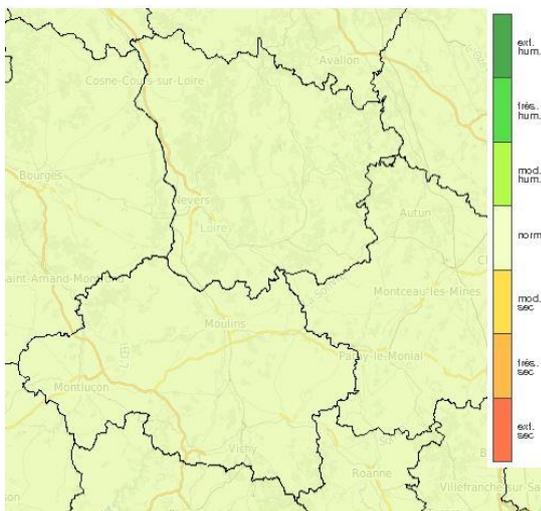


Figure 133 : Cartes du cumul estival de précipitations en Auvergne à l'horizon 2100. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

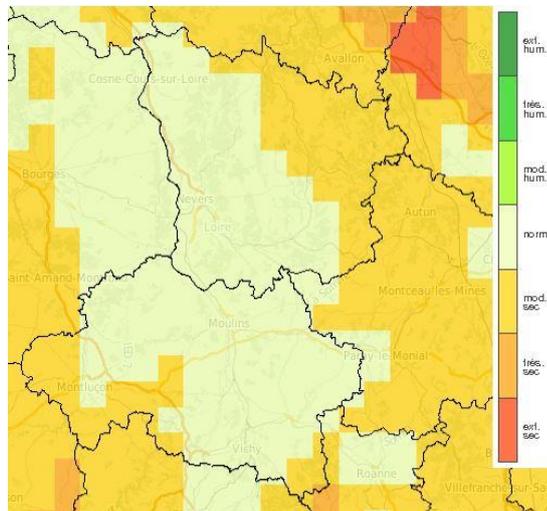
La variabilité des résultats proposés par différentes études, utilisant différents modèles et différentes échelles, rend complexe l'appréhension des tendances. Néanmoins, la possible diminution, même faible, du volume des précipitations annuel à l'horizon 2100, peut suffire à augmenter le niveau d'exposition du département.

6.3.2.7. Augmentation des phénomènes de sécheresse

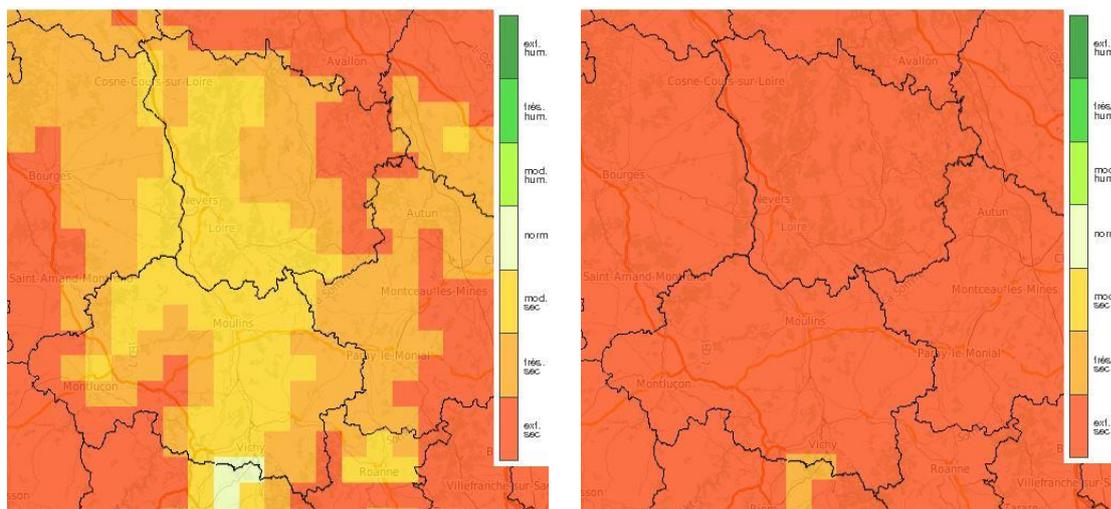
L'évolution des sécheresses (saisonnalité, durée, intensité) est l'un des effets les plus préoccupants du changement climatique. En effet, il s'agit d'un forçage climatique déterminant pour la préservation des ressources en eau, des milieux et des activités économiques (agriculture, sylviculture, industrie et tourisme) du département.



Période référence (1970-2005)



Horizon proche (2035)



Horizon moyen (2055)

Horizon lointain (2085)

Figure 134: Cartes présentant une indication quant à l'état de sécheresse d'humidité des sols de l'Allier. Scénario intermédiaire avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO2 (Equivalent RCP4.5)

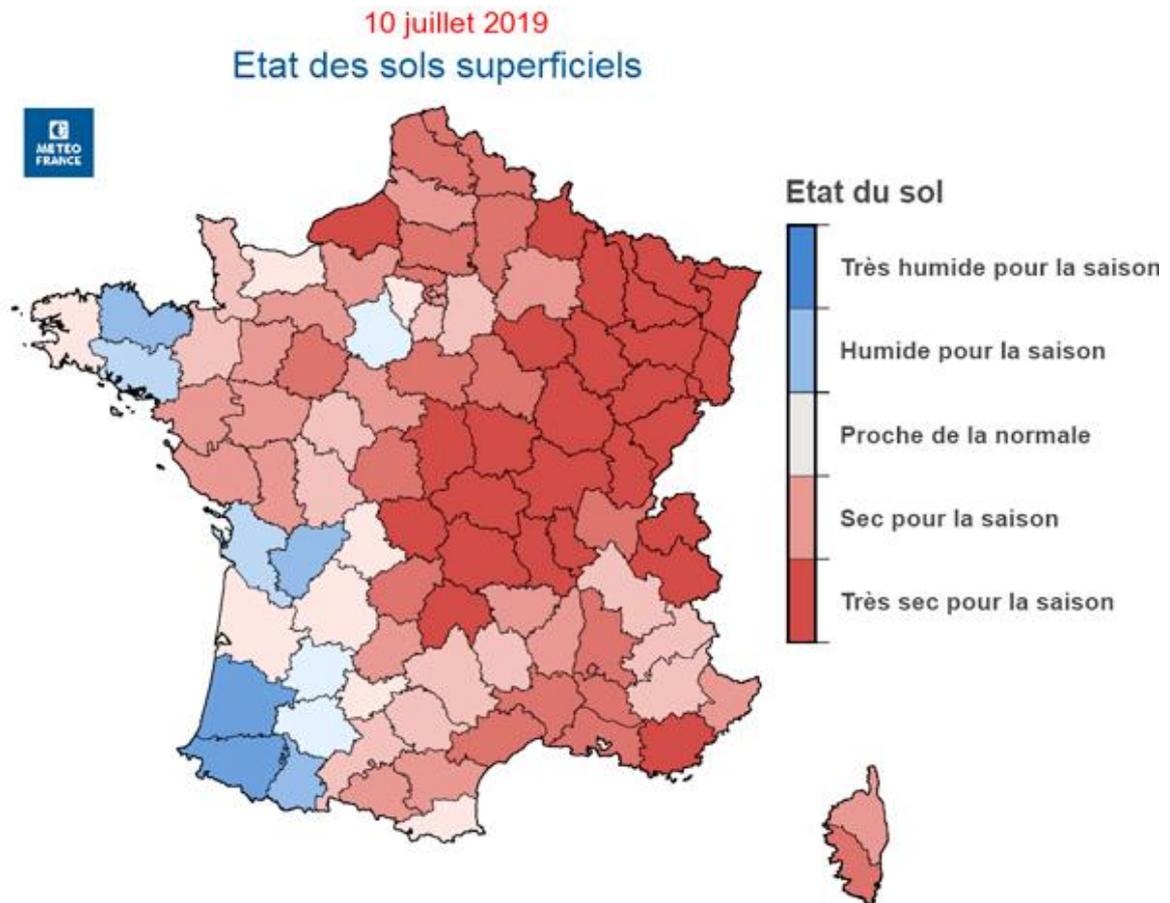
(Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

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 CO2.

Comme le montre la carte de Météo-France, ci-après, le phénomène de sécheresse extrême des sols, c'est 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.

Figure 135 : Cartes présentant une indication quant à l'état des sols superficiel au niveau national.

10 Juillet 2019 (Météo-France)



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.

6.3.3. Les risques et les impacts identifiés face au changement climatique

Le territoire de la CC du Pays de Lapalisse 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 CC du Pays de Lapalisse, 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 CC du Pays de Lapalisse.

6.3.3.1. 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 de Communes du Pays de Lapalisse

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/).

A l'échelle de la CC du Pays de Lapalisse, l'analyse des risques naturels, relative aux mouvements de terrain, montre que le territoire n'a fait l'objet que de trois glissements de terrain sur les communes de Lapalisse et Le Breuil.

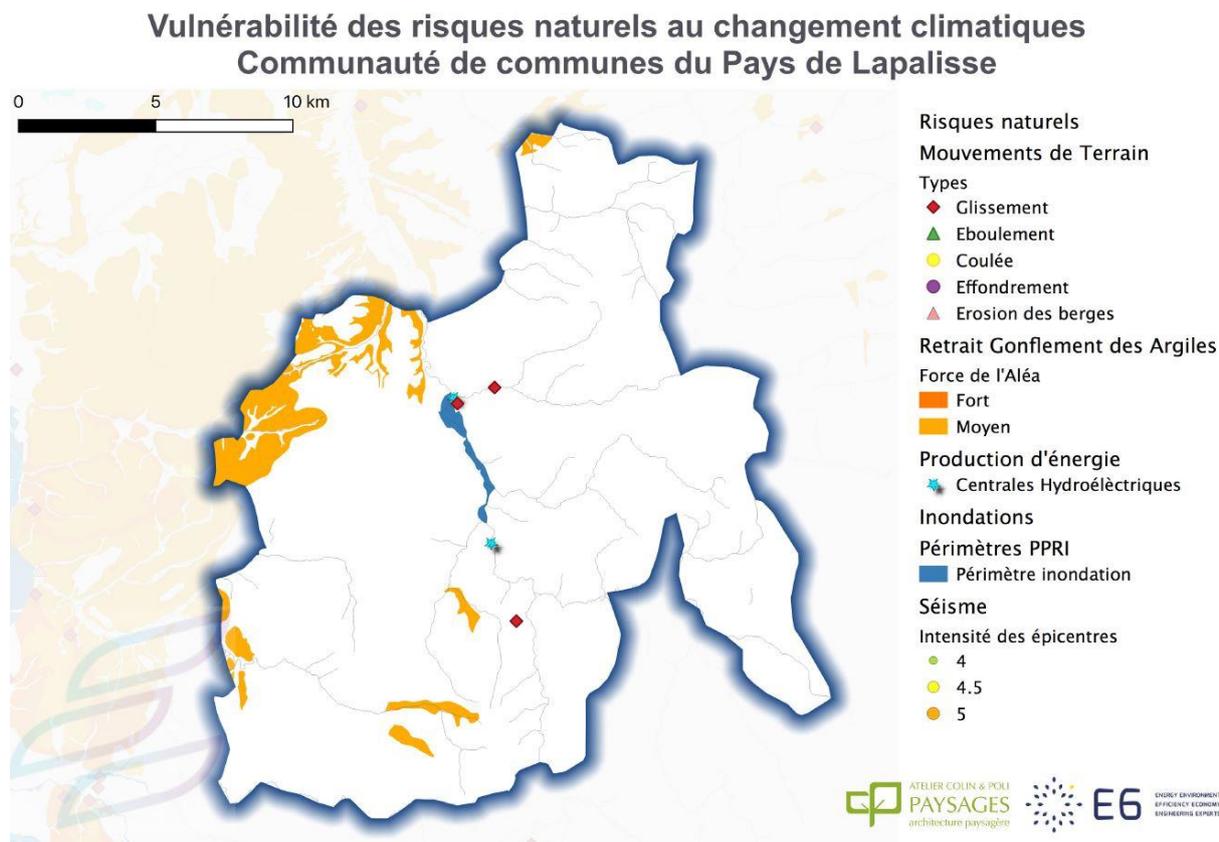


Figure 146 : Carte présentant la vulnérabilité des risques naturels au changement climatique de la CC du Pays de Lapalisse. (Source : BRGM et PPRI Plaine Allier)

Sur la carte ci-dessus, on remarque également que seul l'extrême Ouest du territoire d'étude, notamment les communes de Servilly, Périgny et Saint-Etienne-de-Vicq, est soumis à un aléa moyen 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 métropolitain, 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".

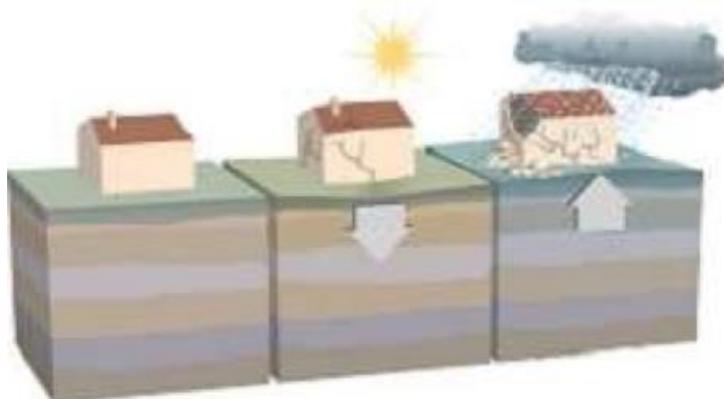


Figure 147 : Retrait-gonflement des sols argileux (Dossier Départemental des Risques Majeurs)

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 CC du Pays de Lapalisse, la carte ci-dessous illustre de nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes relatifs aux mouvements de terrain. Selon les données fournies par le BRGM, nous constatons que le territoire est peu soumis aux mouvements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides.

La commune d'Isserpent est actuellement la plus impacté par les mouvements de terrain. Ce risque est toutefois à relativiser puisque cette Commune n'a fait l'objet que de trois arrêtés entre 1992 et 2004.

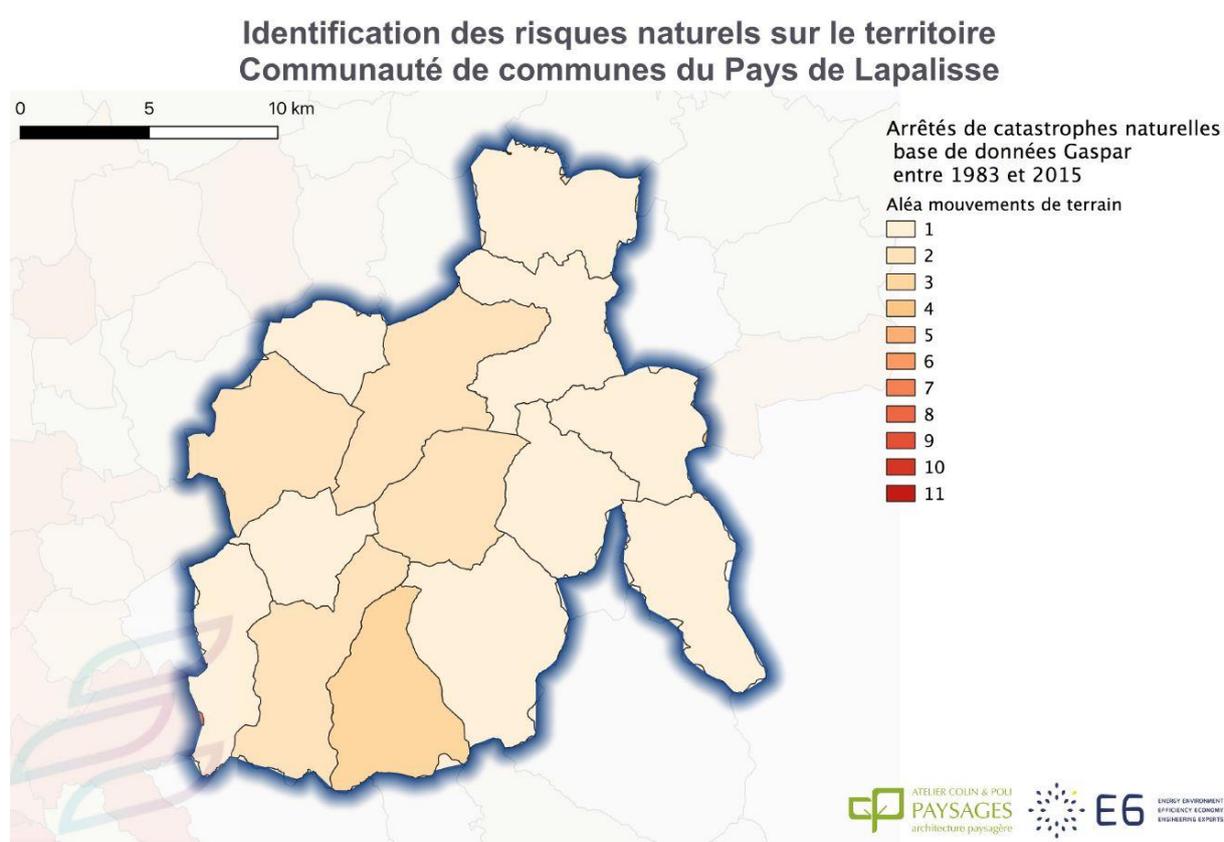


Figure 148 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARG de l'aléa mouvements de terrain sur la CC du Pays de Lapalisse.

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 pour la population et avoir des conséquences économiques importantes.

- 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 territoire de la CC du Pays de Lapalisse est marqué par la présence d'un réseau hydrographique concentré sur le quart nord-est L'état écologique des cours d'eau est diverse et varie de bon (Le Brenasset La Besbre jusqu'à Le Barbenan Le Barbenan jusqu'à la Besbre, L'andan jusqu'à La Besbre, Le Graveron à moyen (La Besbre, La petite Tèche Le Mourgon Le Resan Le Graveron apparaît comme « mauvais » pour sa qualité écologique.

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.

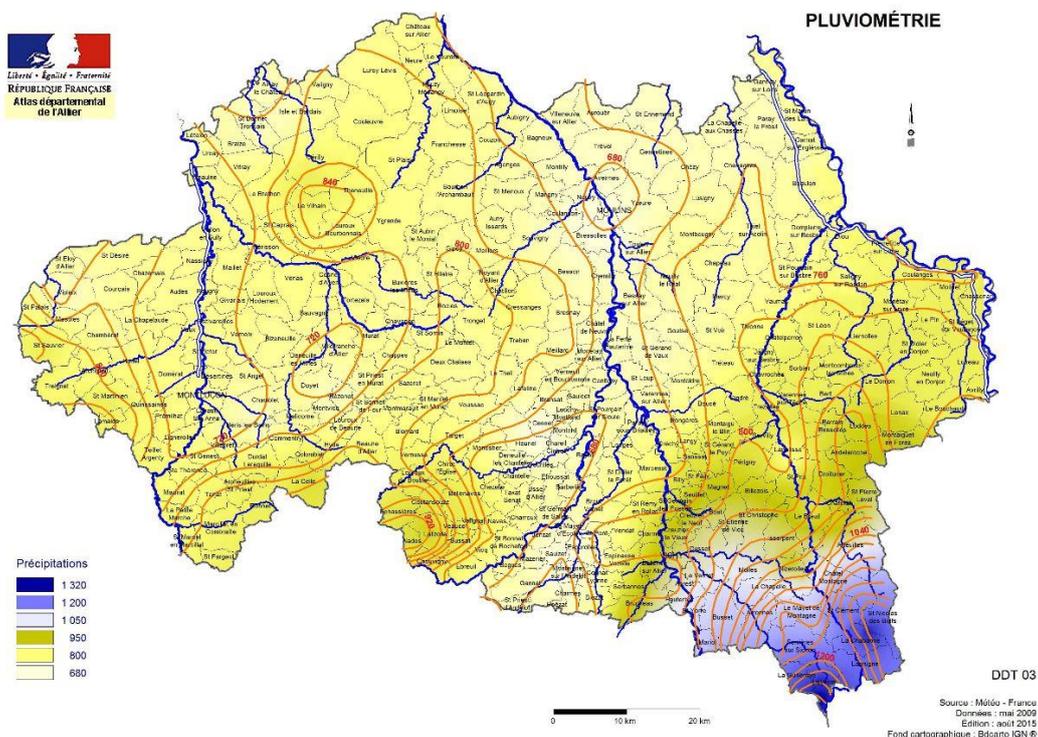


Figure 150 : Carte de la pluviométrie du département de l'Allier (Source : Météo-France, mai 2009, Edition août 2015)

Le risque d'inondation à l'échelle de la CC du Pays de Lapalisse

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 moyenne comprise entre 800 et 1040 mm la CC du Pays de Lapalisse a déjà été soumise au risque d'inondation.

La carte ci-dessous, présentant le nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes de l'aléa inondations de la CC du Pays de Lapalisse, montre que certaines communes ont déjà été impacté par ce risque, notamment celles traversées par La Besbre : Le Breuil (3 arrêtés), Saint-Prix (5 arrêtés), Lapalisse (6 arrêtés) et Bert (3 arrêtés).

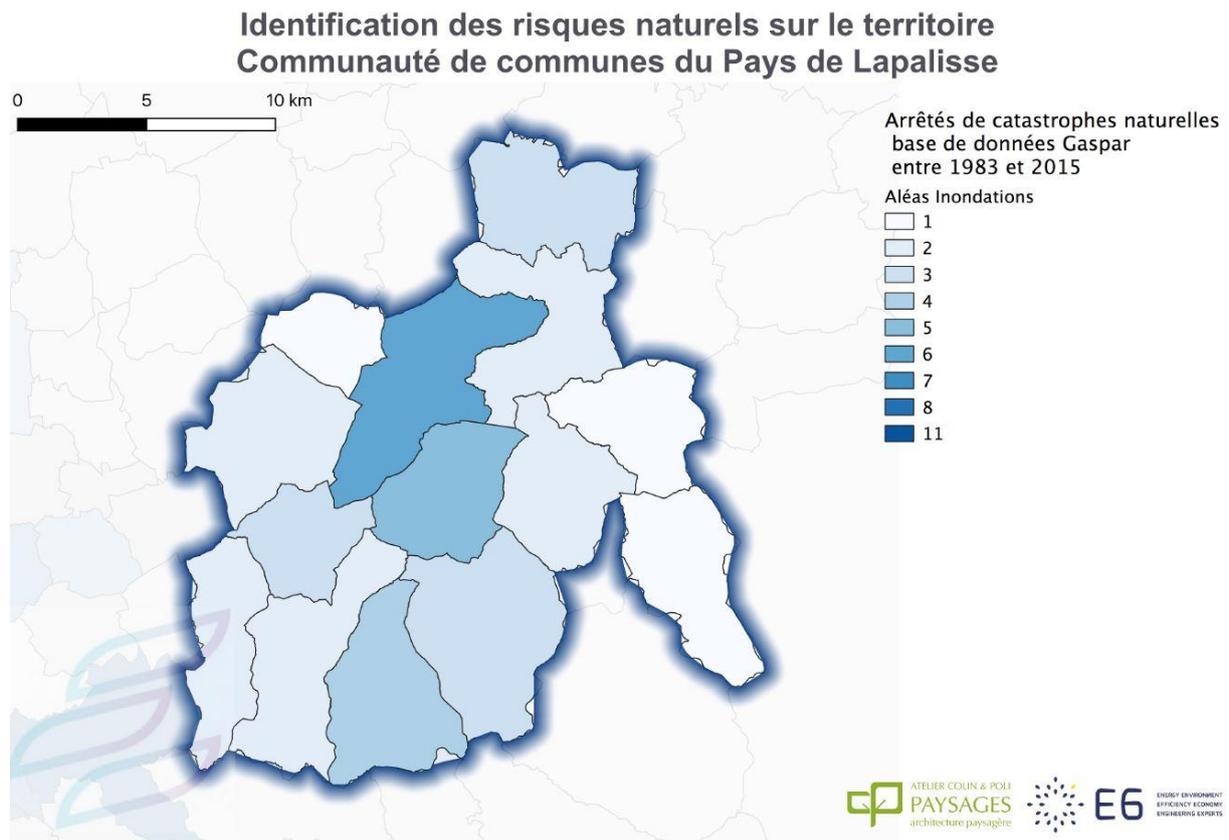


Figure 151 : Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles par communes à partir des données GASPARD de l'aléa inondations sur la CC du Pays de Lapalisse.

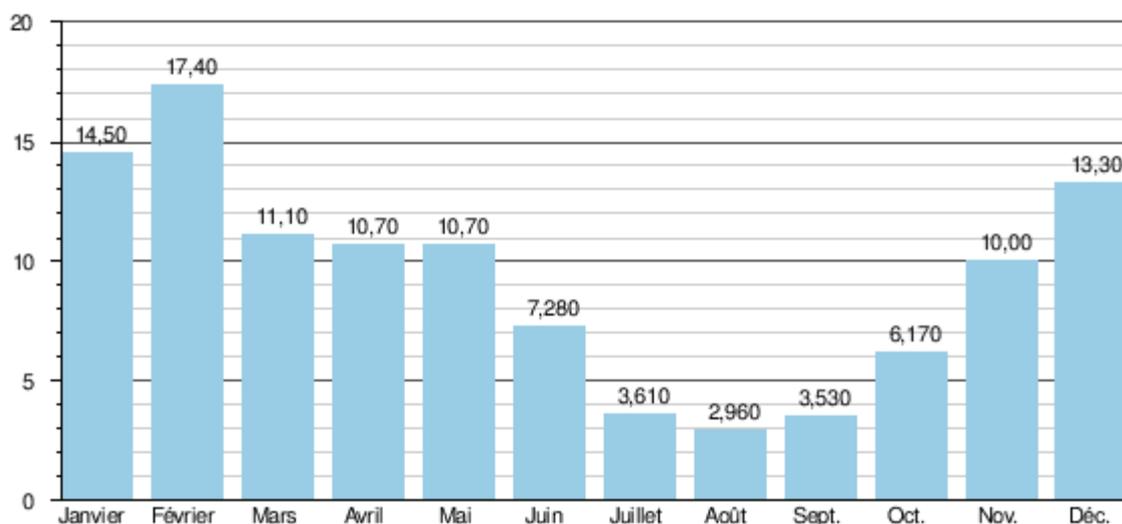
La particularité de la rivière La Besbre

La Besbre est un **affluent** direct de la **Loire** en rive gauche. C'est une rivière abondante, comme la plupart des cours d'eau issus des hauteurs du massif central.

Cette rivière 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.

Le débit hydrologique moyen de la rivière à Dompierre-sur-Besbre est de 9,23 m³/s.



Débit moyen mensuel (en m³/s) : Station hydrologique de La Besbre à **Dompierre-sur-Besbre** (Données calculées sur 34 ans, entre 1966 et 2000)

La Besbre présente donc des fluctuations saisonnières de débit assez marquées, avec une longue période de hautes eaux allant de l'automne au printemps et portant le débit mensuel moyen à un niveau situé entre 10 et 17,5 m³/s, de novembre à mai inclus (avec un maximum prononcé en février).

Dès fin mai, le débit diminue rapidement pour aboutir à la période des basses eaux qui se déroule de juillet à la mi-octobre, amenant une baisse du débit moyen mensuel jusqu'à 2,96 m³/s au mois d'août, ce qui reste assez confortable. Mais des fluctuations de débit peuvent être plus importantes.

À l'étiage, le débit minimal enregistré pendant trois jours consécutifs peut chuter jusqu'à 0,54 m³/s, en cas de période quinquennale sèche, ce qui n'est pas trop sévère, et normal comparé à la moyenne des cours d'eau du bassin de la Loire.

Les crues peuvent être importantes, mais sans excès comme c'est souvent le cas des affluents occidentaux de la Loire. Ainsi, le débit instantané maximal enregistré à Dompierre-sur-Besbre, le 1^{er} décembre 1968, était de 112 m³/s. Ce niveau est celui d'une crue d'ordre cinquantennal, et donc relativement exceptionnelle.

Plus généralement, les crues du département résultent de pluies exceptionnelles contre lesquelles l'homme est généralement désarmé.

Dans les secteurs de la plaine, 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.

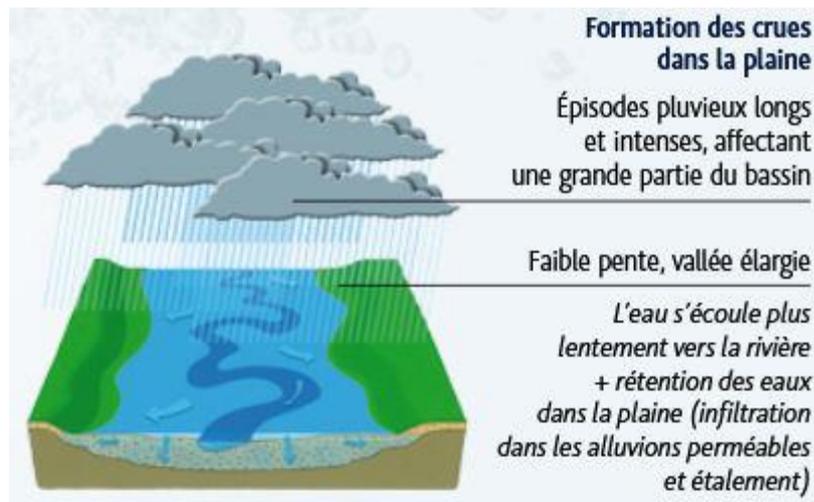


Figure 152 : Infographie présentant les crues de plaine de l'Allier (Extrait du Livret « Parlons des crues de la rivière Allier » réalisé par France-Auvergne-Environnement, 2014)

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 rapide 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.

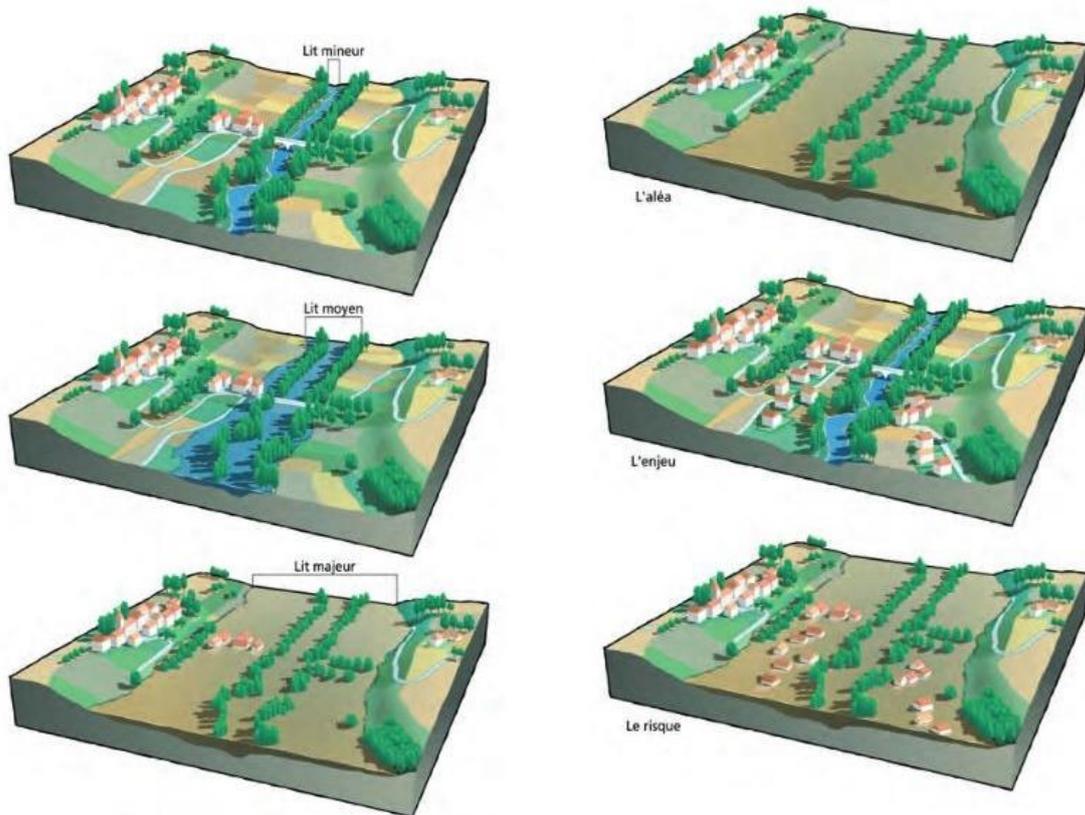


Figure 153 : Inondation par débordement direct (Extrait du Dossier départemental des risques majeurs 2014 – Département de l'Allier)

Figure 154 : 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 obstacle 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 CC du Pays de Lapalisse, est régulièrement soumise à des épisodes pluvieux intenses, entraînant des inondations par débordement direct, rendant certaines communes particulièrement vulnérables 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. Ces risques sont généralement cartographiés sur les cartes de PPRI des communes et concernent :

- La population et les emplois concernés ;

- Les bâtiments ;
- Le patrimoine naturel ;
- Les zones d'activités ;
- Les installations polluantes et dangereuses (dites IPPC1 et SEVESO AS2) ;
- Les stations d'épurations ;
- Les installations et bâtiments sensibles.

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 régit 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.

6.3.3.3. 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^e siècle, la moyenne de sol sec pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.



Figure 136 : 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 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, 2018 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 CC du Pays de Lapalisse, 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 CC du Pays de Lapalisse a été particulièrement touché par la sécheresse du sol notamment le long de la rivière La Besbre. Le territoire est partagé en deux :

- A l'Ouest les communes ont été les moins concernées par les restrictions d'eau. Le territoire qui était en état d'« alerte » en août est descendu en « vigilance » durant le mois de septembre ;
- A l'Est et longeant La Besbre les communes ont été déclaré plus durement touchées. Un arrêté publié en septembre en placé ce secteur en état de « crise » au vue de la disponibilité des eaux superficielles.

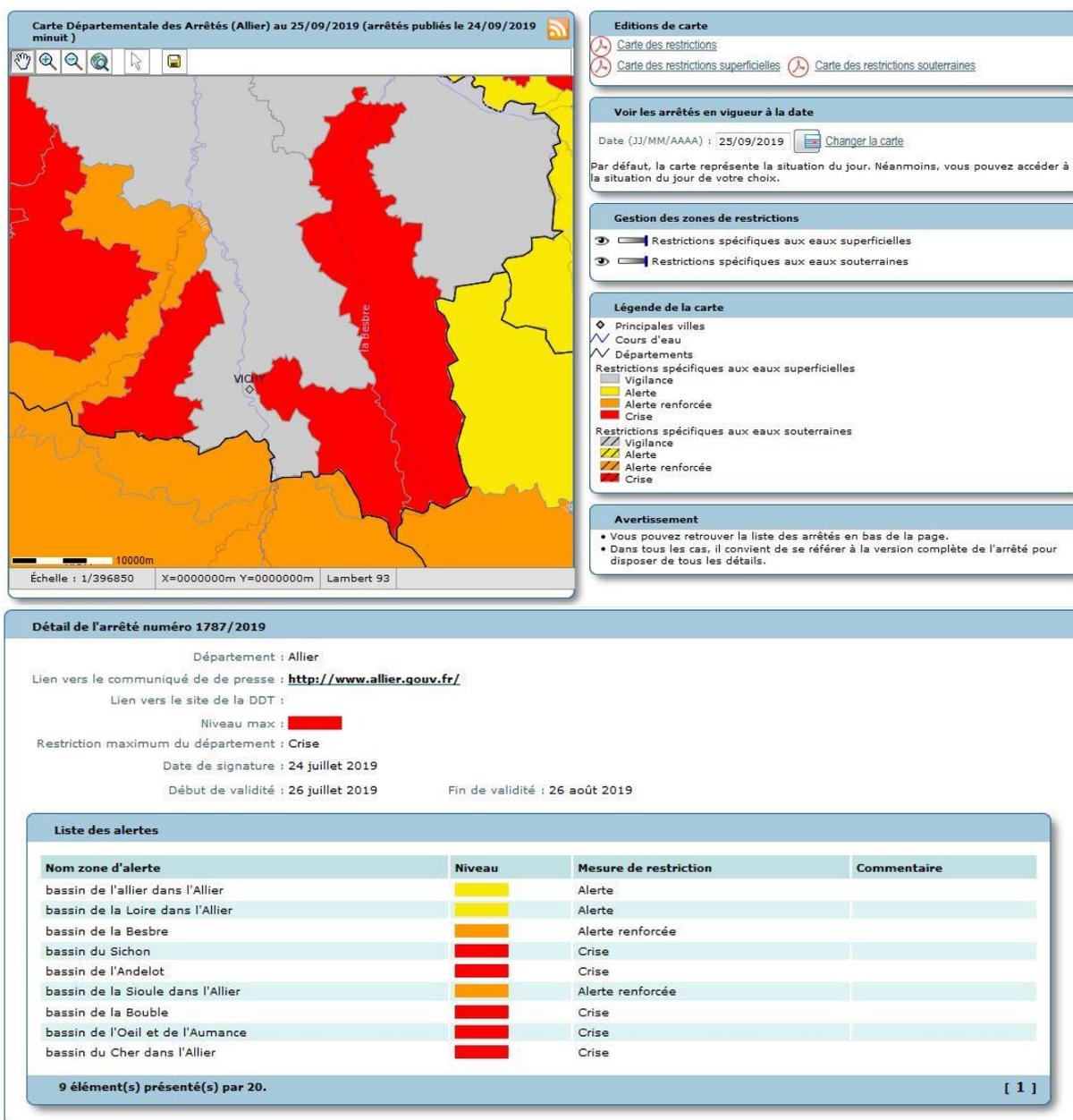


Figure 155 : Restriction spécifique aux eaux superficielles du territoire de la CC du Pays de Lapalisse en sept. 2019 (<http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr>)

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.

Aussi, le territoire de la CC du Pays de Lapalisse est relativement dépendant du phénomène d'étiage de la rivière 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 des faibles pluies hivernales, 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'épurent naturellement.

Les ressources en eau dépendent à 75 % des rivières, soit directement soit par l'intermédiaire de leur nappe d'accompagnement

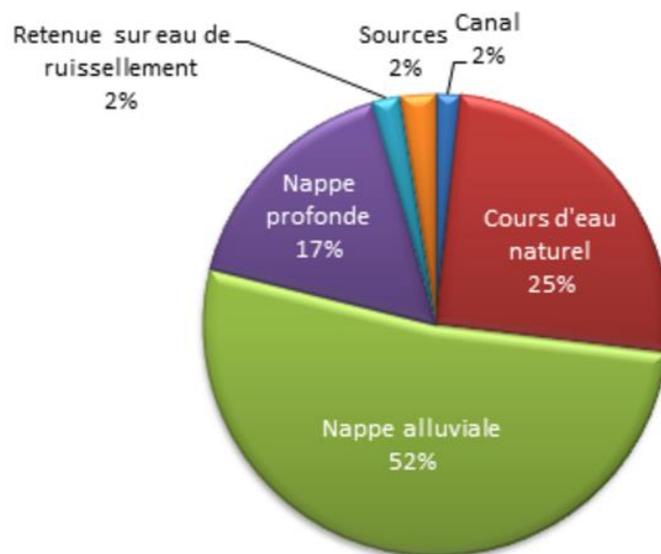


Figure 136 : Les ressources en eau dans le département de l'Allier (Source : Données issues de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne)

Volume prélevés dans le département de l'Allier qui se démarque par rapport au bassin Loire-Bretagne par son caractère rural.

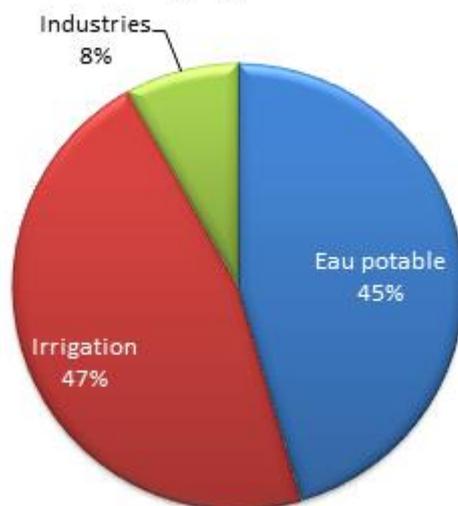


Figure 136 : Volume d'eau prélevé dans le département de l'Allier (Source : Données issues de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne)

Ainsi, ce sont 64 millions de m³ 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'étiage des cours d'eau.

Caractéristique du Val de Loire et de la Besbre

A l'échelle de la CC du Pays de Lapalisse, le SIVOM de la Vallée de la Besbre indique plusieurs ressources disponibles qui sont, par ordre d'importance de leur production :

- La nappe alluviale de la Loire : la station de pompage se situe sur la commune d'Avrilly au lieu-dit « Clavegry » en bordure de Loire. La DDAS observe trois types de difficultés pour ces captages dans le val de Loire en raison du contexte hydrogéologique :
 - o La diminution du niveau de la nappe en période d'étiage
 - o Le risque de captation des puits par le lit mineur
 - o La qualité de l'eau sensible, due à la nature alluviale de la nappe et de son substrat sableux, et tout particulièrement aux nitrates.
- La nappe alluviale de la Besbre : la station de pompage se situe au lieu-dit « le Moulin Marin », à Lapalisse, en bordure de Besbre ;
- Les différentes sources de la Montagne Bourbonnaise complètent la ressource ;
- La prise d'eau en rivière située sur le ruisseau du Coindre, commune de St Clément dans la montagne bourbonnaise ;
- Des interconnexions avec les syndicats voisins existent (Val d'Allier, Sologne) et devraient être encore développées par le Syndicat Mixte des Eaux de l'Allier.

La Loire longe le département de l'Allier sur 40 km en limite Est avec le département de Saône-et-Loire. Douze communes du département sont traversées par le fleuve.

Ainsi, le secteur du Val de Loire dans l'Allier se situe dans le sous-bassin de la Loire supérieure et plus précisément dans le secteur de la « Loire bourguignonne », qui s'étend de **Villerest (Loire)** au bec d'Allier (Cher).

Dans ce secteur, le cours de l'eau de la Loire est fortement ralenti par une pente moyenne (pente de 0.54m/km entre Villerest et le Bec d'Allier) et régulière, mais également contrôlée par le barrage de Villerest depuis 1985.

En effet ce barrage permet l'écrêtement des crues en limitant leur impact sur les territoires en aval, le soutien des étiages, en garantissant un débit minimum en été, et enfin la production d'énergie, qui est une fonction secondaire par rapport aux deux précédentes.

En ce qui concerne le soutien d'étiage en période estivale, le règlement d'eau prévoit un débit minimum de 8 m³/s du 15 septembre au 30 novembre, à Roanne.

Le règlement d'eau est un arrêté préfectoral ou inter-préfectoral de prescriptions complémentaires qui régit la gestion des niveaux d'eau hors situation de crise (crue et étiage sévère).

Dans le département, la Loire a déposé dans sa plaine alluviale de nombreuses alluvions, ces dépôts sont d'une épaisseur variable de quelques mètres (3 à 7 m à Digoïn) à 14 m, dans le secteur de Saint-Martin des Lais et Gannay-sur-Loire et constituent des aquifères alluviaux.

Leur extension dépend de la configuration du lit du fleuve : elle est par exemple quasi nulle à Diou et atteint plus de 4 km dans le secteur de Gannay-sur-Loire.

Les alluvions composées de galets, graviers et sables forment des milieux poreux qui reposent sur le plancher du substratum imperméable : l'eau de la nappe alluviale est ainsi retenue sur ce plancher imperméable.

L'épaisseur de la zone saturée en eau est fonction des précipitations et des cycles hydrologiques saisonniers (crues, étiage). L'alimentation de l'aquifère alluviale se fait par l'infiltration des précipitations, le débordement du fleuve et la connexion avec les nappes de coteaux en bordure de la plaine alluviale.

Dans le département, la plaine alluviale de la Loire est principalement recouverte par un système bocager voué au pâturage de vaches charolaises destinées à l'abattoir.

Ainsi les différents prélèvements en eau dans ce secteur concernent :

- la ressource en eau potable,
- l'abreuvement du bétail ou l'irrigation des cultures céréalières.

La grande majorité des prélèvements se fait directement dans la nappe alluviale et sont donc fortement dépendants à la fois de la qualité des eaux, des débits d'étiages qui peuvent influencer les hauteurs d'eau au niveau des captages, mais aussi des activités d'extraction, situées plus en amont et qui abaisse le niveau du lit mineur et donc de la nappe alluviale.

Ainsi, la Loire constitue une ressource importante en eau potable pour les communes limitrophes puisqu'environ 70 captages sont recensés entre Villerest et le Bec d'Allier (département de la Nièvre). Il s'agit généralement de forages à faible profondeur (7 à 10 mètres) permettant d'atteindre rapidement la nappe alluviale.

D'autre part, en raison de l'orientation agricole du département de l'Allier de nombreux captages agricoles existent pour irriguer les grandes cultures (majoritairement du maïs). En effet, la culture céréalière sur cette zone est très sensible du fait d'un sol sableux très asséchant.

Ainsi, sur le département, 8 prélèvements sont réalisés en prise directe dans La Loire et 80 forages agricoles pompent dans sa nappe alluviale.

La qualité de la ressource en eau superficielle et souterraine

Caractéristique du Val de Loire et de la vallée de la Besbre

La Loire et sa nappe alluviale constituent la principale ressource en eau potable de la population environnante mais celle-ci est particulièrement vulnérable aux pollutions, notamment des nitrates.

Avec de nombreuses zones humides, prairies, ripisylves, berges et une plaine alluviale importante, présentant des périodes de crues régulières, le département de l'Allier présente des paramètres intéressants pour la fonction épuration des eaux.

Si aucune étude n'a été spécifiquement menée sur la « Loire bourguignonne » quant à l'effet des zones humides sur la purification de l'eau, il est reconnu que certains polluants peuvent potentiellement être captés par ces milieux :

- Les nitrates, essentiellement dus à l'agriculture céréalière ;
- Le phosphore, issu principalement des rejets urbains et l'agriculture ;
- La pollution bactériologique principalement issue des rejets d'assainissement collectifs et autonomes ;
- Les métaux lourds tels que l'argent et le cuivre.

Outres les communes du Nord de l'Allier, le Sud du département ne connaît pas d'apports importants d'intrants dans le milieu naturel. En effet, les activités agricoles principalement tournées vers le pâturage et la fauche sont des activités ayant un faible recours à l'utilisation d'amendement, sources de nitrate pour le milieu.

De plus, une part non négligeable des exploitations est concernée par des MAE (mesures agro-environnementales) ou des primes à l'herbe limitant encore plus l'utilisation de fertilisant mais également le nombre de bêtes par exploitation, et donc les rejets « naturels » dus à l'activité.

A titre indicatif, en s'appuyant sur des données issues des travaux d'Aggro transfert en Bretagne (puisque aucune mesure précise ne permet de quantifier le service des zones humides sur la plaine alluviale de la Loire bourguignonne), on peut déduire des données moyennes issues de la bibliographie que, sur le site de la « Loire bourguignonne » :

- Les prairies de la Loire bourguignonne permettraient de dénitrifier environ 2000 tonnes de nitrate/an ;
- La ripisylve de la Loire bourguignonne permettrait de dénitrifier environ 500 tonnes de nitrate/an ;

De fait, en grand majorité, les prélèvements pour l'eau potable dans le Val de Loire du département présentent une qualité d'eau plus que satisfaisante avec des taux de nitrates faibles et de phosphore très faible. Dans ce secteur, le traitement de l'eau se résume à une simple chloration pour traitement bactériologique.

Concernant la qualité de l'eau de la Besbre sur la CC du Pays de Lapalisse, le manque de littérature nous amène à nous appuyer sur le rapport 2016 sur le prix et la qualité de l'eau potable. Selon ce rapport, le SIVOM de la Vallée de La Besbre indique que la qualité de l'eau potable distribuée dans son réseau est « excellente », avec un taux de conformité des analyses de 100 % pour les paramètres microbiologiques et physico-chimiques.

6.3.3.4. Impact sur l'agriculture

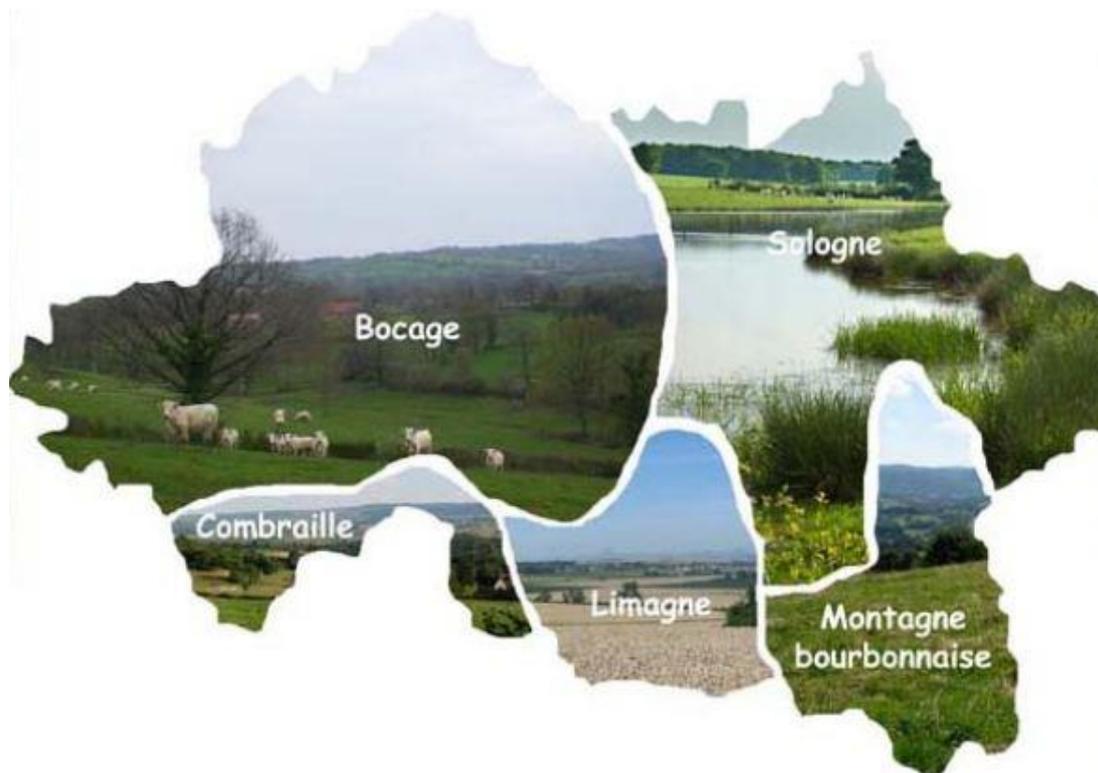
Caractéristique du département de l'Allier et de la CC du Pays de Lapalisse

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 à 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.

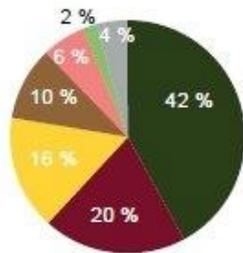
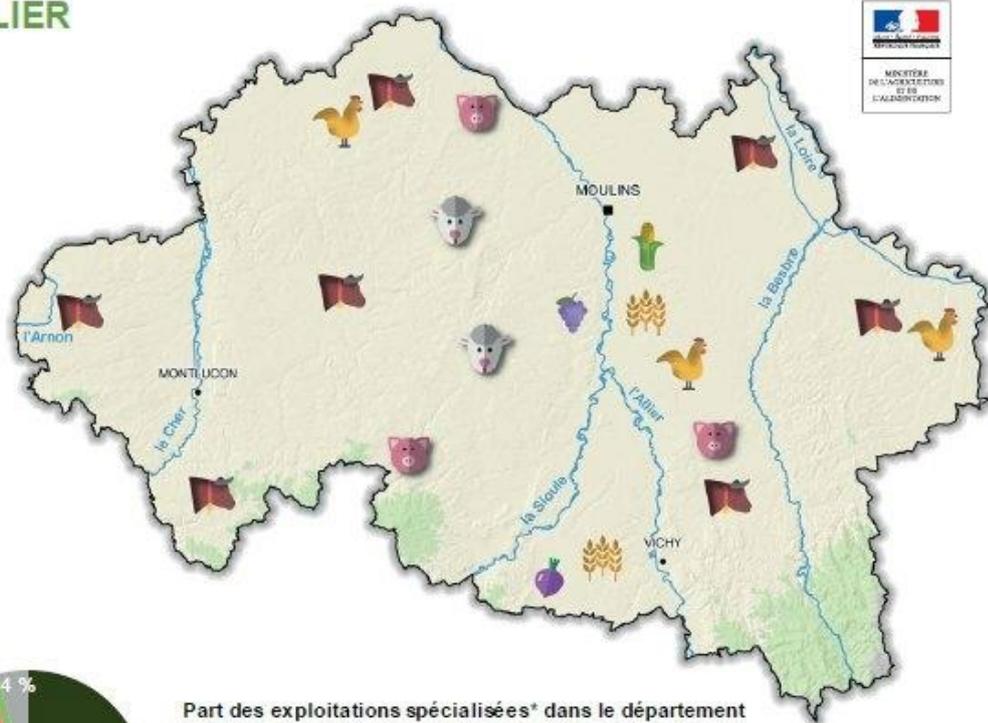
Les productions agricoles sont diversifiées. On y trouve toutes sortes d'**élevages** (bovin lait, bovin viande, cheval, mouton, volaille...) et un large éventail de cultures (céréales, maïs grain et ensilage, prairie, pois, soja, betteraves, **sylviculture**, **maraîchage**, **horticulture**, **viticulture**, etc.).

Par ailleurs, l'Allier est le 5^e 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 »

Des productions diversifiées réparties sur le territoire

ALLIER

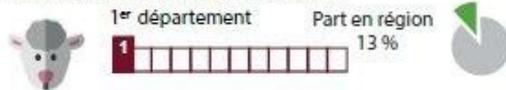


Part des exploitations spécialisées* dans le département

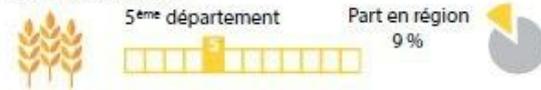
- Bovins viande
- Ovins, caprins et autres herbivores
- Grandes cultures
- Polyculture et polyélevage
- Elevage hors-sol
- Bovins laits
- Autres

Les six premiers classements (part et rang*) de l'Allier dans la région

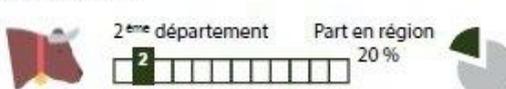
Ovins, caprins et autres herbivores



Grandes cultures



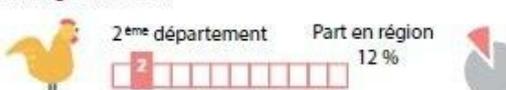
Bovins viande



Polyculture et polyélevage



Élevage hors sol



Maraichages et horticulture



* Nombre d'exploitations spécialisées par type d'OTEX (orientation technico-économique)

et le « chêne de la forêt de Tronçais » par exemple.

Figure 156 : Infographie illustrant la diversification de l'agriculture dans l'Allier (DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes, Juillet 2017)

La CC du Pays de Lapalisse, située au sud-est du **département de l'Allier**, marque la frontière entre la plaine de la vallée de la **Besbre** et la **Montagne bourbonnaise**. Son territoire présente donc des particularités propres à la Sologne Bourbonnaise, au Nord, tandis que le Sud s'ouvre à la Montagne Bourbonnaise, avec un paysage de plus en plus vallonné.

Caractéristique de la Sologne Bourbonnaise



La Sologne Bourbonnaise repose sur un plateau très vaste et faiblement vallonné. Le relief de très faible amplitude (de 240 à 280 mètres d'altitude) est un élément déterminant dans l'organisation des différents types d'occupation des sols :

- Les espaces forestiers sont sur les parties sommitales du plateau où le relief est le moins accusé ;
- Les zones agricoles profitent des faibles pentes où le drainage du sol humide devient plus aisé.

Cette région, marquée par une prédominance de l'élevage, côtoie des massifs boisés et de nombreux étangs entourés de zones humides. Cependant, depuis les années 1980 un fort développement de la culture céréalière a fait évoluer le paysage.

Dans cette région de sable sur argile, les sols sont à la fois sensibles à l'engorgement du fait de la couche d'argile à faible profondeur, mais aussi particulièrement séchant puisque les premiers horizons sont sableux. Ceci explique le recours à la fois au drainage et à l'irrigation, sur des parcelles en culture céréalière.

Après d'importants travaux d'assainissement (drainage), la culture de céréales et de protéagineux s'est développée, faisant apparaître de grandes parcelles céréalières au cœur des pâturages.

Entre 1980 et 2000 la surface drainée a été multipliée par trois. Elle représentait en 2000 16 % de la SAU. Même si on ne dispose pas de chiffres précis au-delà de l'année 2000, on sait que ce pourcentage a continué de progresser ces dernières années.

Alors que l'irrigation n'était quasiment pas pratiquée avant 1980, ce sont près de 70 exploitations qui y ont recours en 2000, afin d'augmenter la sécurité en grande culture, et plus particulièrement en maïs. Ce chiffre a d'ailleurs encore progressé ces 10 dernières années.

Ainsi, si dans les années 2000 la surface fourragère (73% SAU) et les surfaces toujours en herbe (49% SAU) restent dominante. La part consacrée aux grandes cultures a augmenté depuis 30 ans et compte 24% de la SAU en 2000. (Source RGA 2000).

Concernant les forêts, les chênaies constituent environ les trois quarts de la surface forestière, le plus souvent en mélange futaie-taillis. Elles ont une importance économique et sociale d'autant plus grande que les propriétés forestières sont morcelées et les peuplements d'autres essences ont une rentabilité très variable.

Dans ces chênaies prédominent le chêne pédonculé. On distingue alors deux types de boisement : la chênaie dégradée à fougère aigle et callune, caractérisée par la disparition progressive du charme et la chênaie dégradée à bouleaux, tremble voire le pin sylvestre, remplaçant le charme qui a totalement disparu.

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 CO₂ 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 CC du Pays de Lapalisse

Malgré le développement des grandes cultures dans les plaines du Val de Besbre, les prairies temporaires sont encore très représentées que ce soit en plaine, le long de La Loire, 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

Stratégie d'adaptation de la CC du Pays de Lapalisse

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...)
 - 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.
 - Semis de variétés plus précoces : variétés dont le cycle, plus court, permet esquivance 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.

Consommation journalière en eau en conditions estivales <i>(température supérieure à 25 °C)</i>		Bovins, ovins, petits ruminants	
Vache allaitante	110 litres	Bactériologie	Diarrhées Avortements Mammites
Vache laitière	140 litres		
Génisse 1-2 ans	80 litres	pH TH (dureté)	Troubles digestifs Diarrhées Baisse de la fécondité Baisse des performances
Génisse 6-12 mois	50 litres		
Ovins	25 litres	Nitrates	Retards de croissance Problèmes respiratoires et digestifs Toxicité pouvant entraîner la mort à forte dose ingérée

Figure 157 : 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 CC du Pays de Lapalisse

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.

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.

Stratégie d'adaptation de l'élevage pour la CC du Pays de Lapalisse

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, cette pratique pourrait être amenée à s'appliquer aux feuillus.

Globalement, dans un premier temps, la sylviculture se portera bien : la photosynthèse sera stimulée par l'augmentation du CO₂ 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 CC du Pays de Lapalisse

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 m³ de

bois ont été récoltés, dont 173 000 m³ de bois d'œuvre, 22 000 m³ de bois d'industrie et 38 500 m³ 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 résineux (46%) : 21% de Douglas pur et 16,50% de sapin ou épicéa pur.

Pour la CC du Pays de Lapalisse, 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, le charme et l'épicéa.

Face aux canicules et sécheresses 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

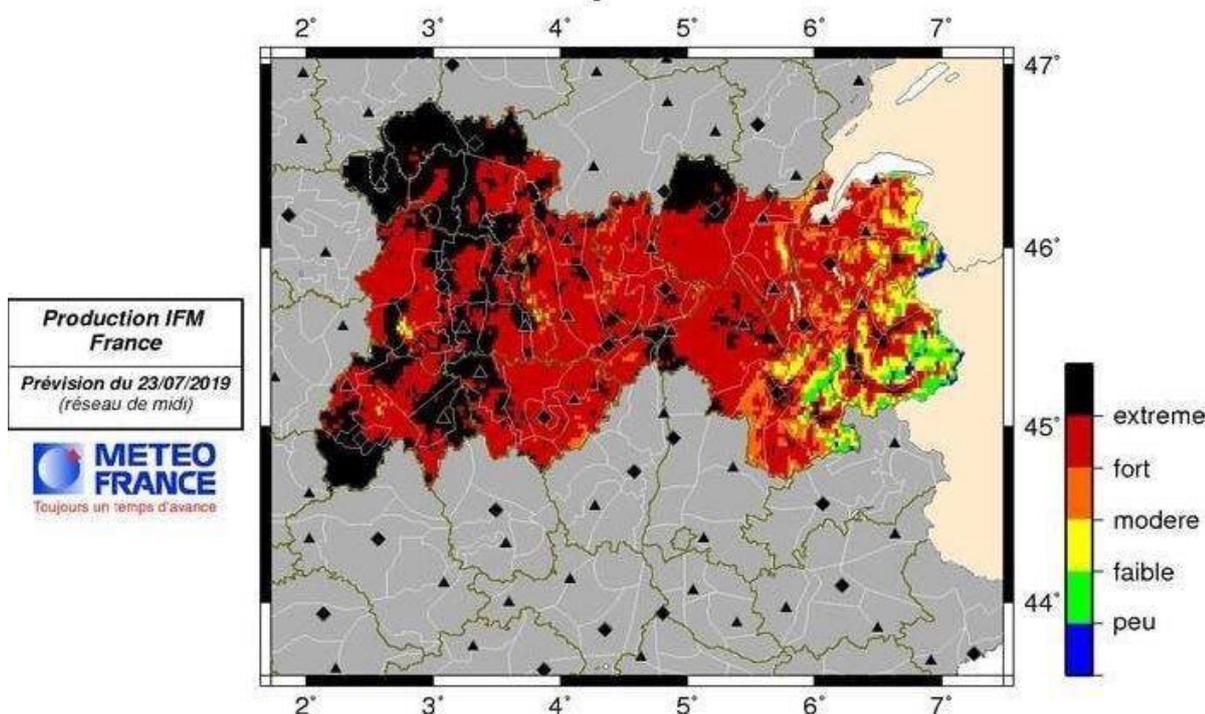


Figure 158 : Cartographie de la région Auvergne-Rhône-Alpes sur le risque incendie. (Source : Météo France, 24 juillet 2019)

Stratégie 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 portera sur :

- les essences les mieux adaptées à un environnement donné
- l'adaptation à la rareté de la ressource en eau
- identification des 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.

6.3.3.5. Impact sur les activités économiques

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 CC du Pays de Lapalisse

Outre l'agriculture, le territoire présente une activité industrielle et commerciale peu développé.

Le tissu économique se regroupe principalement sur la commune de Lapalisse et se caractérise par un tissu d'entreprises (abattoir, fonderie, huilerie, transport et logistique...) et de commerces (hyper marché...). On notera également la Carrière Viallet, située sur la commune de Saint-Prix.

Toutefois, même si ce tissu économique présente une faible vulnérabilité aux effets du changement climatique, nous pouvons identifier quelques sensibilités générales liées aux diverses activités économique :

- Vulnérabilité des salariés de certains secteurs en cas de canicule : travail d'usine, métallurgie, abattoir, carrières...
- Vulnérabilité des secteurs dépendant de la ressource en eau : agroalimentaire...
- Vulnérabilité au risque d'inondation

- Vulnérabilité à la canicule pour certaines installations : le ferroviaire par exemple (dilatations des rails et déformations des câbles d'alimentation entraînant des risques pour la circulation des trains. La SNCF dispose d'un plan canicule spécifique)

6.3.3.6. 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 :

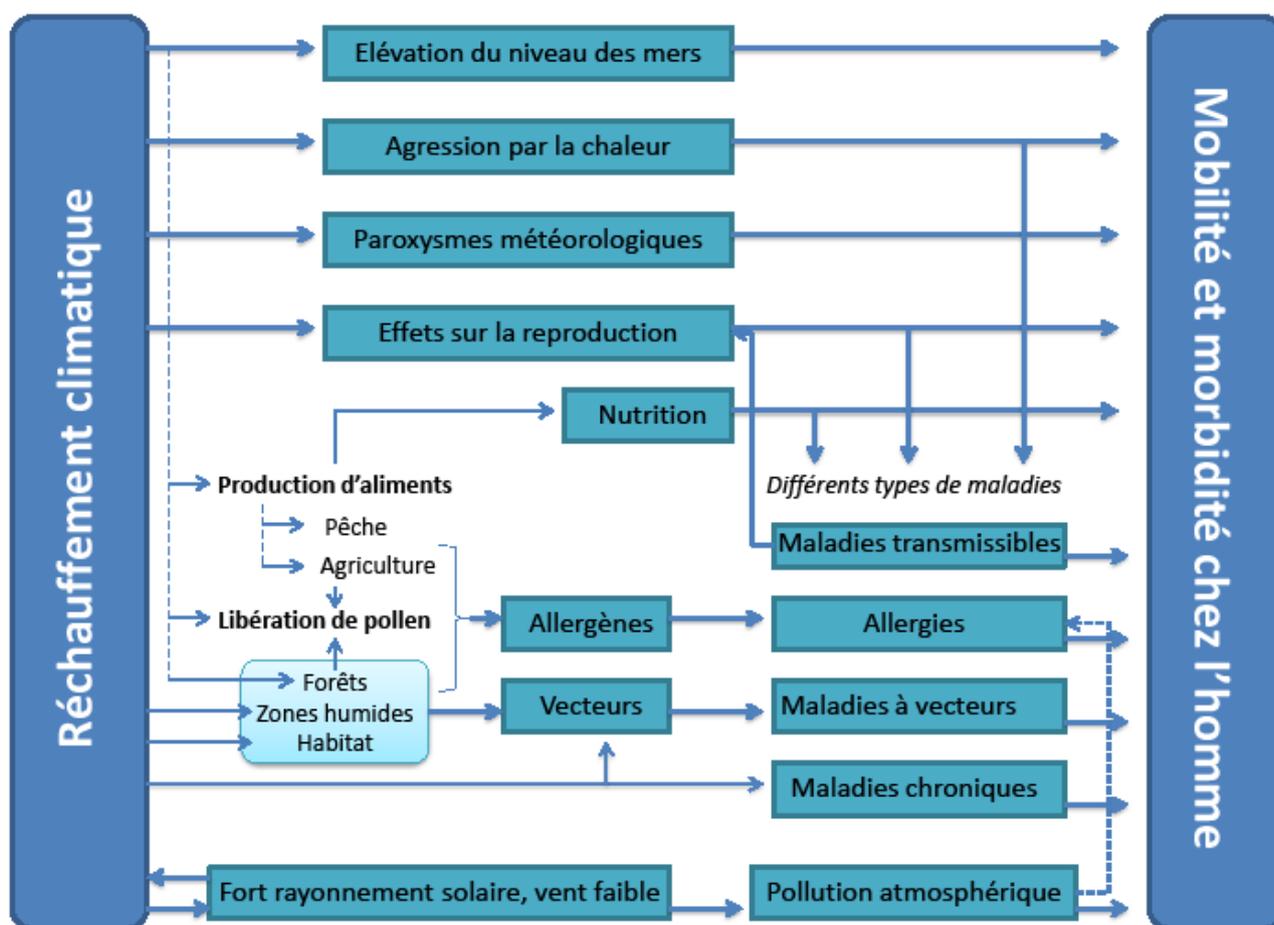
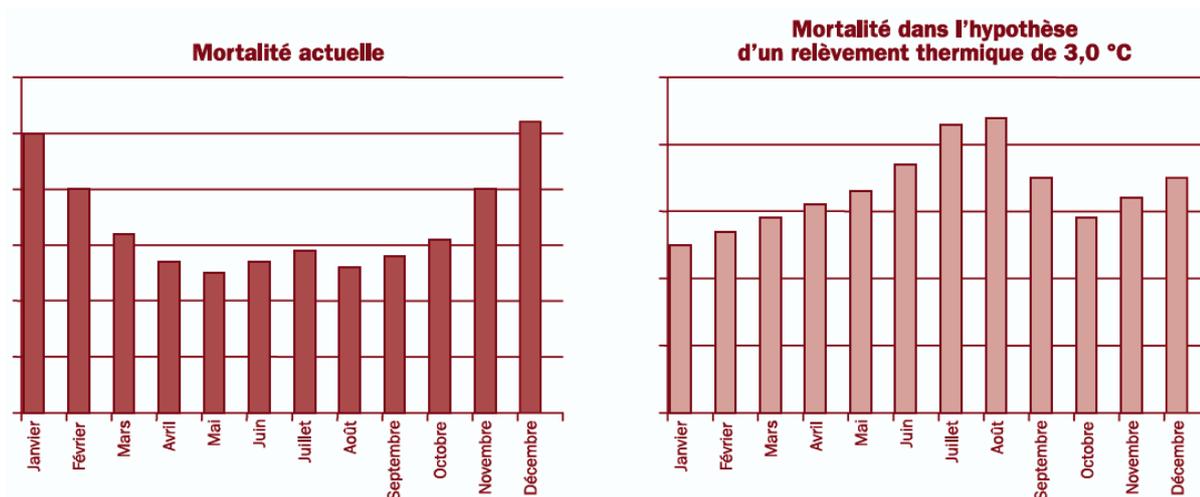


Figure 159 : Schéma récapitulatif des principaux mécanismes d'impact du réchauffement climatique sur la santé humaine (Source : JP Besancenot)

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 160: 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 autre, 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 libéreront plus de pollen les jours de forte chaleur.



Figure 161: Les végétaux libèrent 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 parasitaires en cause.

Tableau 21: Tableau des risques pour la santé liés au changement climatique (Source : Institut de Veille Sanitaire)

Effets possibles des changements climatiques	Risques sanitaires
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la fréquence et de la gravité des vagues de chaleur - Réchauffement général mais conditions plus froides possibles dans certaines régions 	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies et décès liés à la chaleur - Troubles respiratoires et cardio-vasculaires - Changement dans la répartition des maladies et de la mortalité dues au froid
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la fréquence et de la violence des orages, augmentation de la gravité des ouragans, et autres formes de temps violent - Fortes pluies causant des glissements de terrains et des inondations - Élévation du niveau de la mer et instabilité du littoral - Accroissement des sécheresses dans certaines régions - Perturbations sociales et économiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Décès, blessures et maladies imputables aux orages violents, inondations... - Dommages sociaux et émotionnels, santé mentale - Pénuries d'eau et de nourriture - Contamination de l'eau potable - Hébergement des populations et surpopulations dans les centres d'hébergement d'urgence
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la pollution atmosphérique - Augmentation de la production de pollens et de spores par les plantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Exacerbation des symptômes de l'asthme, des allergies - Maladies respiratoires et cardio-vasculaires - Cancers - Décès prématurés
<ul style="list-style-type: none"> - Contamination de l'eau potable et de l'eau utilisée à des fins récréatives - Prolifération d'algues et augmentation des concentrations en toxines dans les poissons et fruits de mer 	<ul style="list-style-type: none"> - Éclotions de souches de micro-organismes, amibes et autres agents infectieux d'origine hydrique - Maladies liées à la nourriture - Autres maladies diarrhéiques et intestinales

- Changement des comportements liés aux températures les plus chaudes	
- Changement de la biologie et de l'écologie de vecteurs de maladies (y compris la répartition géographique) - Maturation plus rapide des agents pathogènes dans les insectes et tiques vecteurs de maladies - Allongement de la saison de transmission des maladies	- Augmentation de l'incidence des maladies infectieuses à transmission vectorielle indigène - Émergence de maladies infectieuses
- Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique - Changements dans la chimie de l'atmosphère de l'ozone stratosphérique - Accroissement de l'exposition aux UV	- Cancers de la peau, cataractes, dommages des yeux - Troubles divers du système immunitaire

Plus spécifiquement sur la CC du Pays de Lapalisse

Le territoire, essentiellement rural, est donc peu sensible aux effets du changement climatique, et notamment aux canicules estivales.

On note toutefois que la commune de Lapalisse peut présenter une plus forte vulnérabilité comparée au reste du territoire.

En effet, présentant une plus importante urbanisation, la citée sera plus sensible au phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) que les communes voisines, 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 de la commune y est importante du fait d'un tissu de résidence et surtout des zones d'activités qui la composent. Dans cette commune, 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.

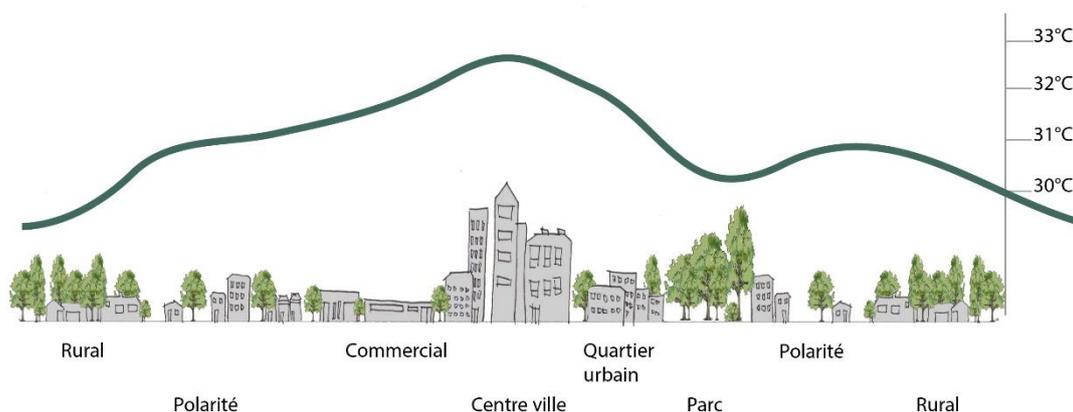


Figure 162: Phénomène d'îlot de chaleur urbain (Source : E6-ACPP)

Figure

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.

6.3.3.7. 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 CO₂ 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
- Animale : 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 163 : 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. 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.

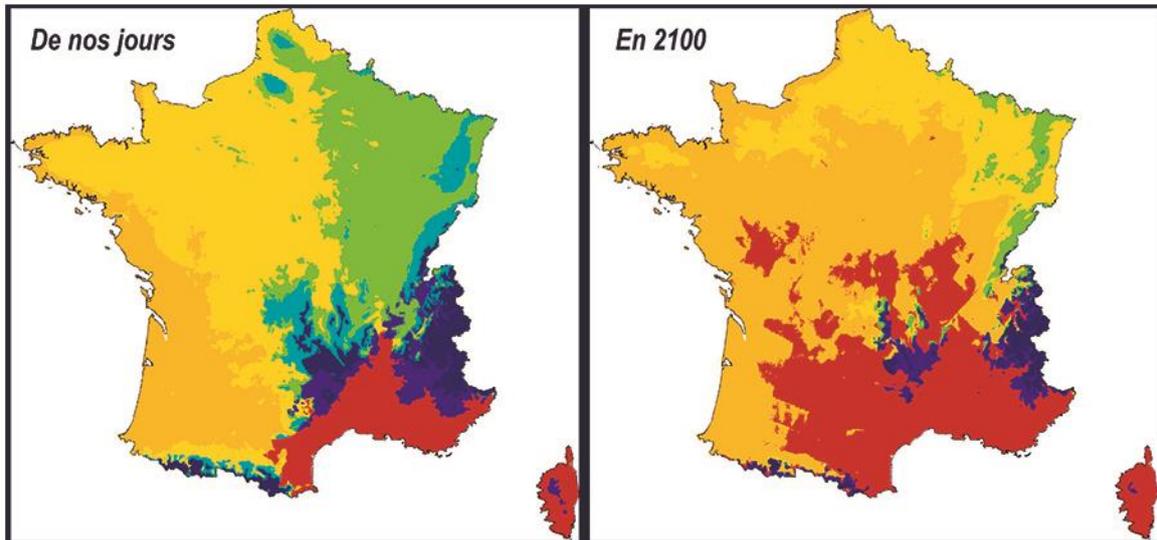


Figure 164: Enveloppes bioclimatiques des groupes chronologiques en France (Source : CLIMATOR 2012).

Plus spécifiquement sur la CC du Pays de Lapalisse



Le Val de Besbre et la Sologne Bourbonnaise dévoilent un paysage de bocages et de prairies. De nombreux cours d'eau (Loire, Besbre...) et une multitude d'étangs caractérisent ce territoire.

La présence du bocage et des zones humides favorise l'accueil de nombreuses espèces dont certaines rares : milan noir, pic mar, sterne naine...

Plusieurs zones de protection, en particulier pour les oiseaux (ZNIEFF, Zones Natura 2000.) sont présentes sur le territoire.

De fait, le changement climatique pourrait avoir un impact important sur la biodiversité de ces nombreuses zones humides (étang, mare, ruisseau...). La richesse de ces écosystèmes fragiles 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 possèdent, 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 CC du Pays de Lapalisse doit également se préparer aux effets du changement climatique :

- Sécheresse 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.

6.3.4. Synthèse de vulnérabilité sur la Communauté de Communes du Pays de Lapalisse

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 se multiplieront 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 routières...) 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.

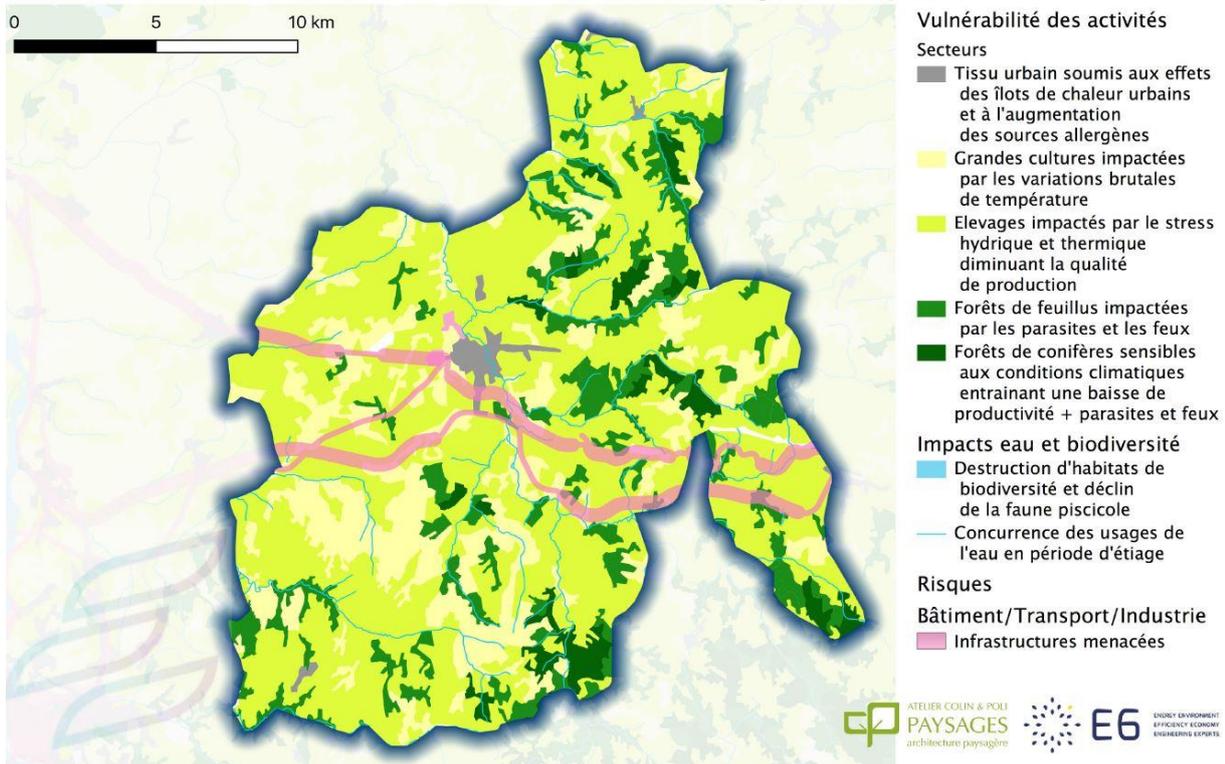
- La biodiversité du bocage et des zones humides :

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 Lapalisse

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.

Impacts du changement climatique sur les activités Communauté de communes du Pays de Lapalisse



Vulnérabilité des risques naturels au changement climatique Communauté de communes du Pays de Lapalisse

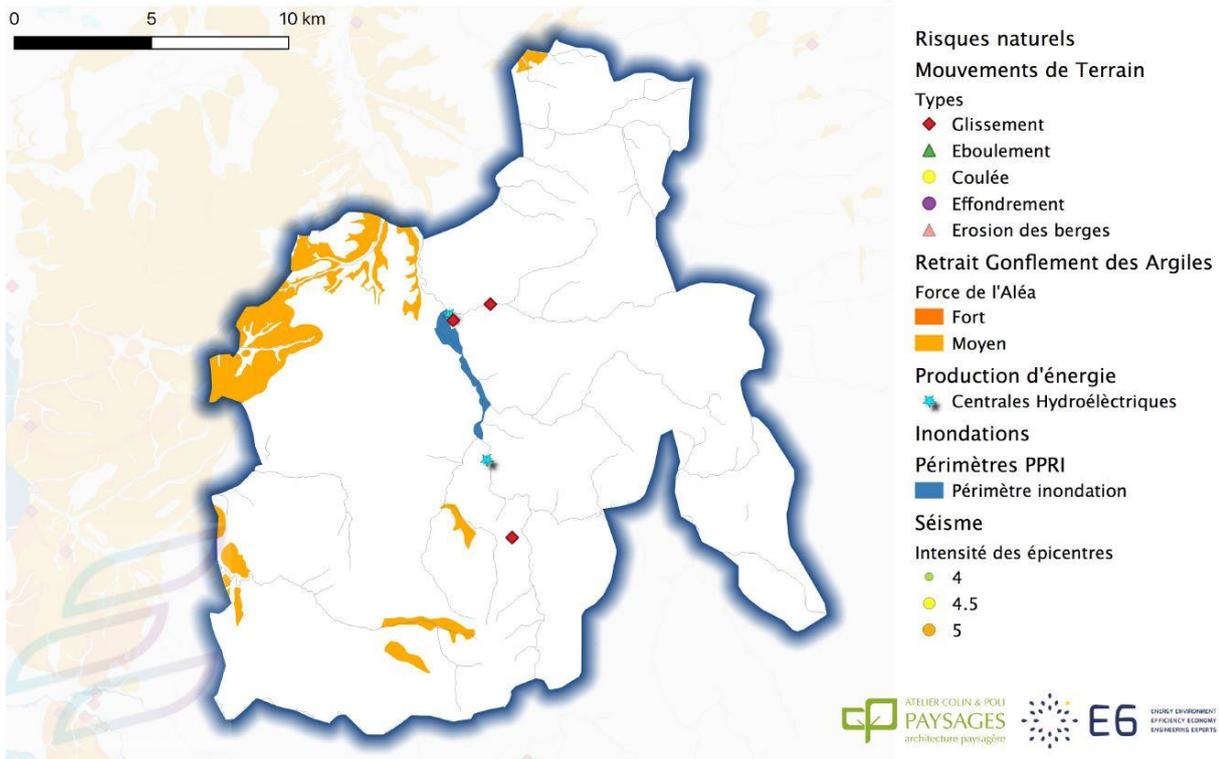


Figure 165: Synthèse des impacts et vulnérabilités aux changements climatiques de la CC du Pays de Lapalisse (Source : ACPP, E6)

7. ANNEXES

7.1. PRESENTATION DE LA FILIERE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Principe et technologies

L'effet photovoltaïque est le principe physique selon lequel le rayonnement solaire (photons) est transformé en électricité (électrons) grâce aux propriétés de certains matériaux appelés « semi-conducteurs » tels que le silicium (Si) ou le tellurure de cadmium (CdTe) :

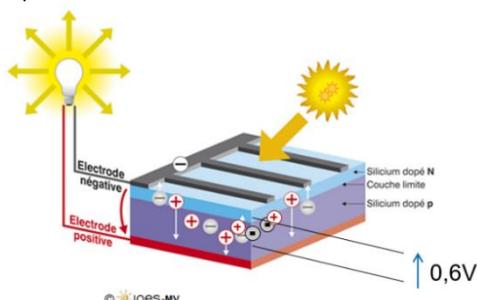


Figure 166 - Principe de l'effet photovoltaïque (source : Qualit'EnR).

Issu de la silice (deuxième matériau de l'écorce terrestre), le silicium constitue le semi-conducteur le plus répandu parmi les systèmes photovoltaïques actuels :

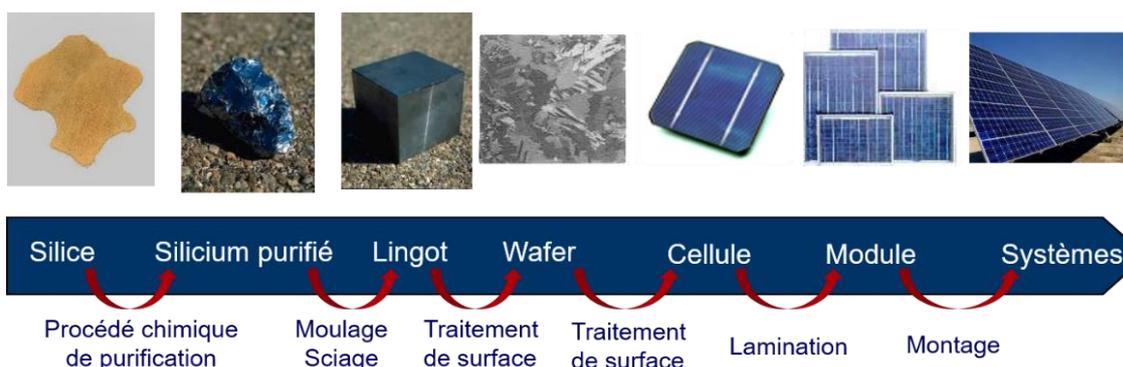


Figure 167 - Process de fabrication d'un système photovoltaïque (source : Qualit'EnR).

Il existe en outre différentes technologies de cellules à des stades différents de maturité technologique :

Famille	Rendement	Maturité	Description
Silicium monocristallin	16 à 21%	~ 30% du marché mondial	Photovoltaïque de 1 ^{ère} génération, durée de vie de 25 à 30 ans.
Silicium multicristallin	14 à 15%	~ 60% du marché mondial	
Couches-minces	5 à 15%	~ 10% du marché mondial	Photovoltaïque de 2 ^{ème} génération, couches de matériaux semi-conducteurs et photosensibles sur un support en verre, en acier, etc.
Cellules à concentration	20 à 30%	Stade de démonstrateur	Lentilles optiques concentrant la lumière sur de petites cellules PV à haute performance
Cellules organiques	5 à 10%	Stade expérimental	Photovoltaïque de 3 ^{ème} génération, films de type photographique, souples, légers et faciles à installer.
Cellules pérovskites hybrides	22%	Stade R&D	Filière très prometteuse, dont les progrès en termes de rendement ont été spectaculaires ces dernières années.

Tableau 22 – Technologies de cellules photovoltaïques disponibles (Source : DGEC, ADEME, DGRI).

Les panneaux photovoltaïques « classiques » sont constitués d'un ensemble de cellules (60 ou 72) montées en série :

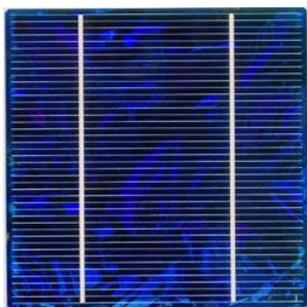


Figure 168 - Face avant d'une cellule PV (Source : Qualit'EnR).



Figure 169 - Face arrière d'une cellule PV (Source : Qualit'EnR).

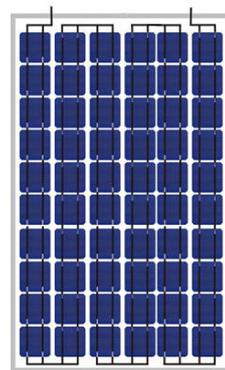


Figure 170 - Composition d'un panneau PV (Source : Qualit'EnR).

En moyenne, les modules photovoltaïques ont une durée de vie de 25 ans et voient leur performance légèrement se dégrader chaque année (perte de 0,4%/an). En fin de vie, près de 95% du panneau est recyclable, le coût de cette fin de vie étant compris dans le prix d'achat du module. Cette éco participation permet ainsi de financer et de développer les opérations de collecte, de tri et de recyclage conduite par l'éco-organisme PV Cycle :



Figure 171 – Fonctionnement de la filière de recyclage des modules photovoltaïques en fin de vie (Source : PV Cycle).

En 2018, la première usine d'Europe entièrement dédiée au recyclage de panneaux photovoltaïques a été inaugurée à Rousset (13). A terme, celle-ci sera en mesure de traiter jusqu'à 4 000 tonnes par an de modules. Les technologies photovoltaïques (PV) produisent un courant électrique continu : ceci impose de les raccorder à des onduleurs afin de convertir ledit courant continu en courant alternatif, injectable sur le réseau électrique domestique, de distribution ou de transport. La puissance des installations photovoltaïques s'exprime alors en « Watt crête » (Wc). La « puissance crête » d'une installation correspond alors à la puissance que peut délivrer une cellule, un module ou une centrale sous des conditions optimales et standardisées d'ensoleillement (1 000 W/m²) et de température (25°C).

La puissance produite étant proportionnelle à l'irradiation solaire reçue, la production photovoltaïque (en France Métropolitaine) s'avère être optimale pour une orientation plein Sud (Azimut égal à 0°) et une inclinaison des modules de 30°/35° afin d'être le plus perpendiculaire aux rayons du soleil :

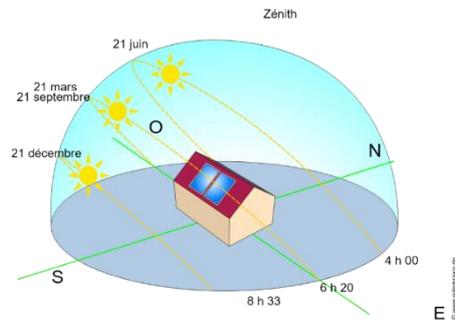
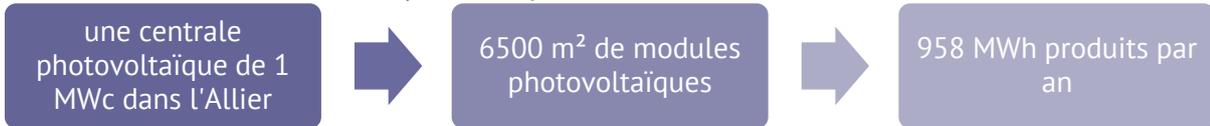


Figure 172 - Course du soleil au fil de l'année (Source : Qualit'EnR).

La performance d'un générateur photovoltaïque dépend ainsi fortement de sa localisation (niveau et quantité d'ensoleillement, température [la production photovoltaïque se dégradant lorsque la température des modules est trop élevée], ombrages proches et lointains) mais également de la qualité de son intégration (orientation, inclinaison, rafraîchissement passif, système de suivi de la course du soleil, etc.).



L'électricité ainsi produite peut ensuite être consommée sur place (en autoconsommation), stockée ou injectée sur le réseau de distribution d'électricité. Il existe plusieurs formes de générateurs photovoltaïques : les générateurs en toiture inclinée ou en toiture terrasse, les ombrières photovoltaïques, les centrales au sol de grande puissance, les centrales flottantes ou encore les installations couplées à une production agricole (agrivoltaïsme) :



Figure 173 - Installation PV en toiture (Source : Transénergie).



Figure 174 - Installation PV en ombrières (Source : NEOEN).

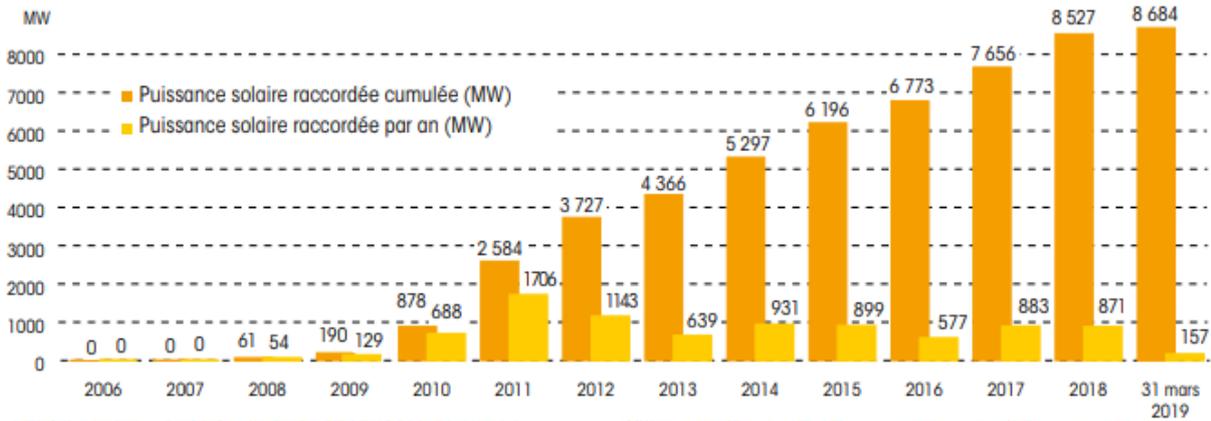


Figure 175 - Installation PV au sol (Source : Transénergie).

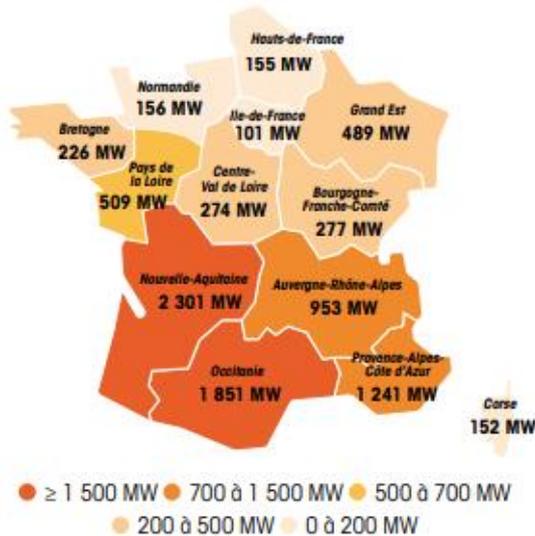
Marché national

Au 31 mars 2019, et sur une année glissante, l'énergie photovoltaïque a couvert 2,3% des consommations électriques nationales avec une puissance raccordée de 8 684 MWc. Son développement est soutenu puisque 781 MWc ont été raccordés au réseau français sur cette même année glissante.

Evolution de la puissance solaire raccordée (MW)



Puissance solaire raccordée par région au 31 mars 2019



Couverture de la consommation par la production solaire, en année glissante

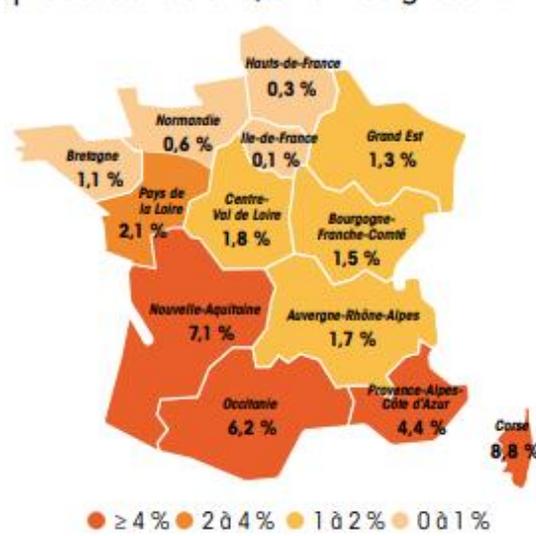


Figure 176 - Le photovoltaïque en France au 31/03/2019 (Source : RTE).

En outre, de plus en plus de centrales photovoltaïques fonctionnent en autoconsommation : l'électricité de 63% des installations photovoltaïques mises en service en 2017 avait ainsi vocation à être consommée in situ, contre seulement 15% deux ans auparavant.

La PPE (Programmation Pluri Annuelle de l'Energie) accordant une place importante à l'énergie photovoltaïque, la filière bénéficie d'un soutien politique marqué fixant des objectifs de développement ambitieux aux entreprises du secteur. A la différence de la période pré-moratoire de 2011, les opportunités de développement de la filière ne reposent plus sur un tarif d'achat élevé mais davantage sur l'atteinte de la parité réseau liée à l'augmentation du coût de l'électricité et à la baisse des coûts des technologies PV.

Réglementation et procédures applicables

Les installations photovoltaïques sont soumises aux dispositions en vigueur concernant le droit de l'urbanisme et la préservation de la ressource en eau, les sites Natura 2000, les défrichements, ainsi que le droit électrique (procédure de raccordement et autorisation d'exploiter).

Ainsi, et au titre de l'urbanisme et du droit du sol, la réalisation de projets photovoltaïques peut-être soumise au dépôt d'une déclaration préalable ou d'un permis de construire :

**PROCÉDURES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS AU SOL
EN DEHORS DES SECTEURS SOUMIS À UNE PROTECTION PARTICULIÈRE**



Puissance crête de l'installation	Procédure
SUPÉRIEURE À 250 kWc	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permis de construire²¹ ✓ Étude d'impact²² ✓ Évaluation des incidences Natura 2000³⁰ ✓ Enquête publique²³ ✓ Autorisation d'exploiter si la puissance est supérieure à 4,5 MWc²⁴ ✓ Déclaration si la puissance est supérieure à 250 kWc et jusqu'à 4,5 MWc²⁵
SUPÉRIEURE OU ÉGALE À 3 kWc ET INFÉRIEUR OU ÉGALE À 250 kWc (QUELLE SOIT LEUR HAUTEUR)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déclaration préalable²⁶ ✓ Réputée déclarée²⁷ au titre de l'exploitation de la production électrique ✓ Évaluation des incidences Natura 2000 (si figure sur une liste locale)
INFÉRIEURE À 3 kWc ET DONT LA HAUTEUR MAXIMALE AU-DESSUS DU SOL PEUT DÉPASSER 1,80 M	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déclaration préalable²⁶ ✓ Réputée déclarée²⁷ au titre de l'exploitation de la production électrique ✓ Évaluation des incidences Natura 2000 (si figure sur une liste locale)
INFÉRIEURE À 3 kWc ET DONT LA HAUTEUR MAXIMALE AU-DESSUS DU SOL NE PEUT PAS DÉPASSER 1,80 M	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dispensée de formalités au titre du code de l'urbanisme, sauf si implantée dans un secteur sauvegardé dont le périmètre est délimité ou dans un site classé²⁸ ✓ Réputée déclarée²⁷ au titre de l'exploitation de la production électrique ✓ Évaluation des incidences Natura 2000 (si figure sur une liste locale)

Tableau 24 – Procédures spécifiques aux installations PV au sol (Source : Ministère, 2019).

- Enfin, les producteurs d'énergies renouvelables, notamment photovoltaïque, peuvent conclure des contrats gré à gré avec de grands consommateurs (industrie, grande distribution, métropole, etc.). Ces contrats long terme, appelés PPA ou « *Power Purchase Agreement* » jusqu'alors peu employés en France, connaissent un développement rapide et important du fait de l'atteinte de la parité réseau des installations de grande puissance. Le PPA est, en outre, une pièce maîtresse des démarches RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises) puisque 100% de l'énergie achetée est produite par une installation renouvelable. Dans le cadre de la transition énergétique, il s'impose donc clairement comme un nouvel outil à exploiter.

Acceptabilité locale

Les projets photovoltaïques peuvent rencontrer des oppositions de la part de la population locale, oppositions souvent liées à l'usage des terres, aux enjeux paysagers ou à la protection de l'environnement.

L'implantation de centrales en toiture ou en ombrières permet également d'éviter le recours aux terres agraires pour la production électrique. Enfin, des projets d'agrivoltaïsme commencent à voir le jour, permettant de conjuguer activité agricole et centrale photovoltaïque (dès lors que l'installation photovoltaïque ne remet pas en cause la destination agricole du site). De telles mesures permettent également de limiter l'impact sur la biodiversité ainsi que les besoins de défrichement.

En outre, il existe des moyens de diminuer l'impact paysager (visuel) des centrales photovoltaïques. La couleur des modules peut être adaptée pour réduire l'impact visuel. Une structure intégrée en toiture constitue également une solution moins visible.

Quoiqu'il en soit, l'acceptabilité locale est un enjeu fort qu'il faut anticiper. Ceci passe souvent par une bonne communication, en amont des projets, une implication des citoyens (potentiellement financière, dans le cadre de projets participatifs) et un effort important de pédagogie. Bien souvent, beaucoup de préjugés entourent les projets

photovoltaïques (notamment au sol ou en ombrières), préjugés qu'il faut entendre et auquel il faut répondre afin de rassurer.

Autoconsommation

L'autoconsommation photovoltaïque consiste à consommer tout ou partie de l'énergie ainsi produite sur le site même de production (ou à proximité immédiate). Ce mode de consommation / production connaît actuellement un essor important en France et est voué à se développer très fortement dans les prochaines années et ce, selon 2 modèles :

- L'autoconsommation individuelle : celle-ci a été inscrite et définie par la Loi TECV dans le Code de l'Énergie (article L315-1) de la manière suivante : « une opération d'autoconsommation individuelle est le fait pour un producteur, dit autoproducteur, de consommer lui-même et sur un même site tout ou partie de l'électricité produite par son installation. La part de l'électricité produite qui est consommée l'est soit instantanément, soit après une période de stockage. »
- L'autoconsommation collective : celle-ci a également été inscrite et définie par la Loi TECV dans le Code de l'Énergie (article L315-2) de la manière suivante : « [l'opération d'autoconsommation est dite collective] lorsque la fourniture d'électricité est effectuée entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals liés entre eux au sein d'une personne morale et dont les points de soutirage et d'injection sont situés sur le réseau basse tension et respectent les critères, notamment de proximité géographique, fixés par arrêté du ministre chargé de l'énergie, après avis de la Commission de régulation de l'énergie. »

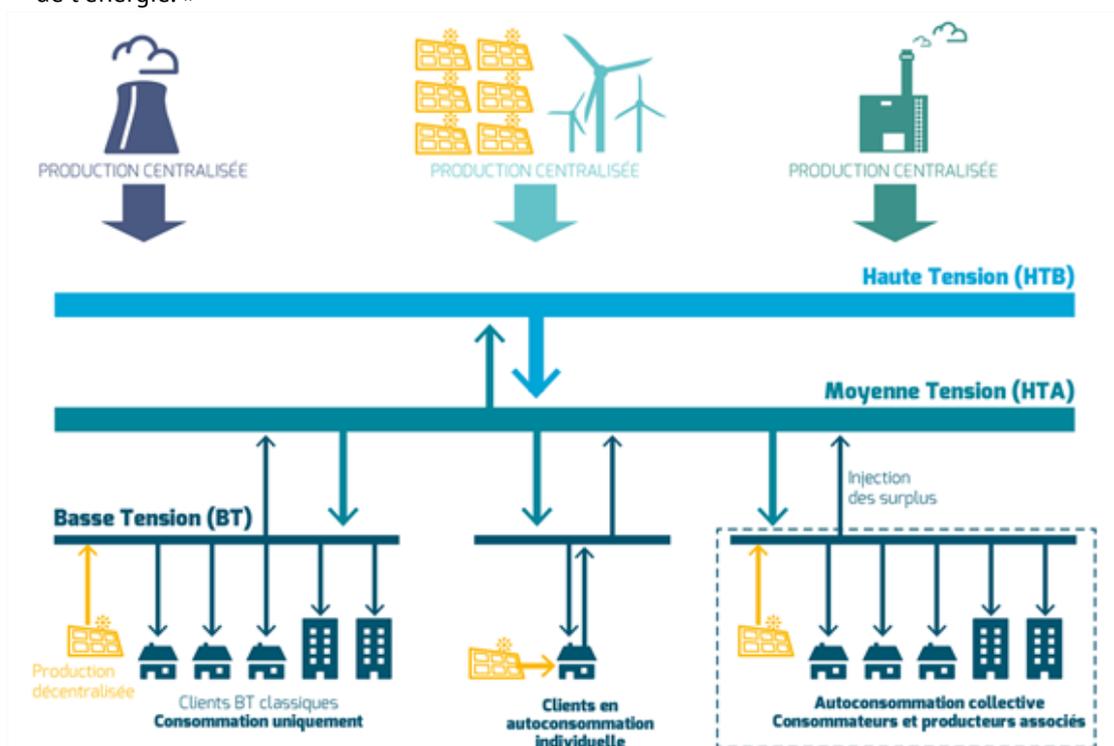


Figure 178 - Intégration de l'autoconsommation individuelle et collective dans les flux électriques (Source : Renouvelles).

En soutien à cette dynamique :

- Pour les installations de moins de 100 kWc avec vente de surplus, un arrêté tarifaire instaure une prime à l'investissement ainsi qu'une rémunération de l'énergie injectée.
- Pour les installations de 100 kWc à 1 MWc, un appel d'offres adossé au mécanisme de complément de rémunération est en cours, échelonné sur 10 périodes de candidature.

En outre, le taux d'autoconsommation, i.e. la part de la production électrique consommée sur place, n'est important que si la consommation coïncide avec les périodes de production. Dans le cas de l'énergie solaire, celle-ci est maximale entre 12h et 16h. Cette production variable s'accorde bien avec des usages tertiaires (bureaux, grandes surfaces) ou industriels. Pour un logement, il sera limité à environ 40% si aucun système de stockage n'est mis en place et si les consommations ne sont pas décalées (par exemple, en programmant les appareils électroménagers

pour un fonctionnement en journée). Les bâtiments d'enseignement, à l'inverse, se prêtent peu à ce mode de consommation du fait des périodes d'inoccupation estivales.

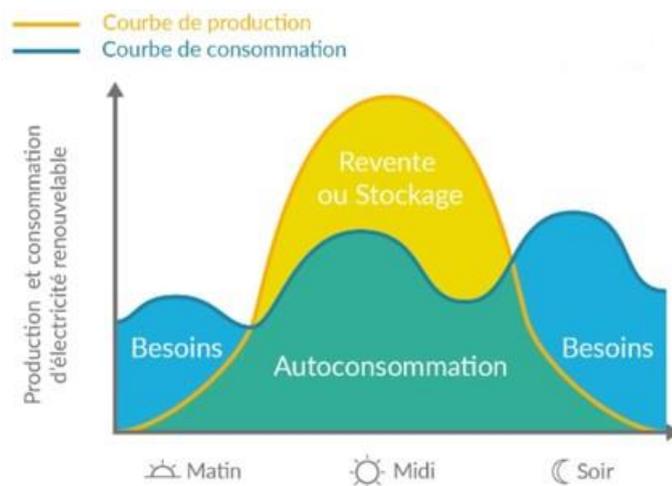


Figure 179 - Illustration du déphasage entre production photovoltaïque et consommation électrique.

L'autoconsommation appliquée au territoire concerné offre trois avantages majeurs :

- Réduire la précarité énergétique des ménages : les installations en autoconsommation permettent d'éviter de subir les variations des prix des fournisseurs.
- Alléger le réseau électrique : toute l'électricité consommée sur place correspond à des électrons qui ne transitent pas sur le réseau, en injection et en consommation. Cela permet de libérer de la capacité sur les lignes pour d'autres projets EnR.
- Se soustraire aux contraintes liées au raccordement pour les sites éloignés des postes de transformations ou dans des zones où le réseau est saturé.

Résumé (matrice AFOM)

ATOUTS	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> • Technologies matures. • Ressource solaire gratuite et renouvelable, aucune pénurie à craindre. • Niveau d'ensoleillement de l'Allier. • Emergence de l'autoconsommation. • Frais de maintenance faibles. • Durée de vie des installations. 	<ul style="list-style-type: none"> • Forte variabilité saisonnière et journalière de la production. • Systèmes de stockage encore coûteux et peu performants.
OPPORTUNITES	ENACES
<ul style="list-style-type: none"> • Fortes ambitions nationales et régionales. • Coût de production du kWh en baisse (parité réseau proche ou atteinte selon la taille). • Complémentarité avec le développement du stockage d'énergie (batteries pour véhicules électriques). • Agrivoltaïsme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité d'accueil des lignes de transports et poste de transformation électriques. • Impact paysager et environnemental. • Acceptabilité locale.

7.2. PRESENTATION DE LA FILIERE SOLAIRE THERMIQUE

Principes et technologies

L'énergie solaire thermique permet, comme son nom l'indique, de produire de la chaleur, à l'inverse du solaire photovoltaïque qui lui permet de produire de l'électricité. Si ces deux énergies reposent sur les mêmes apports solaires, leurs technologies et caractéristiques sont fondamentalement différentes.

Ainsi, le principe des installations solaire thermique consiste à capter les calories issues du rayonnement solaire et à les stocker, soit de manière passive (véranda, serre, façade vitrée), soit de manière active, via un fluide caloporteur circulant dans un réseau de distribution de chaleur. Traditionnellement, la production de chaleur solaire est réalisée au moyen de capteurs et d'un circuit hydraulique, comportant un ou plusieurs ballons pour stocker les calories solaires, généralement dans le but de produire de l'eau chaude sanitaire (ECS).

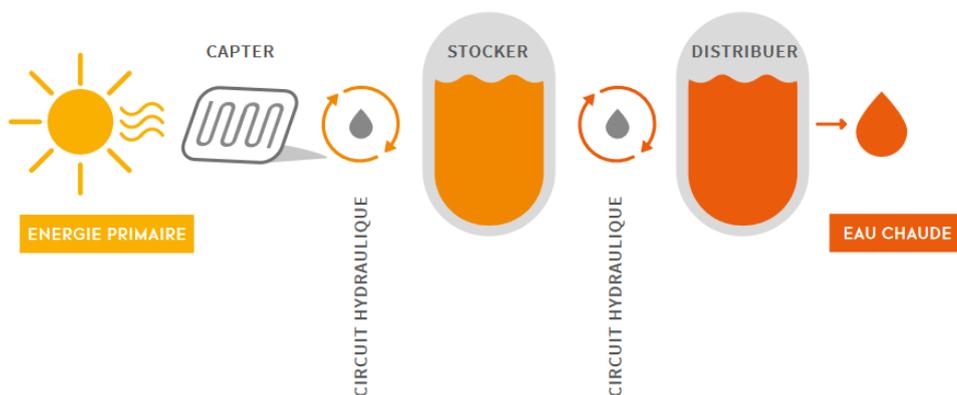


Figure 180 - principe de fonctionnement d'une installation solaire thermique (Source : ADEME).

Il existe trois types de capteurs :



Figure 181 - Types de capteurs solaires thermiques (Source : SOCOL).

Les capteurs moquettes ou atmosphériques sont employés pour le chauffage de l'eau des piscines (dans ce cas, le solaire thermique permet de chauffer directement l'eau du bassin) ou l'alimentation des pompes à chaleur (PAC) solaires.

L'énergie solaire thermique produit généralement une chaleur à basse température, de 50 à 95 °C selon le type de capteurs et fournit en moyenne entre 500 et 700 kWh/m²/an. Cette énergie peut alors couvrir différents usages :

- La production d'eau chaude sanitaire.
- Le chauffage des bâtiments.
- Le séchage.
- Le refroidissement via l'utilisation d'une pompe à chaleur.

Parmi ces usages, les 3 types d'équipements les plus courants sont :

- Les Chauffe-Eaux Solaires Individuels (CESI), qui permettent la production d'eau chaude à usage sanitaire pour les particuliers.

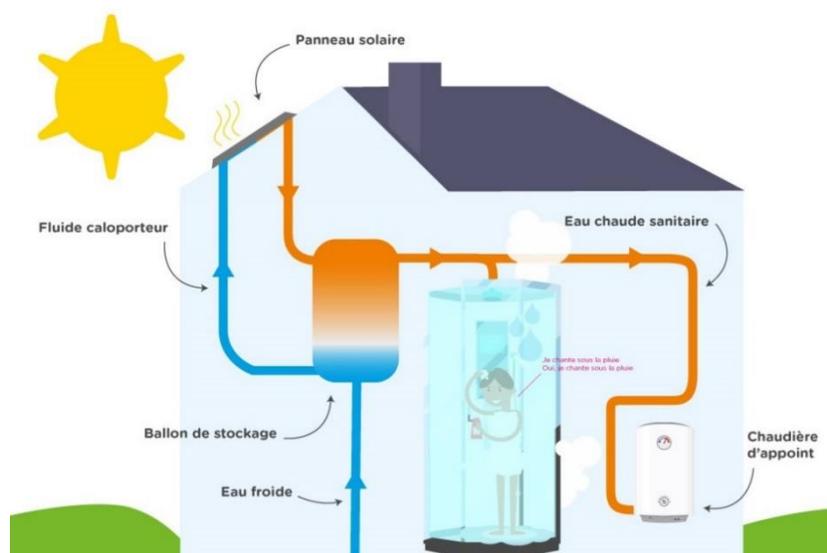


Figure 182 - Principe de production d'eau chaude sanitaire à partir d'énergie solaire (Source : ADEME).

- Les Systèmes Solaires Combinés (SSC), qui assurent à la fois la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage à l'usage des particuliers. La surface de capteurs correspond à environ 10% de la surface à chauffer.
- Les Chauffe-Eaux Solaires Collectifs (CESC). L'équipement est en général dimensionné pour fournir 40 à 60% des besoins. Dans ce cas, la production de l'eau chaude se fait au niveau de la chaufferie centrale, les calories sont réparties entre les différents usagers via un réseau d'eau chaude ou de chauffage.

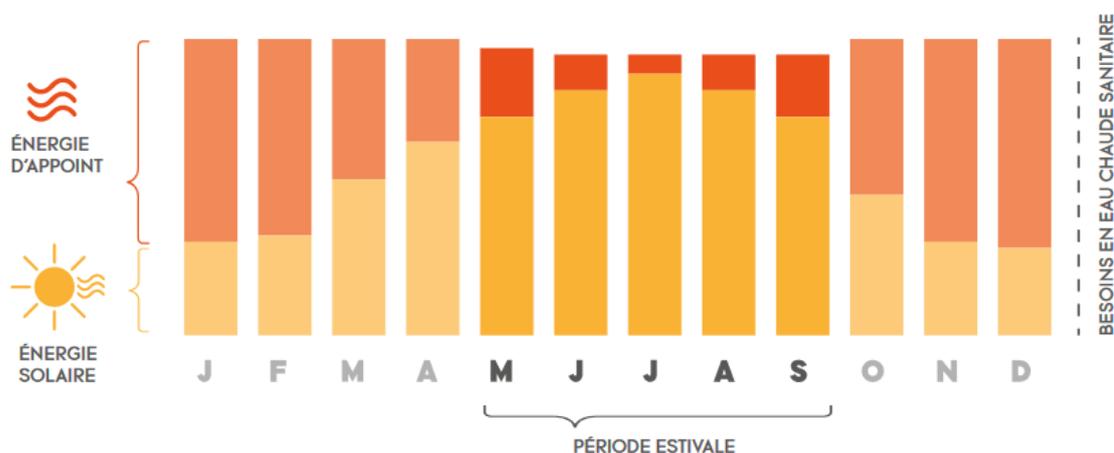


Figure 183 - Taux de couverture des besoin de ECS par le CESC au cours de l'année (Source : ADEME, 2018).

Actuellement, se développent en France et en Europe, des réseaux de chaleur intégrant une contribution solaire thermique, plus communément appelés *Solar District Heating* (SDH). Cette solution est pertinente car elle permet de combiner par exemple une chaufferie bois de forte puissance fonctionnant majoritairement en hiver, avec une centrale solaire thermique fonctionnant en été et assurant des besoins en chaleur moindres (absence de chauffage, pré-chauffage, etc.).



Figure 184 - La centrale solaire thermique de Chateaubriand, mise en service en 2018, est la première centrale française raccordée à un réseau de chaleur urbain (Source : ADEME).

De la même manière que pour le solaire photovoltaïque, la production d'énergie par l'intermédiaire de modules solaires thermiques présente des avantages importants :

- La ressource d'énergie utilisée est renouvelable et gratuite, aucune pénurie ou fluctuation des prix n'est à craindre.
- Le processus de production d'énergie n'a que peu d'impact sur l'environnement (ni rejet polluant, ni déchet, ni bruit).
- L'énergie produite est généralement consommée in situ, diminuant ainsi les pertes.
- Les modules solaires thermiques captent l'ensoleillement direct et diffus et sont donc moins sensibles aux contraintes d'exposition et d'orientation que le solaire PV.

En général, les coûts d'investissement restent inférieurs à 1 000 € HT/m² de capteurs solaires installés.¹⁷ Ce coût comprend l'ensemble des composants de l'installation solaire : capteurs solaires, supports, ballons de stockage, groupe de transfert, raccordements et système de suivi/comptage (fourniture et pose). Des coûts supérieurs sont parfois rencontrés mais méritent une attention particulière et une justification technique très argumentée.

Les intérêts de la filière

De la même manière que pour le solaire photovoltaïque, la production d'énergie par l'intermédiaire de modules solaires thermiques présente des avantages importants :

- La ressource d'énergie utilisée est renouvelable et gratuite, aucune pénurie ou fluctuation des prix n'est à craindre ;
- Le processus de production d'énergie n'a que peu d'impact sur l'environnement (ni rejet polluant, ni déchet, ni bruit) ;
- L'énergie produite est consommée in situ, diminuant ainsi les pertes.
- Les modules solaires thermiques captent l'ensoleillement direct et diffus et sont donc moins sensibles aux contraintes d'exposition et d'orientation que le solaire PV.

Ratios et ordres de grandeur

Voici quelques chiffres clés et approximés pour résumer les ordres de grandeur du solaire thermique en France :

¹⁷ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/solaire_generique_clespouragir_num.pdf

- 1 m² de capteurs en métropole permet d'économiser en moyenne 0,064 tep par an (Tonne Equivalent Pétrole), soit une quantité d'énergie d'environ 450 à 800 kWh/an et un taux de couverture compris entre 40% et 60% à l'année.
- Un système CESI (Chauffe-Eau Solaire Individuel) couvre entre 50 à 80% des besoins en ECS d'un logement individuel selon sa localisation géographique : ~1 m² de capteur /personne, soit 4m² pour une maison avec famille de 4 personnes.
- Un système CESC (Chauffe-Eau Solaire Collectif) couvre environ 40 à 60% des besoins en ECS d'un appartement selon sa localisation géographique : ~2m² de capteur par logement.
- Le rendement d'un capteur thermique est de l'ordre de 40%.

Le coût d'une installation varie entre 1 000 et 1 500 € /m² de capteurs auquel il faut ajouter l'ensemble des coûts associés au reste de l'installation. ¹⁸

¹⁸ <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/techniques/782/782-bf-thermique.pdf>

7.3. PRESENTATION DE LA FILIERE BIOMASSE – BOIS ENERGIE

Principe et technologies

Le bois est considéré comme une **énergie renouvelable**, et non une énergie fossile si la forêt et le bois sont exploités de manière durable. En effet, le CO₂ qui est libéré durant la combustion correspond à la quantité de CO₂ prélevée par le végétal à l'atmosphère durant sa vie. Ce processus de capture est opéré par la photosynthèse. Sur un cycle complet de vie, le bilan de la combustion du bois est donc nul. L'impact en termes d'émission de gaz à effet de serre (GES) est donc théoriquement neutre dans la mesure où le cycle de vie du bois est relativement court. On comprend dès lors tout l'intérêt de promouvoir ce type d'énergie.

Dans le contexte actuel du réchauffement climatique, la réduction de nos émissions de gaz à effet de serre (GES) est un objectif majeur. Le bois-énergie contribue donc positivement à préserver notre planète de ce réchauffement. En France, comme dans la plupart des pays européens, le prélèvement forestier reste inférieur à l'accroissement naturel de la forêt. Le bilan carbone reste donc positif.

Il existe aujourd'hui des appareils à combustible bois innovants et efficaces à disposition des particuliers comme des collectivités ou des industries. Les chaudières à biomasse brûlent différents biocombustibles : granulés de bois, bûches, plaquettes forestières, sciures ou copeaux.

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. Il est important de veiller à éviter les conflits d'usage sur la ressource bois.

Ainsi, dans le cadre de la transition énergétique, la filière bois énergie est amenée à se développer davantage, ce qui devrait conduire à une augmentation des prélèvements en forêt métropolitaine.

L'intensification des prélèvements de bois pourrait avoir pour conséquence de diminuer le rythme de séquestration du carbone dans les écosystèmes même si les stocks de carbone continueraient, par ailleurs, à augmenter par rapport au stock actuel.

Il est donc nécessaire de renforcer la politique forestière en adoptant des systèmes de gestion sylvicoles complémentaires entre bois d'œuvre et bois énergie et de développer les débouchés en bois d'œuvre.¹⁹

Les trois principales origines du bois valorisé pour la production d'énergie sont les suivantes :

- Le bois issu de la forêt ;
- Les sous-produits des entreprises de transformation du bois (ils représentent environ la moitié d'un arbre coupé et restent encore à valoriser pour une partie relativement importante) ;
- Le bois récupéré, provenant des déchetteries ou des entreprises de récupération (élagage, emballage, palette, ...) s'il n'est pas souillé (traitement, peinture, ...).

Les usages de la filière

Il existe aujourd'hui des solutions à combustible bois innovantes et efficaces à disposition des particuliers comme des collectivités ou des industriels. Les chaudières à biomasse brûlent différents biocombustibles : granulés de bois, bûches, plaquettes forestières, sciures ou copeaux.

La biomasse solide se prête aussi bien à la production de chaleur pour le chauffage, qu'à la production de vapeur pour des procédés industriels (séchage, stérilisation, etc.). La production d'électricité via cette même vapeur est également possible, grâce à des turbines génératrices de courant. Toutefois, la production d'électricité seule à partir de biomasse solide présente un rendement faible. Aussi, la cogénération est préférée afin de produire de l'électricité en plus de la chaleur : la chaleur dégagée par le moteur ou la turbine lors de la combustion pour la production d'électricité est récupérée pour produire, par exemple, de l'eau chaude sanitaire. Ceci permet alors d'atteindre de meilleurs rendements énergétiques.

¹⁹ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis_ademe_foret-attenuation-cght-clim_vdef.pdf

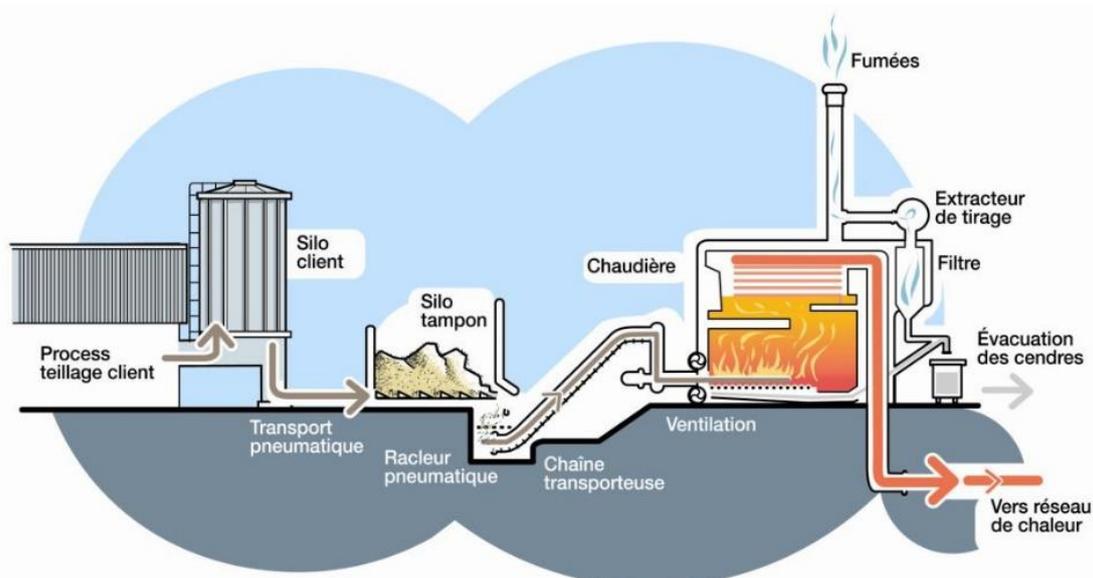


Figure 185 - Schéma de principe d'une chaudière biomasse raccordée à un réseau de chaleur (Source : Engie).

Les combustibles les plus utilisés en chaufferies sont :

- Les bûches et rondins, généralement de 25 à 50 cm de long, constituent la forme la plus brute de l'exploitation du bois énergie. Elles servent de bois de chauffage mais possèdent souvent un faible pouvoir calorifique en raison de leur humidité persistante.
- Les plaquettes forestières ou industrielles sont des composés de quelques centimètres cube de bois déchiqueté. Elles sont produites à partir de résidus forestiers (branches, bois d'élagage, etc.) qui sont secs, ce qui permet d'obtenir un meilleur pouvoir calorifique du combustible.
- Les granulés (ou « pellets », terme anglais souvent employé) sont des cylindres de 1 à 3 cm de long constitués de copeaux ou de sciure de bois compacté. Leur taux d'humidité est très faible, autour de 10%.

Les intérêts de la filière

La production de chaleur par combustion du bois présente un certain nombre d'avantages importants :

- La ressource d'énergie utilisée est renouvelable, aucune pénurie n'est à craindre tant que l'exploitation forestière est réalisée de manière durable. C'est pourquoi les prix sont moins sujets à des fluctuations.
- Le bois énergie a un bilan neutre vis-à-vis des gaz à effet de serre : on dit qu'il a un bilan carbone nul. En effet, la quantité de dioxyde de carbone (CO₂) absorbée durant la croissance de l'arbre est environ la même que celle qui est rejetée lors de la combustion du bois ; de plus, le bois mort laissé sur place en forêt rejette lui aussi du CO₂, même s'il n'est pas brûlé ;
- Dans le cas d'une substitution d'énergie thermique, la quantité de CO₂ rejetée dans l'atmosphère est nettement diminuée, dans le cas d'une substitution d'énergie électrique, le réseau électrique est soulagé.

Facteurs d'émission des combustibles courants (g CO ₂ e/kWh Pouvoir calorifique inférieur) selon la Base Carbone de l'ADEME 7 (Données France)	
Combustibles	Émissions directes (g CO ₂ e/kWh PCI)
Charbon	345
Fioul lourd	283
Fioul domestique	272
Gazole	256
Essence (SP95, SP98)	253
GPL	233
Gaz naturel	204
Bois énergie	18,8

Tableau 25 Facteurs d'émission exprimé en CO₂ équivalent des combustibles courants (source E6)

7.4. PRESENTATION DE LA FILIERE METHANISATION

Principes et technologies

La méthanisation (ou la digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation de la matière organique par des micro-organismes en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (à la différence du compostage qui est une réaction aérobie). Le biogaz est un gaz combustible composé principalement de méthane (CH_4 , 50 à 70%), de gaz carbonique (CO_2 , 20 à 50%) et quelques traces d'autres gaz (ammoniac (NH_3), diazote (N_2), hydrogène sulfuré (H_2S)).

Un méthaniseur est constitué d'une cuve dans laquelle sont déversés des déchets organiques (déchets ménagers, effluents d'élevage, résidus de culture, etc.). Cette matière est brassée continuellement avec un apport calorifique constant, la réaction de fermentation se déroulant de manière optimale autour de 38°C . Le biogaz produit est ensuite capté puis épuré (afin d'enlever toute trace d'acide sulfurique) avant utilisation. Celui-ci se valorise de la même manière que le gaz naturel et ce, selon 4 formes :

- En combustion dans une chaudière pour produire de la chaleur consommée à proximité du lieu de production.
- En combustion dans une unité de cogénération pour produire de la chaleur et de l'électricité. C'est le mode de valorisation du biogaz le plus courant.
- En injection dans le réseau de gaz naturel (après épuration). Il s'agit du mode de valorisation le plus performant.
- En carburant sous forme de GNV (gaz naturel pour véhicule) (après épuration). Cette solution est notamment adaptée dans le cadre de flottes captives de véhicules (bus, bennes déchets, etc.).

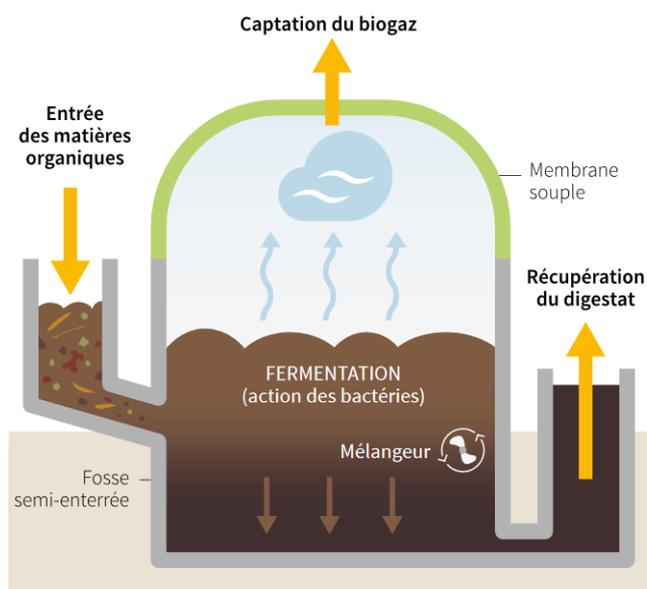


Figure 186 - Le fonctionnement d'un méthaniseur en anaérobiose à 38°C (Source : ADEME).

En termes d'équivalences et d'ordre de grandeurs :

- Le biogaz a un Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) de 5 à 7 kWh/Nm^3 . A titre de comparaison, le gaz de ville a un PCI compris entre 8,55 et 9,5 kWh/Nm^3 .
- Un méthaniseur traitant 15 000 t/an couvre les besoins en chaleur de 500 maisons ou en carburant de 60 bus urbains.
- 1 Nm^3 de biogaz équivaut à 5 kWh, 0,5 Nm^3 de méthane ou à 0,5 l de carburant.
- 1 tonne de lisier permet de produire 15 m^3 de méthane.
- 1 tonne de tonte de pelouse permet de produire 120 m^3 de méthane.
- 1 tonne d'huile alimentaire usagée permet de produire 700 m^3 de méthane.

À la fin du processus de méthanisation, une partie de la matière organique a été transformée en biogaz et le reste des matières organiques et minérales (environ 80% en volume des intrants) constitue alors le digestat. Ce digestat correspond à un fertilisant organique comportant de nombreux avantages :

- Il conserve les valeurs fertilisantes (éléments minéraux) des matières entrantes.
- Il est plus facilement assimilable par les cultures que les matières non digérées, réduisant ainsi les risques de lessivage.
- Il est débarrassé des germes pathogènes et des graines d'adventices.
- Il est non odorant.

Ce digestat peut alors :

- Être épandu en zone agricole avec un plan d'épandage.
- Être composté avec d'autres produits organiques.
- Subir une séparation de phase entre liquide et solide pour être plus facilement exporté.

En attendant son utilisation, il est généralement stocké dans des fosses ou des dalles en béton.

On notera toutefois que toutes les matières non organiques entrantes se retrouvent en sortie. Il sera donc indispensable de considérer la qualité des intrants pour le mode de valorisation du digestat et inversement. Le processus de méthanisation ne modifiant pas le statut réglementaire des produits entrants, le digestat devra répondre aux mêmes contraintes.

Il existe actuellement 5 grands secteurs producteurs de ressources favorables au développement de la méthanisation :

- Les déchets agricoles : déchets de culture (pailles, issue de silo) et les déchets d'élevage (lisier ou fumier).
- Les déchets des industries agroalimentaires et de la distribution / restauration.
- Les ordures ménagères dont on peut valoriser la fraction fermentescible.
- Les déchets produits par les collectivités déchets verts ou déchets de cantines.
- Les boues issues des stations d'épuration.

Ainsi, la méthanisation se situe au carrefour de plusieurs réflexions :

- Une gestion territoriale de la matière organique, d'une part.
- Une dynamique de territoire qui permet d'associer différents acteurs, d'autre part.

Elle est simultanément une filière de production d'énergie renouvelable et une filière alternative de traitement de déchets.

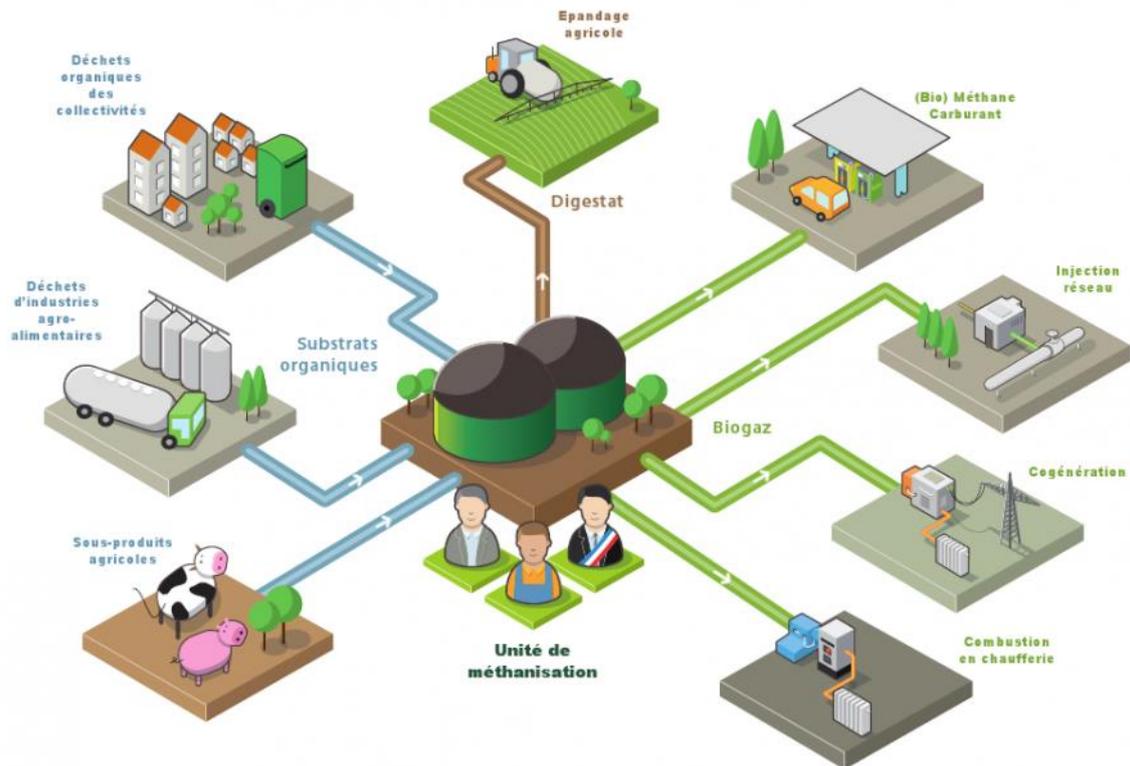


Tableau 26 - Organisation locale de la filière (Source : GERES).

Le terrain choisi doit permettre l'optimisation des transports (flux et disponibilité des matières organiques, et épandage du digestat), un débouché énergétique, et d'une surface suffisante pour la mise en place de l'unité de méthanisation (de la réception de la matière organique au stockage du digestat). Les unités de méthanisation occupent une emprise au sol d'environ 0,5 ha. L'implantation du site est décisive pour la pérennité du projet, car il ne doit pas entrer en concurrence avec d'autres sites utilisant le même gisement de matières organiques résiduelles.

In fine, la méthanisation de déchets organiques présente de nombreux avantages, notamment :

- Une double valorisation de la matière organique et de l'énergie.
- Une diminution de la quantité de déchets organiques à traiter par d'autres filières.
- Une diminution des émissions de gaz à effet de serre par substitution à l'usage d'énergies fossiles ou d'engrais chimiques.
- Un traitement possible des déchets organiques gras ou très humides, non compostables en l'état.

Evolution de la filière

Etant donnée la diversité des débouchés du biogaz issu de la méthanisation, celui-ci est nécessairement impliqué dans plusieurs marchés / filières : le gaz renouvelable en tant que tel, la production d'électricité et de chaleur par cogénération, la production de chaleur seule, la production de GNV et enfin la production de co-produits à partir du digestat. Selon l'ADEME, la majeure partie des projets de méthanisation valorisent le biogaz par cogénération ou injection dans un réseau de gaz naturel, et rarement par valorisation directe sous forme de chaleur uniquement ou de GNV.

Pour les besoins de la présente, seuls les deux premiers marchés sont ainsi analysés car considérés comme prépondérants et surtout suffisamment documentés.

Marché du gaz renouvelable (injection)

Au 31 décembre 2018, les sites d'injection de biométhane en France ont injecté 714GWh dans réseaux de gaz naturel (+ 76% en un an). La part biométhane dans la consommation nationale de gaz naturel a ainsi augmenté de 74% par rapport à 2017, soit l'équivalent d'environ 60 foyers ou 2 800 camions/bus. Le parc de production a quant-à-lui augmenté de 73% en an, sachant que 661 projets sont inscrits en file d'attente totalisant 14 TWh/an.



les
de
gaz
000
un

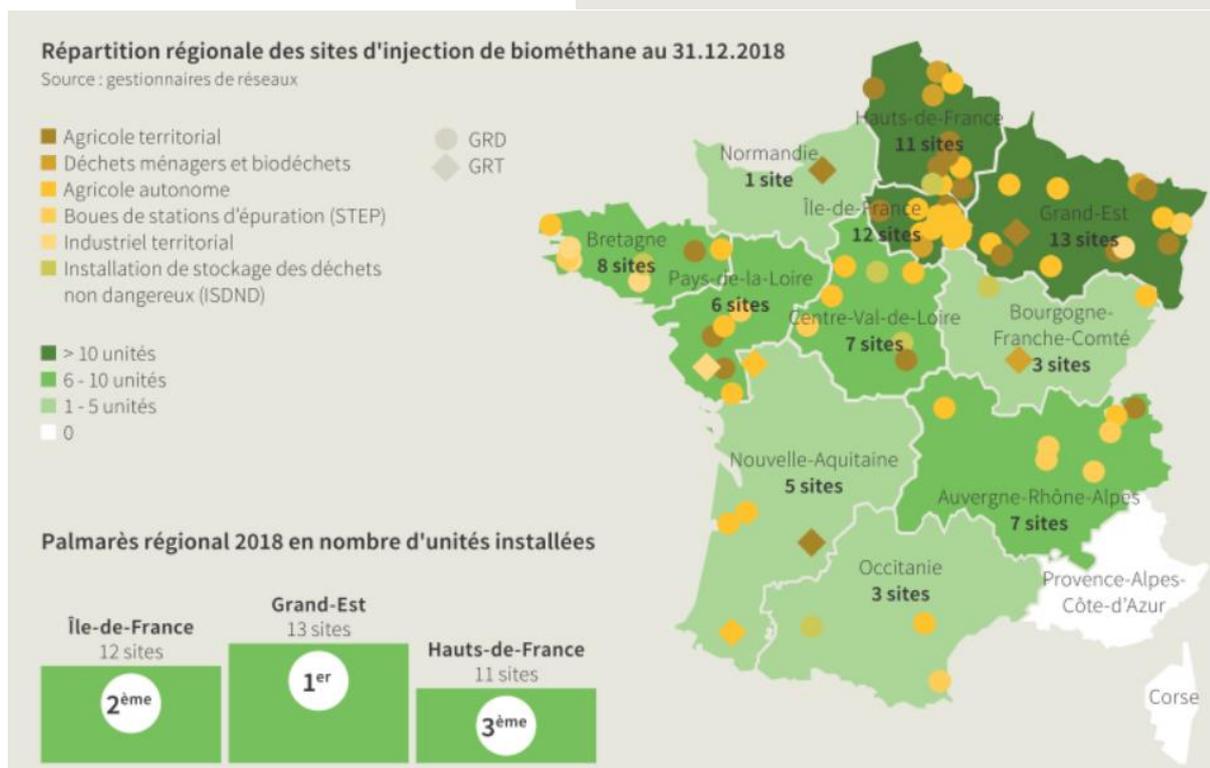


Tableau 27 - Panorama 2018 du gaz renouvelable (Source : SER).

Ratios et ordre de grandeurs

Le biogaz a un Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) de 5 à 7 kWh/Nm³, à titre de comparaison, le gaz de ville à un PCI compris entre 8,55 et 9,5 kWh/Nm³.

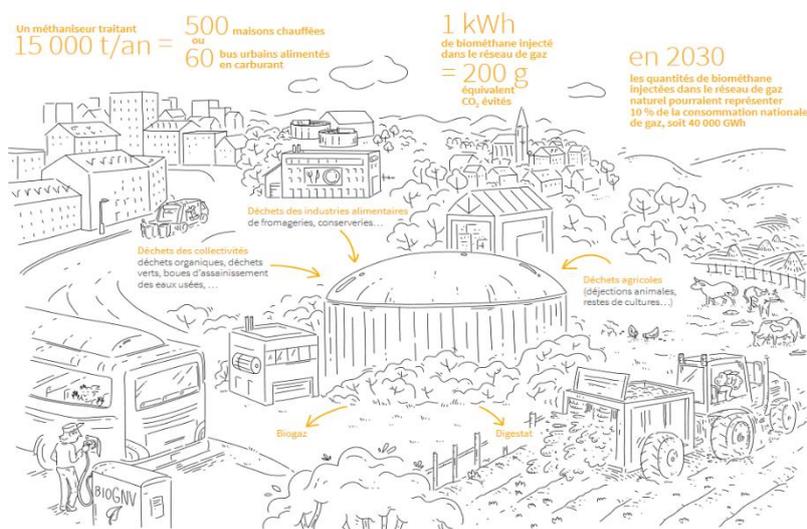


Figure 187 : Ratios et ordre de grandeurs autour du biométhane (Source Ademe)

Résumé

ATOUTS	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none">• Technologies matures bien que peu déployées en France.• Fort potentiel en France.• Coût du MWh compétitif.• Apports de revenus et d'emplois en zones rurales.• Valorisation locale des déchets.	<ul style="list-style-type: none">• Projets complexes et très longs.• Nombreuses contraintes à l'implantation.
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none">• Fortes ambitions nationales et régionales.• Secteur en pleine croissance en France.• Nombreuses formes de valorisation : nombreux débouchés.	<ul style="list-style-type: none">• Capacité d'accueil des lignes de transports et poste de transformation électriques.• Impact paysager et environnemental.• Acceptabilité locale.• Nombreuses formes de valorisation : bien choisir, en fonction du contexte local, le mode de valorisation optimal.

7.5. PRESENTATION DE LA FILIERE EOLIEN

Principes et technologies

Une éolienne est une machine tournante permettant de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique de rotation, exploitable pour produire de l'électricité. Sous l'effet du vent, les pales (souvent 3) fixées sur le rotor entraînent une génératrice électrique installée dans la nacelle située en haut du mât. Le courant alternatif produit est ensuite transporté par câble souterrain jusqu'au poste de livraison.



Figure 188 - Principe de fonctionnement et de raccordement d'une éolienne (Source : Engie).

Suivant le type d'éoliennes, le mât peut mesurer jusqu'à 180 m de haut avec des pâles mesurant quant-à-elles jusqu'à 100 m de long (soit jusqu'à 280 m en hauteur de pôle) et ce, afin de capter les vents les plus laminaires et rapides possibles. En effet, la mécanique des fluides entrant en jeu, les flux d'air se renforcent et deviennent d'autant plus laminaires que l'on s'éloigne du sol et de ses aspérités (végétations, relief, etc.).

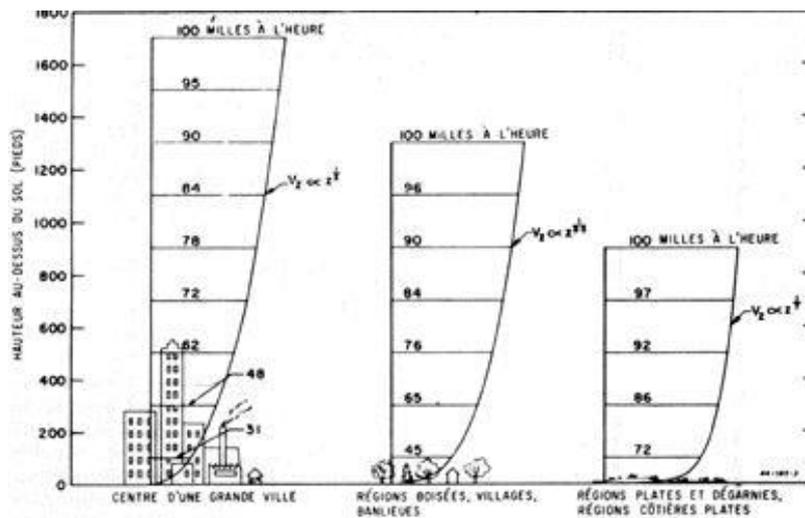


Tableau 28 - Vitesse du vent en fonction de la hauteur et de la nature du sol (Source : Arellis).

La puissance d'une éolienne étant directement liée à la qualité du vent (régularité et vitesse notamment), l'optimisation de la valorisation des gisements éolien conduit à gagner en hauteur afin d'accroître la puissance unitaire.

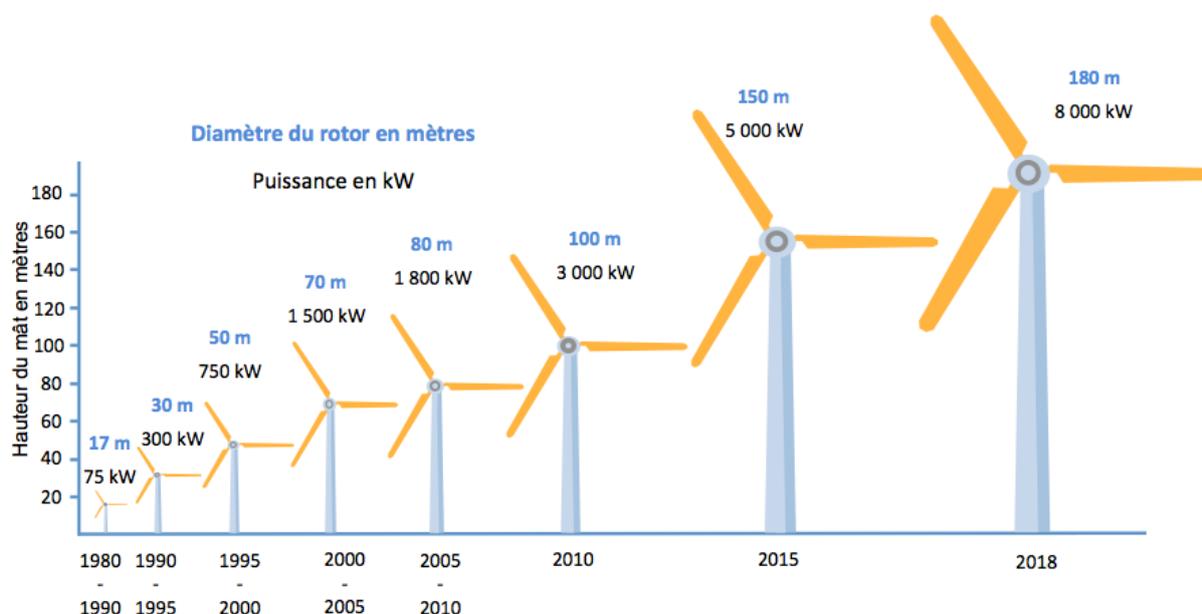


Tableau 29 - Gamme de puissances des éoliennes en fonction de leur taille (Source : Journal de l'éolien).

Il existe cinq types d'éoliennes :

- Les machines à axe vertical, plutôt pour les petites puissances, ces engins sont réservés aux sites avec forte variation des vitesses de vents ou des vitesses de vents très élevées.
- Les machines terrestres à axe horizontal qui se déclinent en trois gammes de puissance :
 - Le « petit éolien », pour les machines de puissance inférieure à 36 kW.
 - Le « moyen éolien », pour les machines de puissance entre 36 kW et 350 kW.
 - Le « grand éolien », pour les machines de puissance supérieure à 350 kW. La plupart des éoliennes installées aujourd'hui en France font entre 2 et 3 MW. Ces machines de fortes puissances sont regroupées dans des parcs et séparées entre elles par une distance d'au moins 200 m.
- L'éolien en mer (ou éolien offshore) : ces éoliennes peuvent être de plus grande puissance (actuellement jusqu'à 8 MW) avec par conséquent une production plus importante et régulière que les éoliennes terrestres.

Comme souligné précédemment, la puissance délivrée par l'éolienne varie avec la vitesse du vent. Une éolienne terrestre fonctionne en moyenne 80% du temps, pour un équivalent à 20-35% à pleine charge (facteur de charge).

Un parc éolien a une durée de vie d'environ 20 ans, une éolienne domestique peut produire jusqu'à 30 ans.

L'implantation d'un nouveau parc éolien nécessite l'étude des contraintes urbaines, environnementales et patrimoniales du site. Celui-ci doit également être accessible pour le montage des éoliennes. Une distance variant de 4 à 9 fois le diamètre de rotor est nécessaire entre deux éoliennes pour limiter les effets de sillages.

Les projets éoliens se déroulent sur un temps long : on compte entre 5 et 10 ans entre les phases d'étude de faisabilité et la mise en service du parc.

Résumé

ATOUTS	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> • Technologies matures. • Fort potentiel en France. • Production importante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilité saisonnière et journalière de la production. • Projets complexes et très longs.

<ul style="list-style-type: none"> • Coût du MWh compétitif. • Apports de revenus et d'emplois en zones rurales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreuses contraintes à l'implantation.
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> • Fortes ambitions nationales et régionales. • Secteur en pleine croissance en France. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité d'accueil des lignes de transports et poste de transformation électriques. • Impact paysager et environnemental. • Acceptabilité locale.

7.6. PRESENTATION DE LA FILIERE HYDROELECTRICITE

Principes et technologie

L'énergie hydroélectrique est produite par transformation de l'énergie cinétique ou potentielle de flux d'eau (fleuves, rivières, chutes d'eau, courants marins, etc.) en énergie mécanique (par turbinage), puis en énergie électrique (via un alternateur).

L'hydroélectricité représente alors 19% de la production totale d'électricité dans le monde et 13% en France. C'est la source d'énergie renouvelable la plus utilisée. Cependant, tout le potentiel hydroélectrique mondial n'est pas encore exploité. Ainsi, une étude de l'UFE (Union Française de l'Electricité) menée en 2013 a permis d'estimer le potentiel hydroélectrique français à environ 11 700 GWh/an par l'amélioration / l'équipement d'ouvrages existants et la création de nouveaux ouvrages.

Une centrale hydroélectrique se compose d'une retenue d'eau (prise « au fil de l'eau » ou barrage) ainsi que d'une installation de production. Les configurations suivantes peuvent alors être distinguées :

- Les centrales de lacs (ou centrales gravitaires de haute chute) : celles-ci sont associées à une retenue d'eau, souvent de taille conséquente, créée par un barrage, généralement à l'aval des moyennes et hautes montagnes. Leur réservoir important permet un stockage inter-saisonnier de l'eau et une modulation de la production d'électricité : les centrales de lac sont appelées durant les heures de plus forte consommation et permettent de répondre rapidement aux fortes pointes.

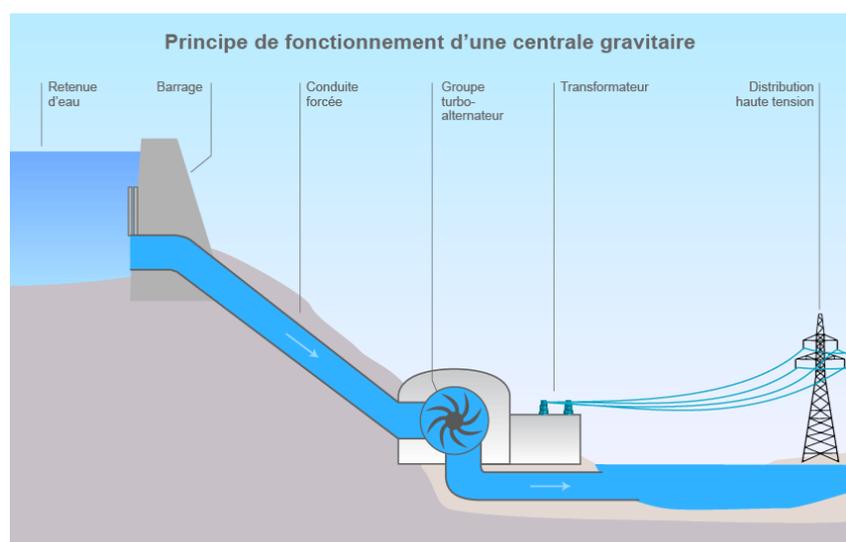


Figure 189 - Schéma de principe d'une centrale de lacs (Source : Connaissance des énergies).

- Les centrales au fil de l'eau (ou centrales gravitaires de basse chute) : non équipées de retenues d'eau, celles-ci utilisent le débit d'un fleuve et fournissent une énergie de base produite « au fil de l'eau » et injectée immédiatement sur le réseau. Elles nécessitent des aménagements simples et beaucoup moins coûteux que les centrales de plus forte puissance : petits ouvrages de dérivation, petits barrages servant à dériver le débit disponible de la rivière vers la centrale, éventuellement un petit réservoir lorsque le débit de la rivière est trop faible. Elles sont généralement constituées d'une prise d'eau, d'un tunnel ou d'un canal, puis d'une conduite forcée et d'une usine hydroélectrique située sur la rive de la rivière. Leur puissance nominale est plus faible qu'une centrale de lacs.

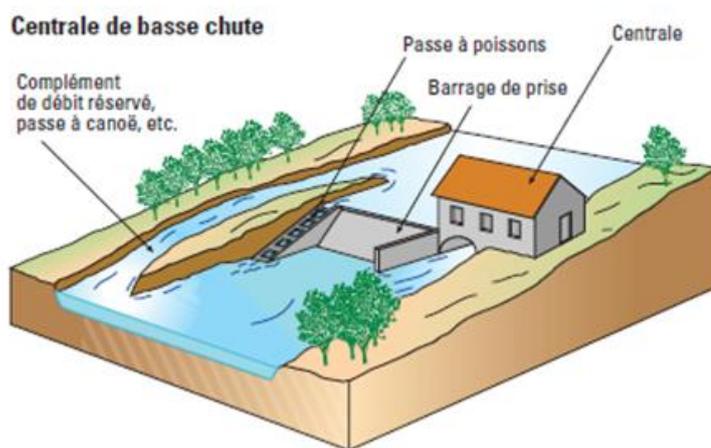


Figure 190 - Schéma de principe d'une centrale « au fil de l'eau » (Source : ADEME).

- Les centrales (gravitaires) d'éclusée : positionnées sur les grands fleuves à relativement forte pente comme le Rhin ou le Rhône, celles-ci sont constituées des barrages (sur le fleuve lui-même ou sur un canal parallèle au fleuve) provoquant des suites de moyennes chutes d'eau qui ne perturbent pas la vallée dans son ensemble grâce à des digues parallèles au fleuve. Les usines hydroélectriques placées aux pieds des barrages turbinent l'eau du fleuve. Une gestion fine de l'eau stockée entre deux barrages permet de fournir de l'énergie de pointe en plus de l'énergie de base.
- Les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (ou STEP) : celles-ci sont avant tout des installations de stockage d'électricité. Les STEP possèdent deux bassins, un bassin supérieur (par exemple, un lac d'altitude) et un bassin inférieur (par exemple une retenue artificielle) entre lesquels est placé un dispositif réversible pouvant aussi bien fonctionner comme pompe ou turbine pour la partie hydraulique et comme moteur ou alternateur pour la partie électrique. L'eau du bassin supérieur est turbinée en période de forte demande pour produire de l'électricité. Puis, cette eau est pompée depuis le bassin inférieur vers le bassin supérieur dans les périodes où l'énergie est bon marché ou en surplus. C'est actuellement le moyen privilégié de stockage de l'énergie électrique en France.

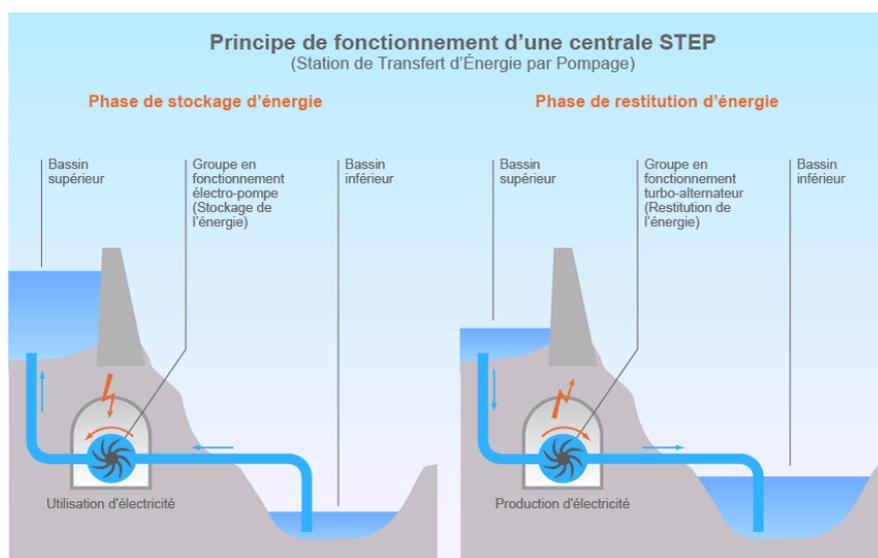


Figure 191 - Schéma de principe d'une STEP (Source : Connaissance des énergies).

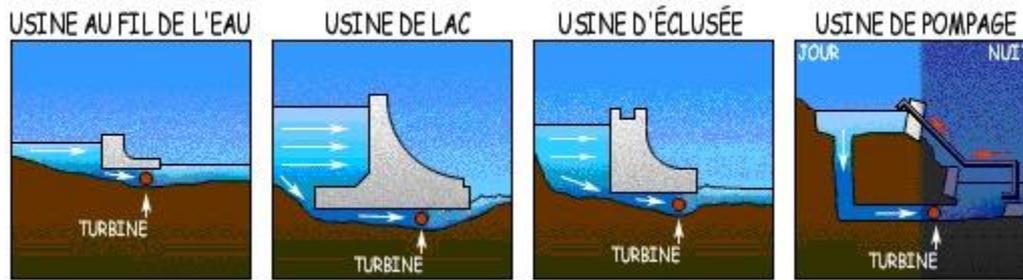


Figure 192 - Synthèse des principes de fonctionnement des unités hydroélectriques (Source : Denis WEYER).

La puissance d'une centrale hydroélectrique est alors dépendante de 3 paramètres principaux : le rendement de l'installation (turbine, canaux, etc.), le débit moyen du flux d'eau (en m^3/s) et la hauteur de chute (en m).

Seules les centrales gravitaires de type petite hydro sont prises en compte dans cette étude. On distingue ainsi :

- la petite centrale hydraulique (puissance allant de 0,5 à 10 mégawatts),
- la microcentrale (de 20 à 500 kilowatts),
- la pico-centrale (moins de 20 kilowatts).

Les intérêts de la filière

L'énergie hydro-électrique présente certains avantages intéressants :

- C'est une énergie bien maîtrisée. En effet, cela fait des dizaines d'années que l'homme utilise la force de l'eau pour produire de l'électricité.
- La production de l'électricité avec l'énergie hydraulique n'est pas en elle-même polluante. La pollution et les émissions se produisent au cours de la construction des centrales.
- Les installations ont une durée de vie élevée (80 à 100 ans).
- Flexibilité de la production : le système des barrages permet de pouvoir facilement régler l'intensité du débit d'eau et la production d'énergie finale.

7.7. PRESENTATION DE LA FILIERE GEOTHERMIE

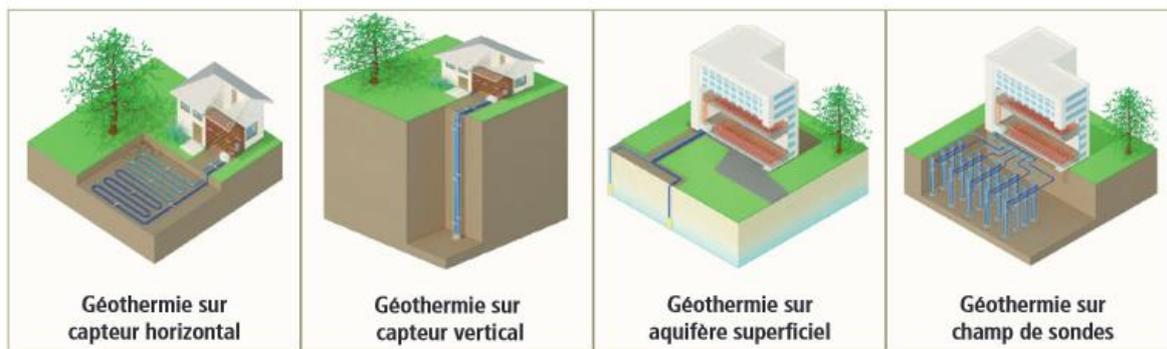
Principes et technologie

La géothermie correspond à 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 vont de 1 000°C à 4 300°C.

En fonction de la température de la ressource géothermale, deux types de géothermie sont distingués :

- La géothermie profonde, qui regroupe :
 - La géothermie haute énergie (température supérieure à 150°C). Les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 m de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermal anormalement élevé. Lorsqu'il existe un réservoir, le fluide peut être capté sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité. Cette ressource est marginale sur le territoire métropolitain.
 - La géothermie basse et moyenne énergie (température comprise entre 30 et 150°C). Elle est destinée principalement au chauffage urbain, à certaines utilisations industrielles, au thermalisme ou encore à la balnéothérapie. L'essentiel des réservoirs exploités se trouve dans les bassins sédimentaires (profondeur comprise entre 1 500 et 2 500 m).
- La géothermie superficielle, dénommée également géothermie très basse énergie. L'énergie captée est à une température inférieure à 30°C, à une profondeur de nappe inférieure à 100 m. Il faut donc valoriser la chaleur par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur (PAC), qui élèvera le niveau de température afin de la rendre compatible avec un circuit de chauffage. L'énergie du sous-sol et des aquifères qui s'y trouvent est utilisée pour le chauffage et le rafraîchissement de locaux.

L'étude de potentiel réalisée ici se concentre sur la géothermie très basse énergie (pour des raisons économiques principalement). Cette énergie est alors exploitable selon un large éventail de technologies :



Source : ADEME/BRGM

Figure 193 - Exemple d'exploitation de la ressource géothermique très basse énergie (Source : ADEME / BRGM).

- Géothermie sur capteur horizontal : il s'agit d'enterrer sous une surface une grande longueur de tuyau dans les premiers mètres du sol. A cette profondeur, la température est stable entre 10 à 15 °C. Ce type d'exploitation nécessite une grande surface. Ces techniques ne sont pas recommandées en priorité.
- Sonde géothermique sur capteur vertical ou champ de sondes : il s'agit de faire circuler dans une installation fermée (tube en U ou tube coaxial), un mélange eau-glycol qui va capter la chaleur du sol au travers d'un forage d'une quinzaine de centimètres de diamètre sur une centaine de mètres de profondeur (généralement moins de 200 m). Cette application nécessite une emprise au sol bien plus faible que la précédente, et est adaptée au neuf et à l'existant sans remaniement de terrain. Lorsque les besoins sont élevés, plusieurs sondes peuvent être implantées afin de créer un champ de sondes.
- Géothermie sur aquifère superficiel ou PAC sur nappe : dans ce cas, le forage cherche à capter les calories de la nappe d'eau souterraine. Généralement située à une centaine de mètres, la température avoisine 12 à 15°C. Cette application est constituée de deux forages : production et rejet (ou réinjection) distants d'au moins une quinzaine de mètres afin de limiter les interférences entre eux.

La géothermie très basse énergie est utilisée majoritairement pour le chauffage des bâtiments, soit de façon centralisée par le biais de réseaux de chaleur, soit de façon plus individuelle par le biais de pompes à chaleur couplées à des capteurs enterrés. Tous les systèmes géothermiques (échangeurs horizontaux, verticaux, sur nappe, etc.) peuvent :

- Chauffer un bâtiment avec une pompe à chaleur géothermique classique.
- Rafraîchir un bâtiment avec une pompe à chaleur géothermique réversible.
- Produire de l'eau chaude sanitaire avec une pompe à chaleur géothermique haute température ou un chauffe-eau thermodynamique géothermique.

Ces différents usages peuvent être réalisés par un seul et même appareil : la pompe à chaleur. Cette machine thermodynamique permet en effet de valoriser les calories présentes dans l'environnement (air extérieur, rivières, sol, etc.) afin de les faire circuler entre une source chaude et une source froide, selon les besoins (chauffage ou refroidissement).

L'aérothermie concerne les pompes à chaleur (PAC) qui puisent leur énergie dans l'air (au lieu du sol). Cela peut être l'air extérieur, l'air d'un local non chauffé ou l'air extrait par la ventilation. Elles ne font pas partie stricto – sensu de la filière géothermie mais sont considérées comme mobilisables.

Les intérêts de la filière

La production de chaleur ou d'électricité par le biais de capteurs géothermiques présente un certain nombre d'avantages importants :

- La géothermie produit peu ou pas de rejet.
- Les centrales géothermiques émettent en moyenne 55 g de CO₂ par kWh, soit environ 10 fois moins qu'une centrale thermique fonctionnant au gaz naturel.
- Pour les pompes à chaleur, étant données leurs performances (coefficient de performance de 3 à 4,5), les consommations en énergie de chauffage sont donc potentiellement divisées par trois ou quatre par rapport au tout-électrique.
- La géothermie ne dépend pas des conditions météorologiques, son potentiel ne fluctue donc pas : c'est une énergie prévisible et constante.

La ressource géothermique n'est théoriquement pas limitée, cependant il est nécessaire d'être vigilant lors de l'implantation de forages proches afin de ne pas épuiser localement la ressource.

7.8. PRESENTATION DE LA FILIERE ENERGIE FATALE

Principe et technologies

L'énergie fatale est l'énergie résiduelle issue d'un procédé industriel et non utilisée par celui-ci. Cette énergie est perdue si elle n'est pas récupérée et/ou valorisée. Dans la majorité des cas, il s'agit d'énergie thermique.

De façon générale, la chaleur fatale peut être issue de sites industriels, de raffineries, de sites de production d'électricité, de STEP (STation d'EPuration des eaux usées), d'UIOM (Usine d'Incinération des Ordures Ménagères) ou de Data Center. La valorisation de cette ressource permet d'augmenter l'efficacité énergétique des procédés tout en subvenant aux besoins de chaleurs locaux.

La chaleur fatale peut être constituée de rejets sous différentes formes : rejets gazeux, liquides ou diffus. Le captage de ces rejets est plus ou moins complexe : par exemple, les rejets liquides dans les purges de chaudières sont aisément récupérables, tout comme les rejets gazeux dans les fumées des fours et chaudières. Les rejets diffus (par exemple liés à un défaut d'isolation au niveau d'un échangeur de chaleur) sont logiquement plus difficiles à capter.

Le niveau de température de la chaleur fatale est une caractéristique déterminante pour une stratégie de valorisation. Dans la pratique, les niveaux de température peuvent aller de 30°C (eaux usées) à 500°C (gaz de combustion). L'intérêt de la source de chaleur augmente avec l'écart de température entre le rejet et l'ambiant.

Deux types de valorisation de la chaleur fatale sont alors envisageables :

- Sous forme de chaleur (production de froid ou de chaud) : par exemple en préchauffage de la matière entrante, comme chauffage des locaux, ou par injection dans un réseau de chaleur.
- En changeant de vecteur énergétique, c'est-à-dire en produisant de l'électricité. Cette valorisation est envisageable seulement si la chaleur récupérée atteint un certain niveau de température (environ 150 - 200°C).

Ces deux formes de valorisation de la chaleur fatale peuvent être complémentaires : la chaleur est dans ce cas en premier lieu utilisée pour produire de l'électricité, puis dans un second temps utilisée pour chauffer ou préchauffer.

Intérêts de la filière

La récupération de la chaleur fatale peut présenter un enjeu économique et environnemental considérable pour le site dont elle est issue. Elle permet de :

- Limiter l'achat d'énergie extérieure, l'énergie thermique étant disponible et déjà financée.
- Limiter les consommations énergétiques nécessaires au refroidissement de certains rejets (contraintes techniques ou réglementations environnementales en vigueur).
- Réaliser un gain économique en valorisant un rejet vers l'externe.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre en utilisant une énergie de récupération à contenu CO₂ nul et réduire, dans le même temps, l'émission de polluants issus de sa combustion (NO_x, SO_x) s'il avait fallu la produire directement.

Les enjeux de la récupération de chaleur fatale au niveau d'un territoire sont ainsi les suivants :

- Créer une synergie économique et environnementale avec le tissu industriel. Cette synergie peut, par exemple, s'inscrire dans un projet d'Écologie industrielle et territoriale.
- Répondre à un besoin en chaleur d'un bassin de population.
- Limiter les gaz à effet de serre et contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique.