



AMÉNAGEMENT • DÉVELOPPEMENT DURABLE • ÉGALITÉ DES TERRITOIRES

SRADDET VERSION PROJET – DECEMBRE 2018

ANNEXE N°4

DIAGNOSTIC THEMATIQUE – CLIMAT AIR ENERGIE

Table des matières

Avant-propos sur les apports de l'évaluation des SRCAE pour le SRADDET	3
1. Le Grand Est en France	4
2. Une consommation énergétique en baisse mais qui reste relativement élevée	5
Les produits pétroliers, le gaz naturel et l'électricité : les trois principales énergies consommées en Grand Est	8
Le bâtiment et l'industrie : deux principaux secteurs d'activité consommateurs	9
3. Un profil ENR&R diversifié et une production en hausse	25
Le bois-énergie, première source d'énergie renouvelable régionale	28
L'hydraulique, une filière sensible aux variations climatiques	29
La filière des agrocarburants, une filière régionale importante mais à adapter aux enjeux actuels.....	31
L'éolien en Grand Est, premier parc en puissance et en production	32
Un développement important de l'aérothermie dans l'habitat	33
Le biogaz en Grand Est, première région en nombre d'installations et en puissance	34
La filière incinération des déchets – part renouvelable.....	36
La filière géothermique, un positionnement régional fort sur la géothermie profonde.....	37
La filière photovoltaïque, une production encore mineure	38
La filière solaire thermique.....	39
4. Analyse et représentation des réseaux énergétiques sur le territoire	41
Le réseau électrique, un réseau développé mais à la gouvernance fragmentée pour une réflexion régionale	41
Analyse des S3REN des anciennes régions	43
Le réseau de gaz, un réseau en mutation avec des perspectives fortes	46
Les réseaux de chaleur, un levier fort pour le développement des ENR	48
5. Des émissions de polluants atmosphériques en baisse mais toujours relativement élevées	49
Les émissions de particules fines, des évolutions très diverses selon les secteurs	50
Les émissions d'oxydes d'azote, une baisse très liée à l'amélioration du parc roulant.....	55
L'ozone, un enjeu pour les territoires urbanisés	57
Les émissions de COVNM	60
Les émissions de dioxyde de soufre, une baisse qui reflète la baisse des consommations industrielles.....	61
L'ammoniac.....	62
Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP4)	63
Le monoxyde de carbone	63
Bilan qualité de l'air 2016 : exposition de la population	64
6. Des émissions de gaz à effet de serre en recul sur tous les secteurs d'activités	67

L'inventaire et les principaux secteurs émetteurs	67
Un potentiel de séquestration carbone stable	71
7. L'analyse des vulnérabilités du territoire aux effets du changement climatique.....	73
Les paramètres clés du changement climatique dans la région Grand Est.....	73
L'approche transversale	75
L'approche sectorielle	77
Paramètres de l'approche par milieu.....	79
8. Définitions et Glossaire	82
9. Bibliographie et sources.....	84
10. Table des figures	85
11. Tableaux des données.....	87

Conditions de diffusion : Ce document a été réalisé avec le concours du bureau d'études Burgeap, dans le cadre du marché d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'élaboration du SRADDET de la Région Grand Est, lot 3 volet thématique climat-air-énergie. Il est de la propriété exclusive de la Région Grand Est qui le diffuse librement. En revanche, les données utilisées proviennent de différentes sources à indiquer en cas d'utilisation dans d'autres documents ou de diffusion partielle de celui-ci.

Avant-propos sur les apports de l'évaluation¹ des SRCAE pour le SRADDET

L'évaluation des schémas régionaux air-climat-énergie (SRCAE) a permis de souligner les grandes tendances des anciennes régions au regard des objectifs fixés à l'horizon 2020 pour la maîtrise de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, pour le développement des ENR et pour la qualité de l'air.

Entre 2005 et 2016, les **consommations énergétiques sont en forte baisse. Les dynamiques divergent néanmoins selon les régions.** La Lorraine dépasse largement son objectif SRCAE tandis que l'Alsace et la Champagne-Ardenne sont en dessous des dynamiques visées.

Les fortes baisses observées en particulier en Lorraine sont largement portées par le **secteur industriel** et en grande partie liées à l'impact de la **crise économique** sur les plus gros secteurs émetteurs.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre est visible dans les trois anciennes régions. L'Alsace comme la Lorraine ont dépassé leurs objectifs de baisse et la Champagne-Ardenne est en passe de le réaliser.

Plus de 2/3 des **émissions de GES** sont d'origine énergétique. Elles suivent donc la même tendance à la baisse sur la période 2005-2016 que les consommations énergétiques. Ces résultats sont en grande partie liés à l'impact de la **crise économique** sur les plus gros secteurs émetteurs.

En ce qui concerne la production d'énergie renouvelable, les différentes filières ont connu des développements plus ou moins dynamiques. Les filières ENR majoritaires en Grand Est sont le bois énergie, les agrocarburants, l'hydroélectricité et l'éolien. Elles couvrent de **11 à 30% de la consommation d'énergie** selon les régions.

¹ Document EVALUATION du SRCAE – mai 2018

1. Le Grand Est en France

Le profil air-climat-énergie du Grand Est se caractérise par une forte consommation d'énergie globalement plus élevée qu'à l'échelle nationale qui s'explique en partie par un climat plus froid que dans le reste de la France et par la forte **présence du secteur industriel**. En 2016, la région est la première consommatrice de gaz naturel à l'échelle nationale directement en lien avec son activité industrielle.

La production d'énergie primaire en Grand Est s'élève en 2016 à 125 TWh soit **12% de la production d'énergie primaire en France**. 67 % de la production est d'origine nucléaire. Avec 192 TWh consommés, le Grand Est présente une balance consommation-production déficitaire. Très dépendant des énergies fossiles, le Grand Est importe la quasi-totalité du gaz et des carburants qu'il consomme. En revanche, l'importance de son parc nucléaire lui permet **d'exporter la moitié de sa production d'électricité**.

La forte présence de l'industrie confère au Grand Est un **potentiel élevé en valorisation de la chaleur fatale**. Les régions du Grand Est, des Hauts-de-France et d'Auvergne Rhône Alpes représentent à elles seules 45% du potentiel national. Le gisement du Grand Est est estimé à 18 TWh essentiellement concentrés sur quatre grands secteurs : l'industrie agro-alimentaire, la chimie, l'industrie du papier, les fonderies.

En termes d'énergie renouvelable, le Grand Est se caractérise par une forte consommation du bois énergie qui est la 1^{ère} source d'EnR. La région possède le **troisième parc d'installations de production d'électricité renouvelable** et produit **15% de l'électricité renouvelable française**, essentiellement grâce à l'hydroélectricité et à l'éolien. Depuis 2000, le

² hors biogaz produit par les boues des stations d'épurations des eaux usées (STEP) et par les installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND).

Grand Est affiche par ailleurs le dynamisme le plus important en termes de croissance de la puissance électrique installée. La filière biogaz bien qu'encore peu représentée dans le mix global est une des filières affichant la plus forte progression ces dernières années. En 2016, le Grand Est est la **première région** en nombre d'installations et en puissance installée pour la **filiale biogaz** (pour la méthanisation²). Le potentiel sur cette région fortement agricole est élevé. Environ 100 projets sont actuellement en attente et environ 20 sont en cours de construction.

Chiffres clés

- **3^{ème} parc d'installation de production d'électricité renouvelable**
- **1^{ère} région pour l'éolien** (en capacité de production avec 2 877 MW installés représentant 25 % du parc français) ; 2^{ème} gisement de vent en Europe
- **1^{ère} pour la filière biogaz – méthanisation** (en nombre d'installations et en puissance installée et en nombre de projets d'injection de biométhane) ;
- **4^{ème} parc pour le parc et la production l'hydroélectricité**, première source d'électricité renouvelable régionale ;
- **5^{ème} région pour le parc et la production d'électricité photovoltaïque** avec ses 29 900 installations ; 5^{ème} position pour l'ensoleillement en Europe
- **Le bois énergie** représente la première source d'énergie renouvelable de la région ;
- **Les biocarburants** avec 880 000 tonnes produites par 5 sites industriels ;
- **La géothermie profonde** en développement avec la présence d'une des deux centrales géothermiques françaises ;
- **11 installations d'incinération des déchets** permettent de valoriser 453 GWh d'énergie renouvelable.

2. Une consommation énergétique en baisse mais qui reste relativement élevée

Deux types d'indicateurs permettent d'évaluer la consommation énergétique d'un territoire. La consommation d'énergie peut être mesurée à la source, on parle d'énergie primaire, ou à l'issue du processus de transformation et de distribution de l'énergie, on parle alors d'énergie finale. L'énergie finale fait référence à l'énergie disponible pour les utilisateurs finaux, c'est-à-dire pour les ménages ainsi que pour les entreprises. Il est à noter que les **entreprises liées à la branche énergie** sont exclues de cette typologie d'utilisateurs finaux car elles sont **considérées comme consommatrices d'énergie primaire**. Les consommations finales de ce diagnostic excluent ainsi les consommations d'énergie utilisées comme matière première dans l'industrie (notamment le gaz naturel dans l'industrie chimique).

La consommation d'énergie finale permet de rendre davantage compte de l'activité d'une région et est surtout celle sur laquelle sont définis des objectifs dans le cadre des politiques nationales de réduction de la consommation d'énergie. Le bilan énergétique suivant ne tiendra ainsi compte que de la consommation finale d'énergie qui sera par ailleurs exprimée en GWh.

Dans la Région Grand Est, la **consommation énergétique finale en 2016 s'élève à 191 626 GWh**. Elle représente une consommation moyenne de **34,5 MWh/habitant³ soit plus élevée que la moyenne nationale** qui s'établit à 26 MWh/habitant.

en GWh	2005	2010	2012	2014	2015	2016
Grand Est (GE)	229 052	213 191	196 498	187 476	189 920	191 626
France métropolitaine	1 745 528	1 705 922	1 650 554	1 560 674	1 599 506	1 628 671
% GE dans la consommation française	13,1%	12,5%	11,9%	12,0%	11,9%	11,8%

Figure 1 : Evolution de la consommation d'énergie finale en Grand Est (Source SDES et ATMO Grand Est Invent'Air V2018)

La tendance générale sur les années 2005 à 2016 témoigne d'une **baisse de la consommation de 16%**. Cette diminution a surtout été forte pendant les années 2005 à 2012 et s'est largement ralentie avant d'augmenter légèrement à partir de 2014. La baisse est de 2,5 % par rapport à 201, année de référence pour l'objectif de réduction de 20% fixé au niveau national à l'horizon 2030.

Cette différence de dynamique peut être expliquée par des facteurs conjoncturels et en particulier par **l'impact de la crise économique de 2008, notamment sur le secteur de l'industrie**. La baisse de la consommation est en partie liée à une augmentation du prix de l'énergie et à une baisse d'activité des industries historiques de la région Grand Est (crise dans les secteurs métallurgiques et sidérurgiques). La variation entre 2010 et 2012 a ainsi été principalement portée par le secteur de l'industrie (-13%) et par le secteur des transports autres que routiers (-10%) alors que la variation entre les années 2012 et 2014 est essentiellement influencée

³ En 2016, l'INSEE estime que le nombre d'habitants en Grand Est s'élève à 5 558,3 milliers.

par la baisse de la consommation dans les secteurs résidentiel et tertiaire (la consommation du secteur industriel ne baisse plus que de 1%).

Entre 2014 et 2016, mis à part l'industrie et les modes de transport autres que routier, l'ensemble des secteurs affiche une tendance à la hausse. Le secteur résidentiel présente la plus forte augmentation (+11%). Les consommations présentées ici ne sont pas corrigées du climat, la hausse des consommations du secteur résidentiel résulte donc en partie de températures plus froides en 2016 par rapport à 2014.

*Une partie de l'énergie consommée en Grand Est ne se retrouve pas dans les chiffres présentés ci-dessus, il s'agit de l'énergie finale utilisée comme matière première dans l'industrie. Ces **consommations d'énergie à des fins non énergétiques** prennent trois formes : gaz naturel (notamment utilisé pour la fabrication d'engrais et de plastique), les produits pétroliers et les combustibles minéraux solides (utilisés pour la fabrication d'acier et de métaux ferreux). Ces consommations d'énergie sont de l'ordre de 2 875 GWh en 2016.*

La carte ci-dessous présente les 149 EPCI du Grand Est existants au 1^{er} janvier 2017. Le Grand Est compte 77 **EPCI soumis à l'adoption d'un PCAET⁴** et 5 **PCAET volontaires**. En 2016, ces 83 EPCI représentaient **76%** de la consommation d'énergie finale régionale soit 145 540 GWh. Ces EPCI sont les premières cibles pour la mise en œuvre de la transition énergétique et des objectifs Climat Air Energie du SRADDET en Grand Est.

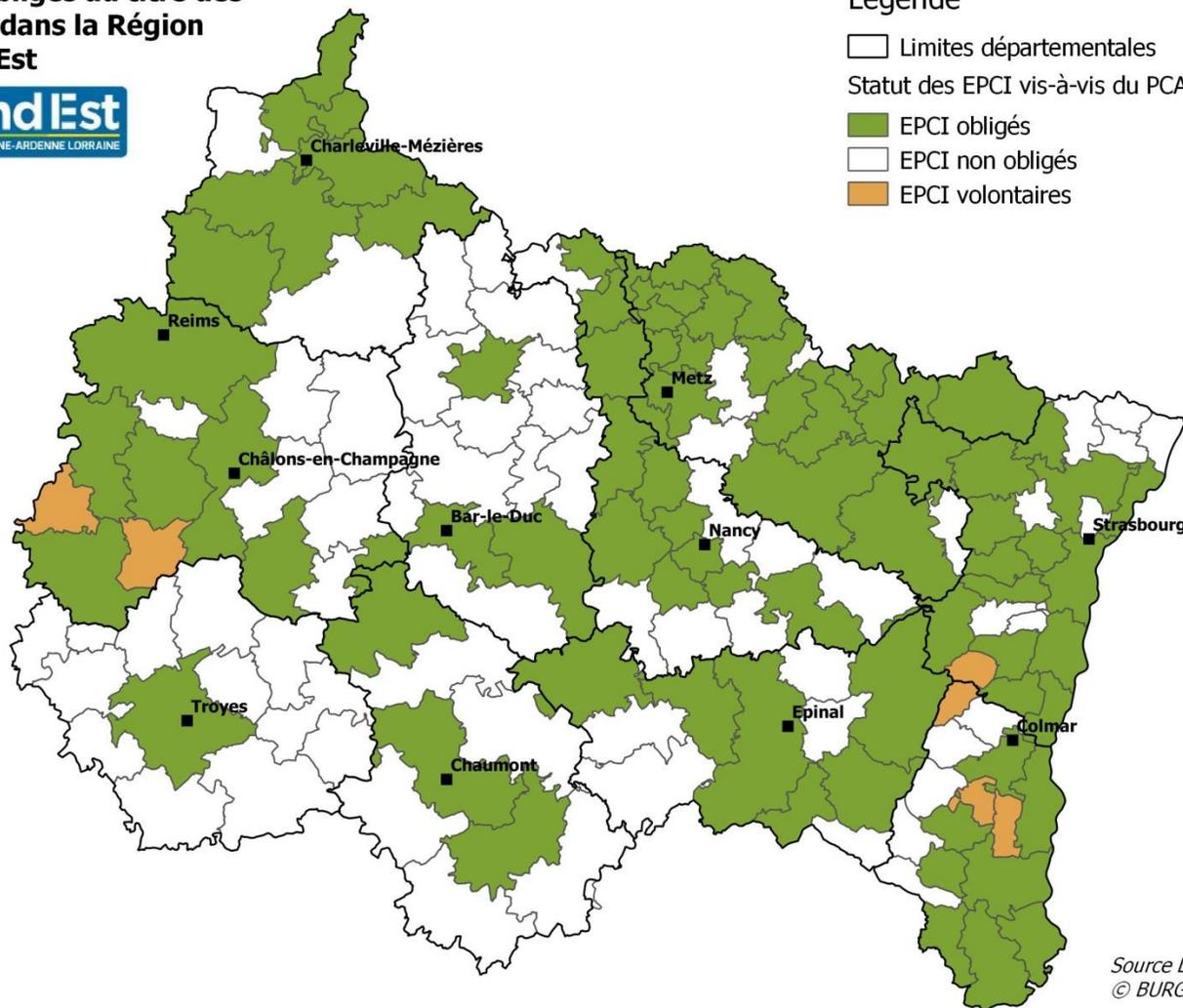
⁴ Chiffre DREAL Grand Est

EPCI obligés au titre des PCAET dans la Région Grand Est



Légende

- Limites départementales
- Statut des EPCI vis-à-vis du PCAET
- EPCI obligés
- EPCI non obligés
- EPCI volontaires



Source DREAL 2018
© BURGEAP

Les produits pétroliers, le gaz naturel et l'électricité : les trois principales énergies consommées en Grand Est

On distingue traditionnellement huit types d'énergie :

- Le gaz naturel
- Les produits pétroliers
- Les combustibles minéraux solides
- Le bois-énergie
- Les autres énergies renouvelables
- La chaleur et le froid issus de réseau
- Les autres énergies non renouvelables
- L'électricité

L'analyse des types d'énergie consommés à l'échelle d'un territoire renseigne sur le niveau de dépendance aux différentes sources d'énergie, et plus particulièrement aux énergies fossiles, il permet par ailleurs de se faire une idée de l'empreinte carbone d'un territoire.

Dans la Région Grand Est, trois grands types d'énergie se dégagent : les **produits pétroliers** (64 533 GWh en 2016), le **gaz naturel** (49 797 GWh en 2016) et **l'électricité** (42 413 GWh en 2016). Ces trois vecteurs forment ensemble 82% de l'énergie finale consommée.

Les **énergies fossiles** (produits pétroliers, gaz naturel et combustibles minéraux solides mais aussi une part du mix électrique et du mix chaleur et froid issus de réseau) totalisent dans la Région Grand Est plus de **60% de la consommation**. La filière chaleur et froid issus de réseau connaît une progression constante de sa part renouvelable uniquement représentée par le bois-énergie. En 2014, la filière bois-énergie est à l'origine de 47% de

la chaleur livrée, 45% sont issus des produits pétroliers et le reste provient des filières combustibles minéraux solides et gaz naturel.

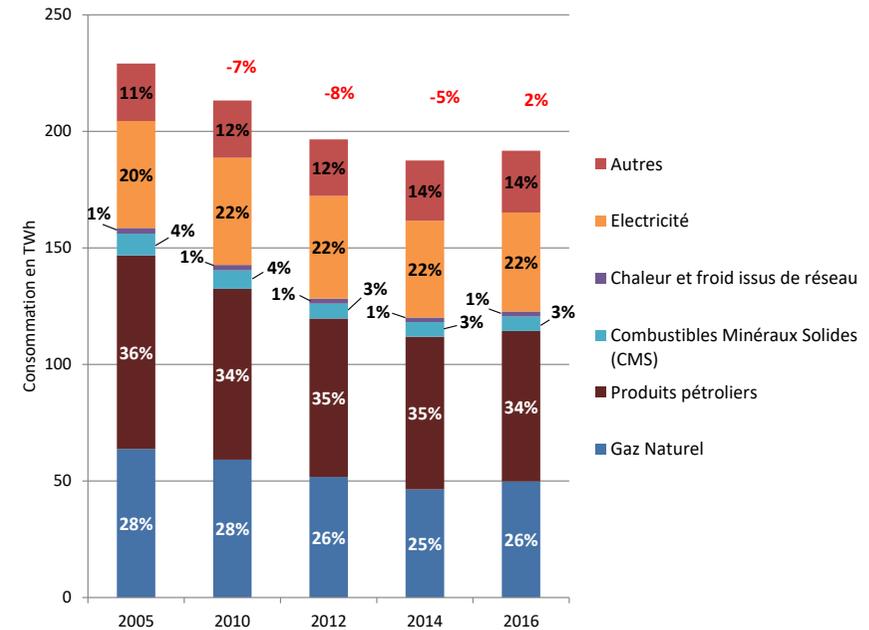


Figure 2 : Evolution de la consommation d'énergie finale par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La baisse observée précédemment sur la tendance générale de la consommation d'énergie finale entre 2005 et 2016 s'applique à l'ensemble des filières énergétiques mise à part celles des énergies renouvelables. Dans le graphique ci-dessus, les énergies renouvelables sont regroupées dans la catégorie « Autres » avec d'autres énergies non renouvelables résiduelles (gaz industriels, partie non organique des déchets ménagers, déchets industriels).

La filière des combustibles minéraux solides (CMS) enregistre la plus forte baisse (-34%). Les trois principales filières du Grand Est connaissent toute

une baisse de leur consommation de différents ordres : -22% pour le gaz naturel et pour les produits pétroliers et -8% pour l'électricité.

La répartition entre les différentes filières d'énergie ne s'est pas modifiée pendant les années 2005 à 2016 ce qui témoigne d'une distribution fortement ancrée entre les types d'énergie dans la région.

Le bâtiment et l'industrie : deux principaux secteurs d'activité consommateurs

Sept secteurs d'activité sont distingués :

- Le secteur de l'énergie qui comprend les processus d'extraction, de transformation et de distribution d'énergie
- Le secteur industriel qui englobe l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction
- Le secteur résidentiel
- Le secteur tertiaire, commercial et institutionnel
- Le secteur agricole, sylvicole et de l'aquaculture (hors UTCF)
- Le secteur du transport routier
- Le secteur des transports autres que routiers

La répartition du poids des secteurs dans la consommation d'énergie finale régionale diffère de celle observée en France. En 2016, le **secteur résidentiel apparaît comme prédominant** dans le Grand Est, là où il n'apparaît qu'en deuxième position à l'échelle nationale (après le secteur du transport). Le résidentiel représente, avec 59 298 GWh, 31% des consommations d'énergie finale régionale. **L'industrie représente ensuite le deuxième secteur consommateur** avec 56 438 GWh soit 29% du total suivi par le secteur des transports avec 50 222 GWh soit 25% du total. Si on retrouve à l'échelle nationale les trois secteurs prédominants, le secteur industriel représente en Grand Est une part significative de la consommation comparée à l'échelle nationale où il n'occupe que la troisième place et 18% de la consommation totale⁵.

⁵ Panorama Energies-Climat, édition 2016, DGEC.

Par ailleurs, si l'on cumule secteur résidentiel et secteur tertiaire, le bâtiment globalement totalise 42% de la consommation régionale en 2016 et représentent ainsi le principal poste de consommation bien loin devant les autres secteurs d'activité.

L'ensemble des secteurs d'activité affiche une baisse de la consommation d'énergie finale entre les années 2005 et 2016. Cependant, la baisse est très faible dans les transports (-2%) et elle est presque inexistante dans le secteur résidentiel : après une forte baisse entre les années 2005 et 2014, la consommation du secteur résidentiel est repartie à la hausse pour atteindre quasiment son niveau de 2005. Il est néanmoins important de rappeler que la consommation d'énergie finale du secteur résidentiel reste très dépendante des conditions météorologiques. La hausse qui s'observe entre 2014 et 2016 est directement liée à des températures globalement⁶ plus basses en 2016 par rapport à 2014.

La forte baisse des consommations d'énergie finale dans le secteur industriel a fait évoluer la part de chacun des secteurs dans la consommation globale. Ainsi, en 2016 contrairement aux années 2005 à 2014, l'industrie n'est plus premier consommateur régional.

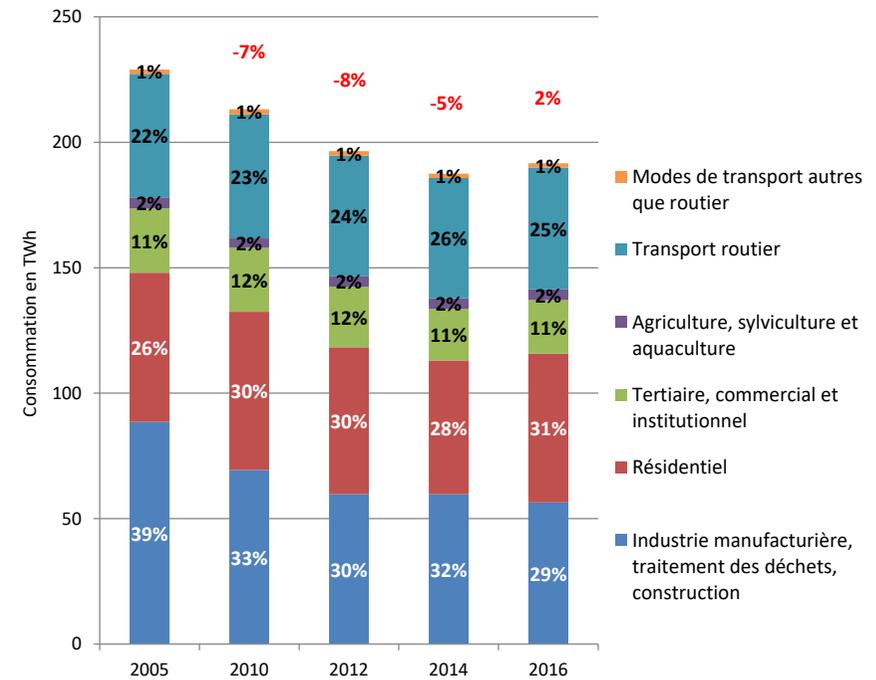


Figure 3 : Evolution de la consommation d'énergie finale par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

⁶ Rappel : les chiffres de consommations sont hors correction climatique

Le secteur industriel

Le secteur de l'industrie est le **deuxième secteur consommateur** dans la région Grand Est. Il connaît une baisse générale de sa consommation de **36%** entre 2005 et 2016.

Le profil industriel de la région Grand Est est dominé par un certain nombre de branches historiques parmi lesquelles **la sidérurgie, la métallurgie, l'automobile, l'agroalimentaire, la chimie et la filière bois-papier**. Ces secteurs sont confrontés depuis plusieurs années à des phénomènes de délocalisation et souffrent tout particulièrement de la montée du prix des énergies. Des baisses d'emplois ont fortement marquées ces branches industrielles régionales. Ces difficultés expliquent le recul aussi significatif de la consommation du secteur. Le secteur industriel est en effet caractérisé par un fort lien de dépendance énergétique à son activité et au contexte économique international.

Des économies d'énergie ont aussi, dans une moindre mesure, permis de marquer une tendance à la baisse de la consommation d'énergie du secteur industriel. Ces économies résultent à la fois de réaction à la montée du coût des énergies et de comportements exemplaires.

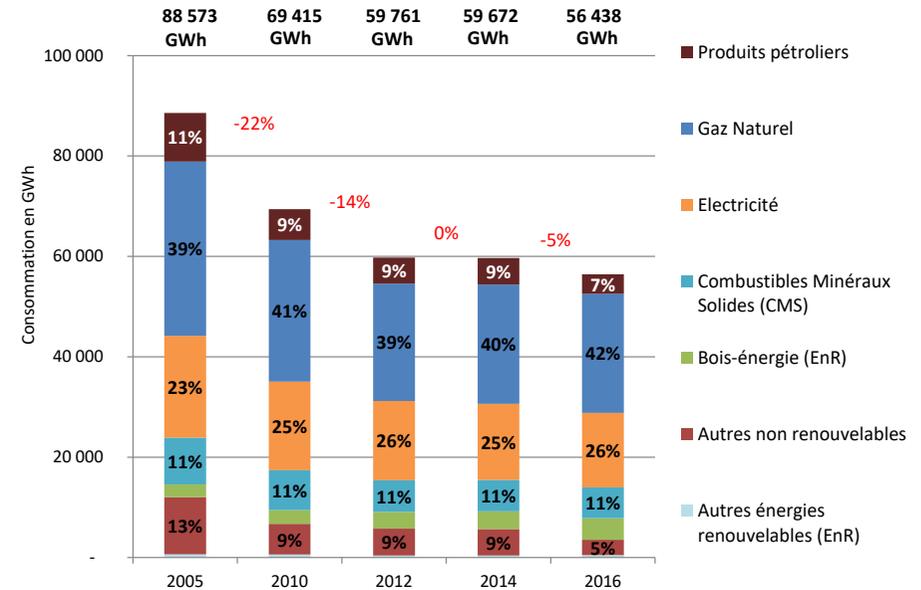


Figure 4 : Evolution de la consommation du secteur industriel par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP®)

Le secteur industriel en Grand Est est marqué par une **forte consommation du gaz naturel** (23 701 GWh en 2016). L'importance du gaz dans l'industrie connaît une légère hausse en proportion qui peut s'expliquer par le recul de l'utilisation des produits pétroliers et des autres types d'énergies non renouvelables tels que les déchets et les gaz industriels. Si le poids du gaz naturel dans le mix industriel augmente progressivement, sa consommation est néanmoins à la baisse en valeur absolue (-32% entre 2005 et 2016) en lien avec la baisse totale de la consommation du secteur. **L'électricité est la deuxième source d'énergie du secteur industriel** (14 831 GWh en 2016). Comme pour le gaz naturel, son poids dans le mix industriel tend à augmenter mais sa consommation en valeur absolue diminue de 27%. Cette baisse est liée en partie aux mesures d'efficacité

énergétique réalisées dans les entreprises. **Le gaz naturel et l'électricité représentent 68% de la consommation de l'industrie.**

La filière bois-énergie a connu un renforcement de son poids dans le mix industriel, elle se distingue ainsi du reste des ENR qui connaissent au contraire un recul de leur consommation. **Les ENR (bois énergie et autres) totalisent en 2016 9% de la consommation industrielle.**

Le secteur industriel est le secteur à avoir connu la plus forte baisse de sa consommation d'énergie finale entre 2005 et 2016. Il reste néanmoins le deuxième secteur consommateur à l'échelle régionale et constitue à ce titre une cible clef avec une attention particulière à ne pas fragiliser l'équilibre économique sous-jacent.

Des économies d'énergie pourront être réalisées grâce à l'obligation des politiques de performance énergétique (17 sites concernés) et d'audit énergétique (656 entreprises concernées). L'augmentation à venir du prix des énergies, le gain de compétitivité que représente la réduction des consommations d'énergie finales liées au process, la mise en place de projets d'écologie industrielle et territoriale ainsi que la récupération de chaleur fatale constituent autant d'opportunités à saisir par les industriels. A contrario, les faibles capacités d'investissement des entreprises types PME et TPE ainsi que l'attrait pour des solutions d'efficacité énergétique qui ne touchent pas au process seront des variables à intégrer comme les principales menaces à cette dynamique de maîtrise de l'énergie.

L'enjeu actuel pour le secteur industriel est d'amplifier la dynamique de baisse de sa consommation en énergie à **l'ensemble du tissu industriel** (notamment TPI et PMI) en ciblant tout particulièrement l'énergie consommée par les **procédés industriels** qui représente une grande part de la consommation totale du secteur.

Le secteur du transport

En 2016, la consommation du transport s'élève à 50 222 GWh. Elle est très largement dominée par **le secteur routier qui représente 97% de la consommation globale du secteur transport.**

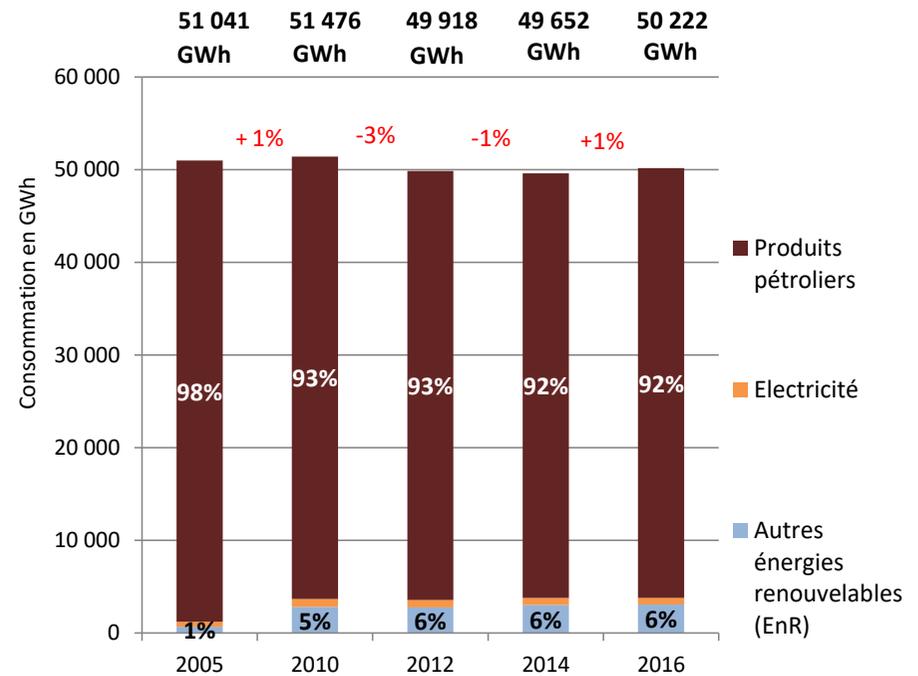


Figure 5 : Evolution de la consommation des transports par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Les mix énergétiques des sous-secteurs transport routier et autres modes de transport étant très différents, il apparaît pertinent de traiter ces deux parties séparément.

Le transport routier

La forte consommation du secteur des transports routiers est liée en partie à la localisation géographique de la Région Grand Est qui constitue un axe important de transit (proximité des frontières allemande, suisse, luxembourgeoise et belge). La consommation d'énergie du transport routier se concentre sur certains grands axes du territoire du Grand Est : la Haute-Marne, le sillon Lorrain qui relie Thionville à Epinal, les territoires traversés par l'autoroute A4, et la nationale N4 reliant Paris à Strasbourg.

La consommation d'énergie du secteur du transport routier est caractérisée par une relative inertie. Sa consommation affiche une diminution de seulement 2% entre les années 2005 et 2016. Ce secteur est marqué, dans la région Grand Est comme au niveau national, par une **quasi-hégémonie des produits pétroliers**. Ceux-ci représentent 94% de la consommation d'énergie finale, ce qui correspond à 45 453 GWh en 2016. La seconde filière représentée est celle des autres énergies renouvelables (3 055 GWh en 2016 soit 6% du mix dans les transports). La consommation d'autres énergies renouvelables correspond essentiellement à une consommation d'agrocarburants qui est par ailleurs une des filières EnR dont la production régionale est particulièrement forte. La part en proportion de chaque type d'énergie dans la consommation du transport routier n'a montré aucune variation entre les années 2005 et 2016. En absolu, une légère baisse de la consommation d'énergie finale en produits pétroliers est enregistrée entre 2005 et 2012 rendue possible par la forte hausse des autres énergies renouvelables (+274%) dans la même période.

La consommation du secteur routier est en majorité issue de la consommation des voitures particulières. Les poids lourds représentent pour leur part 33% de la consommation et 19% sont imputables aux véhicules utilitaires légers.

Les modes de transports autres que routier

Le secteur des transports autres que routiers représente 1% de la consommation d'énergie finale dans la région Grand Est. Il se compose des **modes ferroviaire (60% de la consommation), aérien (21% de la consommation), fluvial (17% de la consommation) et tramway (2% de la consommation)**.

Au global, la consommation des modes de transport autres que routier est légèrement en baisse entre 2005 et 2016 (-3%).

Le secteur des transports autres que routiers affiche un mix uniquement réparti entre **les produits pétroliers et l'électricité**. La consommation des produits pétroliers est à la baisse tandis que celle de l'électricité augmente. La hausse de la consommation en électricité est cependant concentrée sur la période 2005 à 2010, les années suivantes affichent toutes une légère baisse de la consommation. La consommation des autres énergies renouvelables est multipliée par 200 mais reste encore relativement faible (40 GWh en 2016 soit 6% de la consommation du secteur) et ne montre plus d'augmentation depuis 2012.

Le secteur des transports pris globalement ne connaît qu'une très légère baisse de sa consommation d'énergie entre 2005 et 2016. **Si la dynamique n'est pas accentuée, le secteur pourrait rapidement se retrouver le premier secteur d'activité consommateur dans le Grand Est.** Il convient de mettre en place une vraie politique de mobilité durable régionale axée sur les déplacements quotidiens notamment en ville et sur le fret.

Pour le fret, la Région peut se reposer sur son réseau d'infrastructure ferré et fluvial bien développé, sur la desserte qu'offre le Port autonome de Strasbourg ainsi que sur ses projets de plateformes multimodales sur le sillon lorrain. Actuellement, les possibilités de fret par voie ferrée et fluviale sont encore peu exploitées. Le développement des véhicules électriques et GNV (gaz naturel véhicule), notamment d'origine renouvelable, constitue aussi une opportunité pour le fret. L'innovation croissante sur des solutions de stockage et de distribution laisse espérer de multiples possibilités. Le recours à des véhicules plus propres nécessitera cependant un développement des infrastructures de recharge correspondant.

En ce qui concerne la mobilité quotidienne, l'opportunité que représentent les véhicules électriques et GNV/bioGNV est encore plus significative. En Grand Est, la mobilité quotidienne est très marquée par l'usage de la voiture individuelle qui est une conséquence directe de la présence de nombreux territoires ruraux et des politiques historiques d'étalement urbain. L'obligation faite à certaines entreprises d'adopter un plan de déplacement est un levier intéressant pour une meilleure maîtrise de l'énergie. L'augmentation à venir du prix des carburants pourra favoriser cette mutation. La politique de mobilité quotidienne doit d'autre part permettre les reports modaux vers les transports en commun et les modes actifs de déplacement (piéton, cyclable). Ces évolutions impliquent un développement d'infrastructures mais aussi un accompagnement et une sensibilisation permettant un changement des comportements.

Contrairement aux autres secteurs d'activité, le transport routier, qui représente le troisième poste de consommation régional, ne montre pas de recul de sa consommation ces dernières années. L'accompagnement vers un **changement de comportement** pourrait permettre d'augmenter la part des modes doux et des modes de transport en commun tout en réduisant les kilomètres parcourus. Le **développement de la part renouvelable des carburants** permettra par ailleurs de réduire la consommation des produits pétroliers très largement majoritaires dans le mix du secteur transport avec l'émergence des véhicules hydrogène, mais aussi la poursuite du développement des véhicules électriques et GNV/bioGNV qui peuvent prendre une part significative au sein du parc de véhicule.

Le secteur résidentiel

Le secteur résidentiel est le premier secteur consommateur régional en 2016. Il est passé en 2016 devant le secteur de l'industrie historiquement le plus gros consommateur de la région. Le secteur résidentiel n'affiche pas de nette tendance entre les années 2005 et 2016. Les données de consommation étant à climat réel, la consommation varie donc très fortement en fonction des températures moyennes des différentes années.

La répartition entre filières énergétiques se montre relativement équilibrée. Le gaz naturel et l'électricité représentent plus de la moitié de la consommation d'énergie finale du secteur avec respectivement 19 052 GWh et 16 448 GWh en 2016. Si la part du gaz naturel est restée relativement stable entre 2005 et 2016, la part d'électricité augmente légèrement ce qui s'explique par l'importance grandissante des besoins en électricité spécifique. La part du bois-énergie dans le mix résidentiel augmente également. Le résidentiel est de loin le premier consommateur régional de bois énergie (70%). Les produits pétroliers ont pour leur part connu la plus forte baisse (-46%) liée en grande partie au remplacement des installations de chauffage au fioul domestique.

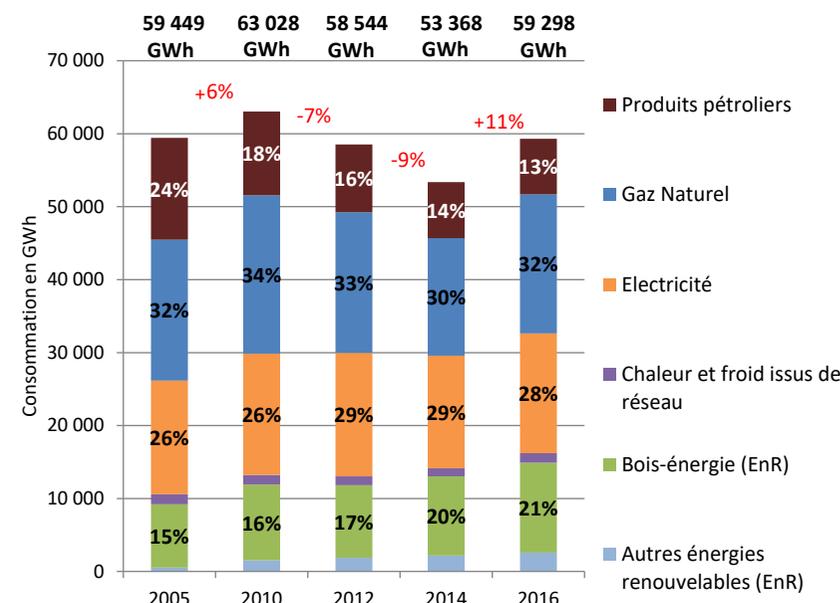


Figure 6 : Evolution de la consommation du secteur résidentiel par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Le **chauffage** résidentiel est l'usage énergétique majeur du secteur résidentiel, il en représente environ 58% (chiffre 2012). La rigueur du climat en hiver en fait un poste plus important que pour d'autres régions françaises. Cet usage est principalement fourni par le gaz naturel (39%) et le bois-énergie (35%).

En termes de consommation par habitant, le département de la Haute-Marne enregistre les plus hauts ratios. Les départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin se distinguent en revanche par une consommation par habitant relativement faible. Ces disparités s'expliquent par une différence au niveau du parc de logements qui est plus ou moins individuel, ancien et énergivore et dont le flux annuel de construction de logements est plus ou moins élevé.

Le Grand Est, première région française touchée par la précarité et la vulnérabilité énergétique dans l'habitat

La lutte contre la précarité ou la vulnérabilité énergétique des ménages dans leur logement est un enjeu fondamental pour réussir la transition énergétique. Elle met en lumière les difficultés économiques et sociales vécues par 1 ménage sur 5 en moyenne en France⁷ et 1 sur 4 dans la région Grand Est. Ces difficultés actuelles seraient accentuées dans un contexte de raréfaction des ressources et de hausse des prix de l'énergie.

La loi dite « Grenelle 2 » a donné une définition légale à la **précarité énergétique** : « est en situation de précarité énergétique une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat ».

Plusieurs approches ont été définies pour caractériser et comptabiliser ce phénomène dont les déterminants sont nombreux, complexes et souvent corrélés : prix de l'énergie, niveau des ressources, qualité de l'habitat et de l'équipement de chauffage, comportements des ménages, rigueur climatique.



⁷ Source : enquête nationale logement 2013, étude CSTB / ADEME 2016

L'une des méthodes définit la précarité selon le critère de taux d'effort énergétique (TEE) qui mesure la part que pèsent les dépenses liées à l'énergie dans le logement comparativement au revenu disponible des ménages. Les dépenses d'énergie considérées concernent tous les usages : chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, climatisation, cuisson et électricité spécifique.

En outre, la notion de « **vulnérabilité** » a été développée pour compléter l'analyse de la précarité énergétique et est également mesurée selon différents modes de calcul.

Dans le cadre d'un diagnostic mené dans le cadre du plan de lutte contre la pauvreté en Grand Est, l'INSEE et la DREAL Grand Est ont travaillé sur une méthodologie permettant de quantifier le phénomène de vulnérabilité sur le territoire régional⁸. Elle reprend le critère du taux d'effort énergétique auquel elle applique le seuil de 8% et se base sur une dépense énergétique dite « conventionnelle », c'est-à-dire estimée grâce à des caractéristiques de performance énergétique des logements. Elle ne permet pas de faire ressortir les ménages qui se restreignent dans leur consommation d'énergie. Cette méthode recense 577 800 ménages en situation de vulnérabilité énergétique dans l'habitat, soit 24,7% du total des ménages contre 14,6% seulement en France.

La méthode retenue ici est celle développée par le bureau d'étude Burgeap, missionné dans le cadre de l'élaboration du diagnostic « climat-air-énergie » du SRADDET. Elle s'inspire des travaux de l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE) en croisant l'approche par les difficultés financières (le taux d'effort) et l'approche comportementale des ménages (notamment les ménages qui se chauffent trop peu par auto-restriction mais aussi, les ménages qui se chauffent trop par mauvaise

⁸ A noter que ces travaux se sont intéressés à la fois à la vulnérabilité énergétique des ménages dans l'habitat et dans les transports.

gestion). Ainsi, une correction est appliquée aux consommations conventionnelles pour estimer les « factures réelles ».

Cette méthode distingue les deux concepts :

- la précarité énergétique dans le logement : lorsqu'un ménage consacre plus de 10% de ses ressources disponibles pour payer sa « facture énergétique réelle » (TEE>10%)
- la vulnérabilité énergétique dans le logement : lorsqu'un ménage consacre moins de 10% de ses ressources disponibles pour payer sa « facture énergétique réelle » (TEE>10%) mais plus de 10% pour payer sa facture énergétique « conventionnelle ».

La **vulnérabilité énergétique** comptabilise ainsi les ménages qui seraient en précarité s'ils ne dégradait pas le confort thermique de leur logement pour contenir leur facture énergétique. C'est ce que l'on appelle le **phénomène d'auto-restriction**.

Selon cette méthode, on recense :

- 358 768 ménages en situation de précarité énergétique dans leur logement
- 342 361 ménages en situation vulnérabilité énergétique dans leur logement

En excluant les doubles comptes, on obtient **631 150 ménages, soit en moyenne 1 ménage sur 4 concerné par la précarité ou la vulnérabilité énergétique dans leur logement dans le Grand Est.**

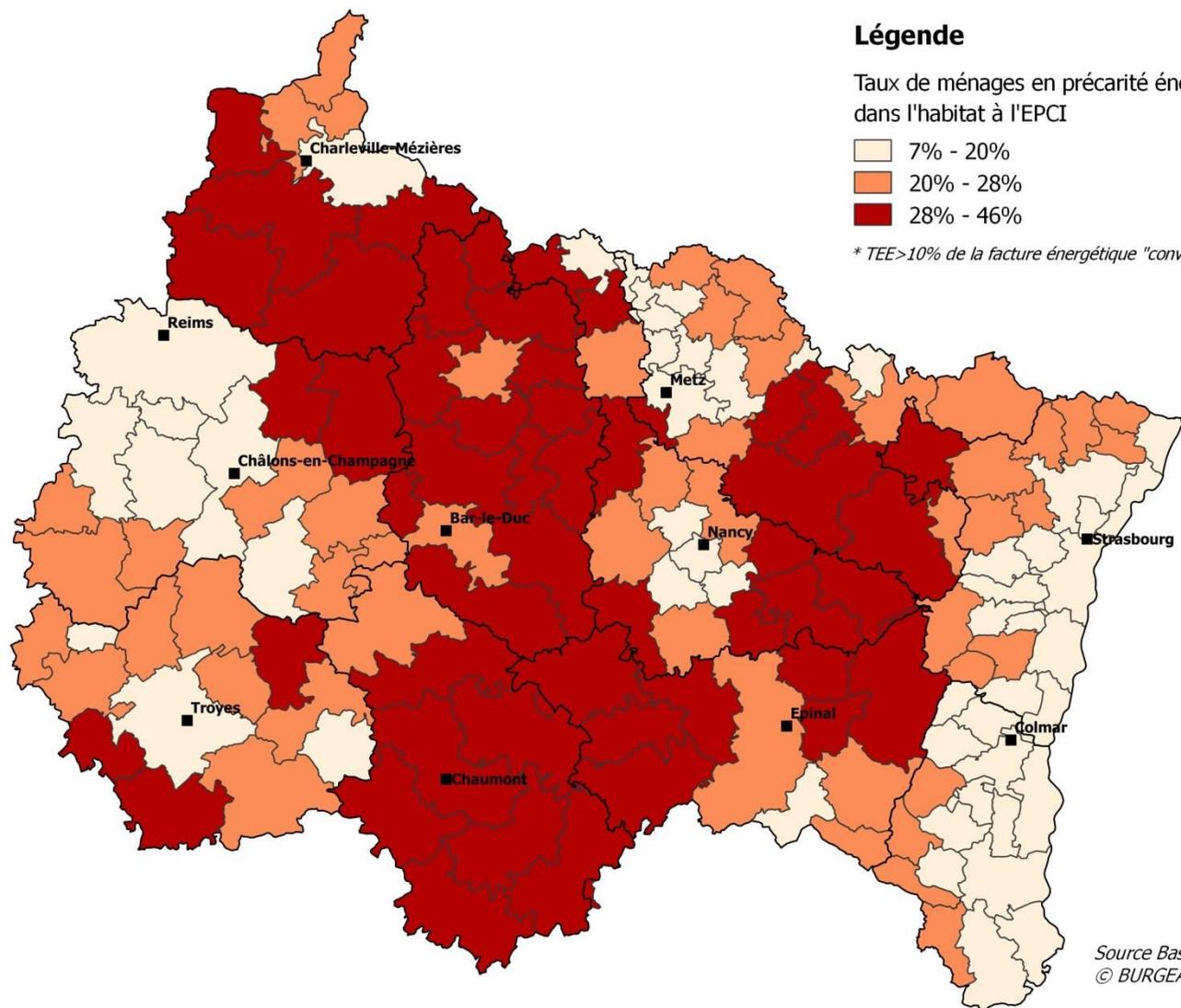
En Grand Est, la précarité et la vulnérabilité énergétiques sont le résultat de plusieurs paramètres :

- Un **climat rigoureux** comparativement au reste de la France
- Une part importante de **logements anciens** (58% des logements construits avant 1975) et **énergivores** (44% des résidences principales avec une étiquette DPE⁹ E, F ou G) qui induisent des consommations unitaires plus élevées que la moyenne nationale (1 750 euros par logement en Grand Est pour 1 622 euros à l'échelle nationale en 2012, CGDD¹⁰ 2014)
- La prégnance de **l'habitat individuel** et des surfaces habitables élevées

Les cartes ci-après illustrent la répartition territoriale du taux des ménages concernés par la précarité (carte en rouge) ou la vulnérabilité (en vert) énergétique dans leur logement. On constate que les intercommunalités les plus concernées par ces deux phénomènes sont situées sur un axe allant du sud-ouest de Charleville-Mézières jusqu'au sud de Langres. Des situations similaires s'observent également entre Nancy et Sarrebourg. Néanmoins, la précarité et la vulnérabilité énergétiques des ménages en Grand Est affectent tous les territoires qu'ils soient urbains ou ruraux et tous les types de bâtis (maison individuelle, logements collectifs avec un enjeu spécifique sur les copropriétés). Il est donc important d'avoir une politique globale répondant à des besoins spécifiques.

⁹ Diagnostic de performance énergétique. Les classes E, F et G du DPE correspondent aux trois classes les plus mauvaises en termes de performance énergétique du logement.

¹⁰ Commissariat Général au Développement Durable

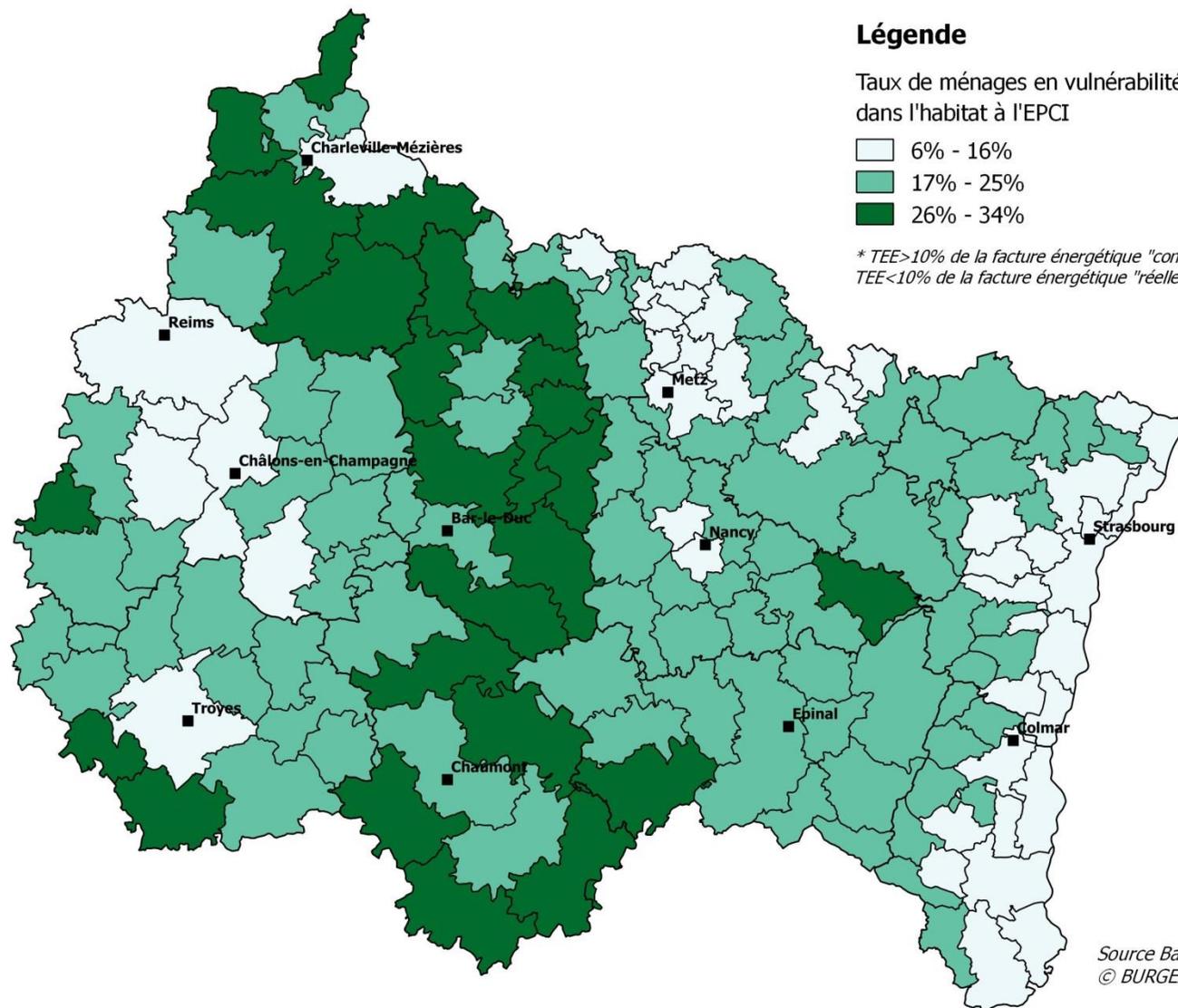


Légende

Taux de ménages en vulnérabilité énergétique* dans l'habitat à l'EPCI

- 6% - 16%
- 17% - 25%
- 26% - 34%

* TEE > 10% de la facture énergétique "conventionnelle" mais TEE < 10% de la facture énergétique "réelle"



Source Base de données INSEE 2008
© BURGEAP

La rénovation énergétique du parc bâti constitue la principale solution pour lutter contre la précarité et la vulnérabilité énergétique dans l'habitat.

Le parc résidentiel régional est particulièrement énergivore, en grande partie en raison de son âge. **52% des logements ont été construits avant 1970** et donc avant l'adoption de la première réglementation thermique en 1975.

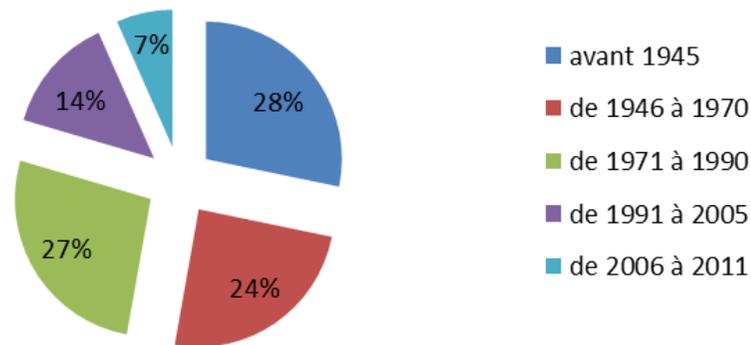


Figure 7 : Répartition des logements selon leur année de construction (Source INSEE 2014 - BURGEAP©)

En 2016, plusieurs dispositifs ayant comme finalité la rénovation énergétique du parc privé et public de logements ont été utilisés en Grand Est. Le CERC dresse le bilan suivant :

Dispositifs	Chiffres 2016	Evolution 1 an
Nombre de CITE* (crédit d'impôt) accordés <small>*donnée 2015</small>	98 430	+ 176 %
Nombre de logements engagés dans le dispositif « habiter mieux »	5 073	- 14%
Nombre d'éco – prêt à taux zéro (PTZ)	2 292	+1%
Nombre d'éco- prêt logement social (PLS)	5 500	- 7%
Nombre de demandes traitées par les EIE (Espaces Info Energie) / ADEME / ADIL départementales du Grand Est	12 200 / 3 14511	-15% / -21%
CEE délivrés	26 249 GWh cumac	n.d

Figure 8 : Source CERC 2016, édition 2017

¹¹ Demandes concernant uniquement l'amélioration énergétique et les dispositifs d'aide à la rénovation énergétique

Le crédit d'impôt (CITE) est le principal dispositif mobilisé par les ménages pour leurs travaux de rénovation partielle ou globale et il est le seul qui affiche une nette augmentation du recours par rapport à l'année 2015. L'éco-PTZ et le dispositif Habiter Mieux font, quant à eux, partie des dispositifs les moins sollicités ou qui affichent la plus forte baisse de recours en 2016. Le coût moyen des travaux qui doit être engagé pour bénéficier de l'accompagnement de l'un de ces dispositifs (plus de 21 000€ pour les logements privés) peut expliquer cette tendance. D'autres dispositifs régionaux comme le dispositif « Oktave », créé en 2015, qui permet d'accompagner des projets de rénovation dans la durée en cohérence avec les objectifs BBC et le programme Climaxion développé avec l'ADEME, devraient permettre de relancer la rénovation qui s'affiche comme un des leviers d'économie d'énergie dans le secteur résidentiel, en proposant un accompagnement de proximité plus adapté.

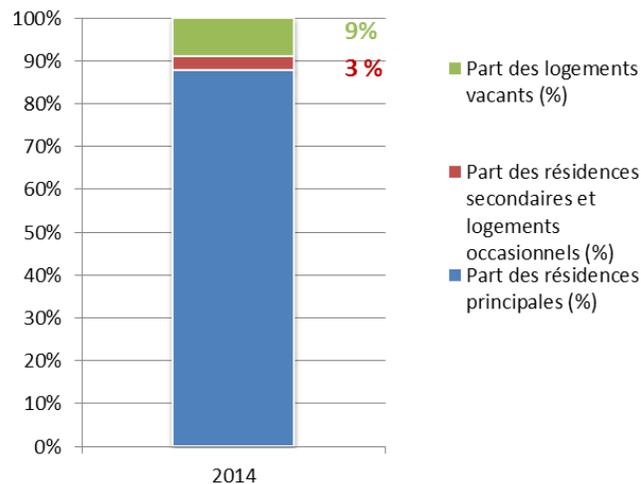


Figure 9 : Statut d'occupation du parc bâti privé en 2014 (Source INSEE 2014 - BURGEAP©)

En Grand Est, le parc est très majoritairement constitué de résidences principales (88%) et parmi celles-ci, la plupart sont habitées par leur propriétaire ce qui laisse préfigurer un potentiel d'action élevé, les propriétaires étant plus facile à mobiliser que les locataires. La mobilisation des logements vacants compte aussi parmi les enjeux régionaux. Le Grand Est enregistre en effet un taux de vacance de 9%, supérieur d'un point par rapport au territoire métropolitain. La faible dynamique démographique, le vieillissement de la population et la perte d'attractivité de nombreux centres-bourgs et territoires ruraux favorisent la hausse de la vacance et de la sous-occupation des logements notamment pour les maisons individuelles. **La région se classe parmi les trois premières régions de France en termes de vacance des logements.**

Les objectifs de la loi de transition énergétique, l'intégration du volet climat-air-énergie dans la nouvelle génération des PLU et l'existence de divers soutiens financiers (crédit d'impôt transition énergétique, éco-prêt logement social, aides de l'ANAH, éco-prêt à taux zéro, TVA à taux réduit, CEE, TEPCV...) constituent autant d'opportunités permettant de réduire le taux de précarité énergétique du territoire. Le sujet de la précarité énergétique est fondamental dans la perspective d'une hausse du prix des énergies et tout particulièrement du prix des énergies fossiles.

Les aides du programme régional CLIMAXION, et en particulier le déploiement de la SEM Oktave sont des leviers essentiels pour massifier les rénovations. Une attention doit parallèlement être portée sur la qualité des travaux de rénovation et sur la visibilité des dispositifs de conseil et de soutien financier aux ménages.

La réhabilitation thermique du parc résidentiel pourra dès lors servir le développement économique régional.

L'amplification de la dynamique de **rénovation énergétique du parc résidentiel** compte parmi les principaux enjeux régionaux. La dynamique de rénovation doit cibler en premier lieu les logements les plus anciens qui sont aussi les plus énergivores et qui accueillent souvent des populations en situation de **précarité énergétique**.

Le secteur tertiaire, commercial et institutionnel

Le secteur tertiaire est un secteur très hétérogène qui comprend un nombre important d'activités diverses. Il intègre à la fois des activités du public et du privé. Ce secteur regroupe habituellement huit sous-secteurs (nomenclature CEREN) :

- Les activités de bureaux
- La restauration et l'hôtellerie
- Les commerces
- Les établissements d'enseignement
- Les établissements de la santé
- Les établissements relatifs à l'habitat communautaire (maisons de retraite, foyers, etc.)
- Les lieux de loisirs, sport et culture
- Les établissements de transport

La classification considérée ici ajoute les établissements institutionnels publics.

Le secteur tertiaire affiche une consommation d'énergie à la baisse entre 2005 et 2016. L'amélioration des performances énergétiques liées notamment aux réglementations thermiques contribue en grande partie à cette baisse. La légère hausse entre les années 2014 et 2016 est liée à des températures moyennes comparativement plus basses en 2016 par rapport à 2014.

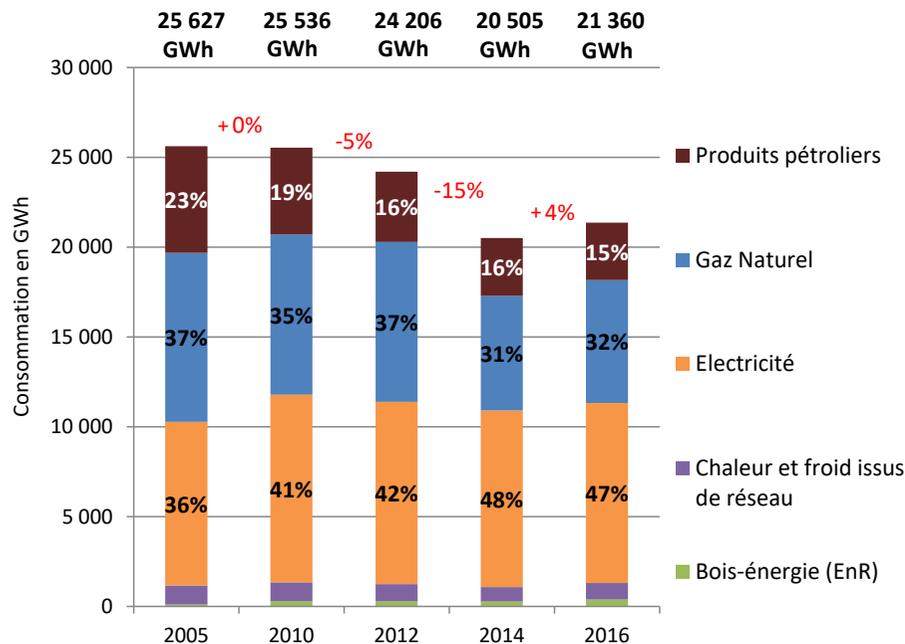


Figure 10 : Evolution de la consommation du secteur tertiaire par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La consommation d'énergie finale du secteur tertiaire est dominée par l'utilisation de l'électricité et du gaz naturel qui forment ensemble presque 80% de la consommation. Les filières fossiles (gaz naturel, produits pétroliers et combustibles minéraux fossiles) connaissent des baisses significatives et sont aujourd'hui, pour certaines, quasi inexistantes dans le mix énergétique du tertiaire (en particulier les CMS). Ces baisses se sont reportées sur une augmentation de la filière des autres ENR et sur une constance des filières bois-énergie et électricité.

Le principal usage énergétique propre à la filière tertiaire est celui du chauffage (31%) suivi par l'usage spécifique de l'électricité (26%). La part importante d'électricité s'explique par le recours important de ce secteur

au numérique et aux nouvelles technologies générant de nouveaux besoins.

Le secteur tertiaire est un secteur susceptible de voir sa consommation en énergie s'accroître dans les prochaines années notamment en lien aux besoins d'électricité (appareils numériques, climatisation, etc.). L'amplification de la **rénovation énergétique des bâtiments publics et tertiaires** avec pour cible le **respect des réglementations thermiques** est un enjeu pour le secteur.

Le secteur agricole, sylvicole et de l'aquaculture

L'agriculture représente dans la région Grand Est un secteur d'activité important. Il occupe 54% du territoire soit 3 millions d'hectares¹². On y cultive principalement des céréales et des oléoprotéagineux (58%). La viticulture est une sous-composante significative de ce secteur, elle constitue la première production agricole en termes de chiffre d'affaire.

Le secteur agricole, bien qu'il ne représente que 2% de la consommation d'énergie finale de la région, est le secteur régional qui affiche la plus faible baisse de sa consommation d'énergie entre 2005 et 2016. Cette baisse est uniquement concentrée entre les années 2005 et 2010 et la consommation d'énergie n'a depuis plus diminué.

Le secteur est largement dépendant de la filière des produits pétroliers et se montre donc très sensible à une hausse des prix de l'énergie fossile. La part des produits pétroliers parmi les différentes filières énergétiques ainsi que sa consommation en valeur absolue restent stables. Les produits pétroliers représentent en 2016 80% de la consommation du secteur agricole. La consommation des énergies renouvelables peine à prendre une place dans le mix agricole. Elle représente en 2016 seulement 5% du mix.

L'agriculture est le secteur d'activité le moins consommateur en Grand Est. Il n'affiche cependant aucune baisse de sa consommation ces dernières années ainsi qu'aucune réduction de ses émissions de gaz à effet de serre. La **substitution des produits pétroliers vers des énergies renouvelables** paraît nécessaire pour limiter l'impact d'une hausse des prix des énergies fossiles sur le secteur. D'autre part, une **évolution des pratiques agricoles** pourra permettre d'enclencher une baisse de la consommation d'énergie du secteur.

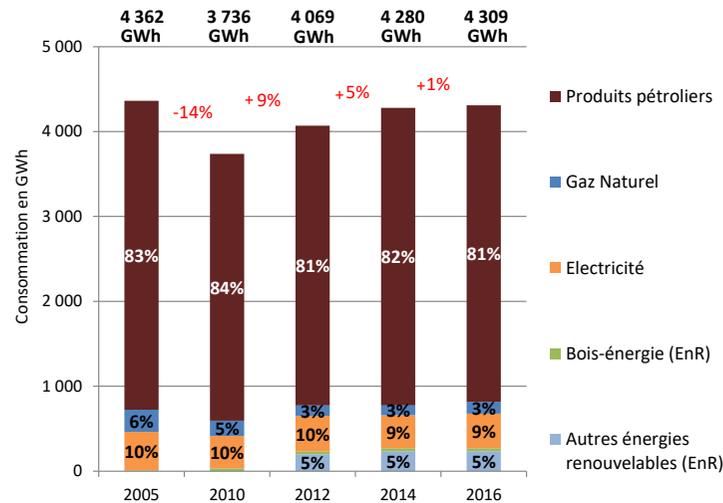


Figure 11 : Evolution de la consommation du secteur agricole par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

¹² Chiffres de la Chambre d'agriculture du Grand Est, février 2017

3. Un profil ENR&R¹³ diversifié et une production en hausse

Une politique durable en termes de climat-air-énergie repose sur la maîtrise de l'énergie mais aussi sur la diversification du mix énergétique et plus particulièrement sur le développement des énergies renouvelables et de récupération (ENR&R). En Grand Est, le profil ENR est caractérisé par une forte présence de **l'hydraulique**, de la production de **bois-énergie** (bois bûche, plaquette, etc.) et d'**agrocarburants**, et de **l'éolien**.

L'inventaire suivant donne les **productions primaires** des différentes filières ENR&R présentes en Grand Est. La production primaire d'énergie correspond à l'énergie disponible en sortie des installations de production. Elle ne représente donc pas forcément l'énergie consommée sur le territoire (notamment pour les filières bois-énergie et agrocarburants).

En 2016 :

La production d'énergie renouvelable régionale s'élève à 38 262 GWh*

En 2016 :

Les ENR représentent 20% de la consommation finale d'énergie régionale

¹³ Energie renouvelable et de récupération

*Echanges en cours au sein de l'observatoire Climat Air Energie pour les liens avec les données du Panorama des ENR&R de la DREAL (édition 2017)

¹⁴ La Directive 2009/28/CE définit la part d'énergie renouvelable dans la consommation finale brute d'énergie comme la somme de l'électricité renouvelable produite, de la chaleur

Les filières renouvelables ont aujourd'hui une place incontestable dans le mix énergétique régional mais doivent encore être développées pour pouvoir atteindre les objectifs nationaux. En 2016, **la part des ENR dans la consommation finale brute d'énergie** selon le ratio défini dans la Directive 2009/28/CE¹⁴ **s'élève à 19,5%** en Grand Est, l'objectif national étant fixé à 23% pour 2020 et 32% pour 2030. En France, les énergies renouvelables représentent 15,7% de la consommation d'énergie finale en 2016¹⁵, le Grand Est fait donc preuve d'une nette avance par rapport à la moyenne nationale.

*Les 83 EPCI porteurs d'un PCAET (dont 77 réglementaires) dans le Grand Est représentent en 2016 **67%** de la production d'énergie d'origine renouvelable régionale (soit 25 423 GWh). Mis en rapport avec le besoin de consommation de ces collectivités, seulement 17% de la demande est actuellement satisfait par leur production propre. La dynamique qui suivra l'adoption des plans climat sur ces territoires permettra de développer leur production d'EnR. Il est toutefois nécessaire d'intégrer dans ces politique une réflexion sur l'ouverture vers les territoires voisins autrement dotés (notamment ruraux non obligés). Les questions d'interdépendance des territoires, de **complémentarité** et de **solidarité territoriale** sont fondamentales dans la visée de la définition d'une stratégie énergétique régionale.*

L'énergie primaire peut être produite sous trois différentes formes : l'électricité, la chaleur et le carburant (ou combustible). La Région affiche un **mix ENR diversifié**. La production de **combustibles** représente la principale forme d'ENR régional (**59%**). Ces combustibles sont issus de la

renouvelable produite et de la consommation de biocarburants divisée par la consommation totale.

¹⁵ Chiffres clés des énergies renouvelables, MEEM, Edition 2016

filière bois, de la production d'agrocarburants et de la production de biomasse agricole et de biogaz. L'énergie renouvelable et de récupération sous la forme **d'électricité** s'élève à **34%**, elle est fournie en grande majorité par l'hydraulique suivi par l'éolien, le solaire photovoltaïque, le biogaz et l'incinération des déchets (part renouvelable). La production régionale d'électricité renouvelable correspond à 15% de la production nationale pour l'année 2016¹⁶. Le Grand Est se place à la **troisième place régionale en termes de parc d'installation de production d'électricité renouvelable**. L'énergie renouvelable et de récupération livrée sous forme de **chaleur** est plus réduite. Elle provient principalement des pompes à chaleur aérothermiques et dans une moindre mesure des pompes à chaleur géothermiques, puis de l'incinération des déchets (part renouvelable), du biogaz et de la géothermie basse à haute énergie.

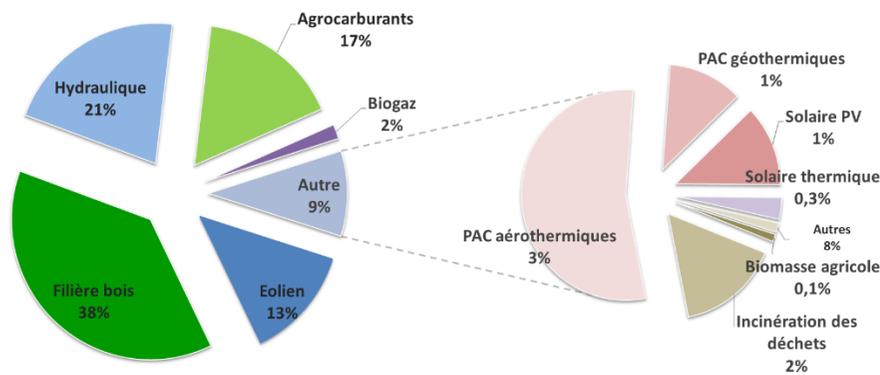


Figure 12 : Répartition de la production d'énergie primaire renouvelable par filière (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

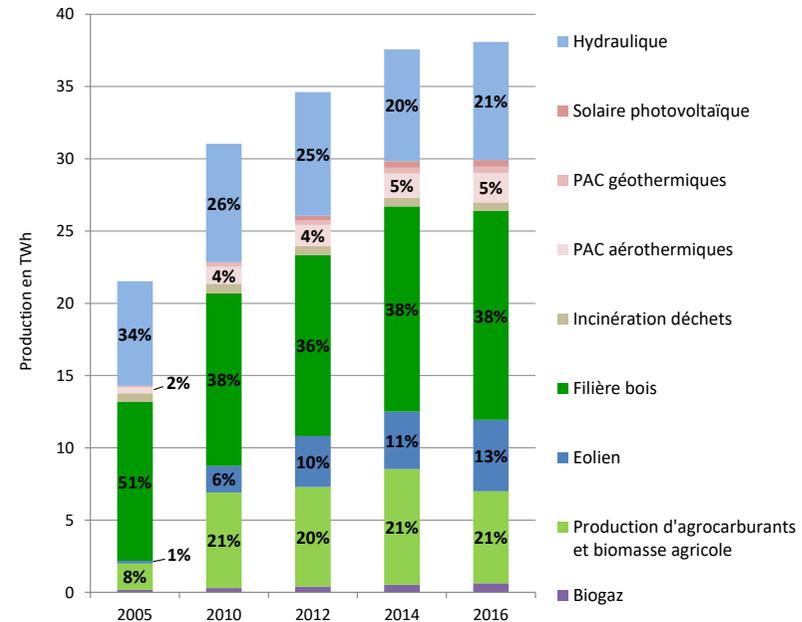


Figure 13 : Evolution de la production primaire d'énergie renouvelable (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

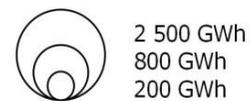
La production d'énergie primaire renouvelable du Grand Est a augmenté de **77% entre 2005 et 2016**, principalement grâce aux filières **bois-énergie, agrocarburants et éolien**. Les dynamiques varient fortement selon les filières : certaines affichent un rythme de progression lent et régulier (bois-énergie, pompes à chaleur aérothermiques), d'autres connaissent une flambée de leur production annuelle avant de se stabiliser (agrocarburants), ou se développent fortement (éolien, solaire photovoltaïque, biogaz) et d'autres enfin se maintiennent sans montrer de réelle augmentation (hydraulique, incinération des déchets).

¹⁶ Rapport RTE France 2016

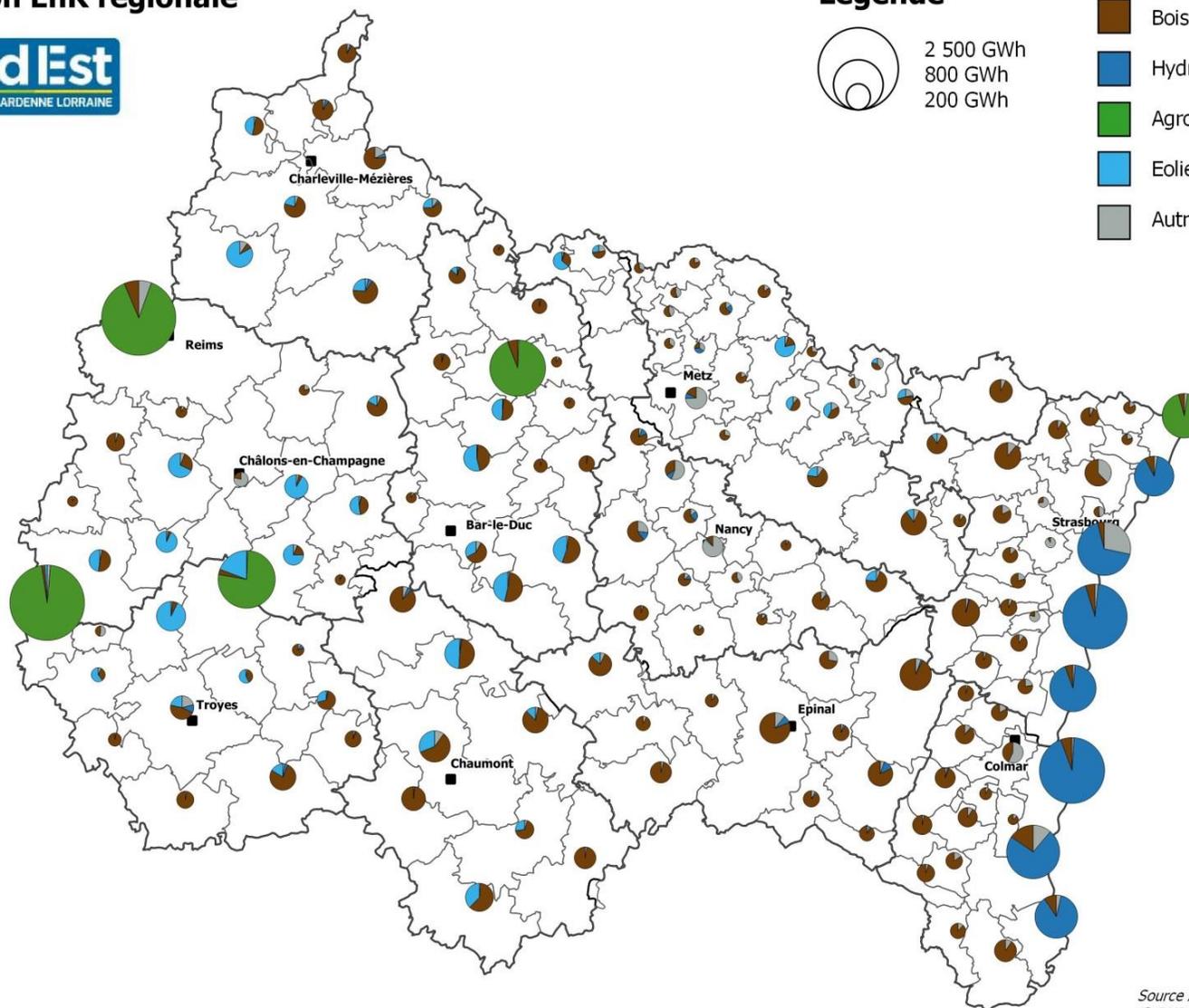
Production EnR régionale



Légende

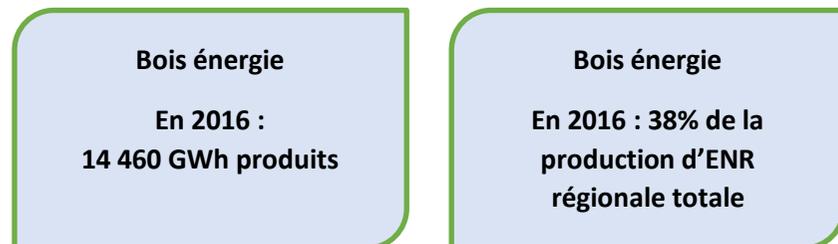


- Bois énergie
- Hydraulique
- Agrocarburants
- Eolien
- Autres



Source ATMO GE Invent'Air 2017
© BURGEAP

Le bois-énergie, première source d'énergie renouvelable régionale



Comme à l'échelle nationale, la filière bois-énergie est la **première filière d'énergie renouvelable en Grand Est** (38% de la production d'ENR toutes filières confondues). Sa production correspond à la quantité de bois-énergie produite en Grand Est et non à la quantité de chaleur ou d'électricité produite à partir de bois.

La place du bois-énergie dans le mix ENR est liée à l'importance du gisement dont dispose la région. Avec 1 850 000 hectares de superficie forestière, le Grand Est possède 12% de la forêt française sur son territoire et se classe 4^{ème} région la plus boisée de France et la première région productrice de bois. Le taux de boisement entre les départements est variable avec 22% pour la Marne et 55% pour les Vosges¹⁷. Environ 7 600 000 m³ de bois sont prélevés chaque année¹⁸, le bois bûche représente le combustible bois le plus consommé mais la production de plaquettes et de granulés à des fins énergétiques progresse également.

La filière affiche une production en hausse entre les années 2005 et 2016. Cette augmentation de la production pèse pour presque un quart de

l'augmentation totale de la production d'énergie primaire renouvelable en Grand Est. Il est difficile d'en conclure une croissance de la filière bois-énergie car sa production reste largement dépendante des fluctuations climatiques.

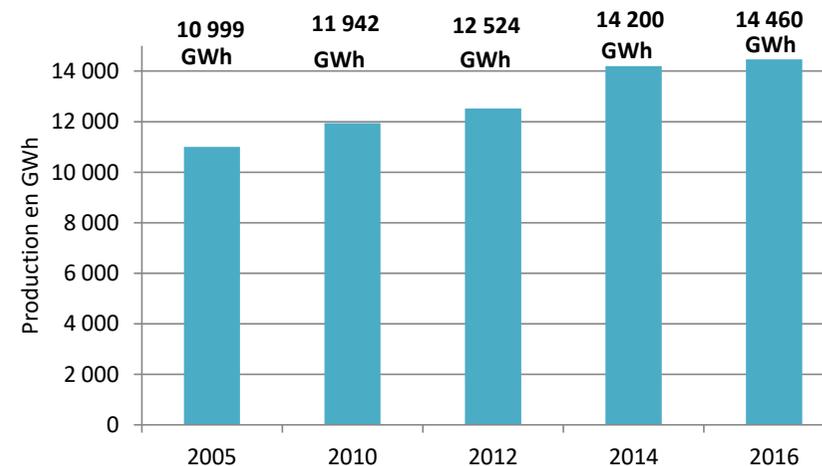


Figure 14 : Evolution de la production d'énergie primaire du bois-énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La production de bois-énergie est quasi exclusivement valorisée sous forme de chaleur (94,7%) mais aussi sous forme d'électricité (1,2%) et dans les réseaux de chaleur (4,1%).

En Grand Est, le manque de lisibilité des soutiens à la filière bois énergie et les conséquences du développement du chauffage au bois sur la qualité de l'air ont pu désavantager la filière. Le développement futur du bois-énergie pourra néanmoins compter sur la solide organisation de la filière régionale et sur l'éligibilité des projets au Fonds chaleur de l'ADEME.

¹⁷ Données de la DRAAF Grand Est

¹⁸ Données de l'inventaire forestier IGN

Mais la filière fait aussi face à une problématique de difficulté à la mobilisation de la ressource. En 2015 et 2016, l'ADEME a mis en place un appel à manifestation d'intérêt (AMI) qui a pour objectif de faire remonter des actions innovantes et opérationnelles dans ce domaine. 5 projets ont été sélectionnés en Grand Est (parmi les 43 à l'échelle nationale).

L'hydraulique, une filière sensible aux variations climatiques

Hydraulique

En 2016 :
8 154 GWh produits

Hydraulique

En 2016 :
21% de la production
d'ENR régionale totale

L'hydroélectricité est la deuxième filière en termes de production d'énergie renouvelable dans le Grand Est. Elle est par ailleurs **la première source d'électricité renouvelable de la région**.

La filière se compose de la grande hydraulique exploitée sur le Rhin, de la petite hydraulique et de la micro-hydraulique. Le parc hydraulique de la région Grand Est est le quatrième plus important de France. Il est à noter que les données de production d'énergie hydraulique n'intègrent pas la production d'énergie des stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) qui est considérée comme de l'hydraulique non renouvelable.

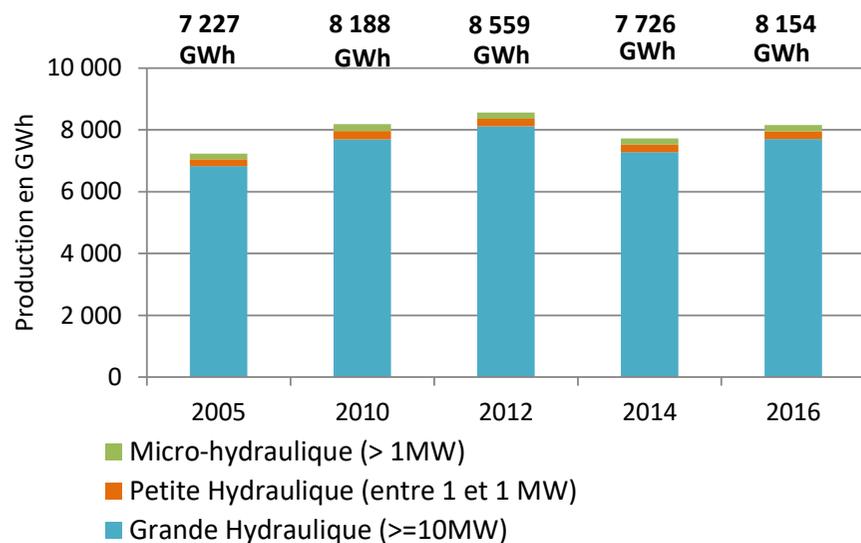


Figure 15 : Evolution de la production d'énergie primaire hydraulique (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La filière d'hydroélectricité affiche une augmentation générale de sa production de 7% entre 2005 et 2016. Cette légère hausse ne traduit cependant pas un développement de la filière, la puissance cumulée des installations reste en effet quasi inchangée pendant la période (1 488 MW en 2005 et 1 503 MW en 2016). **Le nombre d'installations passe de 325 à 334** et correspond essentiellement à une hausse des installations de micro-hydraulique. Les fluctuations de production sont directement liées à des conditions climatiques variables. Les années 2005 et 2014 enregistrent une faible pluviométrie entraînant un débit du Rhin moins élevé et une production d'électricité plus restreinte. Au contraire, une pluviométrie importante en 2016 fait progresser la production de la filière sur cette année. L'absence de développement de la filière s'explique par un gisement déjà bien exploité qui laisse peu de nouvelles possibilités.

La production d'hydroélectricité est très **localisée** sur le territoire. En 2014, les départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin représentent 95% de la production totale (51% pour le Bas-Rhin et 42% pour le Haut-Rhin). Ces deux départements concentrent l'ensemble des installations dites de grande hydraulique. La forte concentration des installations hydrauliques rhénanes limitent d'ailleurs les possibilités de raccordement de nouveaux sites de production sur une partie du réseau existant alsacien.

Aujourd'hui le gisement hydraulique restant dans la région concerne surtout le développement de la petite et de la micro-hydraulique et plus particulièrement sur de la valorisation des seuils existants (par exemple dans les anciens moulins qui permet en même temps une valorisation du patrimoine). Sur cette filière, l'absence d'obligation d'autorisation préfectorale (ouvrages d'une puissance inférieure à 150kW) pourra faciliter l'implantation de nouvelles installations. La filière est cependant fragilisée par sa forte sensibilité à l'aléa climatique qui a un impact direct sur sa production et qui peut difficilement être anticipé. Par ailleurs, la filière pourrait aussi être freinée par le renforcement des contraintes environnementales notamment en matière de continuités écologiques.

La filière des agrocarburants, une filière régionale importante mais à adapter aux enjeux actuels

Agrocarburants

En 2016 :
6 313 GWh produits

Agrocarburants

En 2016 :
17% de la production
d'ENR régionale totale

La filière des agrocarburants est très importante dans la région Grand Est. Elle a connu une très forte augmentation entre les années 2005 et 2010 poursuivie ensuite à un rythme moins soutenu jusqu'en 2014. En 2016, la production chute de quasiment 2 000 GWh malgré le maintien de capacités de production similaires. La hausse de la production en agrocarburants entre les années 2005 et 2016 pèse pour plus d'un quart de l'augmentation totale de la production d'énergie primaire renouvelable.

La production d'agrocarburants est essentiellement issue des **cinq sites de production** que compte la région (essentiellement situés à l'ouest du territoire). La production est issue de l'utilisation de plantes cultivées telles que les tournesols, la betterave et le colza.

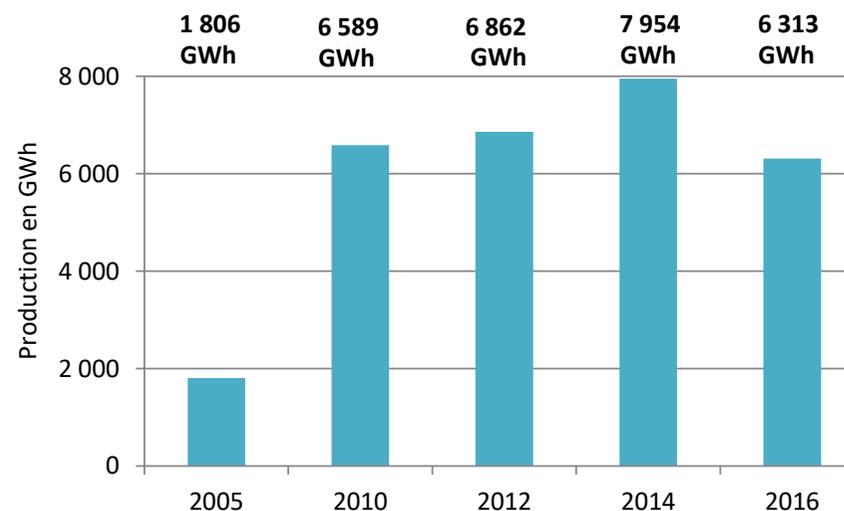
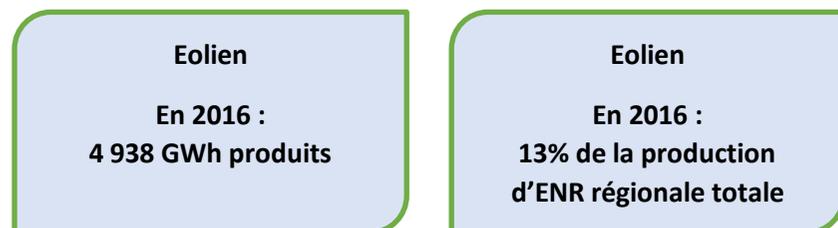


Figure 16 : Evolution de la production d'énergie primaire d'agrocarburants (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Aujourd'hui la filière des agrocarburants fait face à des critiques notamment sur la 1^{ère} et la 2^{ème} génération. Le développement futur de la filière repose sur l'essor de la 3^{ème} et 4^{ème} générations et sur la gestion des questions liées à la tension sur les ressources et sur le foncier.

L'éolien en Grand Est, premier parc en puissance et en production



La filière éolienne est la 4^{ème} filière d'énergie renouvelable du Grand Est en termes de production d'énergie primaire mais la région possède le **premier parc en termes de puissance installée** en France. La puissance cumulée régionale représente le quart de la puissance installée en France.

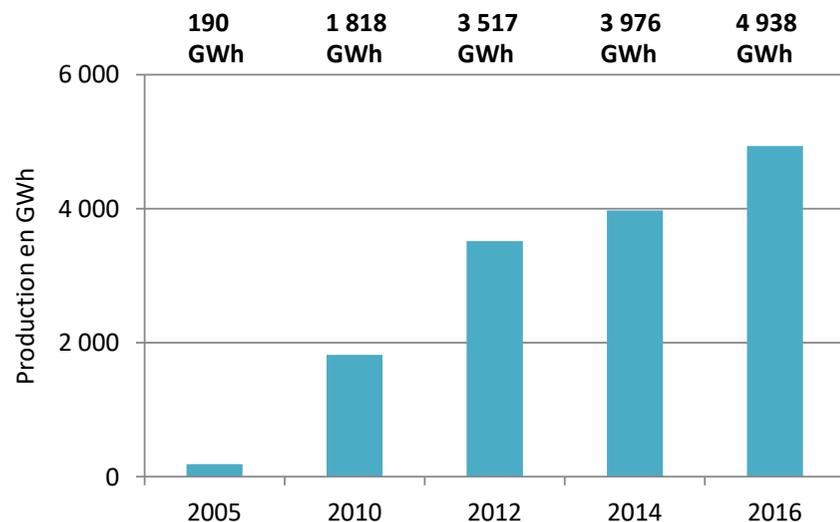


Figure 17 : Evolution de la production d'énergie primaire éolien (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La filière de l'éolien affiche un développement positif sur toute la période 2005-2016. Cette augmentation pèse pour plus d'un quart de l'augmentation totale de la production d'énergie primaire renouvelable. L'année 2005 marque un réel essor de la filière. La hausse de la production ralentit à partir de 2012 ce qui peut être lié aux difficultés actuelles qui accompagnent souvent les nouveaux projets d'installation de parc éolien (longueur des procédures d'autorisation, blocage des projets faute d'acceptabilité, ralentissement lié aux évolutions sur le tarif de rachat et aux incertitudes associées...) mais aussi à des conditions météorologiques moins favorables. La production semble toutefois repartir à partir de 2014.

En 2016, le Grand Est compte **297 installations d'une puissance totale de 2 836 MW**. Les parcs sont principalement situés à l'ouest de la région. L'Aube et la Marne représentent 45% de la puissance cumulée totale. C'est aussi dans ces départements que la dynamique de développement est la plus forte.

Le Grand Est possède encore un important gisement pour la production d'énergie d'origine éolien. L'éolien a comme force la possibilité d'être prévisible et de bénéficier d'une production accentuée en hiver par des vents plus forts et donc susceptibles de répondre aux pics de demande d'énergie. Vue des gestionnaires de réseau, leur intégration est structurée dans le S3REnR.

Plusieurs projets notamment citoyens sont déjà en place. L'énergie éolienne est déjà largement développée sur le territoire, la Région peut donc se reposer sur une bonne connaissance du sujet et sur la présence de plusieurs entreprises de maintenance. Le principal frein de la filière concerne aujourd'hui l'acceptabilité citoyenne des parcs éoliens qui impactent l'environnement paysager et sonore. La promotion de projets participatifs paraît ainsi essentielle à un développement durable de la filière. L'enjeu est donc de mobiliser les acteurs afin d'obtenir une

participation citoyenne en amont des projets tant en financement que sur la gouvernance.

Un développement important de l'aérothermie dans l'habitat



L'aérothermie consiste à récupérer la chaleur contenue dans l'air extérieur afin de la valoriser pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Cette valorisation est rendue possible via l'utilisation de pompes à chaleur. Les pompes à chaleur aérothermiques s'adressent surtout aux particuliers.

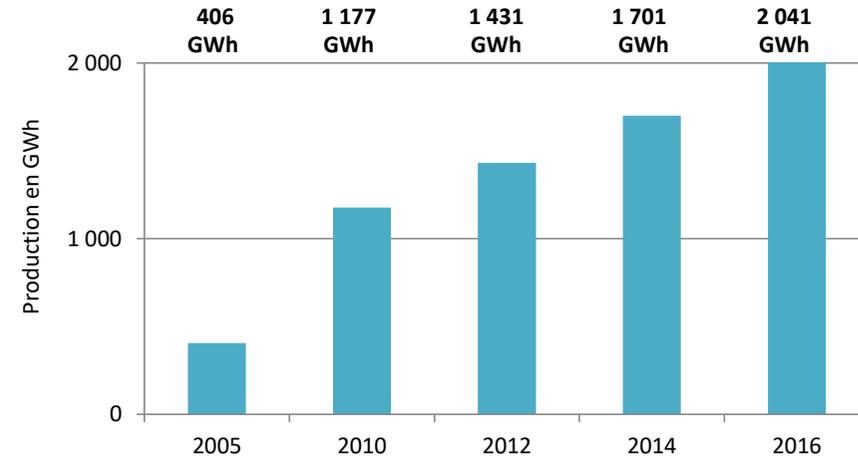


Figure 18 : Evolution de la production d'énergie primaire via les PAC aérothermiques (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La filière des pompes à chaleur aérothermiques s'est progressivement renforcée depuis 2005. Fin 2016, la région compte environ 220 000 installations avec une majorité de PAC air/air, 36% de PAC air/eau et 3% de chauffe-eau thermodynamique individuel¹⁹.

Le biogaz en Grand Est, première région en nombre d'installations et en puissance



La filière biogaz peut être distinguée en trois sous-filières :

- La filière biogaz à des fins de production de carburant
- La filière biogaz à des fins de production de chaleur
- La filière biogaz à des fins de production d'électricité

La production de chaleur constitue la plus grande partie d'énergie issue de la valorisation du biogaz. En 2016, le territoire compte **92 installations de production de biogaz raccordées** à un réseau électrique ou gaz. Parmi elles, 13 sont des installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND)²⁰. Le Grand Est se place ainsi comme la première région en termes de nombre d'installations de méthanisation.

La filière biogaz est une filière dynamique et beaucoup de projets sont actuellement en construction. La Région Grand Est s'est fortement positionnée sur la **filière d'injection de gaz vert** pratiquement inexistante avant 2015. La technologie d'injection qui vise la production de gaz vert est quasi inexistante avant 2015. 7 installations d'injection sont implantées dans la région pour 27 installations en France. Parmi les 7 installations

¹⁹ Données DREAL Grand-Est, Panorama des EnR 2016 et 2017.

²⁰ Données DREAL Grand Est, Panorama des EnR 2017

régionales on trouve 4 méthanisations agricoles, une méthanisation d’ordures ménagères, une méthanisation de déchets verts et une station de traitement des eaux usées.

En termes de puissance électrique raccordée, le **développement est relativement équilibré sur le territoire**. La Moselle affiche la première puissance raccordée régionale tandis que la Meuse et la Haute-Marne montrent un léger retard.

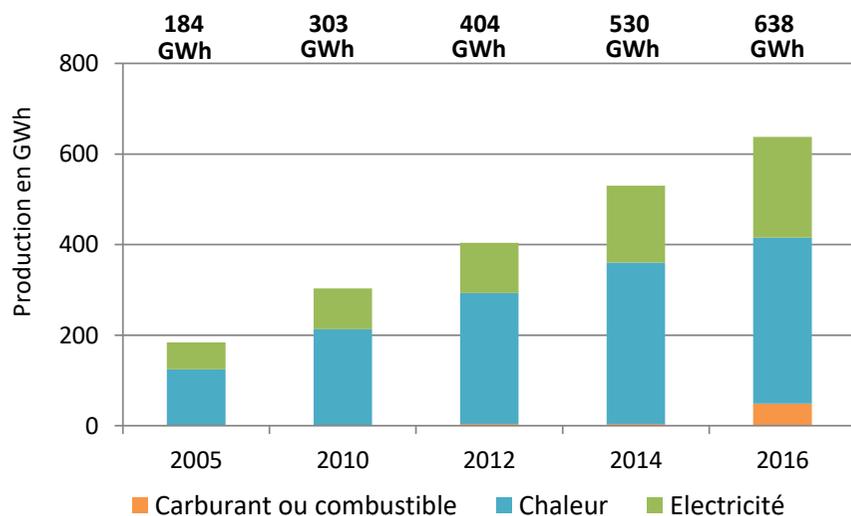


Figure 19 : Evolution de la production d’énergie primaire du biogaz (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

En Grand Est, la production d’énergie issue du biogaz a triplé entre 2005 et 2016. La croissance de la production est régulière sur toute la période.

Le biogaz a pour principal atout la possibilité d’être utilisé sous forme d’électricité, de chaleur ou de carburant/combustible. Les **sources de déchets valorisables sont multiples** : lisiers et fumiers, sous-produits

animaux, résidus de culture, déchets de restauration et autres déchets organiques, boues de stations d’épuration. En valorisant ces déchets, la filière agit en même temps pour la réduction de la quantité de déchets ultimes. La filière laisse paraître un **potentiel fort d’innovation**. Elle peut permettre par ailleurs la création de **synergies** sur le territoire et une plus grande **cohésion** entre les territoires ruraux (producteurs) et les territoires urbains (consommateurs) même si la distance peut aussi constituer un frein à ces projets notamment pour la chaleur dont le transport sur de grande distance n’est pas pertinent. Pour l’électricité et le biométhane, la filière a l’avantage de pouvoir se reposer sur les réseaux déjà existants.

Les principales faiblesses de la filière portent sur le besoin d’un foncier important d’une part, mais aussi le manque de connaissance sur les potentiels porteurs de projets à la ferme et le manque de filière de collecte des déchets. Les contraintes réglementaires qui pèsent sur l’injection sur les réseaux électriques et du gaz en fonction de l’origine des déchets utilisés et les contraintes techniques en termes de teneur en matière sèche et de température de réaction par exemple pourraient aussi venir affaiblir la filière. Aujourd’hui, les installations de production de biogaz peuvent bénéficier des aides du Fonds Chaleur de l’ADEME, du complément de rémunération et du tarif d’obligation d’achat.

La filière incinération des déchets – part renouvelable

Incinération déchets

En 2016 :
595 GWh produits

Incinération déchets

En 2016 :
2% de la production d'ENR
régionale totale

L'incinération des déchets est source d'énergie fatale. La vapeur produite lors de la combustion des déchets peut être récupérée afin d'être valorisée sous forme de chaleur pour alimenter les réseaux de chauffage urbains ou sous forme d'électricité. En France, 25 millions de déchets ménagers sont produits chaque année et 40% d'entre eux sont traités par incinération.

En Grand Est, 79% de cette énergie est livrée sous forme de chaleur et 21% sous forme d'électricité. Sur les 11 installations de la région, la moitié produit de la chaleur et de l'électricité via la cogénération, et le reste se partage équitablement entre l'électricité et la chaleur²¹.

L'énergie valorisée par l'incinération des déchets considérée comme renouvelable est ici calculée grâce à la connaissance de la teneur en biomasse des déchets incinérés.

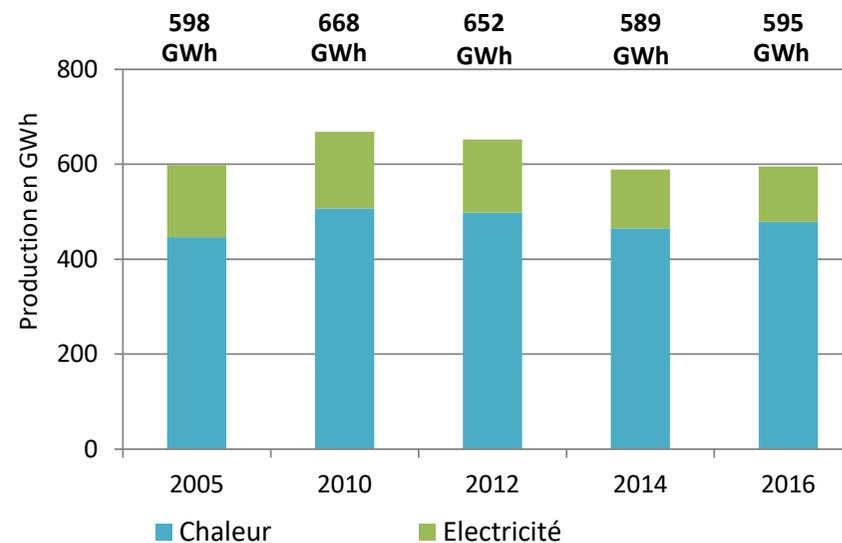
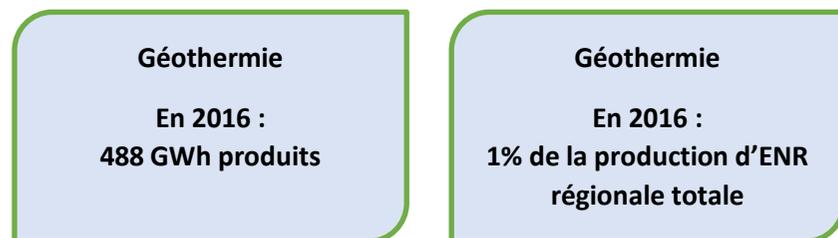


Figure 20 : Evolution de la production d'énergie primaire par l'incinération des déchets – part renouvelable (Source ATMO Grand Est - BURGEAP®)

Au global, la production 2016 est comparable à celle de l'année 2005. Après une légère augmentation entre 2005 et 2010 puis une légère baisse, la récupération de chaleur via l'incinération des déchets ménagers semble se stabiliser autour de 600 GWh.

²¹ Données DREAL Grand Est, Panorama des EnR 2017

La filière géothermique, un positionnement régional fort sur la géothermie profonde



En Grand Est, la filière géothermique comprend :

- La géothermie à très haute énergie (température supérieure à 150°)
- La géothermie basse à haute énergie (température inférieure à 150°)
- Les pompes à chaleur géothermiques (PAC) (à moins de 100 mètres de profondeur)

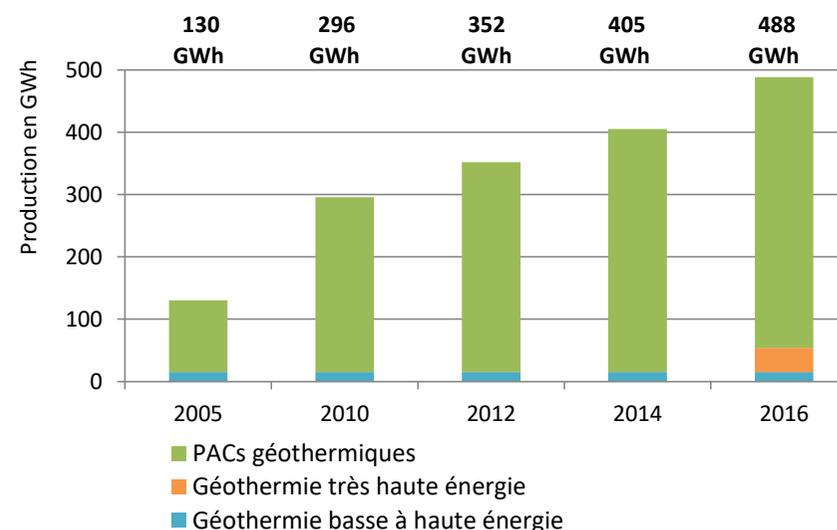


Figure 21 : Evolution de la production d'énergie primaire de la filière géothermie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La filière géothermie montre une progression régulière de sa production d'énergie primaire annuelle depuis 2005.

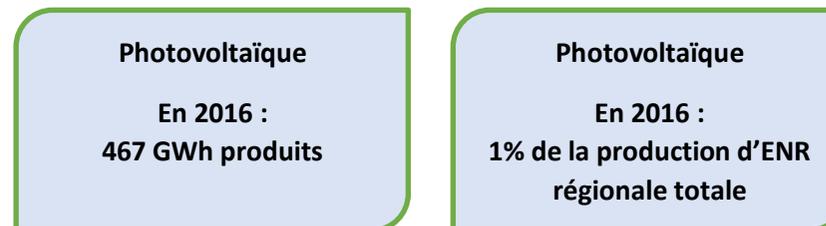
Les pompes à chaleur géothermiques marquent la tendance à la hausse de la production d'énergie d'origine géothermique. Leur production triple entre les années 2005 et 2016 avec une augmentation particulièrement forte entre 2005 et 2010. La géothermie basse à haute énergie compte quatre installations depuis 2005 et la géothermie profonde est présente dans le mix ENR depuis 2016 avec l'exploitation du **site expérimental de Sultz-sous-Forêt** et de la **centrale de géothermie profonde de Rittershoffen** qui vise une consommation industrielle. Ces deux sites ont permis de produire 38 GWh d'électricité et de chaleur en 2016.

Le Grand Est possède un important gisement sur la filière géothermique. Ce gisement est disponible de manière relativement homogène sur

l'ensemble du territoire. Les caractéristiques géologiques du fossé rhénan offrent un gisement particulièrement intéressant pour la géothermie très haute énergie comme en témoignent les sites de Soultz-sous-Forêt et de Rittershoffen. La géothermie toute sous-filière confondue présente le principal intérêt d'être une énergie peu limitée et non intermittente.

En ce qui concerne les pompes à chaleur, leur développement sera à inscrire dans une vision globalisée de l'approvisionnement en énergie dans le bâtiment. Le remplacement des chaudières au gaz et au fioul représente une opportunité pour la filière PAC qui bénéficie d'une éligibilité au Fonds chaleur de l'ADEME. La filière reste cependant soumise à la menace d'une concurrence du bois-énergie et pourrait être freinée par les contraintes techniques sur certaines zones (zones inondables et zones sujettes aux mouvements de terrain) et aux contraintes réglementaires sur le captage d'eau potable qui pourraient être renforcées à l'avenir.

La filière photovoltaïque, une production encore mineure



Avec 7% de la puissance installée nationale, le parc photovoltaïque du Grand Est se place au 5^{ème} rang en France.

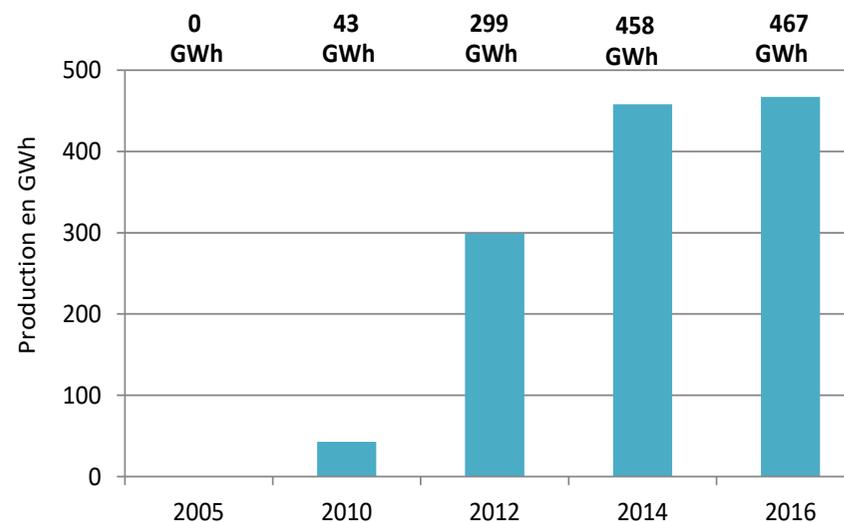


Figure 22 : Evolution de la production d'énergie primaire du photovoltaïque (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

La filière photovoltaïque connaît un essor en 2010 et multiplie par cinq sa production d'énergie entre 2010 et 2012. La croissance ralentit à partir de 2012 probablement influencée par les changements de réglementation tarifaire et par le passage à des appels d'offres nationaux. Cet essoufflement s'observe aussi à l'échelle nationale.

Entre 2005 et 2016, le nombre d'installations passe de 131 à 31 143, la puissance cumulée de 0,40 MW à 445 MW.

Le photovoltaïque est développé sur l'ensemble du territoire et tout particulièrement à l'est (départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin). La plus grande installation se situe en Meurthe et Moselle (centrale PV de la Base aérienne 136 Toul-Rosières ouverte en 2012) et représente 115 MW.

Aujourd'hui la filière photovoltaïque est confrontée à une faible rentabilité, à de nombreuses contraintes foncières, techniques (inclinaison des toits, renforcement de réseau en zone rurale amenant des coûts de raccordement important) et réglementaires. Le développement futur de la filière photovoltaïque pourra compter sur un prix d'installation à la baisse et de multiples possibilités d'applications (raccordement à un réseau, autoconsommation, résidentiel individuel, habitat collectif, etc.). Les appels d'offre trimestriels de la CRE²² pourraient constituer un levier intéressant à exploiter. Enfin, l'essor du marché de l'autoconsommation pourrait aussi aider à la relance de la filière.

La filière solaire thermique

Solaire thermique

**En 2016 :
125 GWh produits**

Solaire thermique

**En 2016 :
0,3% de la production
d'ENR régionale totale**

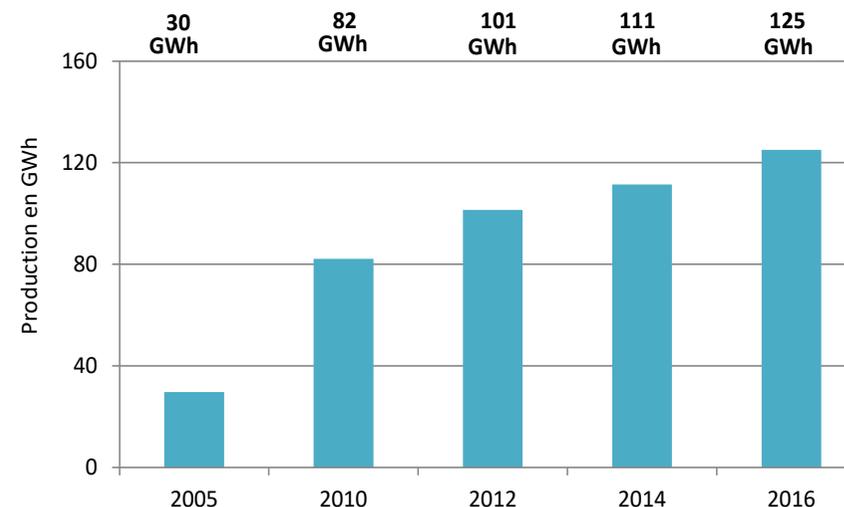


Figure 23 : Evolution de la production d'énergie primaire du solaire thermique (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

²² Commission de Régulation de l'Énergie

La filière du solaire thermique affiche une production très faible en Grand Est et un développement lent. Ce constat vaut pour l'ensemble du territoire national où le marché est en recul depuis plusieurs années.

Actuellement, l'énergie issue du solaire thermique est majoritairement consommée dans le résidentiel à des fins de chauffage domestique et de production d'eau chaude sanitaire.

Le solaire thermique souffre aujourd'hui d'une offre économiquement peu attractive et de la concurrence des filières chauffe-eau thermodynamique (CET), plus économique à l'achat et plus simple à installer, et photovoltaïque notamment avec l'option autoconsommation.

En Grand Est, la production d'énergie renouvelable doit être davantage développée pour atteindre les objectifs fixés à horizons 2020 à l'échelle nationale. L'enjeu est d'assurer un **développement diversifié** de cette production et qui assure une **solidarité territoriale** à l'intérieur de la région. L'intégration du sujet de développement des ENR dans les documents de planification territoriaux pourrait contribuer à un développement maîtrisé et cohérent.

4. Analyse et représentation des réseaux énergétiques sur le territoire

Le réseau électrique, un réseau développé mais à la gouvernance fragmentée pour une réflexion régionale

Mise en contexte : présentation de l'organisation de la distribution d'électricité sur le territoire Grand Est

L'acheminement de l'électricité est divisé en deux secteurs :

- **Le transport d'électricité** : il s'agit de l'acheminement au niveau national sur des lignes de tension comprise entre 50 kV et 400 kV. Ces lignes haute tension sont gérées par l'opérateur RTE, filiale du groupe EDF, qui assure l'équilibrage régional, national et international du réseau. Nous détaillons plus loin comment l'équilibrage régional et les infrastructures sont décrits dans le S3REN – le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables.
- **La distribution d'électricité** : il s'agit de la desserte locale du réseau électrique qui est gérée en grande majorité par ENEDIS (ex-ERDF) et certaines ELD – Entreprises locales de distribution.

Sur ce dernier segment l'organisation territoriale est assez particulière sur la région Grand Est puisqu'au-delà des syndicats recouvrant en grande partie des départements, se trouvent plusieurs AODE – Autorités

Organisatrices de la Distribution d'Électricité – de plus petite taille ainsi que plusieurs ELD – Entreprises Locales de Distribution.

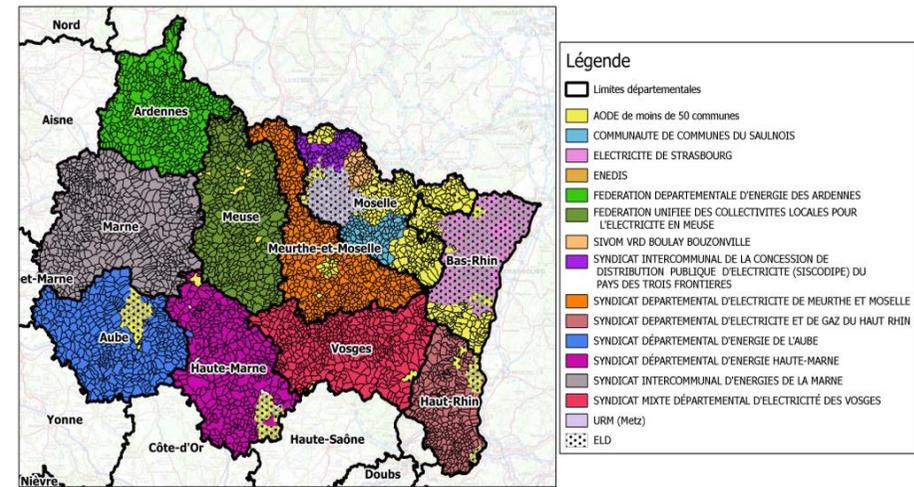


Figure 24 : Organisation territoriale de la distribution d'électricité

Le processus de départementalisation des AODE reste donc en cours, notamment sur la Lorraine.

En outre, ce sont ainsi près d'une trentaine de régies qui opèrent sur le réseau en plus de l'opérateur national ENEDIS.

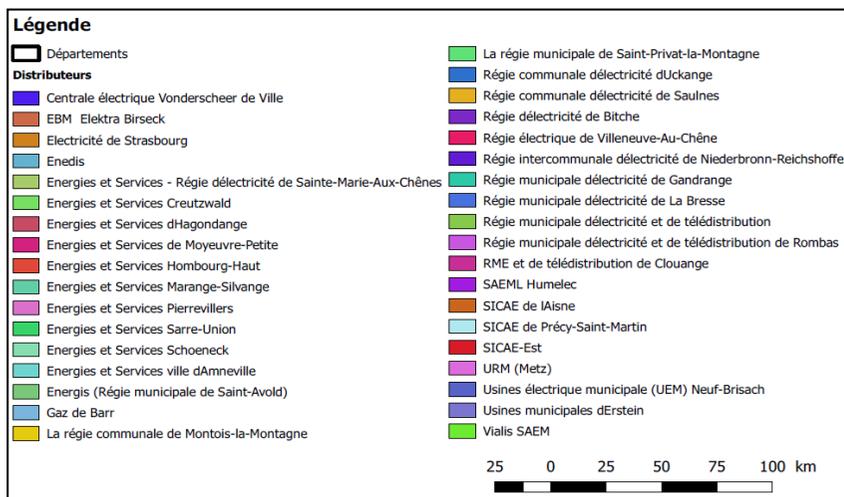
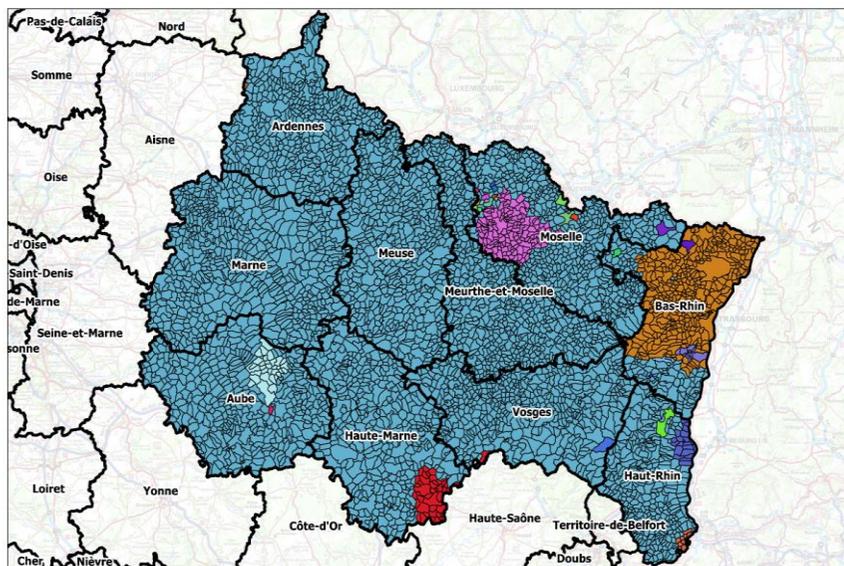
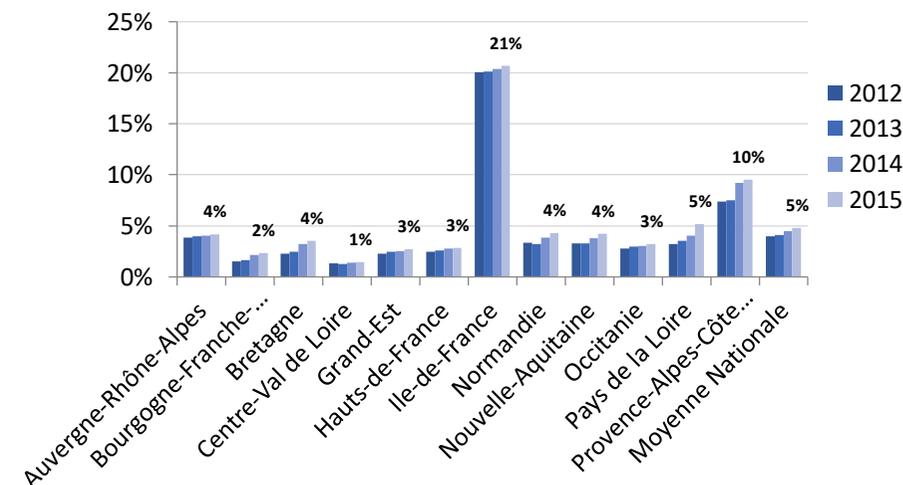


Figure 25 : Présentation des distributeurs, ENEDIS et ELD sur la région

Le réseau de transport électrique

Le réseau de transport d'électricité de la région Grand Est est constitué de 105 447 km. Il est enfoui à 2,8 %, soit en dessous de la moyenne nationale qui s'établit à 4,8 % (3,8 % hors Île-de-France).



Le besoin d'adaptation du réseau de transport résulte notamment de l'évolution des besoins électriques, en plus des problèmes de sûreté de l'alimentation et d'exploitation.

La consommation électrique présente une tendance à la baisse (-10 % en 10 ans), conséquence de la crise économique (-36 % sur l'industrie en 10 ans).

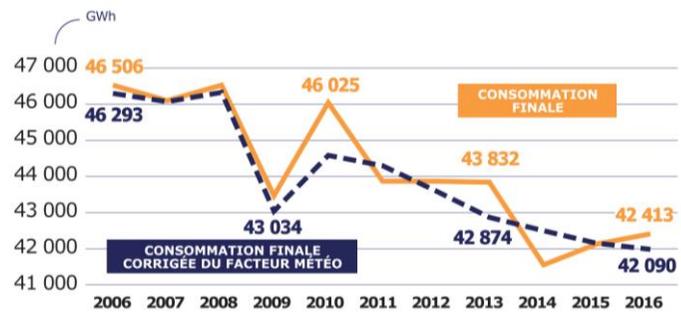


Figure 26 : Evolution de la consommation électrique sur Grand-Est

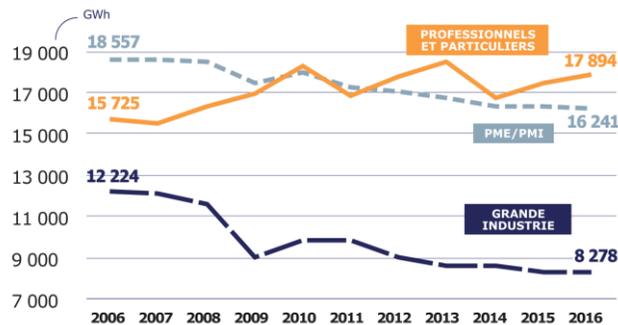


Figure 27 : Décomposition et évolution par secteur

Toutefois, la puissance appelée reste stable, ce qui n'amène pas de sous-dimensionnement des ouvrages. La baisse des consommations peut réduire le foisonnement avec les flux d'injection et donc diminuer les capacités d'accueil des producteurs.

Analyse des S3RENR des anciennes régions

À l'échelle régionale, le réseau de transport d'électricité fait l'objet d'une démarche de planification de la part de l'opérateur RTE sur la base des objectifs fournis dans les différents S3RENR. Dans le cadre du diagnostic initial, nous réalisons un point d'étape des capacités réservées pour le raccordement des ENR sur la base des informations communiquées par RTE à l'échelle de la nouvelle région.

Les investissements nécessaires à l'intégration des ENR à un niveau répondant aux objectifs d SRCAE sont présentés dans le S3RENR et aboutissent à des tickets d'entrée payés dans le cadre du chiffrage du raccordement. Cette quote-part s'établit à :

- 0 k€/MW sur l'Alsace en raison de capacité existante suffisante ;
- 12,21 k€/MW sur la Lorraine ;
- 53,12 k€/MW sur la Champagne-Ardenne.

La carte ci-dessous illustre les capacités prévues pour l'intégration des énergies renouvelables en regard des capacités installées sur le territoire de la région Grand Est et des objectifs des trois SRCAE.

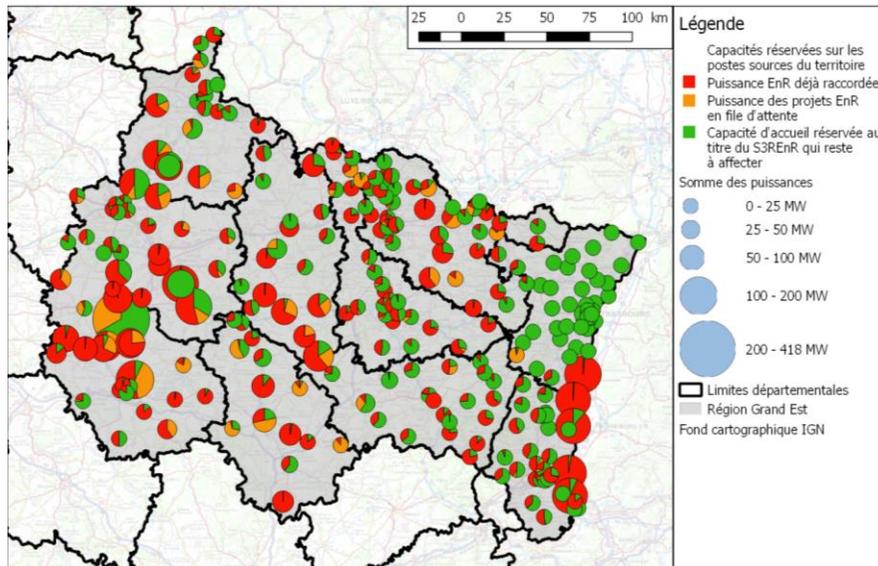


Figure 28 : Capacité du S3REnR sur la région

Cette carte fait apparaître plusieurs éléments :

- Le fort potentiel éolien amène l'implémentation de nombreuses installations sur les plaines champenoises. En plus de ces capacités importantes, RTE maintient des capacités d'accueil importantes pour les futurs projets, avec près de 2 GW en attente sur les départements de la Marne et de l'Aube.
- Plus de 300 MW sont en attente sur la Lorraine avec des zones éteintes ou en passe de l'être ;
- L'hydraulique sature déjà les capacités d'intégration en Alsace sur le bord du Rhin. Il existe en revanche des capacités non exploitées sur le Bas-Rhin.

Toutefois, il convient de noter que les capacités affichées dans le S3REnR tiennent compte de l'évaluation du potentiel d'ENR indiquée dans le

SRCAE. Ainsi, les capacités totales des postes sources ne sont pas identifiées. D'où les faibles capacités présentées aux environs de Strasbourg, Metz ou Nancy alors que les infrastructures y sont dimensionnées pour des flux d'électricité importants.

Il convient donc de présenter une estimation des capacités totales par poste source avant leur minoration dans le S3REnR. La carte suivante indique les capacités restantes selon le S3REnR (part verte du camembert de la carte précédente) et la met au regard des capacités totales restantes. Cette dernière donnée reste estimée et les producteurs éventuellement impactés devront reboucler avec les gestionnaires de réseau afin de valider les possibilités ici présentées.

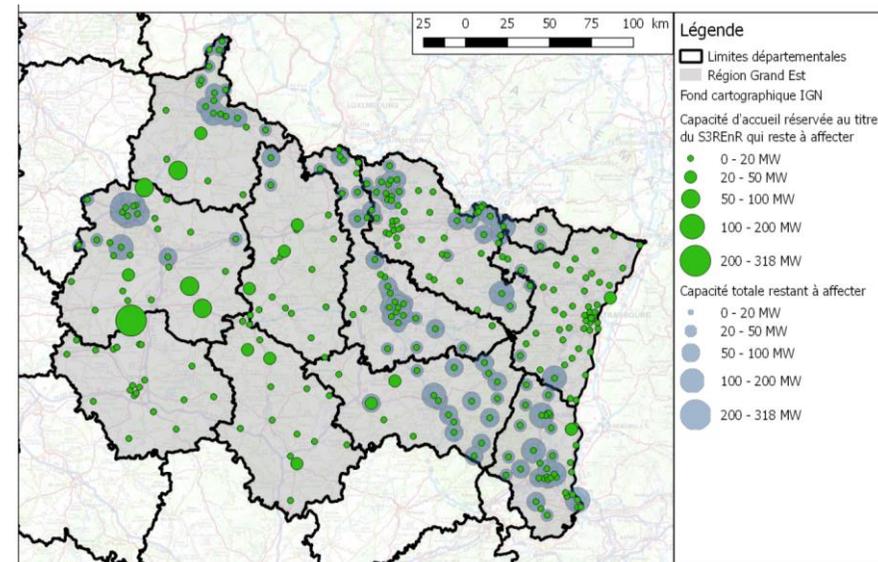


Figure 29 : Capacité restante à affecter du S3REnR et celles estimées totales des postes sources

Du fait de leur caractère décentralisé, les énergies renouvelables amènent de nouvelles contraintes et déstabilisent un réseau électrique construit en considérant des flux d'énergie descendants (depuis les grandes centrales de production vers les sites de consommation). Les pics de production obligent la Région à se poser la question du stockage qui permettrait d'éviter les opérations de renforcement coûteux pour l'ensemble de la collectivité.

Plusieurs technologies, aujourd'hui encore en phase de développement, pourraient représenter une solution de stockage de l'énergie électrique produite à partir de source renouvelable. L'hydrogène représente une de ces solutions d'avenir.

Deux procédés peuvent permettre d'exploiter le vecteur énergétique que représente l'hydrogène :

- **L'électrolyse de l'eau** : elle permet à partir d'électricité de production d'hydrogène qui tout en rendant des services aux réseaux pourra également favoriser une mobilité décarbonée.
- **La méthanation** : elle permet une production de méthane renouvelable réinjecté dans les réseaux de gaz existants.

Plusieurs acteurs du territoire se sont déjà lancés dans l'exploitation de l'hydrogène. Deux projets démonstrateurs phares peuvent être cités :

- **Le projet MHyRABEL** porté par le consortium SODEGER Lorraine, ENGIE et le CEA. Il vise à expérimenter une plateforme de stockage d'hydrogène à partir d'énergie éolienne et de valoriser son exploitation sous différentes formes (réinjection sur les réseaux électriques et gaz ou mobilité notamment).

- **Le projet FaHyence** porté par la Communauté d'Agglomération Sarreguemines Confluences. Il a permis la mise en service en avril 2018 d'une station de recharge tri-carburants (électricité, hydrogène et gaz naturel comprimé).

Suite à l'appel à projets territoires hydrogène²³, puis à la publication de l'avis de l'ADEME²⁴, le Gouvernement travaille sur la rédaction d'un **Plan hydrogène** qui devra donner à la France une stratégie globale sur la filière. Il est à noter que l'hydrogène connaît un déploiement important outre-Rhin, notamment dans les transports ferroviaires et routiers.

²³ https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2016-12-17_Liste_laureats_appel_projets_territoires_hydrogene.pdf

²⁴ <http://www.ademe.fr/vecteur-hydrogene-transition-energetique>

Le réseau de gaz, un réseau en mutation avec des perspectives fortes

L'organisation de la distribution de gaz sur le territoire de la région Grand Est

Le territoire de la région Grand Est présente un cas assez particulier dans le paysage français généralement beaucoup plus uniforme. La région compte en effet six distributeurs différents, ce qui est une conséquence directe de l'histoire. Ainsi, en plus du distributeur national GRDF, la région compte *Energis*, *Réseau GDS*, le Service Gaz et Eau de la ville de Guebwiller, *VEOLIA Eau Est* et *Vialis* comme opérateur.

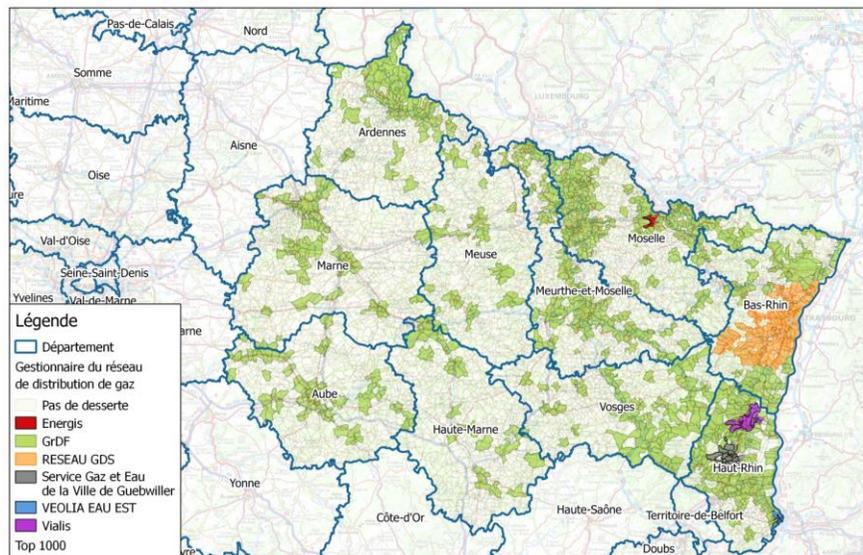


Figure 30 : Desserte de gaz sur la région et présentation des gestionnaires du réseau de distribution

Au total, 1 306 communes sont desservies par le réseau de distribution de gaz sur les 5 135 que compte la région. En particulier, une large zone peu desservie s'étend des Ardennes à l'ouest vosgien.

La compétence d'autorité concédante de la distribution de gaz est détenue par les communes, avec quelques exceptions comme le SEGR sur le Haut-Rhin, le SDEA sur l'Aube ainsi que le Grand Nancy qui constituent les AODG les plus centralisatrices. Le processus de départementalisation est en cours depuis 2007 sur la Haute-Marne ou le SIEM intègre 20 communes sur les 98 desservies.

Les infrastructures de transport sur le territoire

Le réseau de transport gazier de GRTgaz est constitué de 1 222 km de **réseau principal dit national**. Il est composé des éléments du réseau qui relient les points d'interconnexion avec les réseaux de transport adjacents, les terminaux méthaniers et les stockages.

Les **réseaux régionaux**, long de 3 957 km, sont composés des éléments du réseau qui permettent d'acheminer le gaz depuis le réseau principal jusqu'aux gros clients finals ou jusqu'aux réseaux de distribution.

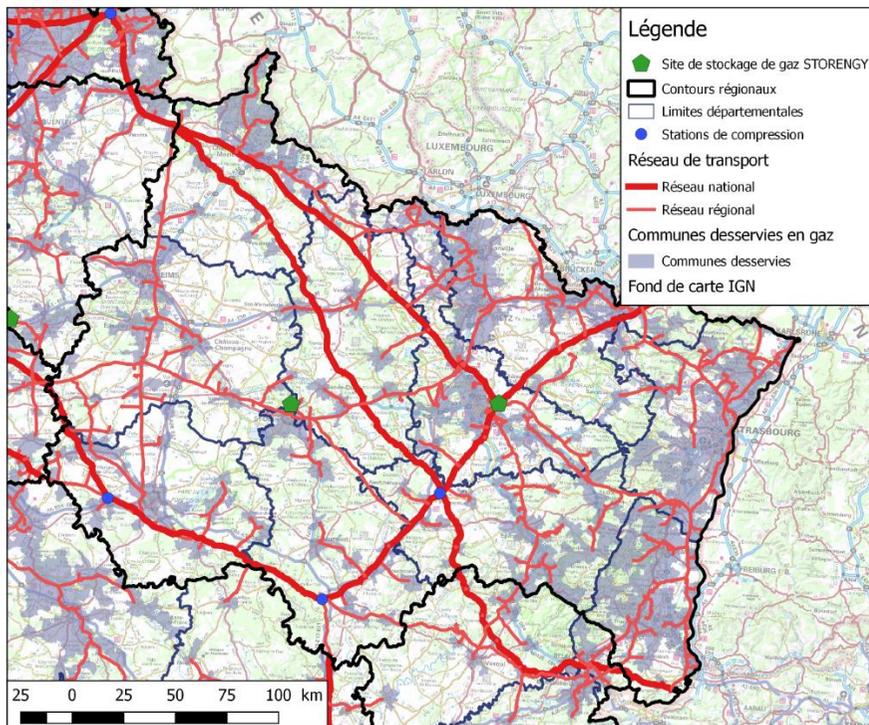


Figure 31 : Réseau de transport gazier sur la région

La région comprend deux sites de stockage Storengy à Trois Fontaines l'Abbaye et à Cerville.

Avec la multiplication des productions décentralisées renouvelables, il convient de connaître les disponibilités par élément de réseau que présente la carte suivante au niveau du réseau de transport. Les disponibilités qui y sont affichées sont fortes sur l'ensemble du territoire.

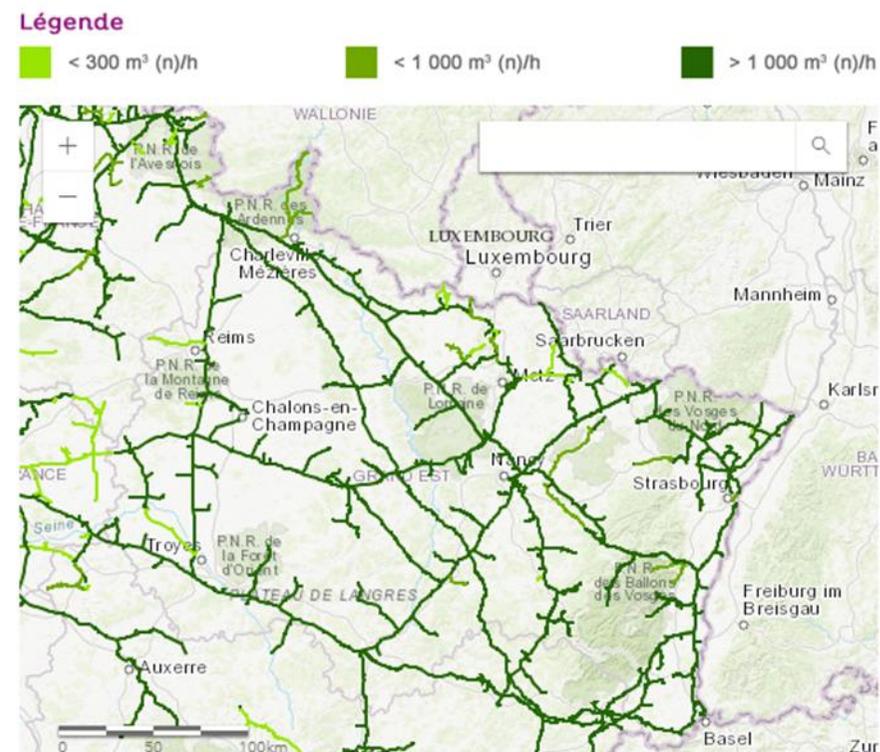


Figure 32 : Capacité d'injection sur le réseau de transport – Source GRTGaz

Les capacités d'injection au niveau du réseau de distribution de gaz peuvent être présentées par les GRD par grappe de réseau, ce qui permettrait d'anticiper les futures contraintes réseau pour les projets de méthanisation.

Les réseaux de chaleur, un levier fort pour le développement des ENR

Les réseaux de chaleur et de froid constituent un outil sans pareil pour mettre en œuvre les énergies renouvelables au cœur du tissu urbain. Nous avons caractérisé ces réseaux sur la base de l'annuaire 2016-2017 des réseaux de chaleur élaboré par l'association ViaSéva. La région Grand Est compte actuellement 64 réseaux de chaleur de tailles très variées allant de quelques MWh à plus de 100 GWh pour 6 d'entre eux. Ces réseaux livrent en tout 2 296 GWh de chaleur, sur l'équivalent de 173 677 logements.

En ce qui concerne le mix énergétique, on constate une très bonne pénétration des énergies renouvelables et de récupération. La chaleur produite provient ainsi :

- Pour 40 % du gaz naturel
- Pour 29,3 % de la biomasse
- Pour 23,1 % de la valorisation énergétique des déchets
- Pour 4,4 % du charbon qui concerne encore trois réseaux à Metz, Reims et Stiring-Wendel.
- Pour 1,3% du fioul
- Pour 2,1 % d'autres énergies

Les différentes métropoles du territoire sont bien dotées dans ce type d'équipement avec 6 réseaux pour Strasbourg, 3 pour Reims, 2 pour Nancy et un pour Metz, qui est néanmoins le plus grand du territoire avec 409 GWh livrés par an.

Les différents mix énergétiques ainsi que la quantité de chaleur livrée sont indiqués sur la carte ci-dessous ville par ville. Pour plus de commodités de lecture, les réseaux d'une même ville ont été regroupés sur un seul diagramme.

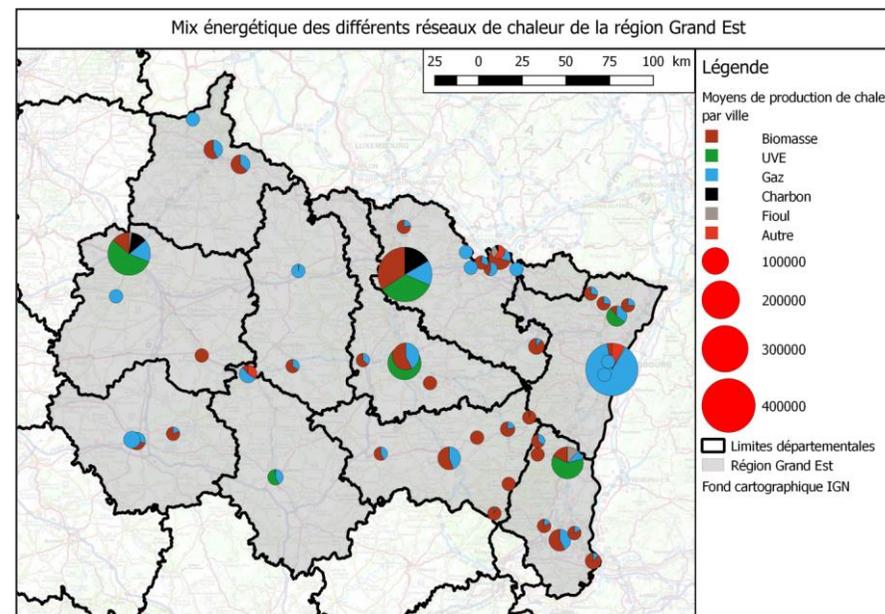


Figure 33 : Mix énergétique des différents réseaux de chaleur régionaux

5. Des émissions de polluants atmosphériques en baisse mais toujours relativement élevées

L'Homme inhale quotidiennement environ 15 000 litres d'air. Cet air est composé en majorité d'azote (78 %) et d'oxygène (21 %) accompagné d'un peu d'argon (0,9 %) et de dioxyde de carbone (0,035 %).

Ces gaz sont émis à l'atmosphère par des sources naturelles (volcans, végétation, érosion, etc.) mais également anthropiques (transports, industries, chauffage, agriculture, etc.). Transportés et transformés sous certaines conditions météorologiques, ils se retrouvent au sol sous forme de dépôts secs ou humides et exposent l'Homme et les écosystèmes à des niveaux de pollution dépassant parfois les normes de pollution de l'air.

Des actions doivent alors être mises en place pour :

- réduire les niveaux de rejets (réglementation des sources et recommandations comportementales)
- réduire les effets de ces gaz en particulier sur la santé (recommandations sanitaires).

Selon le bilan 2016 de la qualité de l'air en Grand Est, la qualité de l'air a été qualifiée de bonne à très bonne en moyenne 72% du temps. Cette situation découle d'une amélioration continue de la qualité de l'air en Grand Est depuis plusieurs années.

Sur la région Grand Est, les principaux polluants auxquels est exposée la population sont **les particules fines (PM10 et PM2.5), le dioxyde d'azote et l'ozone**. C'est à la fois les niveaux de concentration de pollution mais

aussi les secteurs émetteurs qui sont étudiés ici. Les concentrations traduisent les niveaux d'exposition de la population. Ces concentrations sont réglementées à **l'échelle européenne**, actuellement, la Région présente encore des **dépassements de normes en situation de proximité trafic pour le dioxyde d'azote et en situation de fond pour l'ozone**.

Si aujourd'hui la qualité de l'air extérieur est relativement bien surveillée et de plus en plus réglementée, la qualité de l'air intérieur ne fait pas encore l'objet d'autant d'attention. Pourtant, **l'enjeu sanitaire de la qualité de l'air intérieur** est considérable quand on sait que la population passe plus de 80% de son temps dans des lieux clos. En termes de qualité de l'air intérieur, on peut distinguer deux types de pollution :

- Une pollution continue mais assez faible en intensité liée aux matériaux de construction par exemple
- Une pollution ponctuelle et plus forte liées aux activités humaines (utilisation de solvants domestiques, foyers ouverts, etc.)

Le maintien d'un air intérieur non nocif pour l'Homme implique de mettre en œuvre des systèmes de ventilation performant et adapté dans les logements et dans les établissements recevant du public. Un enjeu qualité de l'air est donc à lier à celui de la rénovation énergétique des bâtiments.

Les émissions de particules fines, des évolutions très diverses selon les secteurs

Les émissions de PM2.5

Les particules ont de nombreuses origines, à la fois naturelles et anthropiques. Les sources les plus importantes d'émissions sont les véhicules ou poids lourds diesel, la combustion du bois notamment dans le secteur résidentiel, les activités industrielles ou énergétiques. Deux tailles de particules sont réglementées et surveillées : les particules fines PM 10 (leur diamètre est inférieur à 10 µm) et les particules PM 2.5 (leur diamètre est inférieur à 2.5 µm).

En 2016, les émissions de PM2.5 sont de **20 033 t**. Les émissions de PM2.5 ont connu une **réduction de 26% entre 2005 et 2016**. Toutefois la dynamique d'évolution des émissions entre secteurs d'activité est très différenciée. La branche énergie de l'industrie et l'industrie manufacturière affichent respectivement des baisses de 84% et 68% de leurs émissions. Ces dynamiques masquent néanmoins une hausse des émissions dans les secteurs résidentiel et tertiaire liée à une hausse de l'utilisation du chauffage au bois en 2016.

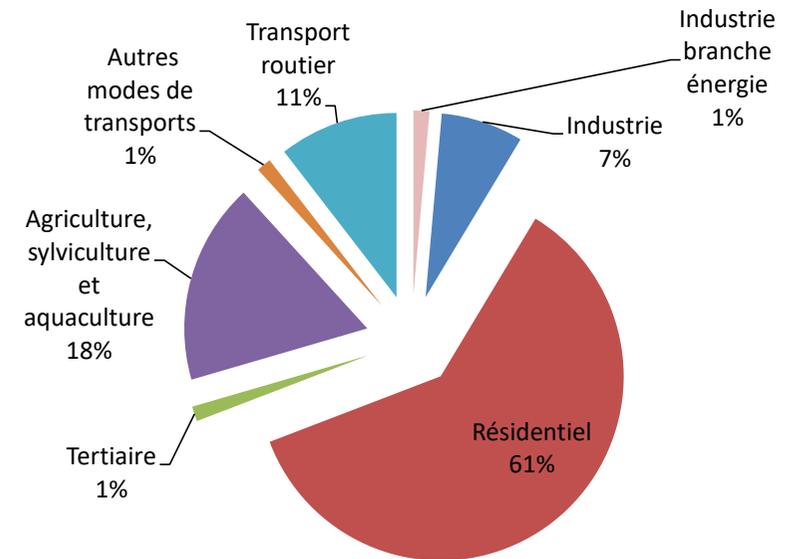


Figure 34 : Répartition des émissions de PM2.5 par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Le premier poste émetteur de **PM2.5** est le secteur résidentiel avec 61% des émissions (soit 12 119 t émises en 2016). Ces émissions sont étroitement liées à la combustion du bois pour le chauffage des logements dans la région Grand Est. Après une légère baisse entre les années 2005 et 2014, les émissions du secteur résidentiel sont reparties à la hausse en 2016. Cette hausse des émissions entre 2014 et 2016 peut être liée à une utilisation plus élevée du chauffage en particulier au bois pendant l'année 2016 globalement plus froide que celle de 2014.

Le deuxième poste émetteur de PM2.5 est le secteur de l'agriculture et de la sylviculture qui représente 18% des émissions totales soit 3 538 t en 2016. Ses émissions ont baissé de 15% entre 2005 et 2016.

Le troisième poste émetteur est le secteur du Transport routier avec 11% des émissions (soit 2 105 t en 2016). Ces émissions ont diminué de moitié entre 2005 et 2016. Cette baisse peut s'expliquer par la mise en œuvre des nouvelles normes Euro sur le parc de véhicules.

Les concentrations moyennes de PM2.5 sont à la baisse en influence de fond et trafic. Elles oscillent **entre 12 et 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Les niveaux les plus élevés sont enregistrés sur l'axe Mulhouse-Strasbourg. Une partie de l'agglomération strasbourgeoise présente des moyennes annuelles supérieures à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

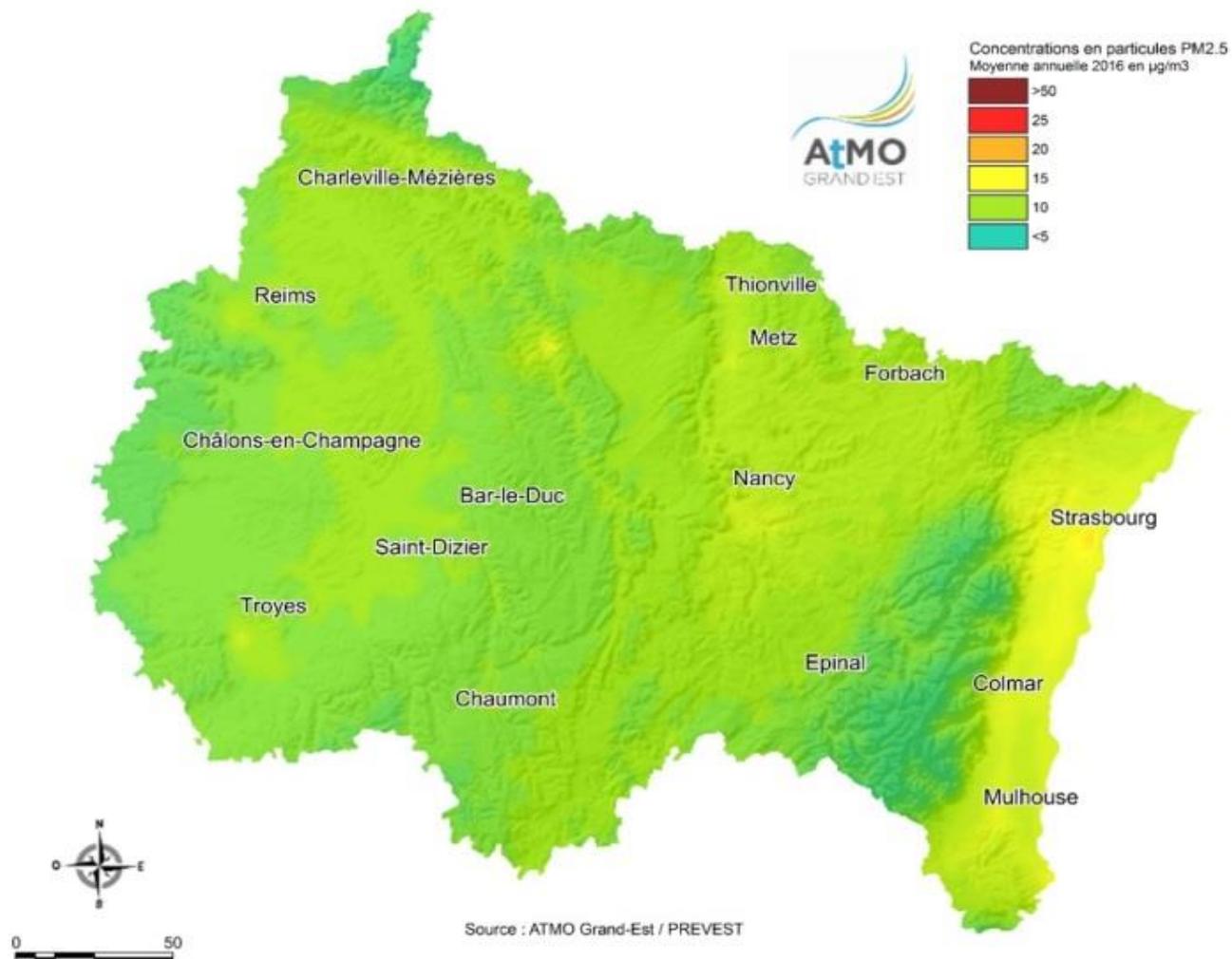


Figure 35: Carte des concentrations en particules fines PM2,5 -(moyenne annuelle 2016 – (Source ATMO Grand Est / PREVEST)

Les émissions de PM10

En 2016, les émissions de PM10 s'élèvent à **35 497 t** dont une partie sont des émissions de PM2.5. Ainsi, les actions menées sur les PM2.5 ont des conséquences directes sur les émissions de PM10. Les émissions de PM10 ont connu une **réduction de 20% entre 2005 et 2016**.

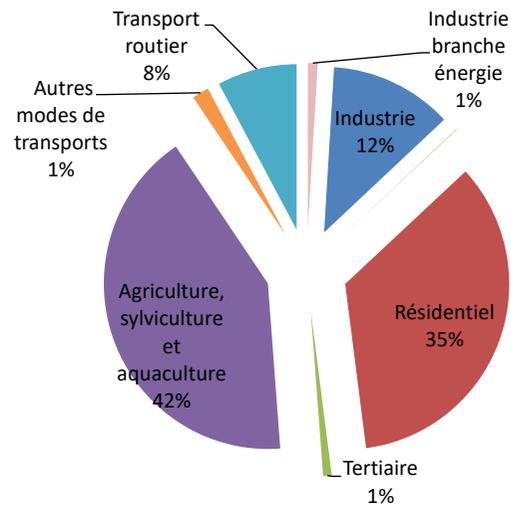


Figure 36 : Répartition des émissions de PM10 par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Le premier poste émetteur de PM10 est le **secteur agricole-sylvicole**. Il est à l'origine de 42% des émissions totale de PM10 soit 14 807 t en 2016.

Le second poste émetteur est le secteur résidentiel avec 35 % des émissions. Entre 2005 et 2016, on observe comme pour les émissions de PM2.5 une hausse de 5% des émissions. Tout comme pour les émissions de

PM2.5, cette hausse peut être liée à une utilisation plus élevée du chauffage au bois en 2016 par rapport à 2014.

Le troisième poste le plus émetteur est le secteur industriel avec 12% des émissions (4 295 t). Ces émissions ont connu une évolution de -54% entre 2005 et 2016 qui peut s'expliquer par une baisse de l'activité liée à la crise économique.

Il est à noter que le secteur de l'Extraction, de la transformation et de la distribution de l'énergie enregistre la plus grosse baisse en termes d'émission de PM10 entre 2005 et 2016 (plus des trois-quarts). La cessation d'activité de la raffinerie de Reichstett en 2012 (Bas-Rhin) peut expliquer ce recul plus marqué entre les années 2012 et 2014.

Les concentrations de PM10 affichent une tendance à la baisse dans l'air ambiant (influence trafic, fond et industrielle). Les moyennes annuelles de concentration de PM10 sont relativement homogènes sur l'ensemble de la région. Des niveaux plus faibles sont enregistrés dans les Vosges et des concentrations plus élevées sont relevées à proximité des zones urbaines et des axes routiers. Selon le bilan de la qualité de l'air d'ATMO Grand Est, 1 086 personnes sont exposées à des dépassements de la valeur limite journalière de PM10, fixée à 50 µg/m³, plus de 35 jours par an. Ces dépassements ont principalement lieu à Strasbourg et Nancy.

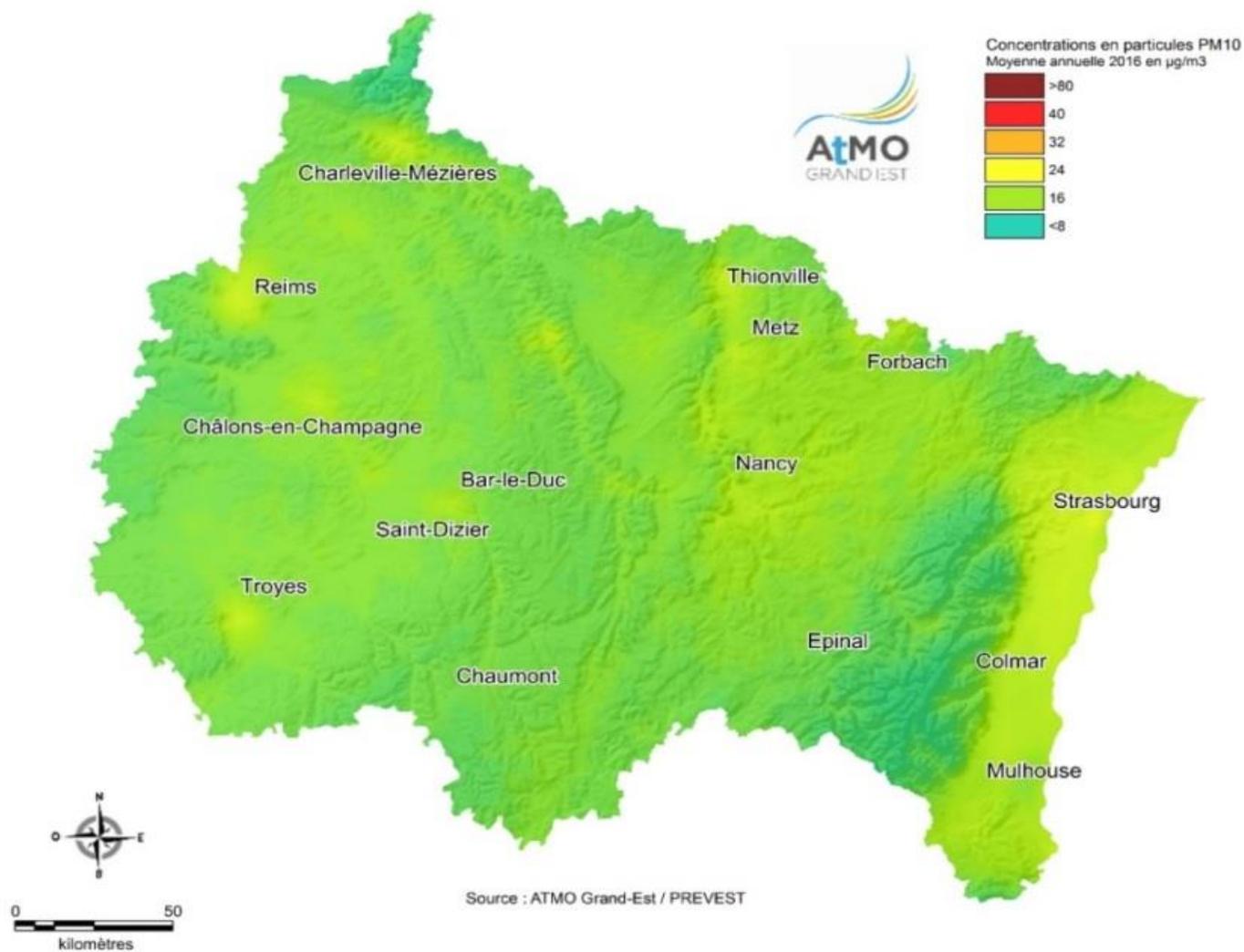


Figure 37: Carte des concentrations en particules fines PM10 - moyenne annuelle 2016 (Source ATMO Grand Est / PREVEST)

Les émissions d'oxydes d'azote, une baisse très liée à l'amélioration du parc roulant

Formés par association de l'azote et de l'oxygène à haute température, les oxydes d'azote sont issus de toutes combustions d'origine fossile. Le principal oxyde d'azote est le **NO₂** (dioxyde d'azote) qui est essentiellement issu du trafic routier et du secteur industriel. En effet, le monoxyde d'azote (**NO**), émis à la sortie du pot d'échappement, est oxydé en quelques minutes en NO₂. On le retrouve ainsi en quantité relativement importante à proximité des axes de forte circulation et dans les centres villes. L'inventaire suivant regroupe tous les types d'oxydes d'azote en une seule catégorie.

En 2016, les émissions de NOx sont de **87 533 t**. Entre 2005 et 2016, on observe une réduction de moitié de ces émissions.

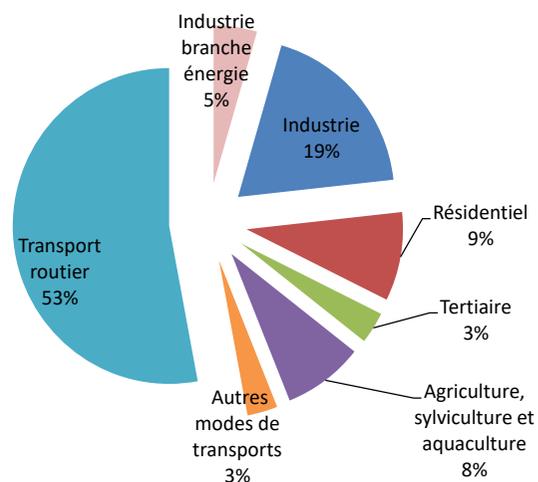


Figure 38 : Répartition des émissions de NOx par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Le principal poste émetteur est le **secteur du transport routier** avec **53% des émissions** (soit 46 282 t en 2016). Comme mentionné plus haut, ceci s'explique par l'oxydation du monoxyde d'azote émis par les pots d'échappement. Ce secteur connaît une réduction de 42% entre 2005 et 2016, ce qui compte pour plus du tiers de la réduction globale des émissions de NOx. Elle s'explique essentiellement par des avancées technologiques en matière de filtre sur les pots d'échappement des véhicules (normes Euro).

Le second poste le plus émetteur est **l'industrie** avec 19% des émissions en 2016 (soit 16 410 t). Ce poste a diminué de moitié entre 2005 et 2016. Ce poste d'émissions contribue donc à 23% de la réduction globale des émissions de NOx.

Comme pour les émissions de PM10, le secteur de l'extraction, de la transformation et de la distribution, aujourd'hui 12% des émissions totales, affiche la baisse la plus significative parmi les différents secteurs (-87%). La baisse a lieu entre les années 2012 et 2014 passant de 16 710 t à 9 275 t. Cette baisse peut aussi s'expliquer par la fermeture définitive de la raffinerie de Reichstett en 2012.

Les concentrations moyennes annuelles de NOx diminuent légèrement en situation de fond et en situation industrielle et plus fortement en situation trafic.

Les concentrations les plus élevées se trouvent à proximité des grands axes routiers du territoire. Les axes autoroutiers de l'A4, de l'A31 et de l'A35 sont tout particulièrement concernés ainsi que les centres urbains des agglomérations telles que Colmar, Metz, Mulhouse, Nancy, Strasbourg et Thionville.

En 2014, 4 220 personnes habitent dans un secteur où la pollution de fond en NO₂ dépasse la valeur limite annuelle de 40µg/m³.

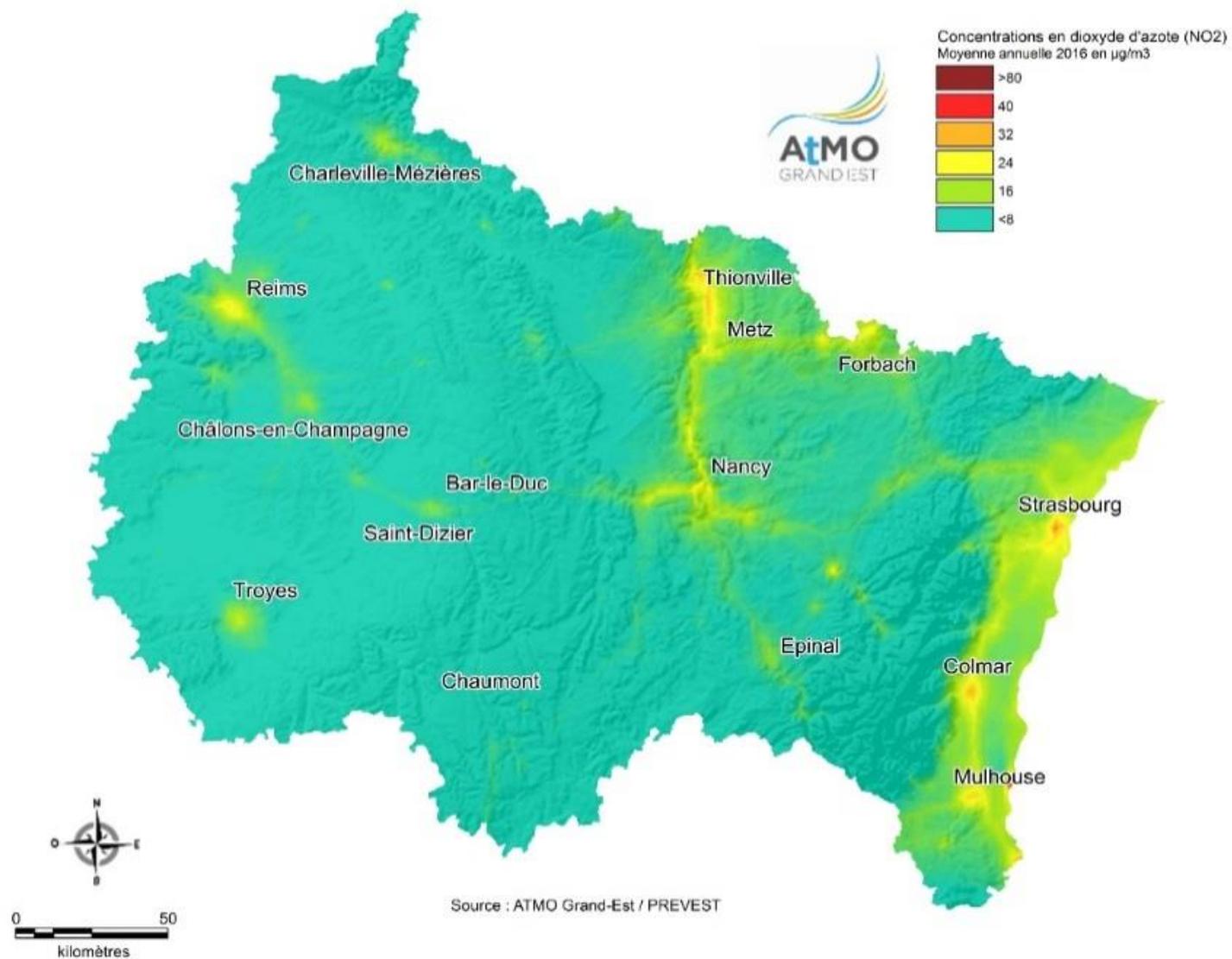


Figure 39: Carte des concentrations en dioxyde d'azote NO₂ en moyenne annuelle 2016 (Source ATMO Grand Est / PREVEST)

L'ozone, un enjeu pour les territoires urbanisés

L'ozone est un polluant secondaire issu de plusieurs réactions chimiques faisant intervenir des composés précurseurs : les polluants primaires soumis à l'influence des conditions atmosphériques. Ces réactions nécessitent le rayonnement intense du soleil et sont à l'origine de la pollution photochimique. La formation de l'ozone est favorisée par les fortes chaleurs ce qui fait de lui un polluant particulièrement problématique pour les grandes agglomérations soumises à des pics de chaleur l'été.

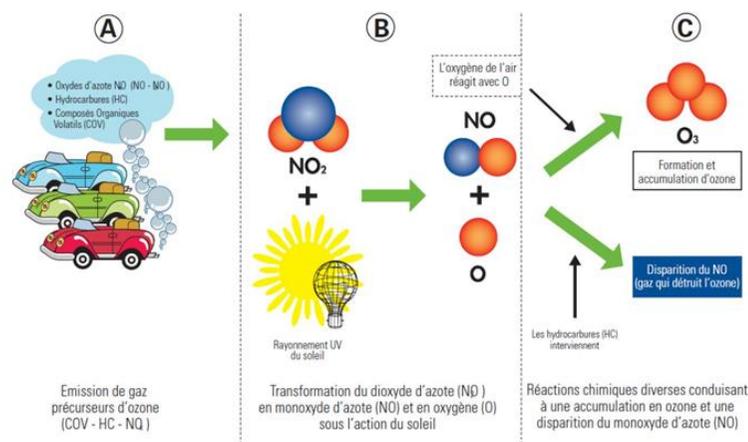


Figure 40 : Schéma de formation de l'ozone (Source ATMO Grand Est (anciennement AIR Lorraine))

La présence de COV (composés organiques volatils) perturbe le cycle de l'ozone. Les produits de dégradation des COV réagissent avec le NO pour donner le NO₂ sans intervention de l'ozone. Ce dernier aura donc tendance à s'accumuler. C'est le phénomène de pic d'ozone.

Dans la perspective d'une élévation des températures moyennes annuelles, l'ozone est un enjeu important pour la qualité de l'air. Dans la région Grand Est, ces concentrations sont très contrastées selon le milieu considéré. Les concentrations sont élevées en fond urbain (très élevées pour ce qui concerne l'est de la région) et plutôt faible en situation de fond rural.

Les dépassements de la valeur cible de protection humaine pour l'ozone se situent principalement sur les départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin (Vosges du Nord, Hautes-Vosges, agglomérations de Colmar et Mulhouse). Cette zone du territoire présente la particularité de disposer d'un ensoleillement important, de températures élevées ainsi que de vents faibles.

En 2014, 154 000 personnes sont concernées par ces dépassements à l'ozone. En plus de l'impact sanitaire qu'il représente, l'ozone est aussi réglementé pour son impact vis-à-vis de la végétation. L'AOT 40 fixe à 18 000 µg/m³/h la valeur limite de concentration en ozone. Ce seuil vise à protéger la végétation sur une période longue. En Grand Est, sur la période 2012-2016, le département du Haut-Rhin et plus précisément les agglomérations de Mulhouse et de Colmar enregistrent les valeurs de l'indice les plus élevées du territoire.

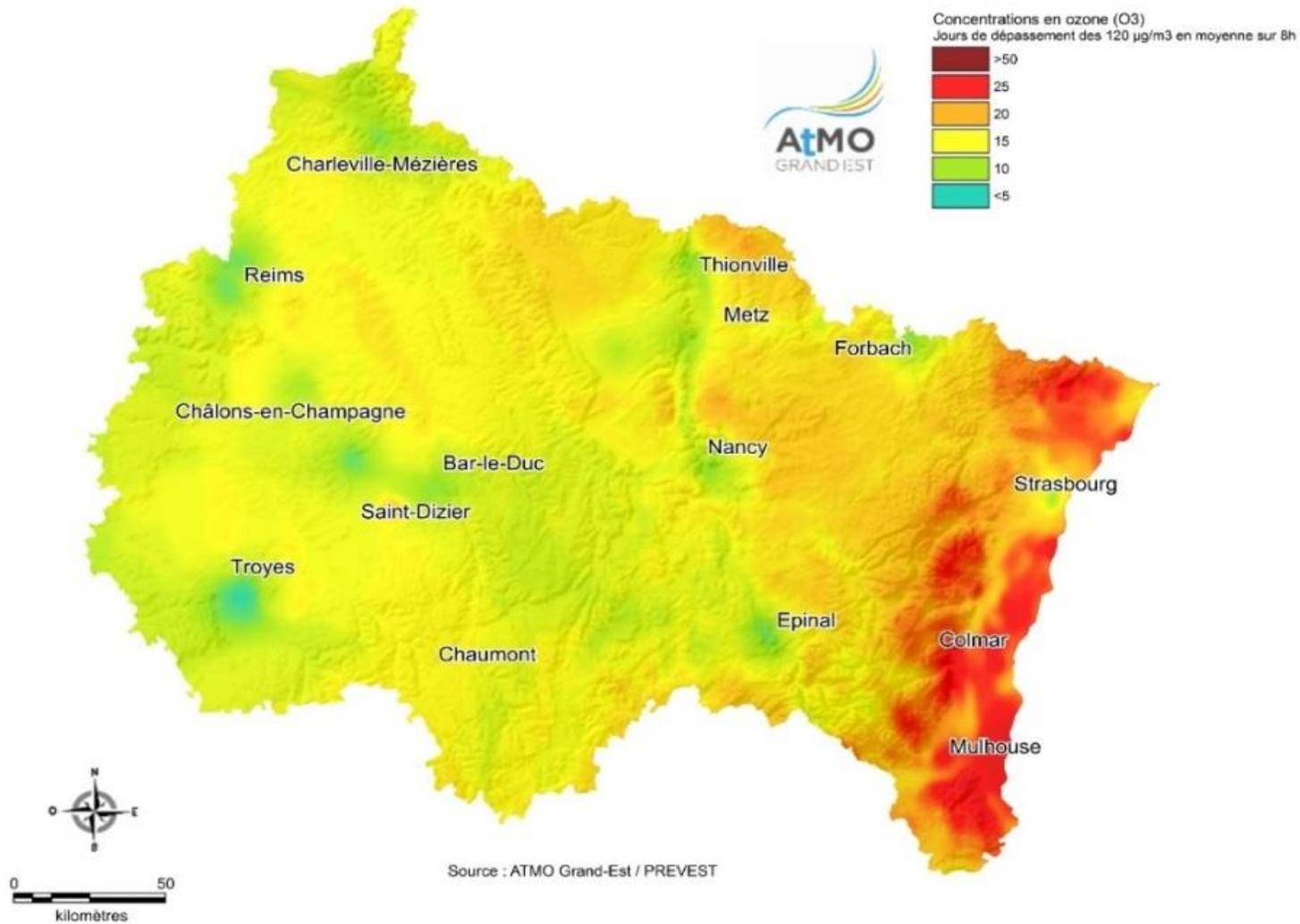


Figure 41 : Carte des concentrations en ozone - jours de dépassement (Source ATMO Grand Est / PREVEST)

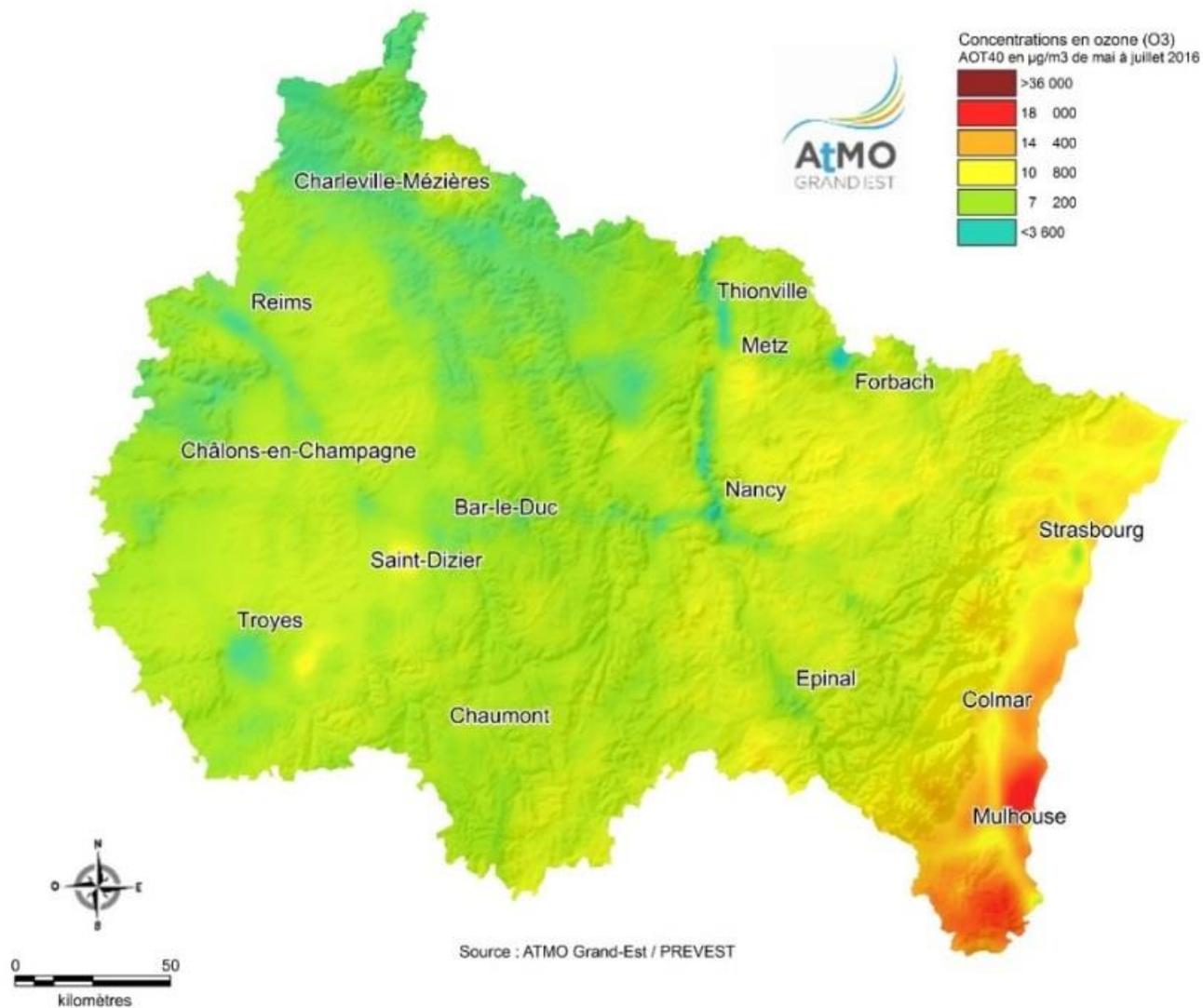


Figure 42 : carte des concentrations en ozone - mai à juillet 2016 (Source ATMO Grand Est / PREVEST)

Les émissions de COVNM

Les composés organiques volatils non méthaniques (ou COVNM) sont des polluants très variés dont les sources d'émissions sont multiples. Ainsi l'utilisation de solvants industriels ou domestiques comme le transport routier (combustion et évaporation) sont des sources d'émissions importantes. Les forêts sont également des sources majeures de terpènes et d'isoprènes (émissions comptabilisées dans le Hors bilan). Enfin, la consommation de combustibles (fossiles ou naturels) émet des COVNM mais plus faiblement que les activités citées précédemment.

Les émissions de COVNM en 2016 sont de **81 260 t**. Entre 2005 et 2016, ces émissions connaissent une **baisse de 35%**.

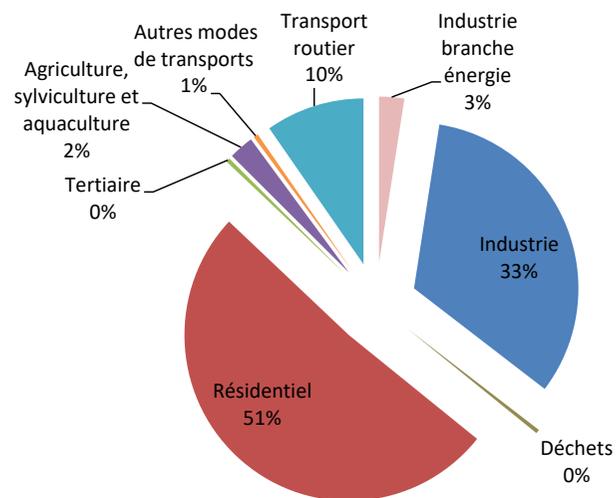


Figure 43 : Répartition des émissions de COVNM par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Le premier poste émetteur est le secteur résidentiel avec 51% des émissions. Une légère baisse s'observe sur ce secteur entre 2005 et 2016. Elle est principalement due au renouvellement du parc d'appareils de combustion dans les logements.

Le deuxième plus gros émetteur de COVNM est le secteur industriel avec 33% des émissions en 2016. La dynamique qui prévaut depuis 2005 a permis une baisse de moitié des émissions du secteur.

Les émissions de dioxyde de soufre, une baisse qui reflète la baisse des consommations industrielles

En 2016, les émissions de SO₂ s'élèvent à **9 849 t**. Ces émissions ont connu la réduction la plus importante tous polluants confondus entre 2005 et 2016 (-88%).

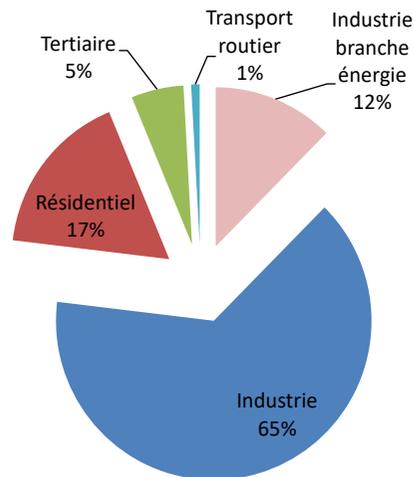


Figure 44 : Répartition des émissions de SO₂ par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Longtemps, les sources d'émissions du SO₂ ont été essentiellement de deux ordres : l'activité d'extraction, de transformation et de distribution d'énergie (raffinage du pétrole et à la production d'électricité par combustion de charbon et de fioul lourd) et le secteur industriel (procédés industriels tels que fabrication de pâte à papier, de l'acide sulfurique, de tuiles, de briques). Ils représentent encore aujourd'hui 77% des émissions de SO₂. Ces deux secteurs ont néanmoins très fortement diminué leurs

émissions et la branche énergie émet en 2016 moins d'émissions de SO₂ que le secteur résidentiel.

La moyenne annuelle en concentration de dioxyde de soufre sur le territoire régional est très faible (en dessous de 5µg/m³ en moyenne sur les 5 dernières années). Aucune variation de concentration n'est observée pour l'année 2016. Les zones concernées par des concentrations plus importantes sont exclusivement des zones d'émissions industrielles notamment le secteur de Pont-à-Mousson en Meurthe-et-Moselle et de Vieux-Thann dans le Haut-Rhin.

L'ammoniac

L'ammoniac est le principal précurseur de particules secondaires émis par l'agriculture. Basique, il réagit avec les composés acides tels que les oxydes d'azote ou de soufre provenant de l'ensemble des sources anthropiques pour former des particules très fines de nitrate ou de sulfate d'ammonium.

En 2014, les émissions de NH_3 s'élèvent à 51 692 t. Entre 2010 et 2014, on observe une réduction de 5% de ces émissions.

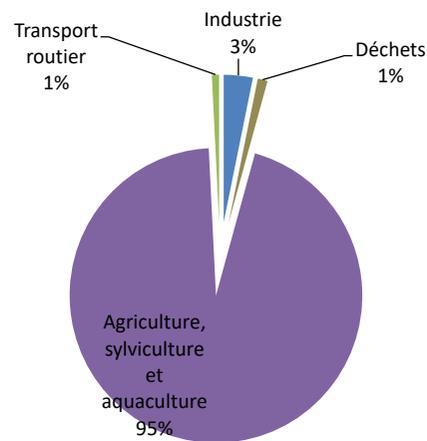


Figure 45 : Répartition des émissions de NH_3 par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Les émissions de NH_3 proviennent d'une source quasi unique qui est celle du secteur agricole et sylvicole (93% des émissions totales). Ce sont plus précisément les cultures et l'élevage qui sont les sous-secteurs émetteurs influencés à la fois par la quantité d'engrais épandus et l'évolution du cheptel. Les émissions de NH_3 du secteur agricole et sylvicole n'ont quasiment pas évolué entre 2010 et 2014 (-6%).

Le secteur industriel est aussi contributeur à hauteur de 6%. 2% des émissions sont générées par le traitement des déchets (production de compost) et 4% sont dues aux industries telles que celles du verre et de la chimie inorganique. Ces émissions sont en hausse de 18% entre 2010 et 2014 ce qui peut être dû à une augmentation de la quantité de déchets, elle-même liée à l'augmentation de la population en Grand Est (+ 22 115 habitants)

Le secteur routier représente 1% des émissions de NH_3 et est en forte baisse depuis 2010 (-27%)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP4)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques considérés ci-dessous sont les suivants : BaP, BbF, BkF, IcdP.

En 2014, les émissions de **HAP4** sont de 2 t. En termes de tonnes émises, les HAP4 enregistrent les plus faibles quantités en comparaison avec les autres polluants atmosphériques. Entre 2010 et 2014, on observe une réduction de -14% des émissions de HAP4.

Le secteur résidentiel est le premier secteur émetteur de HAP. Ces émissions proviennent essentiellement de la combustion dans les appareils de chauffage domestiques et des feux ouverts de déchets verts.

Si les concentrations de BaP sont globalement stables en situation de fond et en situation de trafic, en proximité industrielle les concentrations peuvent atteindre des valeurs plus élevées et plus fluctuantes mais en voie de stabilisation. Ces concentrations s'observent tout particulièrement dans la vallée de la Fensch à Florange (activités sidérurgiques) et à Héming en Moselle.

Le monoxyde de carbone

En 2014, les émissions de **CO** s'élèvent à 302 132 t. Il s'agit du premier polluant en termes de tonnes émises dans le Grand Est.

Le secteur résidentiel est le grand secteur émetteur régional du monoxyde de carbone (58%). Ces émissions proviennent en majeure partie de la combustion du bois dans les installations de chauffage du parc de logements. Ce paramètre est très lié aux conditions climatiques et plus particulièrement à la rigueur du climat, la baisse des émissions est ainsi à la fois la conséquence directe d'hivers plus doux et du renouvellement des installations de chauffage. Les autres principaux secteurs émetteurs (routier et industrie) enregistrent une baisse plus importante.

Bilan qualité de l'air 2016 : exposition de la population

Le bilan 2016 de la qualité de l'air en Grand Est fait état de dépassements de valeurs limites pour la protection de la santé humaine fixées par la réglementation européenne pour trois polluants :

- NO₂ : valeur limite annuelle à 40 µg/m³ – 0,08% de la population exposée
- PM10 : valeur limite journalière de 50 µg/m³ (plus de 35 jours de dépassements par an) – 0,02% de la population exposée
- O₃ : 120 µg/m³ sur 8 heures (plus de 25 jours de dépassements par an) – 2,8% de la population exposée

Le respect de ces valeurs réglementaires implique de maintenir une vigilance particulière sur les situations de proximité (trafic, industrielle, etc).

Plusieurs facteurs aggravants viennent accentuer la sensibilité de certaines zones du territoire. C'est le cas notamment pour la vallée rhénane et pour la vallée du Massif Vosgien qui ont en commun un transit important, une faible ventilation et un fort taux de chauffage au bois.

En Grand Est, l'amélioration de la qualité de l'air peut s'appuyer sur un système de surveillance solide et efficace acquis par l'expérience dont témoigne l'AASQA ATMO Grand Est. La dynamique transfrontalière (via des projets INTERREG, etc.) est aussi un atout important. Les problématiques de pollution de l'air de la vallée rhénane sont des sujets auxquels l'ensemble du Rhin Supérieur se trouve confronté. Aujourd'hui, **les objectifs de qualité de l'air doivent viser des niveaux plus ambitieux, c'est**

le cas des valeurs guides de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) rappelées ci-dessous.

Polluants	Lignes directrices OMS (µg/m ³)	Durée d'exposition	Valeurs limites Réglementation UE/FR (µg/m ³)	Durée d'exposition
Particules PM10	20	Moyenne annuelle	40	Moyenne annuelle
	50	Jour (maximum 3 jours/an)	50	Jour (maximum 35 jours/an)
Particules PM2.5	10	Moyenne annuelle	25	Moyenne annuelle
	25	Jour (maximum 3 jours/an)		
Dioxyde d'azote	40	Moyenne annuelle	40	Moyenne annuelle
	200	Moyenne horaire	200	Moyenne horaire (maximum 18h/an)
Ozone	100	8 heures	Valeur cible : 120	8 heures (maximum 25 jours/an en moyenne sur 3 ans)

Figure 46 : Valeurs guides de l'OMS pour la qualité de l'air et valeurs limites de la réglementation européenne

Les valeurs recommandées par l'OMS fixent des niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) en dessous desquels les effets sont considérés comme

acceptables. **En Grand Est, 88,5% de la population est exposée à une concentration de PM2.5 supérieure à la valeur recommandée par l’OMS.**

La réduction de l’exposition des populations à la pollution atmosphérique est donc un enjeu sanitaire phare pour la région.

Comme en témoigne la carte ci-après, selon que l’on applique les seuils réglementaires ou les valeurs guides de l’OMS, le nombre de population exposée varie sensiblement.

La **sensibilisation de la population** pour une prise de conscience de l’enjeu sanitaire qualité de l’air est fondamentale. Le **développement des outils de mesure** pourra permettre d’intensifier le niveau de surveillance notamment dans les zones sensibles. **Les plans de protection de l’atmosphère, les PCAET, et, d’une manière plus générale, l’ensemble des politiques publiques** (meilleure intégration de la thématique dans les projets fonciers, dans les projets d’aménagements urbains ou encore de rénovation thermique) doivent constituer pour les collectivités les leviers d’une amélioration de la qualité de l’air sur le territoire. Enfin, les objectifs de qualité de l’air doivent viser **des niveaux plus ambitieux** que la réglementation actuelle, telles que les valeurs recommandées par l’Organisation Mondiale pour la Santé.

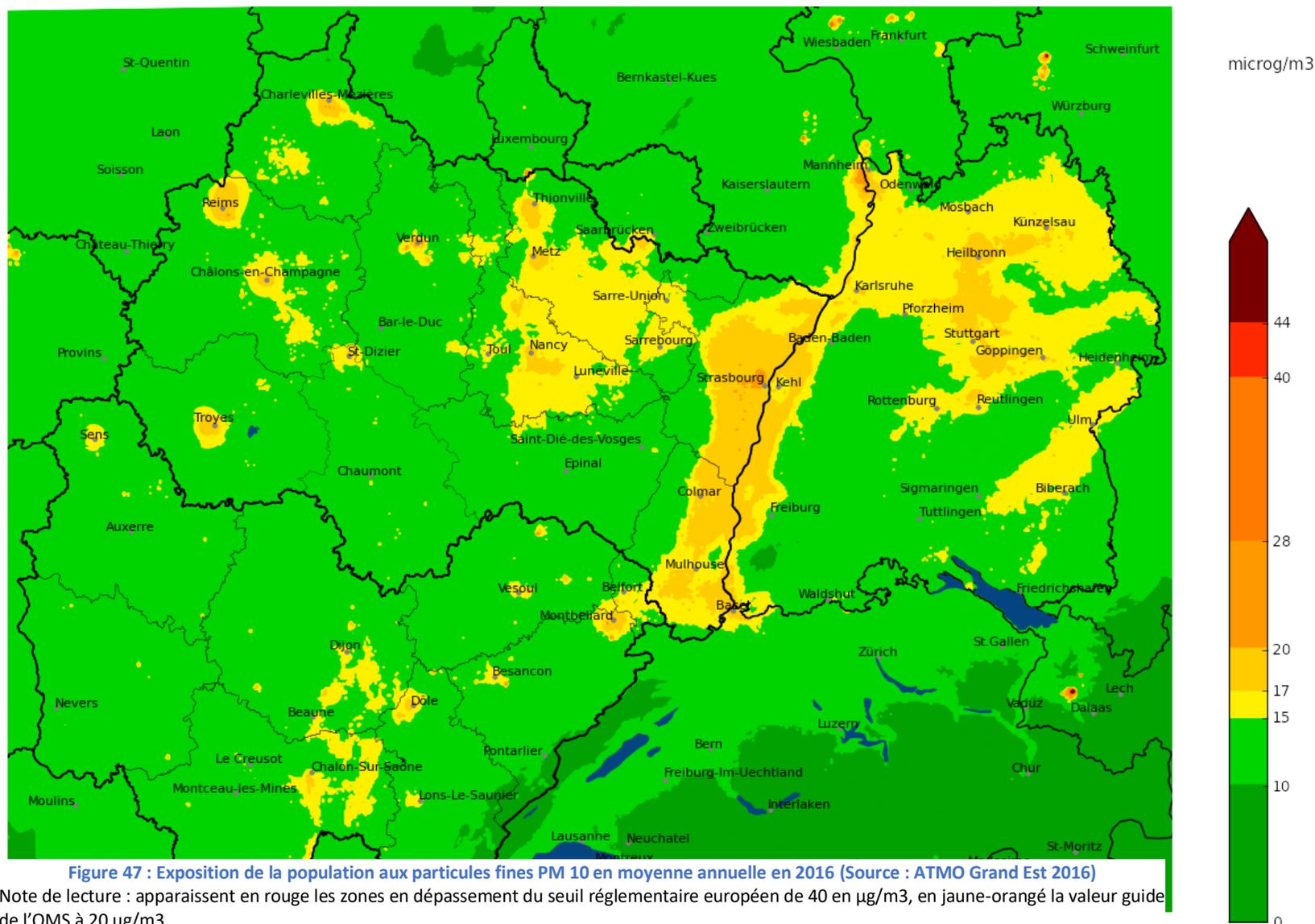


Figure 47 : Exposition de la population aux particules fines PM 10 en moyenne annuelle en 2016 (Source : ATMO Grand Est 2016)

Note de lecture : apparaissent en rouge les zones en dépassement du seuil réglementaire européen de 40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en jaune-orangé la valeur guide de l'OMS à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

6. Des émissions de gaz à effet de serre en recul sur tous les secteurs d'activités

La réduction des gaz à effet de serre est un axe fondamental des politiques d'atténuation du changement climatique. La maîtrise des GES, responsable du réchauffement climatique, est essentielle pour contenir l'élévation des températures moyennes.

Les GES comptabilisés dans l'inventaire ATMO Grand Est sont ceux visés par le Protocole de Kyoto:

- Le **CO₂** dont l'émission est principalement due à la combustion des énergies fossiles et à l'industrie
- Le **méthane** (CH₄) lié à l'élevage des ruminants, aux décharges d'ordures, aux exploitations pétrolières et gazières
- Le **protoxyde d'azote** (N₂O) lié à l'utilisation d'engrais azotés et à divers procédés chimiques
- **HFC** : gaz propulseurs dans les bombes aérosols, gaz réfrigérants (climatiseurs), émis par diverses industries (mousses plastiques et composants d'ordi)
- **SF₆** : gaz détecteur de fuites, utilisé notamment pour l'isolation électrique
- **PFC** entre autres émis lors de la fabrication d'aluminium

Le Pouvoir de réchauffement global (PRG) est l'indicateur qui permet de quantifier l'impact relatif de chacun des gaz à effet de serre sur le changement climatique. Il s'exprime en équivalent CO₂ (eqCO₂). Les PRG ont été calculés avec les coefficients 2007 du GIEC²⁵.

Deux types d'émissions de GES peuvent être distingués. Il s'agit des émissions de GES liées à la consommation d'énergie d'une part (on parle alors de gaz à effet de serre « d'origine énergétique ») et des autres (émissions « d'origine non-énergétique » majoritairement issues du secteur de l'agriculture en lien avec l'utilisation d'intrants et aux changements de l'affectation des sols).

L'inventaire et les principaux secteurs émetteurs

Le CO₂ constitue le principal gaz à effet de serre émis dans la région Grand Est, il représente 78% des GES émis avec 40 376 kteqCO₂ en 2016. Vient ensuite le dioxyde d'azote avec 10% des émissions. Le méthane représente 9% des GES et les gaz fluorés 3%.

En 2016, le Grand Est comptabilise 41 134 kteqCO₂ d'origine énergétique (soit 79% des émissions totales) et 10 753 kteqCO₂ d'origine non énergétique. L'utilisation de l'énergie est la principale source d'émission de GES (en France elles représentent 70% des émissions totales en 2014 selon l'INSEE).

²⁵ Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat

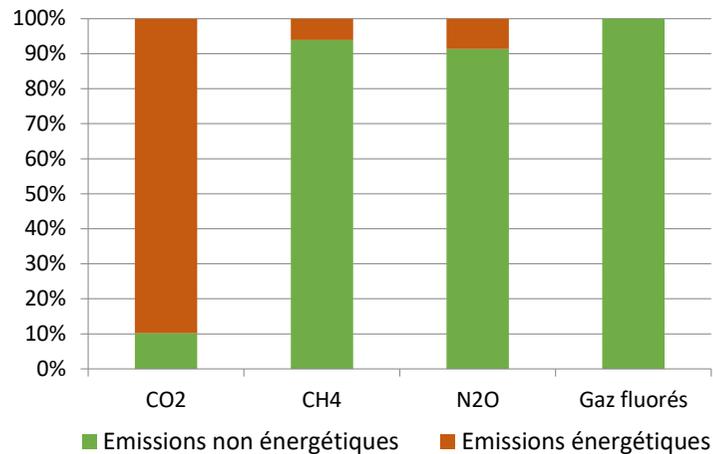


Figure 48 : Répartition des émissions de GES selon leur origine (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

On constate que les émissions de CO₂ sont largement influencées par la consommation énergétique. L'évolution des émissions de CO₂ sera donc globalement la même que celle de la consommation. En revanche, ce constat ne vaut pas pour les autres GES qui affichent des émissions quasi exclusivement d'origine non énergétique.

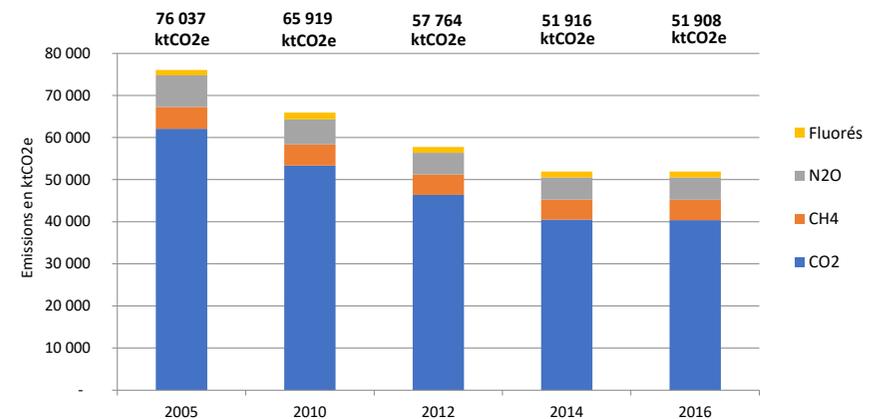


Figure 49 : Evolution des émissions par type de GES en Grand Est (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Les émissions de gaz à effet de serre ont diminué de **32 % entre 2005 et 2016**, principalement du fait de la baisse des émissions de CO₂ (-35%). Les actions en faveur de la réduction des GES sont généralement ciblées sur le CO₂. Les émissions de N₂O baissent aussi de façon significative (-29%). En revanche, les émissions de CH₄ ne baissent que de 7% tandis que les gaz fluorés connaissent une augmentation de 10% de leurs émissions. La hausse des émissions de gaz fluorés est une tendance qui se retrouve à l'échelle nationale et qui découle de la hausse du recours aux systèmes de climatisation fortement consommateurs d'hydrofluorocarbures (HFC).

En 2016, le **secteur des transports routiers représente le principal secteur émetteur de GES** en Grand Est avec 12 645 ktCO₂e émis soit 24,4% des émissions totales. Il est suivi par le secteur industriel (23,8%), le secteur agricole (17%), le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire à 17%) et le secteur de la branche énergie de l'industrie (14%).

La prédominance des émissions des secteurs de la branche énergie et de l'industrie dans la région (seulement le deuxième émetteur en France) est

due à la présence de nombreuses industries lourdes métallurgiques et chimiques majoritairement en Moselle et Meurthe-et-Moselle. Ce secteur affiche néanmoins une très forte diminution de ses émissions entre 2005 et 2016 avec une division par deux pour les deux secteurs. En revanche, la baisse est quasi inexistante pour le secteur agricole (-2%) et pour celui du transport routier (-5%).

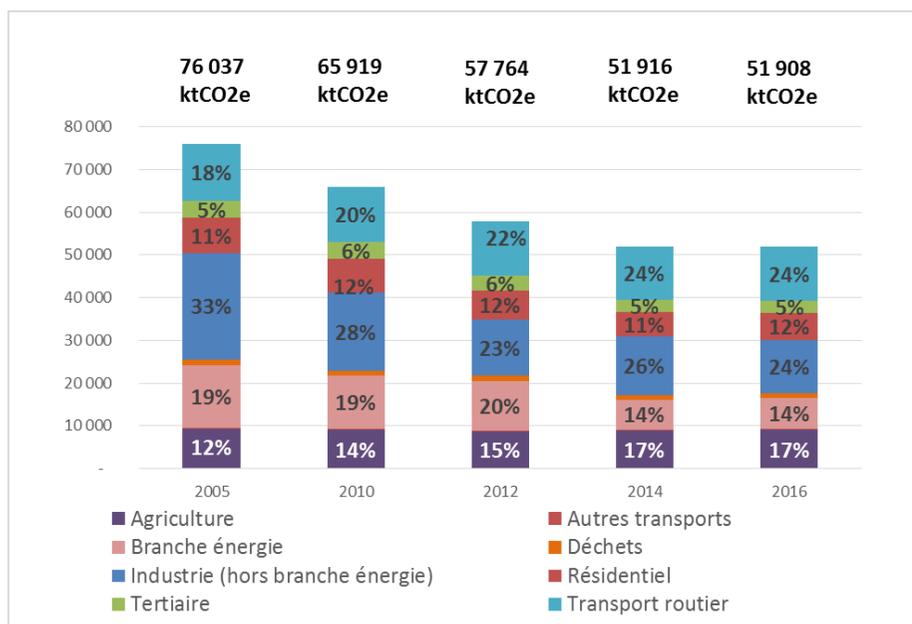


Figure 50 : Evolution des émissions de GES par secteur (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Des émissions de CO₂ majoritairement liées au transport routier et à l'industrie

Les émissions de CO₂ constituent la plus grosse quantité de gaz à effet de serre émis à l'échelle mondiale. C'est donc principalement sur ces émissions que se concentrent les politiques d'atténuation.

En 2016, deux secteurs contribuent significativement aux émissions de CO₂ en Grand Est : **le transport routier (30%) et l'industrie (29%)**. Si le secteur du transport routier n'était que le troisième émetteur de CO₂ en 2005, il se place aujourd'hui en première position suite aux fortes baisses d'émission qu'ont connues les secteurs de l'industrie manufacturière et de l'énergie.

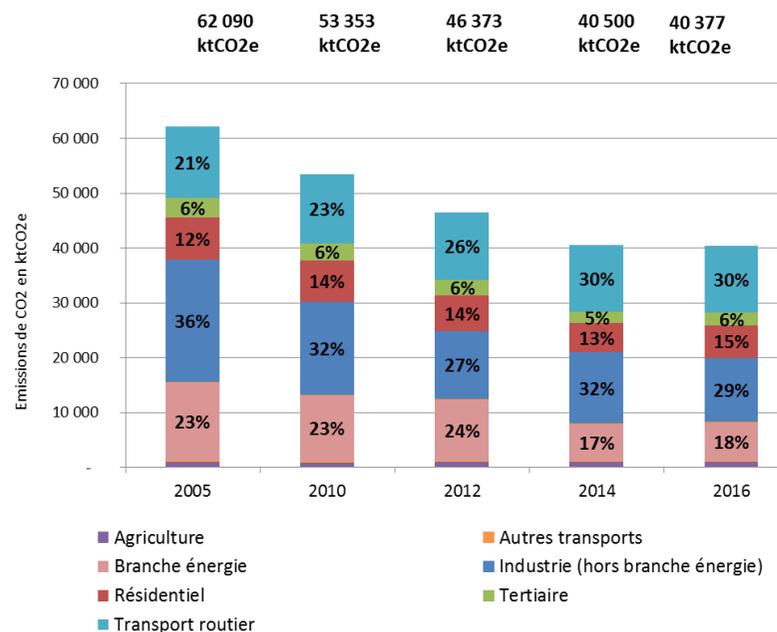


Figure 51 : Evolution des émissions de CO₂ par secteur (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Tous les secteurs d'activité ont connu une baisse de leurs émissions de CO₂. Les émissions du secteur de l'industrie et de la branche énergie ont très fortement baissé suite à la crise qu'a connue l'activité (division par deux). Les secteurs résidentiel et tertiaire ont également réduit leurs émissions respectivement de 23% et 36% grâce au renouvellement des installations de chauffage permettant le passage du chauffage au fioul, très largement émetteur de CO₂, au chauffage au gaz naturel et à l'électricité. Le secteur routier maintient un niveau d'émissions plutôt stable (-6%) malgré une augmentation du parc roulant grâce au renouvellement du parc des véhicules globalement moins énergivores.

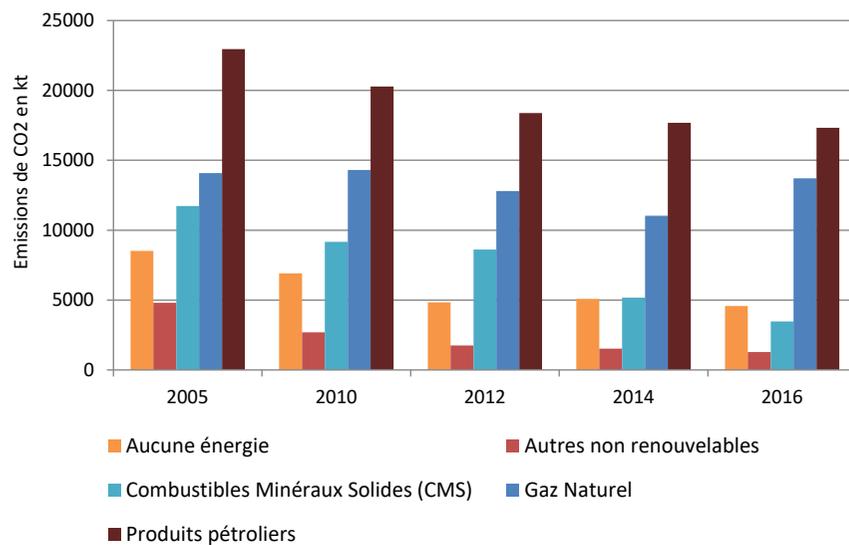


Figure 52 : Evolution des émissions de CO₂ selon les types d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Les émissions de N₂O et de CH₄ : des leviers de réduction à chercher sur le secteur agricole et les modes de consommation

Les émissions de N₂O comme celles de CH₄ présentent la particularité, contrairement au CO₂, d'être quasi exclusivement d'origine non énergétique. Une baisse de la consommation d'énergie qui figure parmi les principales orientations des ambitions nationales et locales n'aura donc pas d'impact sur cette part des gaz à effet de serre.

En 2016, les émissions de N₂O s'élevaient à 5 299 kteqCO₂. Elles sont à 89% causées par le secteur agricole et plus particulièrement par l'utilisation d'engrais azotés. 5% des émissions proviennent du secteur de l'industrie (2^{ème} secteur émetteur) en lien avec l'utilisation de divers procédés chimiques. Cette part est néanmoins en net recul contrairement aux émissions du secteur agricole qui ne diminuent pas entre 2005 et 2016.

En 2016, 4 840 kteqCO₂ de méthane sont émises. Comme pour le N₂O, les émissions de méthane sont très largement liées à l'activité du secteur agricole et plus précisément l'activité d'élevage des ruminants (fermentation entérique et les déjections animales). Comme pour les émissions de N₂O, le secteur agricole n'affiche aucune baisse de ses émissions de CH₄ entre 2005 et 2016. L'activité de traitement des déchets est un autre poste émetteur de CH₄ important, en 2016, le secteur a contribué à 20% de ces émissions.

La diminution des émissions de N₂O et de CH₄ ne pourra s'effectuer que sur la base de changements de modes de vie de la part des citoyens (moins de

consommation de viande) et d'un changement de comportement de l'activité agricole (réduction de l'utilisation d'engrais). Les émissions du secteur agricole sont en effet très liées aux habitudes d'alimentation en France. Des actions de la Chambre d'agriculture en faveur de la couverture des fosses notamment pourraient enclencher une amélioration de la dynamique.

Un potentiel de séquestration carbone en diminution à préserver dans la perspective de la neutralité carbone

La politique d'atténuation du changement climatique passe par la réduction des gaz à effet de serre mais aussi par l'augmentation et la préservation du potentiel de séquestration carbone du territoire. La séquestration carbone constitue un nouvel axe des plans climat air énergie territoriaux. Elle correspond au captage et au stockage de CO₂ dans les écosystèmes (océans, zones humides, sols et forêts...) et dans les produits issus du bois.

Cette séquestration constitue un allié à la réduction des émissions de GES. Les sols et les forêts représentent en effet un potentiel de stockage du carbone deux à trois fois supérieur à celui de l'atmosphère.

L'estimation du potentiel de séquestration carbone repose sur les informations du secteur UTCATF (utilisation des terres et changement d'affectation des terres et foresterie). Ce secteur peut constituer un puit de carbone. Ces émissions sont comptabilisées sur des unités géographiques (forêts, cultures, prairies, zones humides...) et non pas au niveau d'entités bien matérialisées (habitations, usines, véhicules...).

En Grand Est, la variation du potentiel de séquestration entre les années 2010 et 2016 montre une baisse de 12%. La séquestration du carbone par les sols a ainsi progressivement diminué et cette baisse semble constituer une tendance de fond.

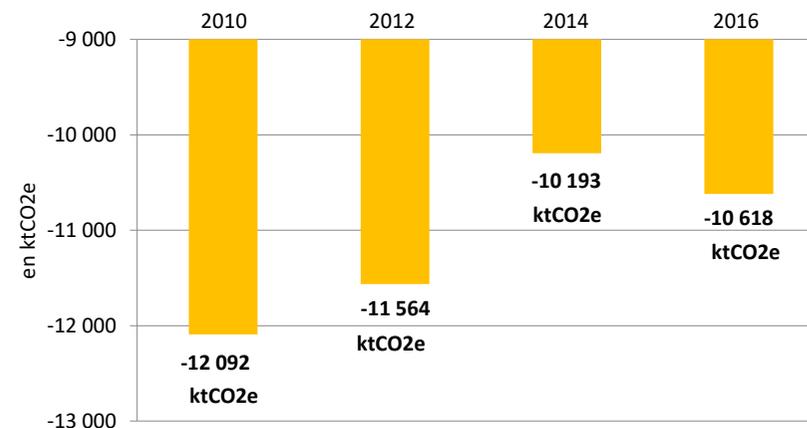


Figure 53 : Evolution du potentiel de séquestration régional (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)

Avec 10 618 ktCO₂e de carbone séquestré en 2016, le poids de la séquestration atteint 20% des émissions régionales de gaz à effet de serre.

Le potentiel de séquestration carbone varie selon le type d'occupation des sols. Différentes sources estiment à l'échelle nationale ces potentiels de séquestration nette de CO₂ :

Type d'occupation des sols	Estimation du stock en t/ha (GIS sol)	Estimation du stock en t/ha (GIS Sol, RMQS)	Estimation du stock en t/ha (INRA)
Zones humides	/	/	90-95
Pelouse d'altitude	/	/	90-95
Forêts	80	77,8	65-70
Prairies permanentes	80	81,2	
Landes	/	/	68-70
Terres arables/cultivées	50	51,2	43-45
Vergers		47,3	25
Vignes	35	34,4	

Figure 54 : Estimation des capacités de stockage du carbone selon les types de sols

Globalement, **les stocks les plus importants sont localisés sous les zones humides, les forêts et les prairies permanentes.**

Concernant les zones humides, le constat est à nuancer puisqu'en dépit du potentiel de stockage important, les zones humides sont aussi de par leur fonctionnement hydrologique d'importants émetteurs de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O).

L'évolution de l'affectation des sols sur le territoire peut permettre de prévoir les capacités de stockage de carbone futur. Il est important de souligner qu'un déstockage de carbone est beaucoup plus rapide que le stockage suite à un changement d'affectation des sols comme l'indique le schéma ci-dessous.

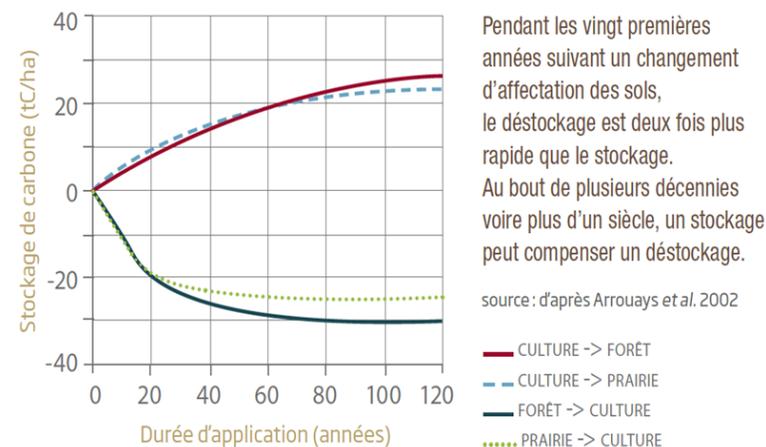


Figure 55 : Evolution du stockage de carbone en fonction des années

Les données disponibles s'accordent à dire qu'au-delà de 2030, les stocks de carbone atteindraient un plafond. La contribution potentielle des sols à la compensation des émissions de GES n'est pas négligeable, mais elle aura donc un effet limité dans l'espace et dans le temps.

Plusieurs conclusions peuvent être dégagées :

- Le maintien des prairies est essentiel car elles représentent les stocks les plus importants
- La reforestation est favorable
- La notion de quantification devra préciser l'échelle de temps
- Hormis des changements nets de l'usage du sol (culture-prairie), pas d'éléments clairs sur l'effet des systèmes cultureux

7. L'analyse des vulnérabilités du territoire aux effets du changement climatique

Malgré les efforts qui pourront être menés sur la maîtrise des gaz à effet de serre, le changement climatique doit être intégré dans l'appréhension de l'avenir du territoire. L'objectif d'adaptation est le deuxième axe d'une politique air-climat-énergie.

Le changement climatique accentue les vulnérabilités du territoire. On entend par vulnérabilité le degré auquel les éléments d'un système (éléments tangibles et intangibles, comme la population, les réseaux et les équipements permettant les services essentiels, le patrimoine, le milieu écologique, etc.) sont affectés par les effets des changements climatiques (y compris la variabilité du climat moyen et les phénomènes extrêmes). La vulnérabilité d'un territoire est fonction de différents paramètres.

Si le changement climatique implique une vulnérabilité plus forte, il peut aussi être susceptible de constituer de nouvelles opportunités. La connaissance de ces impacts est donc fondamentale pour agir en ce sens.

Les paramètres clés du changement climatique dans la région Grand Est

Les principaux paramètres clés du changement climatique sont l'évolution des températures et la modification du régime des pluies.

En Grand Est, l'élévation des températures sera comprise entre 2 et 5° d'ici la fin du siècle. La partie la plus à l'est de la région sera la première zone

touchée tandis que les Vosges et la Haute-Marne seront les plus épargnées. Selon les projections de Météo France, la ville de Strasbourg pourrait connaître en 2030 le climat actuel de la ville de Lyon.

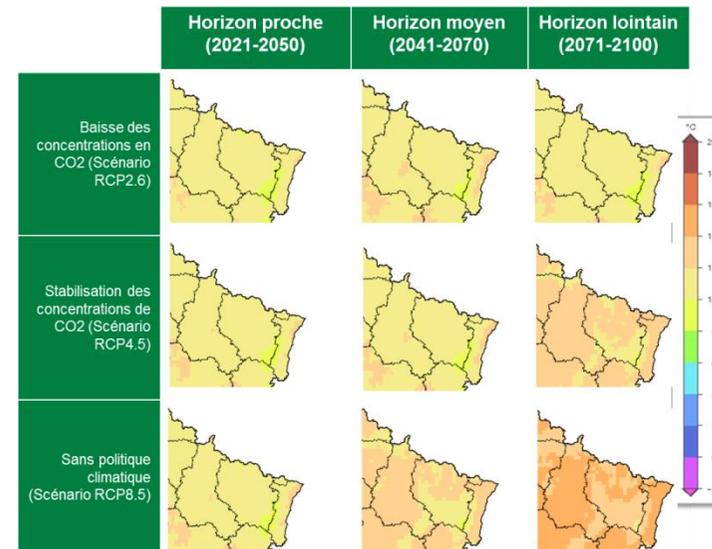


Figure 56 : Evolution des températures moyennes selon les différents scénarii du GIEC

L'augmentation des températures est prévue à moyen terme pour les trois scénarios distingués par le GIEC (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5). A long terme (fin du XXIème siècle), le scénario RCP2.6, qui correspond à celui obtenu suite à une politique entraînant la baisse des concentrations en CO₂, prévoit une stabilisation voire une diminution du réchauffement du climat régional.

L'élévation des températures sera accompagnée d'une augmentation de la fréquence des vagues de chaleur qui se caractérisent par des températures anormalement élevées pendant plusieurs jours consécutifs et de la

fréquence des canicules qui se traduisent par des températures élevées de jour comme de nuit sur une période prolongée.

En plus d'une augmentation de fréquence, l'intensité de ces phénomènes extrêmes sera accentuée et la surface du territoire concernée progressivement étendue.

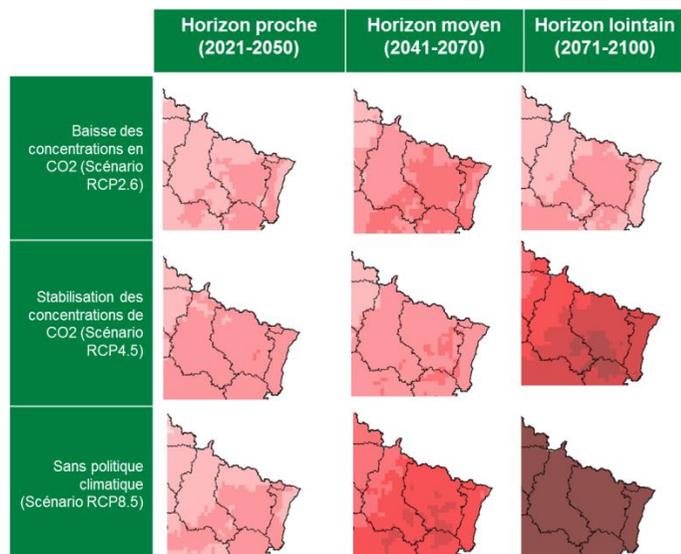


Figure 57 : Evolution des phénomènes de chaleur extrême selon les différents scénarii du GIEC

L'élévation des températures moyennes aura également pour conséquence la diminution du nombre de jours de gel au rythme d'un jour perdu tous les deux ans en moyenne sur les 50 dernières années. L'absence de gel entrainera une modification de la physionomie de la région. Il est aussi important de souligner que si les jours de gel seront moins fréquents dans la région, leur survenance sera d'autant plus impactant en raison d'un écart plus grand avec les températures moyennes.

En ce qui concerne les précipitations, quel que soit le scénario considéré, les projections climatiques ne montrent que peu d'évolution d'ici la fin du siècle.

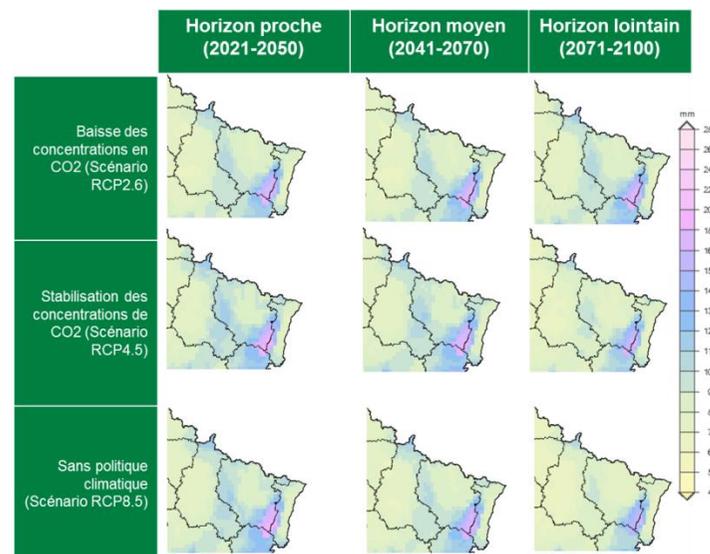


Figure 58 : Evolution des précipitations moyennes selon les différents scénarii du GIEC

Le régime des pluies sera néanmoins fortement modifié avec des écarts saisonniers plus importants entrainant une évolution des régimes d'alimentation de la ressource en eau souterraine et superficielle. Les épisodes de pluies intenses devraient être sensiblement plus nombreux.

Les épisodes de sécheresse seront plus récurrents et plus intenses. Ainsi, une part du territoire vivra en état de sécheresse entre 15 à 30% du temps.

La vulnérabilité du territoire est étudiée ci-dessous selon une approche transversale, sectorielle et par milieu.

L'approche transversale

Les risques naturels

En Grand Est, les risques d'occurrence importante sont les suivants : inondations, vagues de froid et canicules.

La plupart des études établissent un lien entre l'augmentation et l'intensification des inondations et le changement climatique. Les inondations représenteraient en Grand Est le principal risque naturel. Une grande partie du territoire y est exposée en raison de la forte densité hydrologique de la région (Rhin, Meuse, Marne, Moselle, Seine). Les Plans de Prévention du Risque Inondation (PPRI) sont un levier important pour la gestion de ce risque, aujourd'hui la quasi-totalité des zones exposées est couverte. En Alsace et en Lorraine, certaines de ces zones restent cependant encore non couvertes par les PPRI. La construction en zone inondable ainsi que l'imperméabilisation des sols contribuent à aggraver la vulnérabilité des zones inondables.

Le retrait-gonflement des argiles est un phénomène qui se manifeste suite à des épisodes pluvieux suivis de sécheresse. Ce risque concerne déjà le Bas Rhin, la Marne, la Haute Marne, la Meurthe et la Moselle. Ces départements pourraient dans le futur y être davantage exposés.

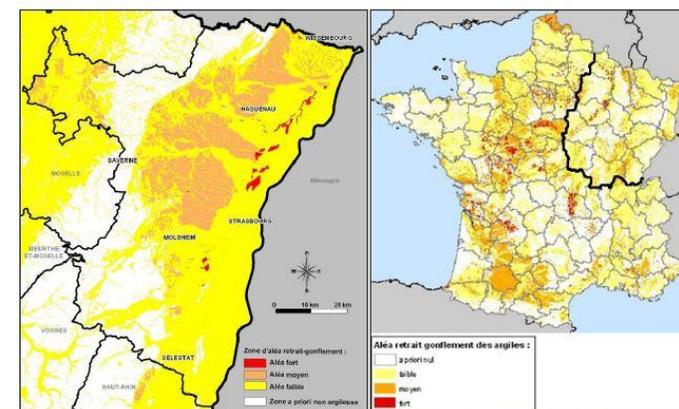


Figure 59 : Caractérisation du risque de retrait-gonflement des argiles, source BRGM

Le Grand Est présente une vulnérabilité assez faible aux incendies. Néanmoins, quelques évènements ont pu être recensés dans les Ardennes notamment en été et au début du printemps. Les évolutions dans la répartition géographique des essences notamment avec celles qui présenteraient un potentiel de combustion élevé constitue un facteur aggravant et doit donc être surveiller.

Le régime des tempêtes pourrait s'intensifier en Grand Est même si ce risque reste modéré dans la région. Il faut souligner que la résilience des forêts suite à un évènement extrême tel qu'une tempête pourrait être fortement perturbé par les épisodes de canicule ou la dégradation sanitaire de ce milieu (abordé dans partie sur les forêts).

La biodiversité

Les conséquences du changement climatique sur la biodiversité s'observent déjà aujourd'hui sur la région Grand Est et sont amenées à s'intensifier.

La modification des stades phénologiques sur les espèces végétales et animales constitue un des principaux impacts. Pour les espèces animales, cette modification se traduit par une évolution des périodes de migration, de nidification et de reproduction. Pour les espèces végétales, une avancée des floraisons, du débourrement et de la dormance ainsi que le prolongement des cycles végétatifs sont à l'œuvre. La hausse de l'ensoleillement et des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère aura en effet pour conséquence un allongement de la période de photosynthèse.

La modification des stades phénologiques introduit **un risque d'asynchronie** entre les espèces interdépendantes (entre plantes en floraison et insectes pollinisateurs, entre proie et prédateur).

Le changement climatique entraîne aussi une modification des aires de répartition des espèces en particulier vers le nord de la région qui offre désormais un climat plus favorable. Le réchauffement climatique est en même temps plus favorable à la prolifération d'espèces envahissantes telles que les insectes ravageurs, le frelon asiatique, l'ambrosie, le berce du Caucase, la jussie. Cette prolifération pose la question de la capacité d'acclimatation des espèces les plus vulnérables et menace tout particulièrement les espèces qui ne font aujourd'hui l'objet d'aucune protection. Le PRSE III²⁶ du Grand Est fait de la lutte contre les espèces invasives et nuisibles pour la santé un objectif stratégique. Cet axe pourra aussi constituer un levier pour la protection de la biodiversité.

La **modification des aires de répartition des espèces** implique aussi la disparition de celles adaptées à un climat boréal et tempéré remis en cause par l'élévation des températures. Le lynx, le sapin et l'épicéa sont des exemples d'espèces menacées.

Enfin, la modification du régime de pluie et l'élévation des températures aura un impact fort sur des zones spécifiques telles que les zones humides. Les tourbières sont tout particulièrement menacées de dégradation. Ces zones représentent pourtant des réservoirs de biodiversité importants menacés par le drainage et l'assèchement aggravés par les phénomènes de sécheresse. Cette question est notamment prégnante dans l'ouest de la Région qui compte la plus grande zone humide française au titre de la Convention de Ramsar (zone humide d'intérêt international pour la migration des oiseaux).

Face à ces différentes menaces, les ruptures des corridors écologiques via l'urbanisation constituent le principal facteur d'aggravation en ayant directement pour conséquence la diminution de la capacité de résilience des espèces.

En parallèle, la présence de nouvelles espèces sur le territoire pourra constituer un levier d'adaptation.

La santé

Une des conséquences les plus attendues du changement climatique en France est la multiplication des épisodes de **fortes chaleurs**. Le Grand Est ne sera pas épargné. La vulnérabilité des personnes est néanmoins variable selon des critères tels que l'âge, les conditions de santé, le niveau

²⁶ Plan Régional Santé Environnement

socioéconomique, l'isolement social et la localisation. Pour prendre ce dernier critère en exemple, l'impact des chaleurs extrêmes sera beaucoup plus marqué dans les centres urbains où les facteurs aggravants tels que les îlots de chaleur et l'exposition à l'ozone favorisent la surmortalité. En revanche, pour ce qui concerne la mortalité hivernale, elle devrait diminuer avec l'élévation des températures moyennes. Cependant, les épisodes de vagues de froid persisteront et susciteront un impact sanitaire amplifié par le contraste avec les températures moyennes.

La dégradation de la qualité de l'air est un autre effet concomitant du réchauffement climatique. **L'accumulation d'ozone** dans l'atmosphère risque d'être une des problématiques principales de la qualité de l'air ces prochaines années. L'ozone est un gaz au pouvoir oxydant qui affecte notamment les muqueuses respiratoire et oculaire. Les pics de pollution d'ozone apparaissent suite à la convergence de plusieurs paramètres : un fort ensoleillement, des températures nocturnes élevées, une atmosphère stable, des vents faibles. Lors de la canicule de 2003, l'ozone a été la source de 75% des cas de surmortalité à Strasbourg contre 25% pour les cas liés aux fortes chaleurs.

L'évolution des **températures** risquera également de favoriser le développement des **vecteurs de maladie**. La modification de la densité et de la répartition des vecteurs, l'allongement de la longévité des vecteurs et de leur capacité vectorielle, le raccourcissement de la durée d'incubation extrinsèque des vecteurs seront autant de conséquences du réchauffement climatique. Dans le Grand Est, on observe déjà le développement de la maladie de Lyme transmise par la tique et de la méningo-encéphalite à tiques (MET) transmise la plupart du temps par de petits rongeurs. Il paraît ainsi fondamental de développer la veille sur les maladies infectieuses.

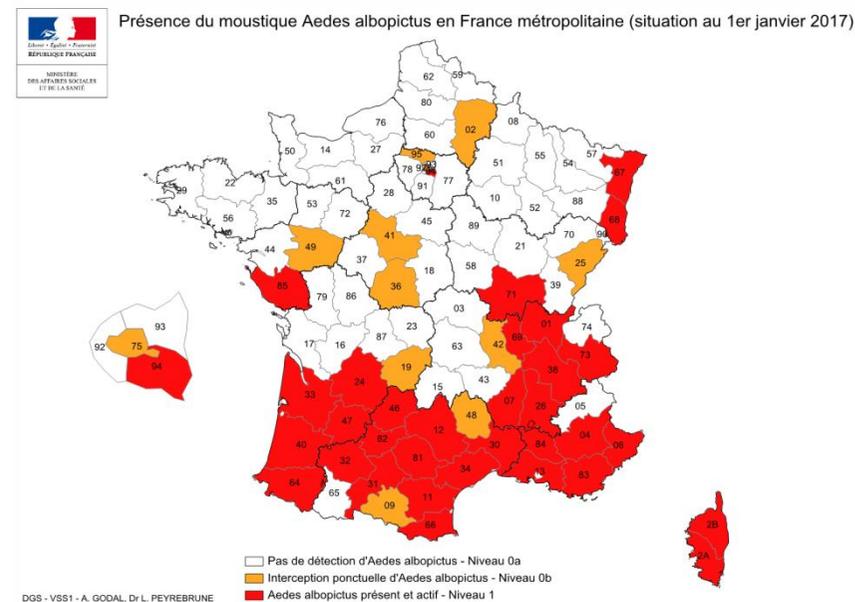


Figure 60 : Aire de distribution du moustique tigre en France au 1er janvier 2017

La proportion de la population sensible aux allergies est aussi amenée à augmenter avec l'allongement et l'augmentation de l'intensité de la saison pollinique provoqués par des hivers plus doux et la hausse de la quantité de CO₂ dans l'atmosphère qui permet aux plantes de produire davantage de pollens.

L'approche sectorielle

La production d'énergie

L'approvisionnement en énergie est une problématique fondamentale pour les territoires. Dans un contexte de montée des prix de l'énergie et d'hausse de la demande énergétique, les moyens de productions locaux

sont à prioriser. Il est donc essentiel de pouvoir appréhender les évolutions de production notamment au regard du changement climatique.

En Grand Est, la problématique se pose tout particulièrement pour la **production d'électricité** via les installations nucléaires et hydrauliques. Les tensions qui pèsent sur la ressource en eau évoquées plus en amont de ce chapitre vont renforcer les exigences et les contraintes en matière d'utilisation de l'eau. Pour la production d'électricité nucléaire, cela se traduira sur le niveau de température de l'eau rejetée en aval des installations tandis que les barrages hydrauliques seront contraints par le respect des débits réservés. Une baisse de production n'est donc pas à exclure, renforcée en ce qui concerne la production d'hydroélectricité par une baisse liée à une plus faible pluviométrie et à un niveau des cours d'eau plus bas, notamment sur le Rhin où est localisée la majorité des installations.

Ces baisses de régime seront d'autant plus difficiles à gérer que les besoins en électricité l'été augmentent fortement. La généralisation des appareils de climatisation et de réfrigération risque d'entraîner des pics de demande qui mettront en difficulté la gestion du réseau électrique.

La **production de chaleur** via le bois-énergie pourrait aussi être, dans une moindre mesure, impactée par le changement climatique. La ressource en bois est menacée par le dépérissement de certaines essences lié à une moindre résistance, à la maladie, à la sécheresse, etc.

Au-delà de la production *stricto sensu* d'énergie, le transport et la distribution pourraient aussi être impactés. L'intensification de phénomènes extrêmes et l'élévation des températures font peser des risques sur les infrastructures et les réseaux.

L'agriculture

L'agriculture compte parmi les principaux secteurs d'activité qui seront touchés par le changement climatique.

Composante important du développement économique dans le Grand Est, l'agriculture mais aussi la viticulture devront faire face à des impacts très variables selon le type de culture (distinction notamment entre les cultures hivernales et printanières).

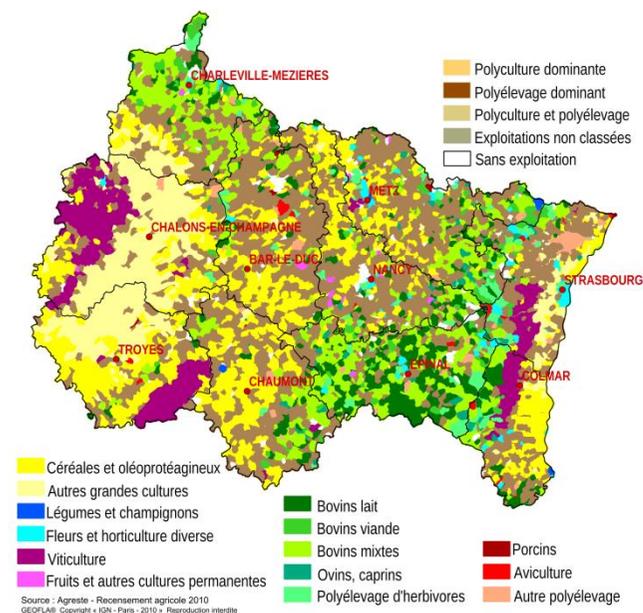


Figure 61 : Répartition des cultures et élevages en Grand Est, source AGRESTE

Trois grandes conséquences se dégagent : la modification du cycle des plantes, l'altération de la productivité des cultures et la variation de la qualité des rendements.

La **modification du cycle des plantes** implique une modification des pratiques associées. A titre d'exemple, les dates de débourrement et de floraison ont lieu jusqu'à 15 jours plus tôt et celles de véraisons jusqu'à 23 jours plus tôt dans l'est de la région. A l'ouest, on constate un avancement des vendanges de 18 jours.

La **productivité des cultures** est appelée à devenir plus variable avec les années car davantage exposée aux risques de sécheresse ou de maladies. A court terme, l'élévation des températures, la hausse de la teneur en CO2 dans l'atmosphère et la diminution de la menace du gel pourront entraîner une augmentation du rendement. Cette augmentation s'observera jusqu'à atteindre un certain seuil variable selon le type de culture. A plus long terme, la hausse des températures peut devenir néfaste.

La **qualité des rendements** sera impactée négativement (manque d'eau) mais aussi positivement. L'élévation des températures et la hausse de l'ensoleillement pourraient permettre par exemple une hausse de la teneur en sucre naturel dans les raisins, permettant d'obtenir des vins plus alcoolisés.

Le tourisme

Le climat est un attribut essentiel d'une destination touristique. En Grand Est, l'activité touristique se concentre aux niveaux des grandes agglomérations et dans les zones de montagne.

Le changement climatique représente une menace pour la viabilité économique des stations de ski localisées dans le Grand Est. Une hausse de 2°C des températures moyennes représente un mois de jours d'enneigement de moins au sol à 1500 mètres dans les Vosges. Cette

période correspond quasiment au tiers du fonctionnement moyen des stations vosgiennes.

L'élévation des températures moyennes pourrait en revanche donner l'opportunité à la région de développer le tourisme estival. La redistribution des flux touristiques en été sera en effet favorable aux territoires du nord de la France et aux zones de montagne. L'attractivité urbaine risque cependant d'être confrontée à des baisses de son attractivité estivale liées aux fortes chaleurs.

Le tourisme sera par ailleurs impacté par la hausse des tensions sur la ressource en eau. Des conflits d'usage risquent de perturber les saisons touristiques estivales à la fois sur les besoins d'eau potable mais aussi sur l'accès aux eaux fournissant un cadre de séjour (lacs, rivières) ou proposant des activités (piscines, golf...).

Il est enfin à noter que les touristes représentent une partie très vulnérable de la population face à la recrudescence de risques naturels. Une sensibilisation à leur égard paraît fondamentale.

Paramètres de l'approche par milieu

La forêt

Dans la région Grand Est, la forêt représente 1 865 milliers d'hectares (chiffres Agreste). La connaissance de l'impact du changement climatique sur ce milieu est fondamentale à la fois pour sa préservation mais aussi pour la production de bois (285 millions d'euros de chiffre d'affaire, chiffres Agreste).

Deux temporalités peuvent être distinguées dans l'appréhension de l'impact du changement climatique sur la forêt. A court-terme (horizons

2030-2050), l'impact devrait être positif. L'augmentation des températures et la diminution du nombre de jours de gel permettra une évolution graduelle de la production de bois et des gains en termes de chiffre d'affaire qui pourraient être significatifs. Si dans cette temporalité la biomasse devrait globalement être plus abondante, il faut souligner que les espèces végétales qui dépensent beaucoup d'énergie pour leur croissance seront rendues plus fragiles. A plus long terme, l'impact se fera négatif en raison de températures devenues trop élevées, du stress hydrique et des événements extrêmes. Cet impact pourrait entraîner la disparition de certaines essences d'arbre comme le pin sylvestre dont la régression est déjà engagée sur le piémont des Vosges. Des tensions pourraient aussi être apparaitre sur la ressource en bois et notamment avec le développement de la filière bois-énergie.

Le changement climatique soumet aussi la forêt à des problématiques sanitaires. L'élévation des températures devrait permettre l'extension de certains parasites et ravageurs vers le nord de la France et en altitude. Un premier foyer de la processionnaire du pin a ainsi été identifié dans l'Aube directement lié à des hivers plus doux.

Enfin, des facteurs aggravants tels que la surexploitation des massifs forestiers, la mécanisation des exploitations (compactage et tassement) et l'augmentation de la pollution des sols forestiers suite à la reconversion de certaines zones de culture utilisant azote et fertilisants en surface forestière favoriseront l'appauvrissement des sols et la dégradation de la productivité de la forêt.

La diversification des espèces végétales présentes en forêt est un levier fondamental pour augmenter la capacité de résilience de ce milieu. Les forêts mono spécifiques apparaissent être en effet les plus vulnérables.

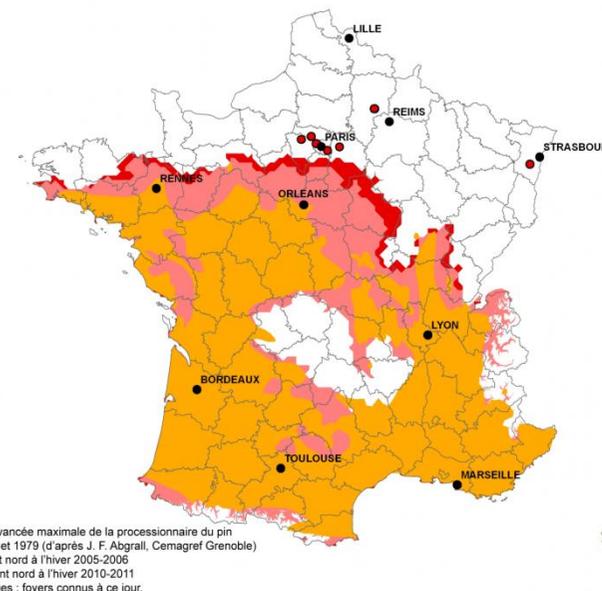


Figure 62 : Evolution de l'aire de distribution de la processionnaire du pin en France

La ville

La ville est un milieu qui du fait de la forte concentration humaine, de bâtis, d'infrastructures et d'activités, paraît particulièrement vulnérable au changement climatique. Une politique d'adaptation spécifique est nécessaire et tout particulièrement en matière de gestion de crises.

Le principal impact qui concernera les villes est celui de la hausse des températures. Le changement climatique risque de provoquer une dégradation du confort thermique des citoyens. Les phénomènes d'îlots de chaleur urbains présentent une des principales problématiques pour les villes. Ils seront néanmoins d'intensité différente selon les caractéristiques

telles que la taille et la densité, la surface occupée par les espaces verts, le revêtement, l'orientation des rues, les activités humaines. Ce sont sur ces éléments structurels que les politiques d'adaptation doivent se concentrer, les adaptations spontanées telle que le recours à la climatisation n'étant ni durables et ni compatibles avec les objectifs de réduction des émissions de GES.

La hausse des températures mais aussi les risques de pics de pollution plus prononcés dans les villes, vont rendre l'impact sanitaire du changement climatique particulièrement prégnant en situation urbaine.

Enfin, les évènements climatiques extrêmes vont représenter en ville une menace à la fois pour les populations, le parc bâti et les infrastructures de transport. Ces évènements seront plus difficiles à gérer en contexte urbain.

En Grand Est, les principaux enjeux en termes de vulnérabilité du territoire concernent la mise en œuvre d'un **urbanisme durable** intégrant les problématiques d'habitat, d'énergie et de mobilité, le développement d'une **culture de l'adaptation au changement climatique fondée sur une meilleure connaissance des risques et des stratégies mobilisant l'ensemble des acteurs et des territoires en fonction de leurs spécificités, potentiels et capacités d'innovation.**

8. Définitions et Glossaire

CCI	Chambre de Commerce et d'Industrie
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
EnR	Energies renouvelables
INSA	Institut National des Sciences Appliquées
GES	Gaz à effet de serre
GNV	Gaz naturel de ville
PCAER	Plan climat air énergie régional
PCAET	Plan climat air énergie territorial
PLU	Plan local d'urbanisme
PLUi	Plan local d'urbanisme intercommunal
PNR	Parc naturel régional
PRFB	Plan régional forêt bois
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable, et d'Egalité des Territoires
SCoT	Schéma de cohérence territoriale
SRB	Schéma régional biomasse
SRCAE	Schéma régional Climat Air Energie

LES EMISSIONS DE POLLUANTS

NH₃	ammoniac
NO_x	oxyde d'azote
NO₂	dioxyde d'azote
PM10, PM2.5	particules fines
SO₂	dioxyde de soufre
COVM	composés organiques volatiles non méthaniques
CO₂	dioxyde de carbone

LES UNITES

Consommation d'énergie finale non corrigée du climat : énergie livrée aux différents secteurs économiques (à l'exclusion de la branche énergie) utilisée à des fins énergétiques ou comme matière première (principalement du gaz naturel utilisé dans l'industrie chimique).

GWh PCI : les consommations d'énergie finale sont données en GWh PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur). Ceci indique la quantité d'énergie délivrée lors de la combustion, sans prendre en compte l'énergie de chaleur latente de la vapeur d'eau produite par la combustion.

Tep : unité de mesure de l'énergie qui permet la comparaison des énergies entre elles. Un tep correspond à l'énergie produite par la

combustion d'une tonne de pétrole. Pour indication, 1 tep équivaut à 11 600 kWh.

PRG : le Pouvoir de Réchauffement Global a été défini afin de déterminer l'impact de chacun des GES sur le changement climatique à partir des PRG respectifs des GES. Il s'exprime en équivalent CO₂ (CO₂e).

ktCO₂e : les émissions de GES sont exprimées en kilotonnes CO₂ équivalent (ktCO₂e) ce qui correspond à 1 000 tCO₂e.

LES SECTEURS

Branche énergie : elle regroupe ce qui relève de la production et de la transformation d'énergie (centrales électriques, cokeries, raffineries, pertes de distribution, etc.).

Industrie manufacturière, construction : ce secteur regroupe l'ensemble des activités manufacturières et celles de la construction.

Résidentiel : ce secteur inclut les activités liées aux lieux d'habitation : chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, électricité spécifique,...

Tertiaire : ce secteur recouvre un vaste champ d'activités qui va du commerce à l'administration, en passant par les services, l'éducation, la santé,...

Agriculture : ce secteur comprend les différents aspects liés aux activités agricoles et forestières : cultures (avec ou sans engrais), élevage, autres (combustion, engins, chaudières).

Transports : on distingue le transport routier et les autres moyens de transport, regroupés dans le secteur Autres transports. Chacun de ces deux secteurs regroupe les activités de transport de personnes et de marchandises.

LES SOURCES D'ENERGIE

Electricité : de source renouvelable et non renouvelable

Gaz naturel

Produits pétroliers : fioul domestique, diesel, GPL, etc.

Combustibles minéraux solides : charbon, coke de houille, etc.

Bois-énergie :

Une catégorie qui agrège d'autres énergies renouvelables (« Autres ENR ») : biogaz, biocarburants, boues de station d'épuration, etc.

Une catégorie qui agrège d'autres énergies non renouvelables (« Autres non renouvelables ») : déchets industriels (solides ou liquides), partie non organique des ordures ménagères, gaz industriels (cokerie, haut-fourneau, etc.)

Chaleur issue des réseaux : considérée comme une énergie finale

LES FILIERES DE PRODUCTION dites renouvelables

Eolien : production d'énergie de la filière éolienne

Filière forêt/bois : production de bois-énergie de la filière forêt bois de la région (bois bûche, plaquettes, etc.) et non la quantité de chaleur ou d'électricité produite à partir de ce bois

Agrocarburants : production d'agrocarburants à partir de biomasse agricole

Hydraulique : électricité produite par la grande (installation de plus de 10MW), par la petite (installations entre 1 et 10 MW) hydraulique, et par la micro-hydraulique (installations de moins de 1MW)

Géothermie de très haute énergie : production d'électricité par la géothermie profonde

PACs aérothermiques : production d'énergie renouvelable par les PACs aérothermiques

Géothermie (chaleur) : production d'énergie renouvelable par les PACs géothermiques individuelles et collectives

Photovoltaïque : production d'électricité des panneaux photovoltaïques mise sur le réseau

Solaire thermique : production de chaleur des chauffe-eau solaires collectifs (CESC) et individuels (CESI)

Incinération des déchets – part renouvelable : valorisation d'énergie lors de l'incinération des déchets

Biogaz : production de chaleur et/ou d'électricité à partir de biogaz

Biomasse agricole : production de cultures énergétiques (ex miscanthus) ayant vocation à être valorisées énergétiquement (et non la quantité de chaleur ou d'électricité produite à partir de ces cultures)

Chaleur fatale : quantité d'énergie inéluctablement présente ou piégée dans certains processus ou produits, qui parfois – au moins pour partie – peut-être récupérée et/ou valorisée

9. Bibliographie et sources

- Invent'Air 2018 ATMO Grand Est
- Etude sur la récupération de chaleur fatale en France, ADEME
- Panorama des énergies renouvelables et de récupération en région Grand Est, Bilan année 2016, Edition 2017, DREAL Grand Est
- La rénovation énergétique des logements en Grand Est, Bâtiment durable, Synthèse annuelle 2016, CERC
- Bilan de la qualité de l'air 2016, ATMO Grand Est
- Etude du CGET sur le changement climatique en Grand Est, 2011

Table des figures

Figure 1 : Evolution de la consommation d'énergie finale en Grand Est (Source ATMO Grand Est)	5	Figure 16 : Evolution de la production d'énergie primaire d'agrocarburants (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	31
Figure 2 : Evolution de la consommation d'énergie finale par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	8	Figure 17 : Evolution de la production d'énergie primaire éolien (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	32
Figure 3 : Evolution de la consommation d'énergie finale par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	10	Figure 18 : Evolution de la production d'énergie primaire via les PAC aérothermiques (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	33
Figure 4 : Evolution de la consommation du secteur industriel par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	11	Figure 19 : Evolution de la production d'énergie primaire du biogaz (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	35
Figure 5 : Evolution de la consommation des transports par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	12	Figure 20 : Evolution de la production d'énergie primaire par l'incinération des déchets – part renouvelable (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	36
Figure 6 : Evolution de la consommation du secteur résidentiel par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	15	Figure 21 : Evolution de la production d'énergie primaire de la filière géothermie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	37
Figure 7 : Répartition des logements selon leur année de construction (Source INSEE 2014 - BURGEAP©)	20	Figure 22 : Evolution de la production d'énergie primaire du photovoltaïque (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	38
Figure 8 : Source CERC 2016, édition 2017	20	Figure 23 : Evolution de la production d'énergie primaire du solaire thermique (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	39
Figure 9 : Statut d'occupation du parc bâti privé en 2014 (Source INSEE 2014 - BURGEAP©)	21	Figure 24 : Organisation territoriale de la distribution d'électricité	41
Figure 10 : Evolution de la consommation du secteur tertiaire par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	23	Figure 25 : Présentation des distributeurs, ENEDIS et ELD sur la région	42
Figure 11 : Evolution de la consommation du secteur agricole par type d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	24	Figure 26 : Evolution de la consommation électrique sur Grand-Est	43
Figure 12 : Répartition de la production d'énergie primaire renouvelable par filière (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	26	Figure 27 : Décomposition et évolution par secteur	43
Figure 13 : Evolution de la production primaire d'énergie renouvelable (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	26	Figure 28 : Capacité du S3RENr sur la région	44
Figure 14 : Evolution de la production d'énergie primaire du bois-énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	28	Figure 29 : Capacité restante à affecter du S3RENr et celles estimées totales des postes sources	44
Figure 15 : Evolution de la production d'énergie primaire hydraulique (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	30	Figure 30 : Desserte de gaz sur la région et présentation des gestionnaires du réseau de distribution	46
		Figure 31 : Réseau de transport gazier sur la région	47
		Figure 32 : Capacité d'injection sur le réseau de transport – Source GRTGaz	47
		Figure 33 : Mix énergétique des différents réseaux de chaleur régionaux	48
		Figure 34 : Répartition des émissions de PM2.5 par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	50

Figure 35: Carte des concentrations en particules fines PM _{2,5} -(moyenne annuelle 2016 – (Source ATMO Grand Est / PREVEST)	52	Figure 51 : Evolution des émissions de CO ₂ par secteur (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	69
Figure 36 : Répartition des émissions de PM ₁₀ par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	53	Figure 52 : Evolution des émissions de CO ₂ selon les types d'énergie (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	70
Figure 37: Carte des concentrations en particules fines PM ₁₀ - moyenne annuelle 2016 (Source ATMO Grand Est / PREVEST)	54	Figure 53 : Evolution du potentiel de séquestration régional (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	71
Figure 38 : Répartition des émissions de NO _x par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	55	Figure 54 : Estimation des capacités de stockage du carbone selon les types de sols	72
Figure 39: Carte des concentrations en dioxyde d'azote NO ₂ en moyenne annuelle 2016 (Source ATMO Grand Est / PREVEST)	56	Figure 55 : Evolution du stockage de carbone en fonction des années	72
Figure 40 : Schéma de formation de l'ozone (Source ATMO Grand Est (anciennement AIR Lorraine)	57	Figure 56 : Evolution des températures moyennes selon les différents scénarii du GIEC	73
Figure 41 : Carte des concentrations en ozone - jours de dépassement (Source ATMO Grand Est / PREVEST)	58	Figure 57 : Evolution des phénomènes de chaleur extrême selon les différents scénarii du GIEC	74
Figure 42 : carte des concentrations en ozone - mai à juillet 2016 (Source ATMO Grand Est / PREVEST)	59	Figure 58 : Evolution des précipitations moyennes selon les différents scénarii du GIEC	74
Figure 43 : Répartition des émissions de COVNM par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	60	Figure 59 : Caractérisation du risque de retrait-gonflement des argiles, source BRGM	75
Figure 44 : Répartition des émissions de SO ₂ par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	61	Figure 60 : Aire de distribution du moustique tigre en France au 1er janvier 2017	77
Figure 45 : Répartition des émissions de NH ₃ par secteur d'activité (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	62	Figure 61 : Répartition des cultures et élevages en Grand Est, source AGRESTE	78
Figure 46 : Valeurs guides de l'OMS pour la qualité de l'air	64	Figure 62 : Evolution de l'aire de distribution de la processionnaire du pin en France	80
Figure 47 : Exposition de la population aux particules fines PM 10 en moyenne annuelle en 2016 (Source : ATMO Grand Est 2016)	66		
Figure 48 : Répartition des émissions de GES selon leur origine (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	68		
Figure 49 : Evolution des émissions par type de GES en Grand Est (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	68		
Figure 50 : Evolution des émissions de GES par secteur (Source ATMO Grand Est - BURGEAP©)	69		

10. Tableaux des données

Consommation d'énergie finale régionale

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Extraction, transformation et distribution d'énergie	0	0	0	0	0
Industrie manufacturière et construction	88 573	69 415	59 761	59 672	56 438
Déchets	0	0	0	0	0
Résidentiel	59 449	63 028	58 544	53 368	59 298
Tertiaire, commercial et institutionnel	25 627	25 536	24 206	20 505	21 360
Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCATF	4 362	3 736	4 069	4 280	4 309
Modes de transports autres que routier	1 712	1 926	1 791	1 699	1 652
Transport routier	49 330	49 550	48 128	47 953	48 570
Total	229 052	213 191	196 498	187 476	191 626

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Electricité	45 952	45 947	44 057	41 504	42 413
Gaz Naturel	63 747	59 089	51 768	46 404	49 797
Produits pétroliers	83 015	73 318	67 954	65 494	64 533
Combustibles Minéraux Solides (CMS)	9 327	7 934	6 322	6 287	6 186
Bois-énergie (EnR)	11 300	13 429	13 589	14 688	16 983
Autres énergies renouvelables (EnR)	1 892	5 006	5 319	5 918	6 469
Autres non renouvelables	11 405	6 098	5 323	5 255	3 030
Chaleur et froid issus de réseau	2 415	2 369	2 166	1 924	2 215
Total	229 052	213 191	196 498	187 476	191 626

Secteur Industriel

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Electricité	20 282	17 656	15 794	15 128	14 831
Gaz Naturel	34 717	28 200	23 385	23 764	23 701
Produits pétroliers	9 674	6 156	5 160	5 273	3 893
Combustibles Minéraux Solides (CMS)	9 321	7 924	6 312	6 279	6 178
Bois-énergie (EnR)	2 529	2 767	3 351	3 556	4 285
Autres énergies renouvelables (EnR)	644	614	435	416	520
Autres non renouvelables	11 405	6 098	5 323	5 255	3 030
Total	88 573	69 415	59 761	59 672	56 438

Secteur Résidentiel

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Electricité	15 575	16 626	16 919	15 407	16 448
Gaz Naturel	19 306	21 730	19 304	16 104	19 052
Produits pétroliers	13 986	11 447	9 295	7 687	7 603
Chaleur et froid issus de réseau	1 371	1 316	1 213	1 119	1 296
Bois-énergie (EnR)	8 661	10 374	9 952	10 858	12 310
Autres énergies renouvelables (EnR)	549	1 535	1 861	2 192	2 589
Total	59 449	63 028	58 544	53 368	59 298

Secteur Transport

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Electricité	537	845	777	749	713
Gaz Naturel	43	65	59	56	57
Produits pétroliers	49 779	47 737	46 291	45 805	46 356
Autres énergies renouvelables (EnR)	682	2 830	2 792	3 042	3 096
Total	51 041	51 476	49 918	49 652	50 222

Secteur Tertiaire

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Electricité	9 104	10 440	10 146	9 832	10 016
Gaz Naturel	9 420	8 915	8 898	6 366	6 848
Produits pétroliers	5 937	4 835	3 913	3 223	3 187
Combustibles Minéraux Solides (CMS)	6	6	5	4	4
Chaleur et froid issus de réseau	1 044	1 053	953	805	919
Bois-énergie (EnR)	101	259	258	241	356
Autres énergies renouvelables (EnR)	16	27	32	34	30
Total	25 627	25 536	24 206	20 505	21 360

Secteur agricole sylvicole

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Electricité	453	381	421	388	405
Gaz Naturel	261	179	122	115	139
Produits pétroliers	3 638	3 143	3 295	3 505	3 494
Combustibles Minéraux Solides (CMS)	-	4	4	4	4
Bois-énergie (EnR)	9	29	28	33	33
Autres énergies renouvelables (EnR)	-	-	199	234	234
Total	4 362	3 736	4 069	4 280	4 309

Production d'énergie primaire d'origine renouvelable

En GWH	2005	2010	2012	2014	2016
Eolien	190	1 818	3 517	3 976	4 938
Filière bois-énergie	10 999	11 942	12 524	14 200	14 460
Production d'agrocarburants	1 806	6 589	6 862	7 954	6 313
Grande Hydraulique (>=10MW)	6 824	7 698	8 118	7 276	7 704
Petite Hydraulique (entre 1 et 1 MW)	227	271	241	239	252
Micro-hydraulique (> 1MW)	175	219	200	210	198
Géothermie basse à haute énergie	15	15	15	15	15
Géothermie très haute énergie	0	0	0	0	38
PACs géothermiques	115	280	336	390	435
PACs aérothermiques	406	1 177	1 431	1 701	2 041
Solaire photovoltaïque	0	43	299	458	467
Solaire thermique	30	82	101	111	125
Incinération déchets - part EnR	598	669	651	589	595

Biogaz	184	303	403	530	637
Cultures énergétiques	0	31	32	44	44
Total	21 569	31 138	34 732	37 694	38 262

Emission de polluants atmosphériques en 2016

En tonnes	SO2	NOx	PM10	PM2.5	NH3	COVNM
Extraction, transformation et distribution d'énergie	1 211	3 923	343	282	19	2 006
Industrie manufacturière et construction	6 307	16 410	4 295	1 454	1 798	26 741
Déchets	20	92	15	12	612	314
Résidentiel	1 649	7 959	12 372	12 119	0	41 635
Tertiaire, commercial et institutionnel	525	2 841	297	263	0	329
Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCATF	20	7 284	14 807	3 538	53 232	1 977
Modes de transports autres que routier	32	2 742	586	260	0	367
Transport routier	84	46 282	2 782	2 105	444	7 890
Total	9 849	87 533	35 497	20 033	56 106	81 260

Emission de gaz à effet de serre

En ktCO ₂ e	2005	2010	2012	2014	2016
CO ₂	62 090	53 353	46 373	40 500	40 377
CH ₄	5 193	5 028	4 861	4 747	4 840
N ₂ O	7 492	5 947	5 132	5 301	5 300
Gaz fluorés	1 261	1 591	1 397	1 368	1 391
Total	76 037	65 919	57 764	51 916	51 908

CO ₂ En ktCO ₂	2005	2010	2012	2014	2016
Extraction, transformation et distribution d'énergie	14 230	12 075	11 329	6 815	7 103
Industrie manufacturière et construction	22 258	16 926	12 355	12 866	11 642
Déchets	87	76	71	66	72
Résidentiel	7 717	7 520	6 458	5 363	5 942
Tertiaire, commercial et institutionnel	3 512	3 105	2 858	2 157	2 246
Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCATF	1 038	885	914	972	974

Modes de transports autres que routier	260	237	207	187	180
Transport routier	12 989	12 529	12 181	12 075	12 217
Total	62 090	53 353	46 373	40 500	40 377

CO ₂ en ktCO ₂	2005	2010	2012	2014	2016
Aucune énergie	8 524	6 913	4 827	5 075	4 580
Gaz Naturel	14 081	14 314	12 807	11 038	13 715
Produits pétroliers	22 957	20 277	18 377	17 682	17 332
Combustibles Minéraux Solides (CMS)	11 725	9 163	8 606	5 181	3 474
Autres énergies renouvelables (EnR)	4	2	4	4	4
Autres non renouvelables	4 799	2 685	1 752	1 520	1 273
Total	62 090	53 353	46 373	40 500	40 377

Séquestration carbone

En ktCO ₂	2005	2010	2012	2014	2016
Total	- 12 092	- 11 564	- 10 193	- 10 337	- 10 618



AMÉNAGEMENT • DÉVELOPPEMENT DURABLE • ÉGALITÉ DES TERRITOIRES