

Inventaire Énergétique et des Émissions Polluantes 2016

et les évolutions de 2008 à 2016

du secteur des transports en Pays de la Loire



ANALYSES
ET CONNAISSANCE

Collection

n° 222

L'inventaire énergétique et des émissions polluantes du secteur des transports est le fruit d'un travail partenarial entre Air Pays de la Loire, le CEREMA Ouest et la DREAL des Pays de la Loire.



Par convention dans ce rapport, les données et graphiques non sourcés sont produits dans le cadre du partenariat à l'origine du présent inventaire.

Pour les autres, la source est systématiquement précisée.

Document consultable et téléchargeable sur le site de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement à l'adresse suivante :
<http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/inventaire-energetique-et-des-a2181.html>

Sommaire

1 - INTRODUCTION.....	5
1.1 - Démarche de l'inventaire énergétique et des émissions polluantes du secteur des transports en Pays de la Loire.....	5
1.2 - Périmètre de l'inventaire.....	6
2 - PRÉSENTATION DU CONTEXTE NATIONAL ET RÉGIONAL.....	7
2.1 - Le transport au niveau national.....	7
2.1.1 - Évolution des trafics.....	7
2.1.2 - Évolution de la consommation d'énergie et des émissions polluantes.....	9
2.2 - Contexte régional des Pays de la Loire.....	12
2.2.1 - Les principales infrastructures de transport en 2014.....	12
2.2.2 - Contexte socio-économique.....	13
2.2.3 - Le transport à l'échelle régionale.....	14
3 - SYNTHÈSE DES RÉSULTATS.....	17
3.1 - Résultats agrégés tous modes.....	17
3.1.1 - Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre.....	17
3.1.2 - Émissions de NO _x et de SO ₂	18
3.1.3 - Émissions de COVNM.....	18
3.1.4 - Émissions de particules.....	18
3.1.5 - Commentaires sur le mode routier.....	19
3.2 - L'essentiel des modes non routiers.....	19
4 - RÉSULTATS DÉTAILLÉS.....	20
4.1 - Mode routier.....	20
4.1.1 - Approche départementale.....	20
4.1.2 - Approche par type de véhicule.....	21
4.1.3 - Les résultats en agglomérations.....	24
4.1.4 - Les résultats par type de territoire.....	25
4.1.5 - Les émissions polluantes.....	26
4.2 - Mode ferroviaire.....	28
4.2.1 - Les résultats par type de traction.....	29
4.2.2 - Les résultats par service.....	29
4.2.3 - Les émissions polluantes.....	30
4.3 - Mode aérien.....	33
4.3.1 - Approche par aéroport.....	33
4.3.2 - Distinction entre vols commerciaux et non-commerciaux.....	35
4.3.3 - Les émissions polluantes.....	36
4.4 - Mode maritime.....	38
4.5 - Mode fluvial.....	41

5 - MÉTHODOLOGIES DÉTAILLÉES.....	42
5.1 - Méthodologie routière.....	42
5.1.1 - Consolidation de la base primaire des trafics routiers par le CEREMA Ouest.....	42
5.1.2 - Calcul des émissions routières linéaires.....	43
5.1.3 - Calcul des émissions routières surfaciques.....	44
5.2 - Méthodologie ferroviaire.....	44
5.2.1 - Les sources de données.....	44
5.2.2 - Les méthodes de calcul.....	44
5.3 - Méthodologie aérienne.....	45
5.3.1 - Les sources de données.....	45
5.3.2 - Les méthodes de calcul.....	45
5.4 - Méthodologie maritime.....	46
5.4.1 - Les sources de données.....	46
5.4.2 - Méthodes de calcul.....	46
5.5 - Méthodologie fluviale.....	46
5.5.1 - Les sources de données.....	46
5.5.2 - Méthodes de calcul.....	47
PRINCIPAUX SIGLES ET ABRÉVIATIONS UTILISÉS.....	48
CRÉDITS.....	49
INDEX DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX.....	50
ANNEXES.....	53

1 - Introduction

1.1 - Démarche de l'inventaire énergétique et des émissions polluantes du secteur des transports en Pays de la Loire

La transition énergétique, couplant économies d'énergie et basculement sur des énergies renouvelables et non polluantes, est une priorité gouvernementale. Au-delà de l'objectif dit des «3 x 20» fixé pour l'horizon 2020¹ par l'Union Européenne dans son paquet-climat adopté en 2008, il s'agit de viser le facteur 4 à l'horizon 2050².

Dans ce contexte, la DREAL des Pays de la Loire, à l'instar de plusieurs DREAL dans d'autres régions, a ressenti le besoin d'observer la trajectoire suivie par les consommations d'énergie, et particulièrement d'énergies fossiles du secteur des transports, pour voir si elle est conforme aux objectifs visés.

Élargissant sa perspective, la DREAL s'est associée à Air Pays de la Loire afin de coupler l'observation des consommations d'énergie avec celle des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants.

En parallèle à la démarche d'inventaire des transports de la DREAL Pays de la Loire, Air Pays de la Loire constitue BASEMIS®, base de données sur les consommations d'énergie, les émissions de polluants et de GES sur l'ensemble des secteurs économiques de la Région.

Concernant le secteur des transports, la DREAL, le CEREMA et Air Pays de la Loire ont établi une coopération fructueuse qui a notamment permis d'établir le présent bilan et qui alimente également le volet transport Basemis®.

Un inventaire est un outil en perpétuelle évolution compte tenu de l'évolution des sources de données, de leur méthodologie d'acquisition et des périmètres comptabilisés pour parvenir à des données synthétiques et exhaustives. **Les séries de données sont donc recalculées rétroactivement dans cet inventaire 2016 et ne**

sont donc pas à comparer aux précédents rapports (inventaires 2008, 2010, 2012, 2014).

Le présent inventaire met l'accent sur l'étude des consommations d'énergie et des polluants pouvant appartenir au Potentiel de Réchauffement Global (PRG) ou à la catégorie des gaz, dits « à effet de serre », dont les principaux représentants sont le dioxyde de carbone (CO₂) en premier lieu, qui représente en 2016 plus de 67% des émissions rapportées en équivalent CO₂, le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O), qui représentent la majorité des 33 % restants³. Ces polluants ont un impact sur l'accroissement de l'effet de serre à une échelle globale, conformément aux conclusions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur l'impact des activités humaines sur le réchauffement climatique.

Cependant, la pollution ne se limite pas à des effets globaux, mais elle a également des impacts locaux sur l'environnement et la santé.

On peut retenir quelques grandes familles de polluants en fonction de leurs effets sur l'environnement ou la santé :

- ◆ Les polluants responsables de l'acidification : dans cette catégorie, on retrouve le dioxyde de soufre (SO₂) et les oxydes d'azote (NO_x), mais aussi l'ammoniac (NH₃). Ces polluants, d'origine anthropique ou naturelle, se concentrent dans l'atmosphère et vont être redistribués par des précipitations humides ou bien des dépôts secs. L'augmentation de leur concentration dans les milieux accroît l'acidité et représente une menace pour leur équilibre biochimique, et en conséquence, pour la biodiversité ;
- ◆ Les polluants photochimiques : il s'agit ici des composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM) et du monoxyde de carbone (CO). Ce sont des précurseurs de l'ozone dont la concentration dans l'atmosphère a des effets nocifs sur l'environnement en réduisant l'activité photosynthétique des plantes et en altérant leur résistance ainsi que sur la santé (difficultés respiratoires, irritations oculaires, etc.) ;
- ◆ Les métaux lourds : leur contact ou leur ingestion ont des effets dangereux sur la santé ;
- ◆ La pollution aux particules fines : il s'agit d'un mélange hétérogène de substances présentes en suspension dans l'atmosphère (cendre, fumées, aérosols, poussière, etc.). L'exposition à cette pollution quelle soit chronique ou à court terme, a un impact sur la santé (asthme,

¹ Article 10 de la loi Grenelle 1 (loi n°2009-967)

² Objectif de la loi n°2015-992 relative à la transition énergétique pour la croissance verte : réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et de diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (art. L100-4 du code de l'énergie)

³ Source GIEC (Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat)

maladie cardio-vasculaire, mortalité) Dans le domaine du transport, on s'intéresse plus particulièrement aux PM10 et PM2,5 (matières particulaires dont le diamètre est respectivement inférieur à 10 et à 2,5 micromètres) émises par la combustion des moteurs des véhicules, mais aussi par l'usure des routes, des freins et des pneus.

- ◆ le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- ◆ les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM)
- ◆ les particules (PM) émises par les véhicules (majoritairement issus de l'usure, et dans une moindre mesure de l'échappement).

Toutefois, les résultats détaillés concernant les autres polluants cités plus haut, et non présentés dans ce rapport, sont consultables sur demande à Air Pays de la Loire.

Avertissement

La méthodologie appliquée est différente pour chaque mode de transport. Elle est perfectible et évolue continuellement en fonction de l'état des connaissances, des données disponibles et des progrès des technologies de mesure.

Cet inventaire recense les résultats de consommation et d'émissions de la région Pays de la Loire pour l'année 2016. En conséquence de l'évolution constante des principes méthodologiques, il n'est donc pas possible de comparer directement les résultats du présent inventaire 2016 avec ceux parus dans les précédentes éditions (2008, 2010, 2012 et 2014). En revanche, afin de pouvoir suivre l'évolution des principaux indicateurs, les consommations et les émissions ont été recalculées pour les années 2008, 2010, 2012 et 2014 et remplacent les précédentes estimations.

1.2 - Périmètre de l'inventaire

L'année de référence du présent inventaire est l'année 2016.

Les données disponibles portent sur les gaz à effet de serre (que sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et les composés fluorés), et sur 42 polluants atmosphériques.

Le format de restitution utilisé est celui du SECTEN (Secteurs EConomiques eT ENergie) comme préconisé dans le guide méthodologique national de référence. Ce format de présentation des émissions dans l'air relatif aux acteurs économiques traditionnels est utilisé par le Centre Interprofessionnel Technique et d'Etudes sur la Pollution Atmosphérique (CITEPA) pour la réalisation des inventaires nationaux.

Les consommations d'énergie et émissions de GES et polluants des trafics maritimes internationaux ne sont pas incluses dans le format de rapportage SECTEN.

Pour le secteur aérien, l'ensemble des consommations d'énergie et émissions de polluants correspondant au cycle de décollage et atterrissage du trafic aérien international est pris en compte dans ce format mais pas les émissions de GES associées.

Le format SECTEN n'inclut pas les émissions de CO₂ d'origine électrique ni les émissions de CO₂ d'origine biogénique (bois, biocarburants).

Toutefois, ces consommations d'énergie et les émissions hors SECTEN sont tout de même calculées par l'inventaire et sont rapportées à part pour information.

Dans ce rapport, nous nous intéresserons particulièrement aux résultats d'émissions des GES et aux principaux polluants émis dans le secteur des transports, à savoir :

- ◆ les GES dont le CO₂ pour sa participation majoritaire au réchauffement climatique ;
- ◆ les oxydes d'azote (NO_x) ;

2 - Présentation du contexte national et régional

2.1 - Le transport au niveau national

2.1.1 - Évolution des trafics

Le transport de marchandises (Illustration 1) en France a connu une croissance assez rapide et continue depuis le début des années 1990, porté par une croissance économique sur la période (source CCTN⁴). Le trafic intérieur de transport de marchandises a connu son apogée en 2007 avant de connaître une chute brutale en 2009, suite à la crise économique mondiale. Depuis 2009, le transport de marchandises peine à renouer avec la croissance et se stabilise autour de 330 milliards de tonnes.kilomètres⁵ de marchandises transportées par an sur le territoire métropolitain.

La répartition des modes de transport empruntés pour les marchandises a également beaucoup évolué. La part de marché du ferroviaire s'est progressivement réduite au profit du routier pour s'établir à 20 % en 1990. Cet effet se poursuit sur les deux décennies suivantes. La crise de 2008 aura pour effet de pénaliser le transport ferroviaire, moins flexible vis-à-vis des contraintes imposées par le climat économique. Sa part modale est de l'ordre de 10 % en 2016.

Au cours de la période 1990-2016, la part modale du transport fluvial s'est maintenue autour de 2,5 %.

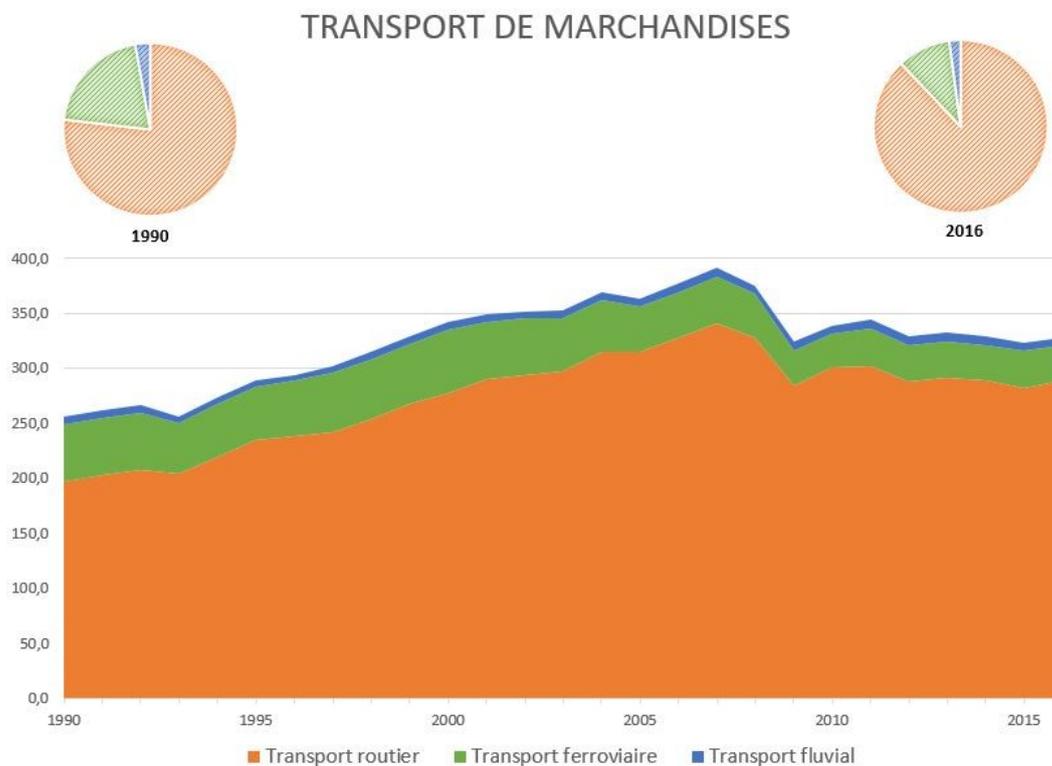


Illustration 1: évolution du transport terrestre de marchandises (en milliards de t.km) en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : les comptes de transport en 2016, CCTN)

4 CCTN : Commission des comptes des transports de la Nation

5 Tonnes.kilomètres (t.km) : unité de mesure de quantité de transport correspondant à une tonne transportée sur 1 km.

Le transport de voyageurs (Illustration 2) a connu deux rythmes de croissance relativement constants dont le point d'inflexion se situe vers le début des années 2000. À partir de ce moment-là, la croissance du transport de voyageurs en France métropolitaine a connu une croissance légèrement moins rapide. Cette croissance continue s'explique par l'accroissement de la démographie française et par un maintien relatif de la mobilité individuelle.

La crise de 2008 n'a pas eu d'impacts significatifs sur le transport de voyageurs et ne fait pas apparaître de rupture dans la croissance de ce transport depuis le début des années 2000.

Les répartitions modales sont restées stables jusqu'au début des années 2000. À partir de ce point d'inflexion, apparaît une progression de la part modale des transports collectifs (TC) et ferroviaire au détriment de la part modale routière, mais dans des proportions très modérées à l'échelle nationale (la part modale routière est passée de 73 % en 1990 à 72 % en 2016).

En 2016, les transports ont été marqués par un prix du pétrole bas, une croissance modérée et un contexte géopolitique tendu. Le redémarrage du transport routier de marchandises et la forte croissance du transport de voyageurs s'accompagnent d'une hausse des effectifs mais aussi des émissions de gaz à effet de serre.

Le transport de marchandises, tiré par le transport routier en compte propre et le transport sous pavillon étranger, est en hausse malgré la baisse du ferroviaire et du fluvial. L'activité des ports fléchit.

Le transport intérieur de voyageurs croît, tiré par la circulation routière. Sur longue distance, le transport ferroviaire diminue légèrement, le transport aérien confirme sa reprise. Sur courte distance, le transport collectif urbain augmente, particulièrement en Île-de-France (Source CCTN – Les comptes des transports en 2016 – Datalab n° 23 - Juillet 2017).

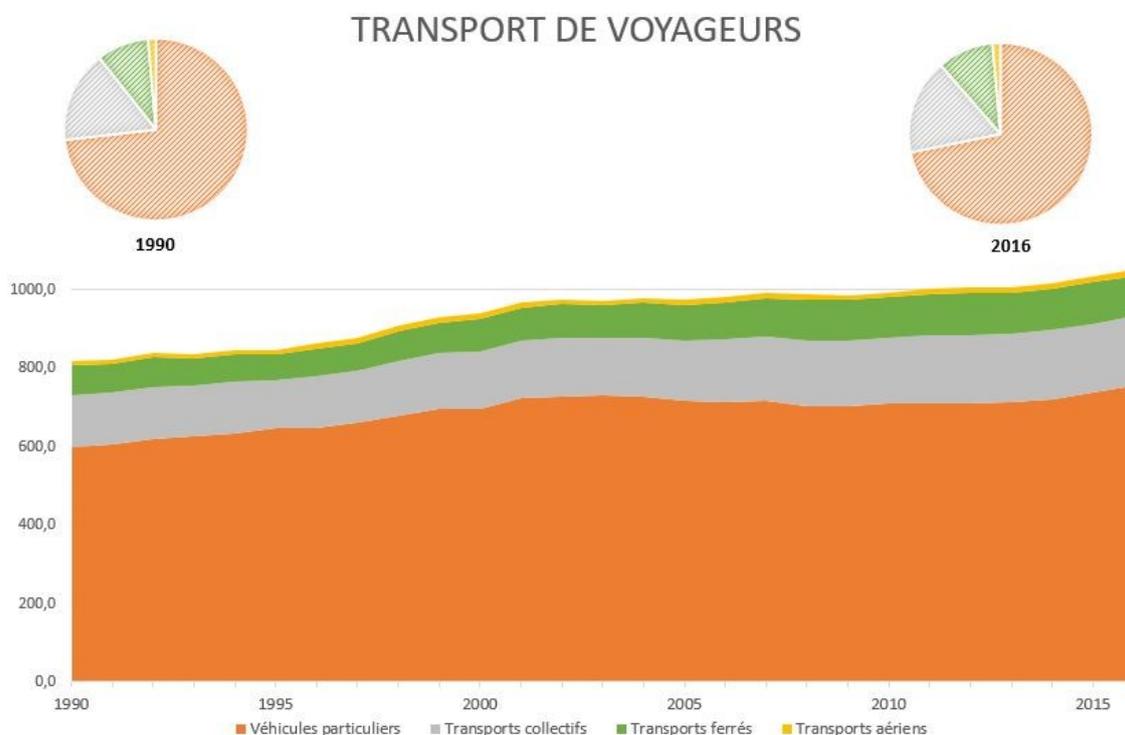


Illustration 2: évolution du transport de voyageurs (en milliards de voyageurs.km) en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : les comptes de transport en 2016, CCTN)

2.1.2 - Évolution de la consommation d'énergie et des émissions polluantes

◆ Consommation d'énergie primaire :

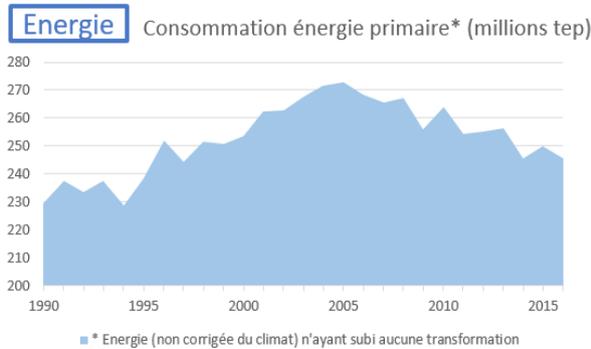


Illustration 3: évolution de la consommation d'énergie primaire* en France Métropolitaine entre 1990 et 2016 . Sources : Bilans énergétiques de la France (SOeS)

Après avoir régulièrement augmenté jusqu'en 2005 pour atteindre un pic à 273 Mtep, la consommation d'énergie primaire (non corrigée des variations climatiques) se replie légèrement depuis dix ans. En France, la consommation d'énergie primaire s'élevait à 246 Mtep en 2016, poursuivant la tendance baissière des années précédentes.

◆ CO₂ et gaz à « effet de serre » (GES) :

Les **émissions de CO₂**, tous secteurs confondus, sont passées de 395 millions de tonnes en 1990 à 330 en 2016 (Illustration 4), soit une baisse de 16 %. Le secteur du transport est le plus gros contributeur en termes d'émissions de CO₂, dont la quasi-totalité des émissions proviennent du secteur routier. L'agriculture est le seul secteur vraiment minoritaire par rapport aux autres.

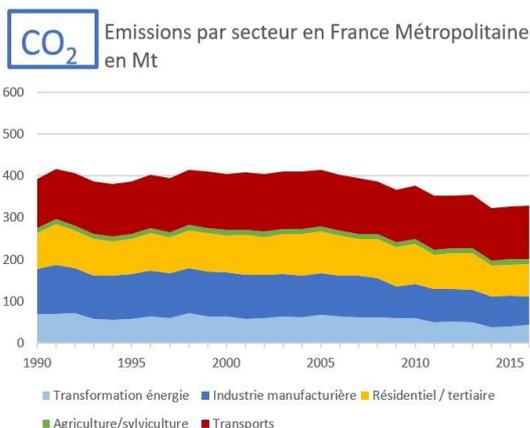


Illustration 4: évolution des émissions de CO₂ et de GES en Mt par secteur en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN - avril 2018)

Le secteur du transport représente ainsi 30 % des émissions de CO₂ en 1990, 33 % en 2000 et 39 % en 2016 compte tenu de la baisse des émissions dans les autres secteurs d'activités.

L'analyse des statistiques du trafic routier sur le territoire français (voir le § 2.1.1) permet d'observer un niveau équivalent de trafic en 1999 et en 2016, pour le transport de marchandises et une progression de l'ordre de 13 % du transport routier de voyageurs entre ces deux années. Cependant, sur le même intervalle, les émissions de CO₂ dues au transport routier ont diminué, passant de 135 à 127 MtCO₂, soit un gain de l'ordre de 6 % d'émissions malgré un volume de trafic croissant.

Le secteur des transports contribue donc à la baisse des émissions, même si c'est dans une moindre mesure que les autres secteurs d'activités. Le volume d'**émissions de GES** lié au transport n'évolue pas par rapport aux émissions de CO₂, qui représentent en moyenne plus de 95 % des émissions de GES de ce secteur.

Les secteurs dont la part augmente significativement sont l'industrie et l'agriculture, émetteurs de méthane (CH₄) et d'autres GES (Illustration 5).

Les émissions de GES, tous secteurs confondus, ont diminué de 17,5 % en 2016 par rapport à 1990. Après une relative stagnation jusqu'en 2000, tous les secteurs ont entamé une tendance décroissante à partir de ce moment-là. Mais la tendance marque une légère inflexion autour de 2014 avec une stagnation des niveaux d'émission.

Le secteur des transports représente 30 % des émissions de GES en 2016.

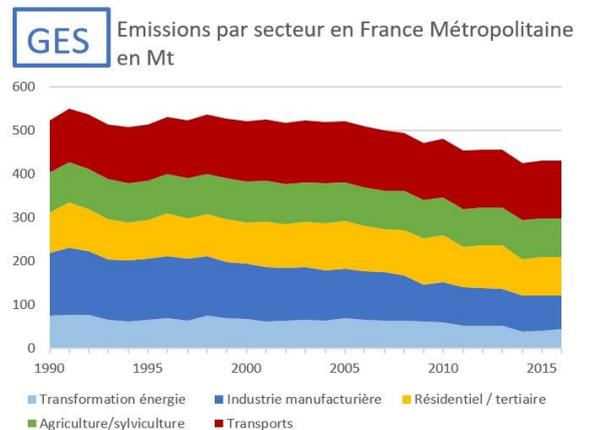


Illustration 5: évolution des émissions de GES en Mt par secteur en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018)

◆ Gaz contribuant à l'acidification

Les principaux gaz contribuant à l'acidification (voir le paragraphe 1.1) qui seront étudiés dans ce rapport, sont le dioxyde de soufre (SO₂) et les oxydes d'azote (NO_x).

D'un côté, le **dioxyde de soufre (SO₂)** est principalement produit par les industries de transformation d'énergie et manufacturière (Illustration 6). Les émissions de SO₂ ont connu un rapide recul pendant les décennies 1990 et 2000, qui se poursuit encore maintenant. Les émissions de SO₂ ont connu une diminution de l'ordre de 80 % entre 1990 et 2010. Le recul est encore de 50 % entre 2010 et 2016. Cette tendance de fond montre les efforts consentis par les différents secteurs.

Si la transformation d'énergie et l'industrie manufacturière sont les principaux contributeurs de cette baisse, le transport a également participé en voyant la part qu'il représente dans les émissions de SO₂ passer de plus de 10 % en 1990 à moins de 5 % en 2000, et à 2 % en 2016. Sur ces 2 %, le transport routier ne représente qu'un quart, le reste étant imputable au transport maritime.

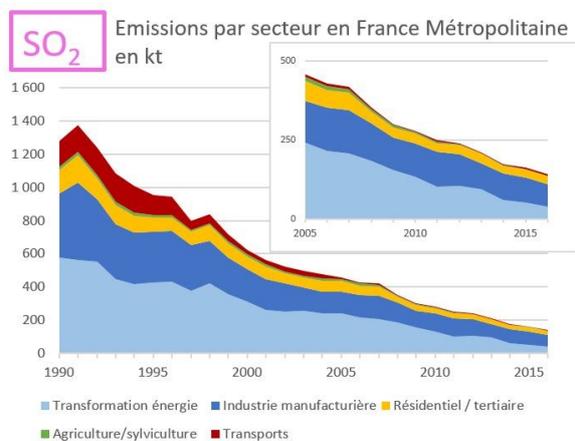


Illustration 6 : évolution des émissions de SO₂ en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018)

Les **oxydes d'azote (NO_x)** sont principalement produits par le secteur du transport, et notamment par le transport routier (Illustration 7). En effet, les émissions de NO_x du transport représentaient 66 % en 1990 (63 % pour le seul transport routier) des émissions tous secteurs confondus. Le secteur du transport est également celui qui a le plus contribué à la diminution (passant de 1296 en 1990 à 538 kt en 2016) des émissions de NO_x totales (1 953 kt en 1990, contre 842 kt en 2016), et ce, malgré la croissance de la demande globale de transport.

Si la part du transport dans les émissions de NO_x est sensiblement la même aujourd'hui (64 %), les autres secteurs contribuent à part relativement égale, entre 5 et 12 %.

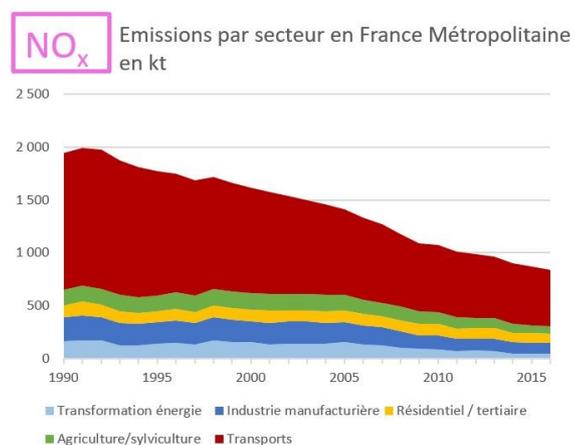


Illustration 7 : évolution des émissions de NO_x en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018)

◆ Gaz contribuant à la pollution photochimique

Les **composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM)** contribuent à la pollution photochimique, à savoir l'augmentation de la concentration d'ozone dans l'air, qui a des effets indésirables sur la santé et l'environnement. Les émissions de COVNM ont également fortement diminué au cours des 25 dernières années, pour s'établir actuellement à un niveau 4 fois inférieur à celui du début des années 1990 (Illustration 8).

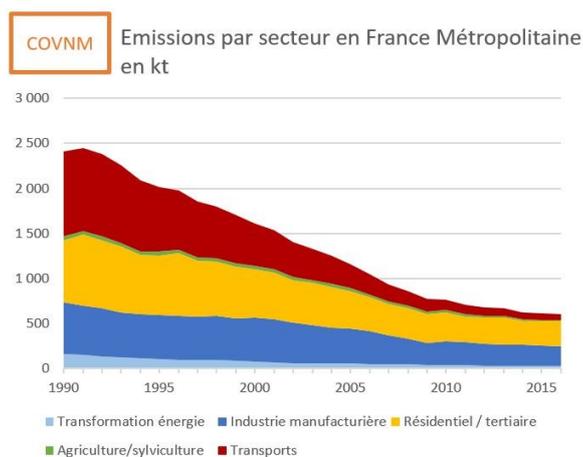


Illustration 8 : évolution des émissions de COVNM en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018)

Les émissions de COVNM connaissent un recul relativement plus lent à partir de 2009. La décroissance générale est majoritairement due, à la baisse des émissions du transport dont les émissions sont passées de 945 kilotonnes en 1990 à 66 en 2016, soit un niveau près de 15 fois inférieur. Les autres secteurs contributeurs à ces émissions sont le secteur résidentiel/tertiaire et l'industrie manufacturière, dont le recul en émissions a été nettement plus lent que celui du transport routier.

◆ Les particules

Les **émissions de particules** sont quantifiées en fonction de leur taille maximale, ainsi les PM_{10} correspondent aux particules de diamètre inférieur à $10\ \mu m$ et les $PM_{2,5}$ aux particules de diamètre inférieur à $2,5\ \mu m$. Ainsi, suivant que l'on parle de PM_{10} ou de $PM_{2,5}$, la contribution relative des secteurs s'avère différente (Illustration 9 et Illustration 10). L'impact de ces particules diffère également sur la santé: les particules les plus fines pénètrent profondément dans les voies respiratoires et leur toxicité potentielle est élevée. Les plus grosses particules (PM_{10}) sont retenues par les voies aériennes supérieures.

Le secteur Résidentiel/tertiaire est le principal contributeur aux émissions de particules (1/3 du total pour les PM_{10} , la moitié pour les $PM_{2,5}$) sur la période de 1990 à 2016. Le chauffage domestique et des entreprises, dont essentiellement le chauffage au bois, est la source principale de production de particules. Néanmoins ce secteur a beaucoup contribué à la diminution des rejets de PM_{10} et $PM_{2,5}$ puisqu'il a diminué de plus de 2,5 fois ses émissions entre 1990 et 2016.

L'agriculture et l'industrie manufacturière émettent également des PM_{10} du fait de leurs activités et des rejets qu'elles produisent : travail des sols, exploitation de carrières, travail du bois, chantiers de BTP⁶. En effet, une grande partie des poussières métalliques, minérales ou biologiques qu'elles rejettent ont une taille supérieure à $2,5\ \mu m$.

Quant au secteur des transports, sa contribution aux émissions de particules, de l'ordre de 20 % aujourd'hui a également beaucoup évolué, grâce à la mise en place des filtres à particules et au développement de motorisations plus performantes depuis 1990 : les émissions de particules ont diminué de moitié en 25 ans.

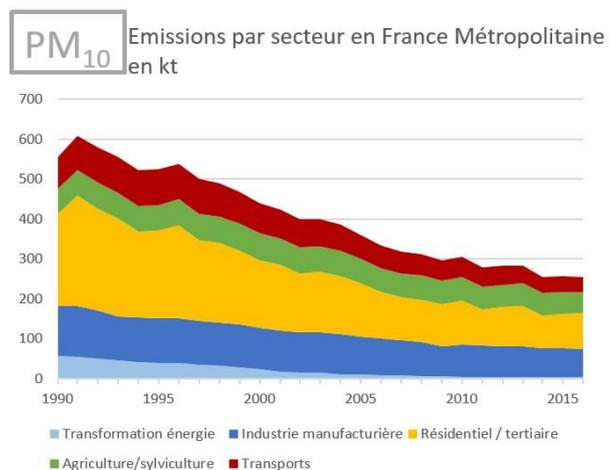


Illustration 9: évolution des émissions de PM_{10} en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018)

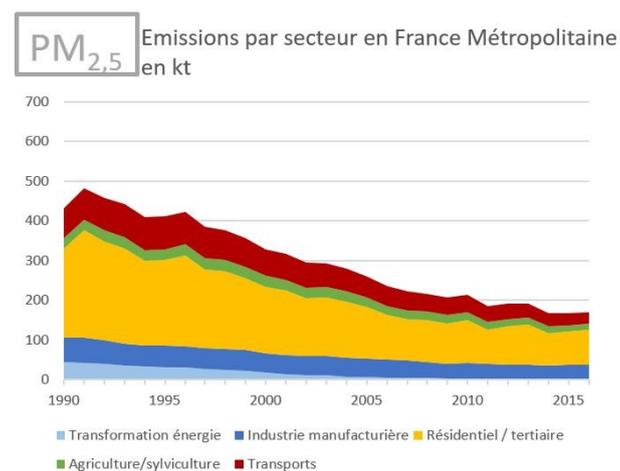
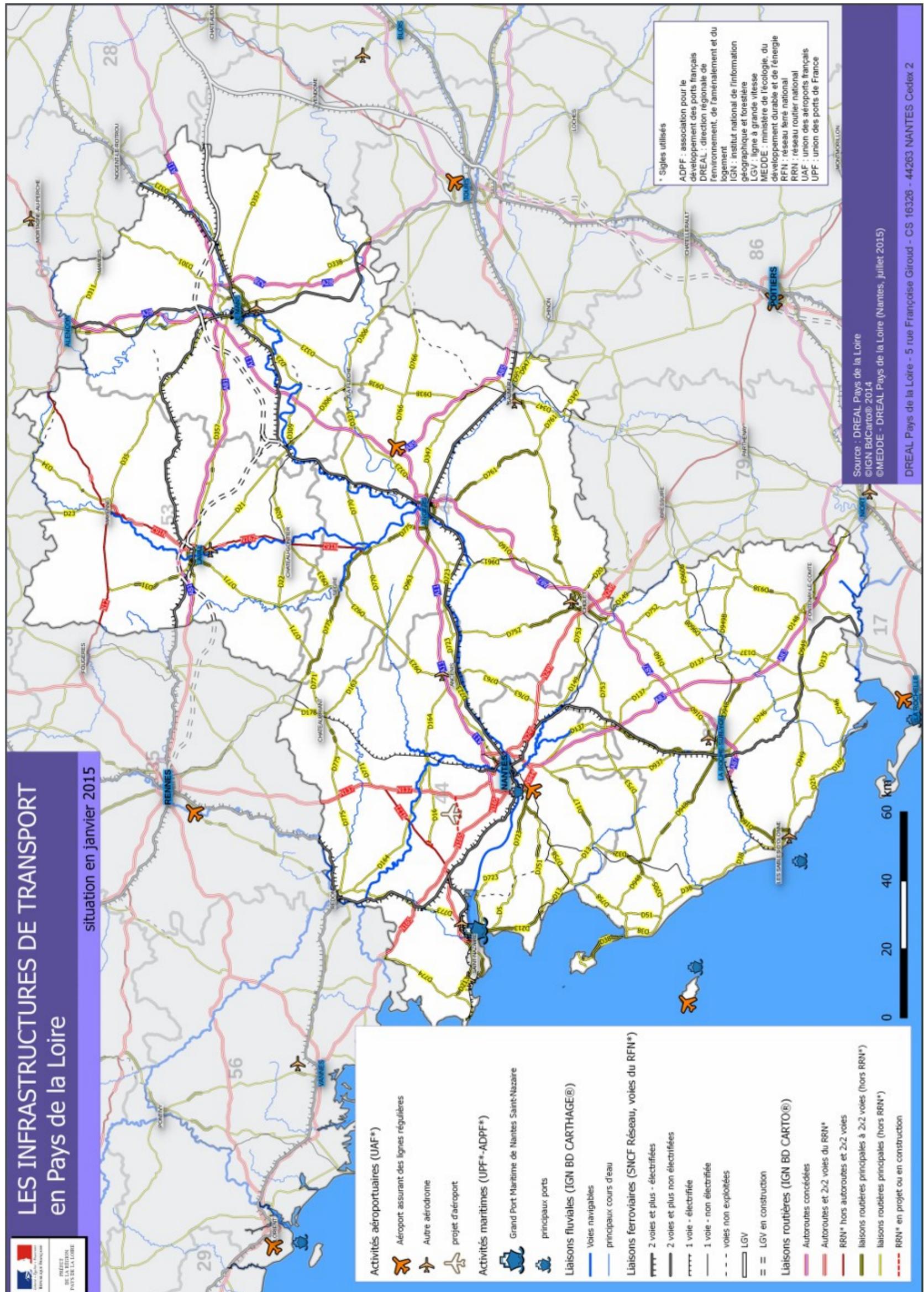


Illustration 10: évolution des émissions de $PM_{2,5}$ en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018)

2.2 - Contexte régional des Pays de la Loire

2.2.1 - Les principales infrastructures de transport en 2014

Illustration 11: carte des infrastructures de transport en Pays de la Loire en 2014 (source DREAL Pays de la Loire)



2.2.2 - Contexte socio-économique

La région des Pays de la Loire connaît un dynamisme économique important depuis ces 10 dernières années. Elle figure parmi les régions les plus dynamiques de France avec les régions Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie et l'Île-de-France (Illustration 12).

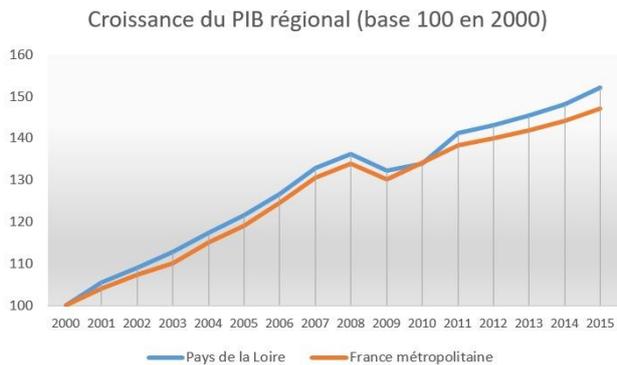


Illustration 12: évolution du PIB régional de 2001 à 2015 (source : INSEE)

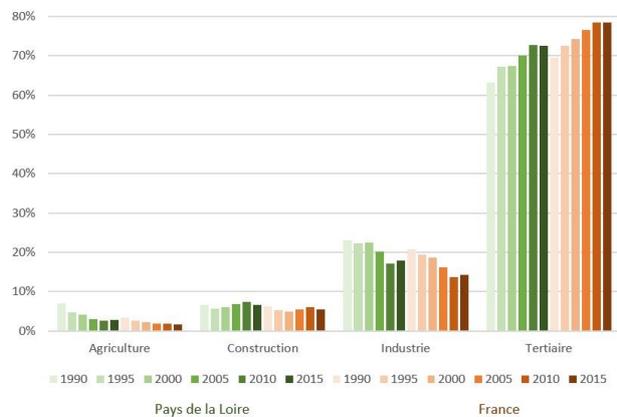


Illustration 13: évolutions des secteurs économiques en Pays de la Loire entre 1990 et 2015 (source : INSEE)

La région a connu, comme tous les territoires français une tertiarisation depuis les années 1970 (Illustration 13). En 2015, l'activité progresse dans les secteurs de l'industrie et le tertiaire en France métropolitaine comme dans les Pays de la Loire (d'après les enquêtes annuelles de la Banque de France). Tiré par la construction navale et aéronautique, le secteur de la fabrication de matériels de transport connaît une croissance soutenue de l'activité, des exportations et de l'emploi. La situation est également favorable dans les industries agro-alimentaires des Pays de la Loire.

Si le tertiaire s'oriente encore à la hausse, le bilan est quant à lui en demi-teinte pour l'agriculture, notamment en raison de mauvaises conditions climatiques.

La région Pays de la Loire est composée de 5 départements, avec un poids démographique très important de la Loire-Atlantique (Illustration 14).

La population des Pays de la Loire pèse 5,8 % de la population française métropolitaine avec une population 2016 de 3 743 982 habitants (64 604 599 habitants en France Métropolitaine). Sa croissance démographique est supérieure pour les années 2010 à 2016 à celle de la population France Métropolitaine (Illustration 15). En effet, la population régionale a connu une croissance de l'ordre de 4,8 % contre 2,9 % pour la France Métropolitaine.

Au sein de la région, la croissance démographique est inégalement répartie entre les départements. La Vendée et la Loire Atlantique connaissent une croissance très soutenue (7,5% et 6,2 % respectivement entre 2010 et 2016). Le Maine et Loire connaît une croissance supérieure à la France Métropolitaine dans son ensemble, mais inférieure à la moyenne régionale (3,8 % entre 2010 et 2016). Les départements de la Mayenne et de la Sarthe connaissent une croissance très inférieure à la moyenne nationale métropolitaine, voire quasi-nulle pour la Mayenne.

Le gain de population est porté pour les trois quarts par les départements de Loire-Atlantique et de Vendée

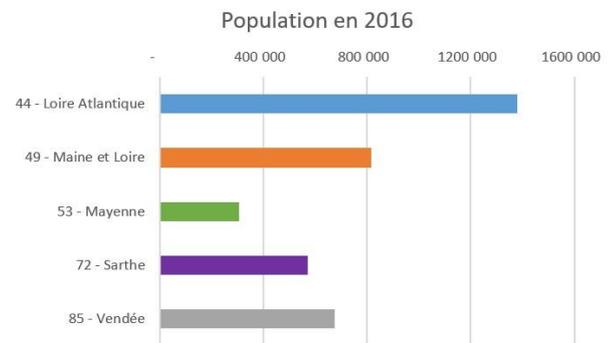


Illustration 14: population des départements des Pays de la Loire en 2016 (source : INSEE)

Ces quelques chiffres mettent en lumière le dynamisme de la région, tant sur un plan économique que sur un plan démographique et soulignent l'enjeu d'une bonne connaissance de la croissance des demandes de transport, de leur organisation et de leur impact en termes de consommation énergétique et d'émissions polluantes.

Evolution de la population entre 2008 et 2016

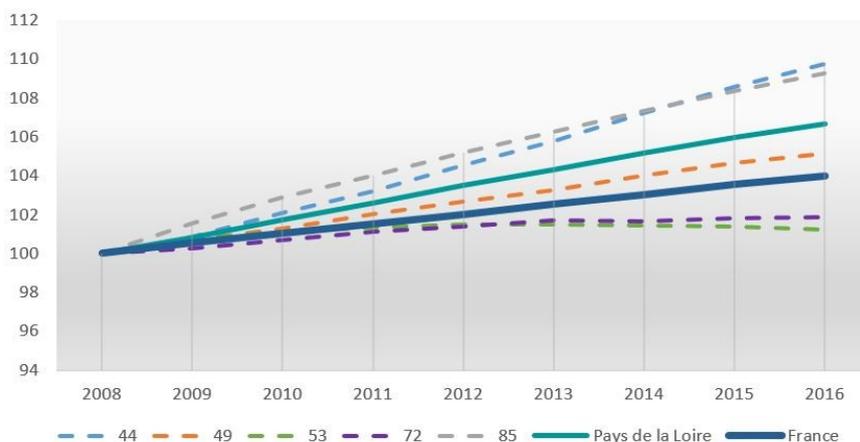
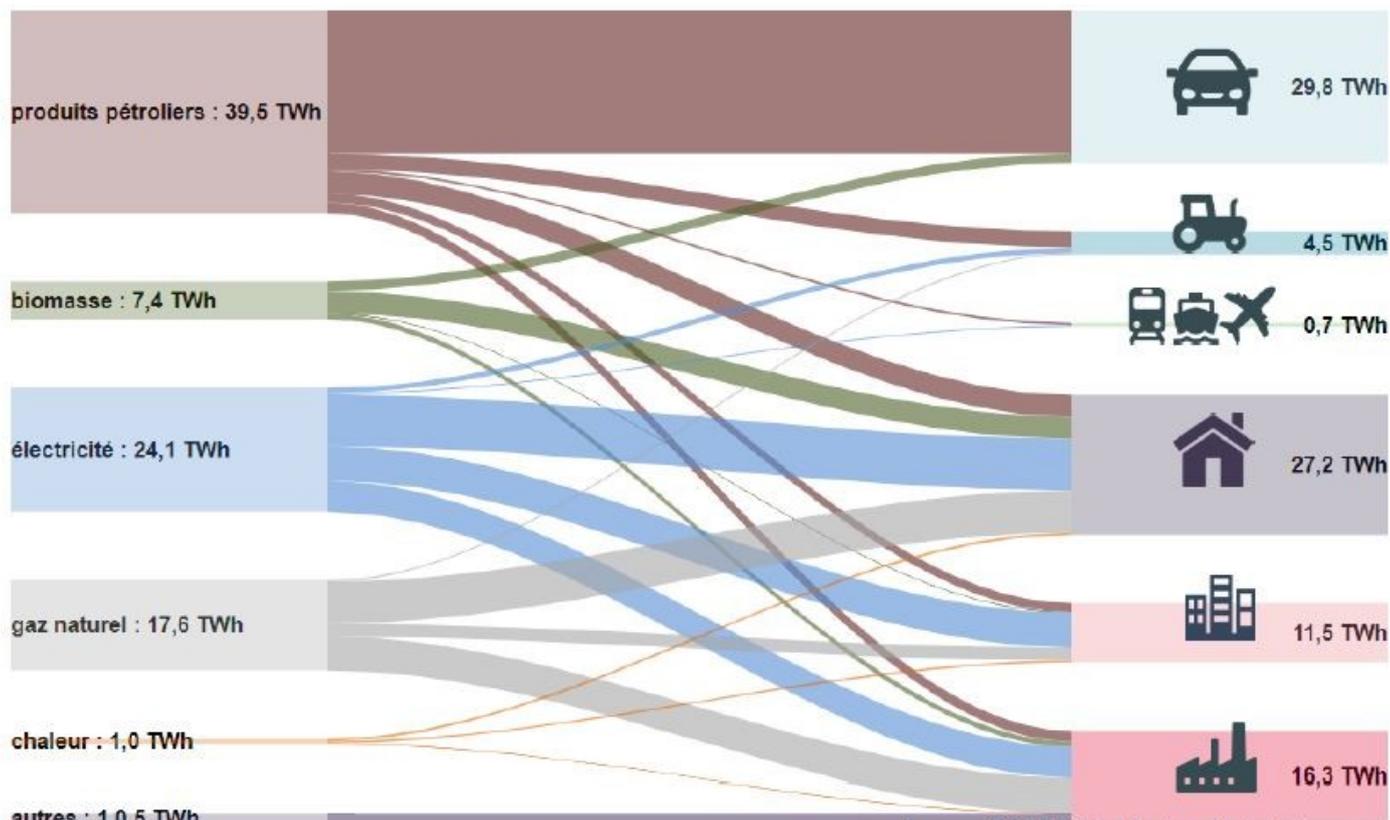


Illustration 15: évolution des populations départementales entre 2008 et 2016 (source : INSEE)



Source : BASEMIS® - Air Pays de la Loire

Illustration 16: flux des consommations d'énergie finale en Mtep en 2016 en Pays de la Loire

2.2.3 - Le transport à l'échelle régionale

Le transport (majoritairement routier) est le secteur d'activité le plus consommateur d'énergie (34%) à l'échelle de la région Pays de la Loire (Illustration 16).

Il représente également la majorité de la consommation de produits pétroliers, devant le résidentiel et l'industrie. Il s'agit d'un secteur à enjeu de premier plan à l'échelle régionale.

Du point de vue des émissions de GES (Illustration 17), le transport occupe également une place importante par rapport aux autres secteurs d'activités (25 % du total émis), compte tenu du caractère émissif en CO₂ des combustibles fossiles utilisés. L'agriculture est le premier secteur émetteur (34%) de GES (CH₄ ou N₂O essentiellement), principalement issus des déjections, de l'épandage et de la fermentation entérique des animaux.

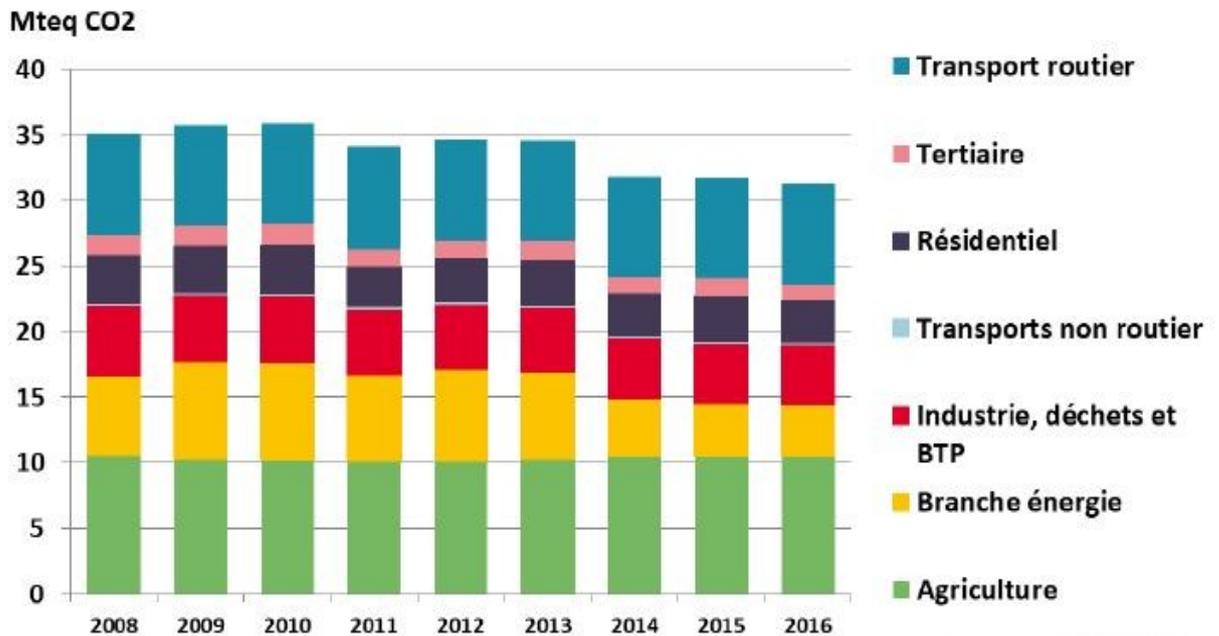


Illustration 17: évolutions des émissions de GES régionales en MteqCO₂ par secteur de 2008 à 2016

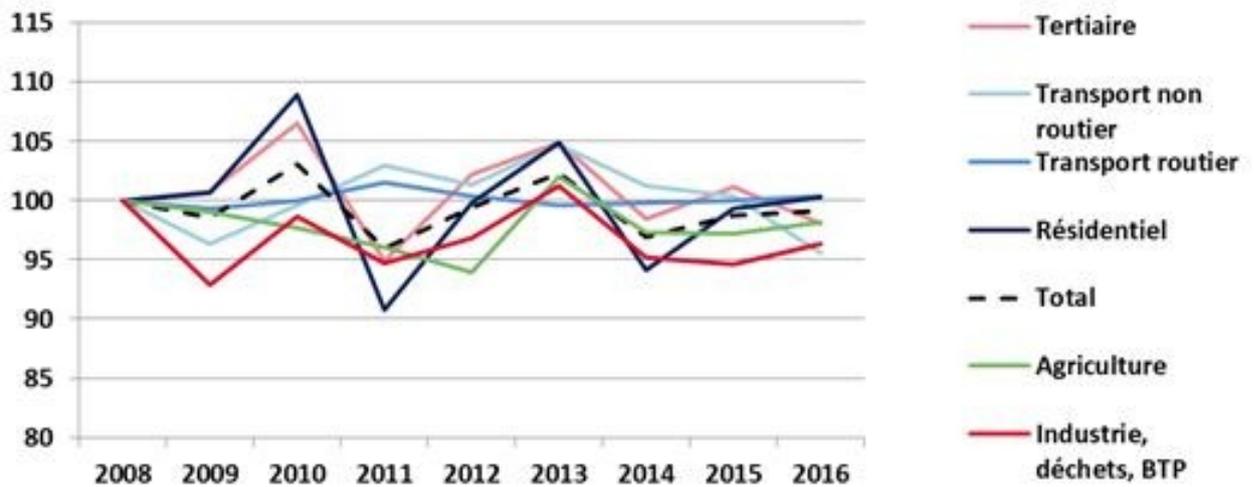


Illustration 18: évolution des consommations d'énergie par secteur entre 2008 et 2016 (base 100 en 2008) - (source : Basemis® - Air Pays de la Loire)

Outre une stabilité des consommations d'énergie sur la période 2008-2016, on observe une diminution des émissions de GES régionales. Les raisons principales sont la diminution des consommations d'énergie fortement carbonées comme le charbon de la centrale thermique de Cordemais, l'usage de véhicules plus performants et un mix énergétique utilisé sur la région qui est de moins en moins carboné (passage de combustibles fossiles à de l'électricité ou de produits pétroliers à

du gaz naturel) (Illustration 18). Entre 2013 et 2016, on observe un recul significatif des émissions de la branche énergie tandis que celles de l'agriculture restent stables et diminuent même très légèrement: 10,6MteqCO₂ en 2008 contre 10,5 MteqCO₂ en 2016. Les secteurs résidentiels et tertiaires voient leurs émissions diminuer entre 2008 et 2016, mais de manière irrégulière. Le transport a plutôt connu une stagnation de ses émissions de GES sur la période.

À l'échelle régionale, le transport (et notamment le transport routier) représente une part significative pour un nombre important de polluants locaux (CO, PM et COVNM dans une moindre mesure) (Illustration 19). Il représente même une part majoritaire des émissions de NO_x, loin devant l'agriculture ou la branche énergie (production et distribution d'énergie). Les autres modes de transport sont essentiellement significatifs au niveau régional pour les émissions de NO_x et de SO₂ (principalement du fait de l'activité maritime, voir le § 4.4) ainsi que pour les émissions de PM dues à l'usure des pistes, pneus, freins, rails et caténaires (aérien et ferroviaire).

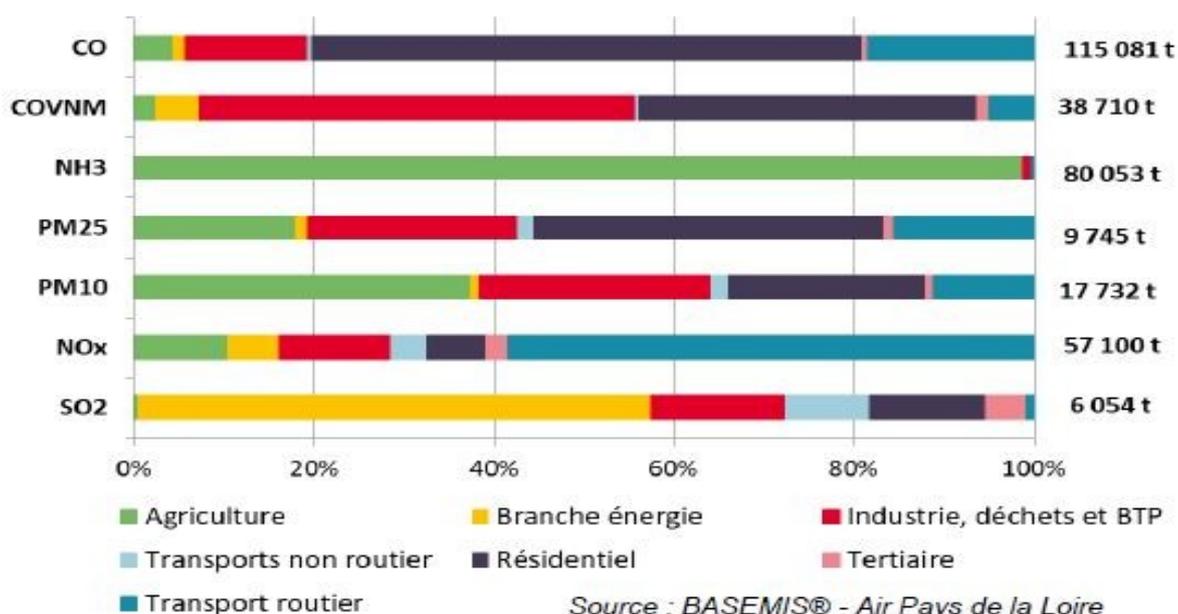


Illustration 19: répartition des émissions de polluants par secteur en 2016

3 - Synthèse des résultats

Il est important de rappeler que les évolutions des méthodes de calculs ne permettent pas la comparaison des résultats du présent inventaire 2016 avec ceux parus dans les précédentes éditions (voir le § 1.2 - Périmètre de l'inventaire).

3.1 - Résultats agrégés tous modes

3.1.1 - Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre

Les consommations d'énergie impactent directement les émissions de gaz à effet de serre (GES) : émissions dues à la combustion d'énergie fossile des carburants et à la production d'électricité pour les modes de transports électriques.

On peut noter un point d'inflexion de la consommation totale en 2011 avec une diminution sur la période 2011-2014, rompant avec la tendance 2009-2011. Puis une sensible reprise des consommations depuis 2014. La consommation s'établit à 2,6 millions de tonnes équivalent-pétrole (tep) en 2016 tous modes confondus.

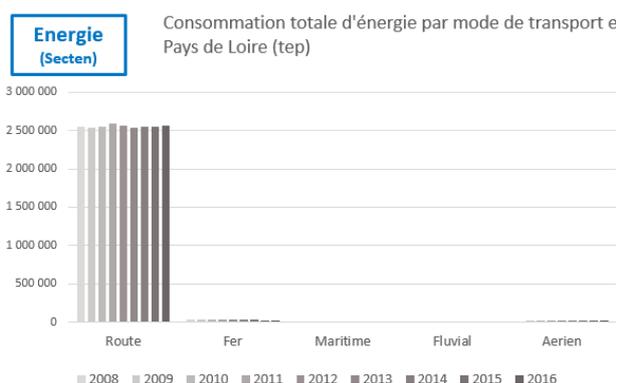


Illustration 20: évolutions des consommations d'énergie en tep pour chaque mode de transport en Pays de la Loire entre 2008 et 2016

La consommation d'énergie du mode routier est très largement supérieure à celle des autres modes (Illustration 20). En effet, le mode routier prédomine qu'il s'agisse du transport de marchandises ou de voyageurs. Le mode routier est à lui seul responsable de 98 % de ces consommations d'énergie (participation stable sur la période 2008 à 2016).

Les émissions de GES suivent l'évolution de la consommation d'énergie. Elles présentent une légère baisse entre 2011 et 2014, puis repartent à la hausse pour s'établir à un peu moins de 8 millions de tonnes équivalent CO₂ (teqCO₂). Ces 8 MteqCO₂ sont à mettre en regard des 132,6 MteqCO₂ attribués au transport en France métropolitaine par le CITEPA (rapport SECTEN 2016). Le mode routier représente 97 % de ces émissions, ce qui est légèrement inférieur à sa contribution aux consommations d'énergie. Ceci s'explique par le caractère plus émissif des carburants maritimes.

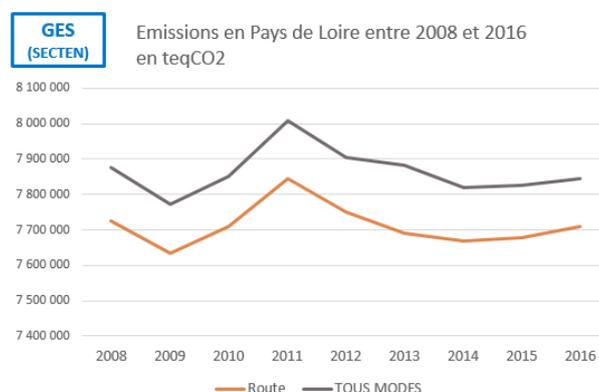


Illustration 21: évolution des émissions de GES en teqCO₂ tous modes et mode routier entre 2008 et 2016 en Pays de la Loire

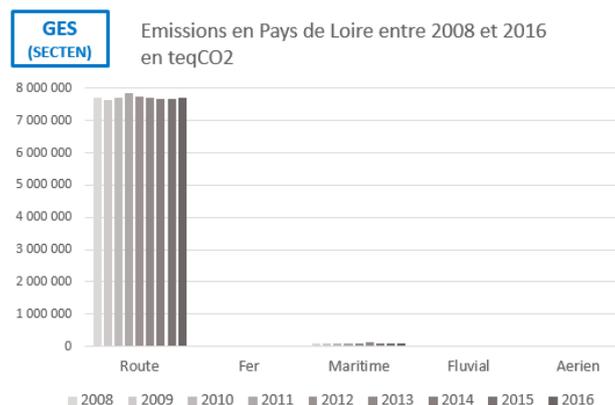


Illustration 22: évolutions des émissions de GES en teqCO₂ pour chaque mode de transport en Pays de la Loire entre 2008 et 2016

3.1.2 - Émissions de NO_x et de SO₂

La distribution par mode des émissions de ces polluants acides est différente de celle des émissions de GES en raison des caractéristiques des carburants et des motorisations.

Hormis le cas spécifique du transport maritime qui représente, suivant les années, entre 7 % et 10 % des émissions d'oxydes d'azote (NO_x), la part des autres modes que le routier est tout aussi faible que leur part dans les consommations d'énergie.

Les émissions de NO_x dues au transport routier poursuivent leur forte diminution. Des progrès significatifs comme la mise en service de pots catalytiques ont permis de réduire ces émissions dont le total lié au transport est passé de 44 000 tonnes à 31 000 tonnes entre 2008 et 2016, avec un rythme de décroissance de 4 % par an (Illustration 23).

Depuis janvier 2009, une Directive Européenne a imposé une diminution des teneurs en soufre des carburants utilisés dans les transports terrestres et maritimes. Bien qu'en recul depuis 2014, le mode maritime est à l'origine de la quasi-totalité des émissions de ce polluant (Illustration 24).

NO_x Emissions en Pays de Loire entre 2008 et 2016 en kg

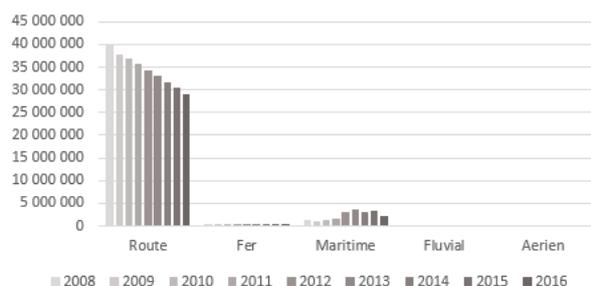


Illustration 23: évolutions des émissions de NO_x en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016

SO₂ Emissions en Pays de Loire entre 2008 et 2016 en kg

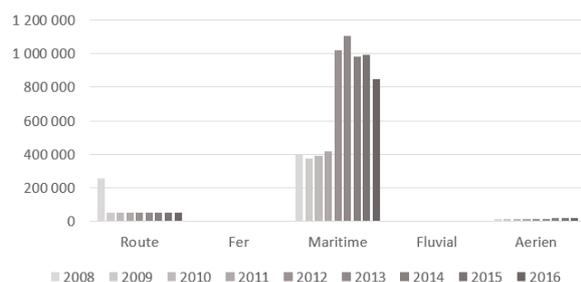


Illustration 24: évolutions des émissions de SO₂ en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016

Les évolutions de ces émissions sont détaillées pour chaque mode dans la suite du document et dans l'annexe 1.

3.1.3 - Émissions de COVNM

Les émissions de COVNM dans le transport proviennent majoritairement du mode routier (en lien avec la combustion d'hydrocarbures, notamment par les moteurs essence). Le volume des émissions de COVNM a diminué significativement depuis 2008 avec un rythme régulier entre -10 % et -13 % par an. Ces émissions s'établissent à 2 100 tonnes en 2016 (Illustration 25).

COVNM Emissions en Pays de Loire entre 2008 et 2016 en kg

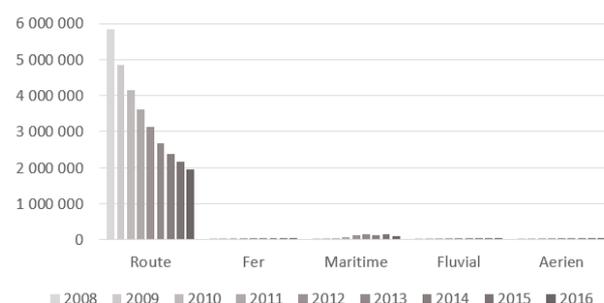


Illustration 25: évolution des émissions de COVNM en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016

3.1.4 - Émissions de particules

Les émissions de particules dues au transport proviennent de deux principaux phénomènes :

- ◆ l'émission de particules liée à la combustion de carburant (notamment carburant type diesel) ;
- ◆ l'émission de particules liée aux frottements et à l'usure.

PM_{tot} Emissions en Pays de Loire entre 2008 et 2016 en kg

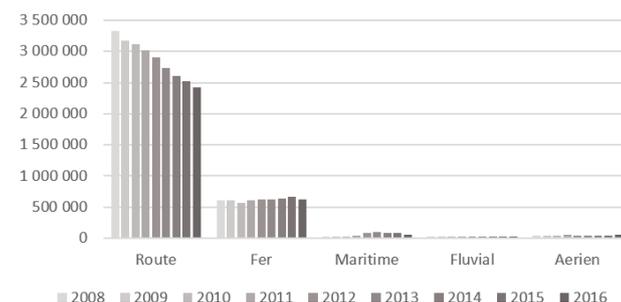


Illustration 26: évolution des émissions de PM_{tot} en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016

Cette distinction n'est pas négligeable. En effet, le ferroviaire représente 8% des émissions de PM10 des transports, avec 96% des émissions de PM10 du ferroviaire liées à l'usure. En 2016, 30 % des Pmtot liées à l'usure et aux frottements sont imputables aux circulations de tramway.

Dans le cas du mode routier, les émissions de particules enregistrent une baisse significative, malgré une importante diésélisation du parc français de véhicules. Cette évolution est due aux progrès des moteurs diesel vis-à-vis de ces émissions (pot catalytique, post-combustion, filtres à particules) et à la baisse de consommation des véhicules d'une manière générale.

Enfin, 54% des émissions de PM10 du mode routier sont liées à l'usure des pneus, routes et freins (hors remise en suspension des particules).

À l'exception du mode routier, les émissions de particules sont stables pour les autres modes (Illustration 26).

3.1.5 - Commentaires sur le mode routier

Le mode routier est nettement sur-représenté dans les émissions de polluants en comparaison avec les autres modes. Cela s'explique principalement parce qu'il s'agit du mode le plus utilisé en transport de marchandises et de voyageurs, aussi bien à courte qu'à longue distance. Les efforts consentis par les constructeurs en termes de consommation et d'émissions de polluants ont permis cependant de limiter leur impact, compte tenu de la relative croissance des tonnes-kilomètres et des voyageurs-kilomètres.

Dans le présent inventaire, l'approche routière est dissociée pour le calcul des consommations et des émissions (voir le § 5.1 Méthodologie routière) :

- ◆ calcul linéaire prenant en compte un réseau structurant comprenant l'ensemble des autoroutes et routes nationales, une partie des réseaux départementaux et communaux (pour un total d'environ 14 500 km de réseau linéaire) ;
- ◆ calcul surfacique pour modéliser le réseau de desserte.

3.2 - L'essentiel des modes non routiers

En se recentrant sur les modes non routiers, qui sont plus minoritaires dans la contribution aux consommations énergétiques et aux émissions de GES du secteur du transport, il est possible d'avoir une appréciation de leur contribution relative.

En termes de consommation d'énergie, (dans les limites des consommations prises en compte dans le cadre de la méthodologie d'évaluation et de son périmètre SECTEN) (Illustration 27), le mode ferroviaire consomme, en 2016, 3 fois plus que le mode maritime et 1,3 fois plus que l'aérien. Le transport fluvial reste à un niveau bien inférieur.

Les consommations cumulées de ces 4 modes ne représentent cependant qu'un peu plus de 2% des consommations tous modes, le mode routier représentant le reste.

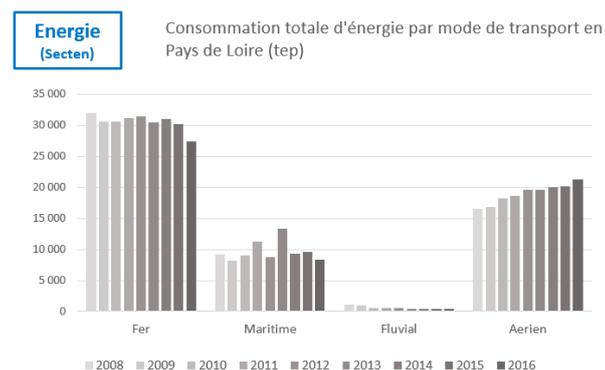


Illustration 27: évolution des consommations énergétiques en tep des transports non routiers entre 2008 et 2016

Si l'on compare les évolutions relatives des consommations d'énergie des différents modes de transport (Illustration 28), on note :

- ◆ une baisse des consommations fluviales en 2009-2010, due à l'arrêt de la navette Erdre en 2009, puis une stabilité de la consommation depuis 2012 ;
- ◆ une croissance continue de la consommation du mode aérien qui s'accompagne généralement d'une augmentation du nombre de mouvements recensés (cf. méthodologie au § 5.3).
- ◆ une baisse de la consommation du mode maritime en 2016 après des variations entre 2008 et 2015, à mettre en regard d'une décroissance du trafic maritime du GPMNSN (le nombre de mouvements de navires est stable, mais leur port en lourd⁷ total diminue régulièrement entre 2008 et 2014).

⁷ Le port en lourd d'un navire représente le chargement maximum qu'il peut emporter.

- ◆ une baisse des consommations du mode ferroviaire depuis 2008 en lien avec la décroissance du fret ferroviaire.

4 - Résultats détaillés

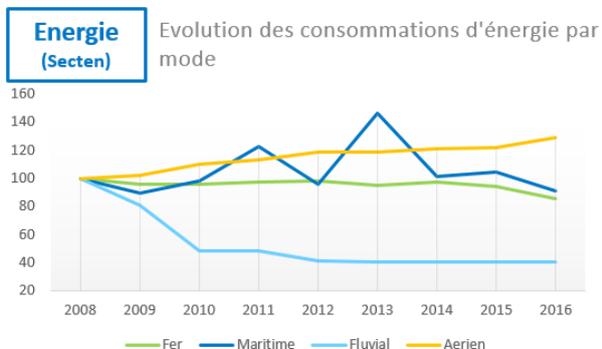


Illustration 28: évolutions des consommations d'énergie par mode par rapport à 2008

Vis-à-vis des émissions de GES (Illustration 29), le transport maritime est nettement plus émetteur que les autres transports non routiers.

Tandis que les émissions du transport ferroviaire poursuivent leur baisse, celles du transport aérien progressent. Si la consommation énergétique du ferroviaire est 1,3 fois supérieure à celle de l'aérien, les niveaux d'émissions sont 2,5 plus faibles. Cet écart s'explique notamment par les différences de type d'énergie utilisée : le ferroviaire utilise un mix énergétique comprenant une large part d'énergie électrique qui est moins émissive à l'utilisation du fait de la forte proportion d'électricité nucléaire dans le mix électrique français.

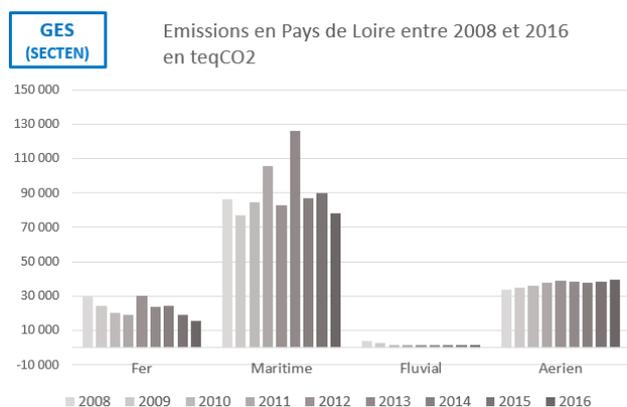


Illustration 29: évolution des émissions de GES en teq CO₂ des transports non routiers entre 2008 et 2016

4.1 - Mode routier

4.1.1 - Approche départementale

Le trafic routier, dans son ensemble (tous types de véhicules considérés) et au niveau régional, a connu un rythme de croissance significatif jusqu'en 2011, avant de ralentir jusqu'en 2013, puis de repartir légèrement à la hausse sur les 3 dernières années (Illustration 30). On relève que le Maine et Loire connaît une croissance du trafic plus rapide que la moyenne régionale.

D'une manière générale, le trafic global a augmenté de 5 % entre 2008 et 2016, mais de 2,6 % depuis 2014.

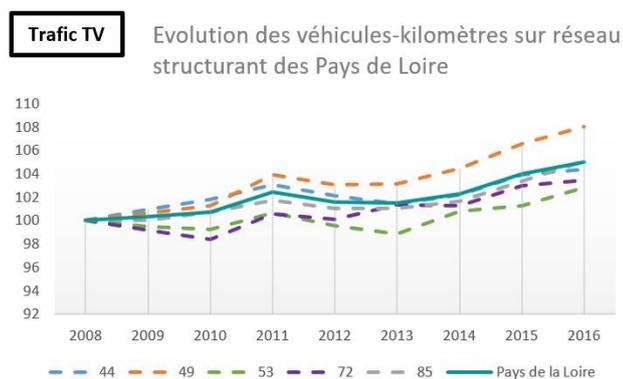


Illustration 30: évolutions du trafic routier en véhicules.km par rapport à l'année 2008 (base 100)

La consommation régionale de carburants liée au mode routier est relativement constante autour de **2,5 millions de tonnes-équivalent-pétrole (tep)** et ce malgré une augmentation du trafic routier (Illustration 31). Cette divergence peut s'expliquer par plusieurs phénomènes et notamment la diésélisation du parc routier, le diesel étant moins consommateur de carburant que l'essence pour un kilométrage équivalent, ou encore les progrès consentis par les constructeurs en termes de consommation des véhicules.

Tableau 1: évolution des consommations énergétiques et des émissions de GES du mode routier entre 2008 et 2016 (comprenant les émissions de GES liées aux évaporations d'huile et à l'utilisation de fluides frigorigènes)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Consommation d'énergie (en tep)	2 552 865	2 534 291	2 552 650	2 592 367	2 563 456	2 541 749	2 546 434	2 552 064	2 562 874
Variation de consommation		-1%	1%	2%	-1%	-1%	0%	0%	0%
Emissions de GES (en teqCO2)	7 723 803	7 633 298	7 707 873	7 844 709	7 750 959	7 692 009	7 667 828	7 677 695	7 708 303
Variation d'émission GES		-1%	1%	2%	-1%	-1%	0%	0%	0%

Remarque sur les biocarburants

Les consommations de biocarburants dans le routier sont en augmentation de +15% entre 2008 et 2016, alors que les consommations d'énergie totales du routier sont restées relativement stables sur cette période (augmentation <1%). La part des biocarburants dans les consommations d'énergie du trafic routier est ainsi passée de 5,5% en 2008 à 6,3% en 2016.

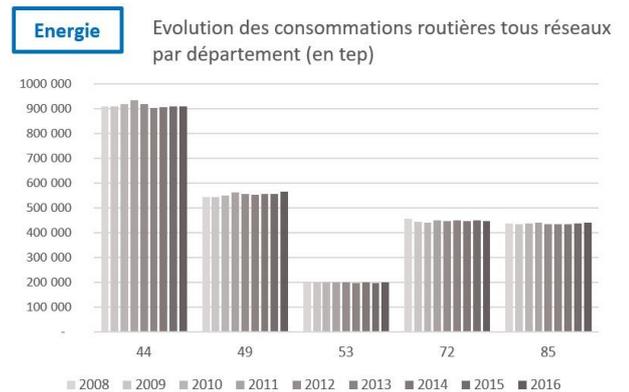


Illustration 31: évolution des consommations d'énergie par département entre 2008 et 2016

Par département, les consommations sont liées au volume de trafic départemental et donc mécaniquement à la démographie du département. Ainsi, le poids démographique de la Loire-Atlantique en fait le département le plus consommateur d'énergie de la région et la Mayenne le moins consommateur.

Individuellement, on constate des évolutions contrastées de consommation entre les départements. Ainsi, la Loire Atlantique et le Maine et Loire voient leur volume d'émissions augmenter dans le temps. La croissance de la demande routière est légèrement plus rapide que les gains de consommation ou la diésélisation du parc pour ces départements (Illustration 31). A noter que la part du diesel a atteint son maximum en 2015, et présente depuis une stagnation voire une légère baisse dans le parc des véhicules légers

(particuliers et utilitaires légers).

4.1.2 - Approche par type de véhicule

Remarque : Ces éléments s'appuient sur l'analyse de la croissance de demande de trafic routier sur le réseau linéaire modélisé; afin de donner une échelle de comparaison entre le réseau « linéaire » et le réseau « surfacique », on précise que le trafic sur le premier représente 97 % des émissions du mode routier.

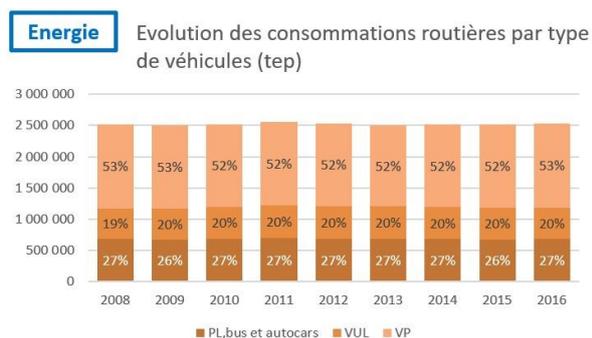


Illustration 32: évolution des consommations en tep par type de véhicules (en tep). Les 2 roues ne sont pas représentés (1% du total)

Comparaison des différents véhicules

Une approche par type de véhicule permet de se rendre compte du poids prédominant de 3 types de véhicules routiers : la voiture particulière (VP), les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL). Leurs parts respectives dans la consommation totale routière est relativement stable dans le temps (Illustration 32) :

- ◆ la VP représente environ 53 % des consommations des modes routiers ;
- ◆ les VUL représentent 20 % des consommations ;
- ◆ et les PL représentent 24 % des consommations.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Emissions de GES (teqCO2)	2 Roues motorisés	85 407	90 245	89 820	90 406	88 654	87 408	86 453	86 100	84 745
	Variation		6%	0%	1%	-2%	-1%	-1%	0%	-2%
	VP	3 980 478	3 919 066	3 900 150	3 945 088	3 902 314	3 864 394	3 880 870	3 912 195	3 950 163
	Variation		-2%	0%	1%	-1%	-1%	0%	1%	1%
	VUL	1 460 815	1 469 255	1 514 703	1 568 808	1 545 145	1 536 882	1 506 774	1 508 902	1 480 217
	Variation		1%	3%	4%	-2%	-1%	-2%	0%	-2%
	PL	2 022 907	1 982 927	2 035 361	2 070 678	2 048 015	2 037 029	2 027 130	2 008 536	2 032 899
	Variation		-2%	3%	2%	-1%	-1%	0%	-1%	1%

Tableau 2: évolutions des émissions de GES en teqCO2 par type de véhicules entre 2008 et 2016.

Les émissions sont directement liées à la

consommation de carburant : ces proportions se maintiennent donc pour les émissions de gaz à effet de serre (dont plus de 98 % sont du CO₂).

De manière plus détaillée (Tableau 2), on constate une stabilité des émissions des voitures particulières, après une légère baisse en 2009.

Remarque : les émissions de CO₂ indirect issu de l'énergie électrique des VL progressent significativement passant de 2 tonnes émises en 2008 à 71 tonnes en 2016.

Les émissions des VUL ont connu une phase de progression jusqu'en 2011, avant d'entamer une décroissance depuis 2012. Les émissions PL ont connu une croissance lente avant d'enregistrer une légère contraction, cohérente avec la légère baisse de trafic enregistrée entre 2012 et 2014.

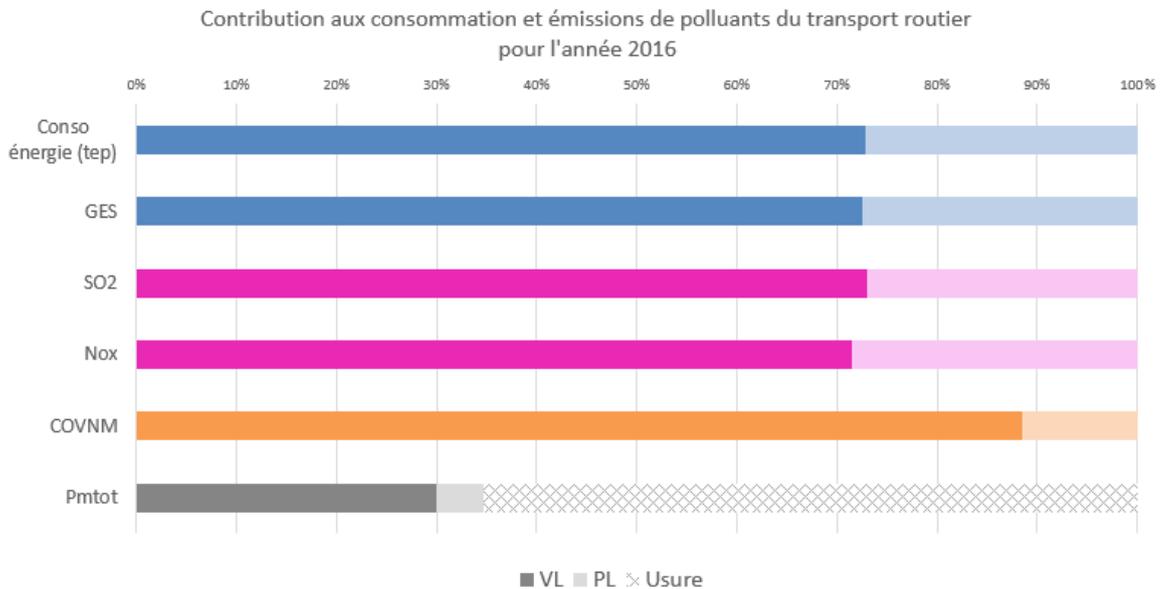


Illustration 33: parts respectives des VL, PL et de l'usure dans les contributions aux consommations et aux émissions en 2016

Les 2 roues motorisées connaissent une forte hausse de leurs émissions de GES entre 2008 et 2009, puis une relative stabilité jusqu'en 2016; leur impact est secondaire sur les émissions globales du mode routier (1,2%).

Pour faciliter la lecture des indicateurs, les véhicules sont regroupés en deux catégories :

- ◆ véhicules légers : voitures particulières, 2 roues et véhicules utilitaires légers ;
- ◆ poids lourds : poids lourds, autobus et autocars.

(Voir parc routier en annexe 3)

La consommation des véhicules légers est majoritaire par rapport aux poids lourds (Illustration 33).

Si les niveaux d'émissions de GES et de SO₂ respectent cette proportion, on remarque un écart entre les deux types de véhicules pour les émissions de NO_x et de COVNM (voir également le paragraphe 4.1.5 et les illustrations 44 et 45).

On note le cas particulier des émissions de particules. En effet, la majorité des émissions de particules provient de l'usure : 54% des PM10 et

65% des Pm totales.

Les interactions entre véhicules et routes entraînent l'émission de particules fines de pneumatiques et de revêtement routier. Pour les particules émises par la combustion de carburant, on retrouve les mêmes répartitions entre VL et PL que pour celles liées à la consommation d'énergie (3/4, 1/4).

Approche spécifique sur les véhicules particuliers

Le type de motorisation des VP apparaît lui-même discriminant. Ainsi, la forte diésélisation du parc automobile français se traduit par une augmentation significative de la part des émissions due à cette motorisation. Néanmoins, la consommation et les émissions de GES par km du diesel sont inférieures à celles de l'essence. La diésélisation du parc a donc participé à la maîtrise des émissions de GES dues au transport routier (Illustration 35).

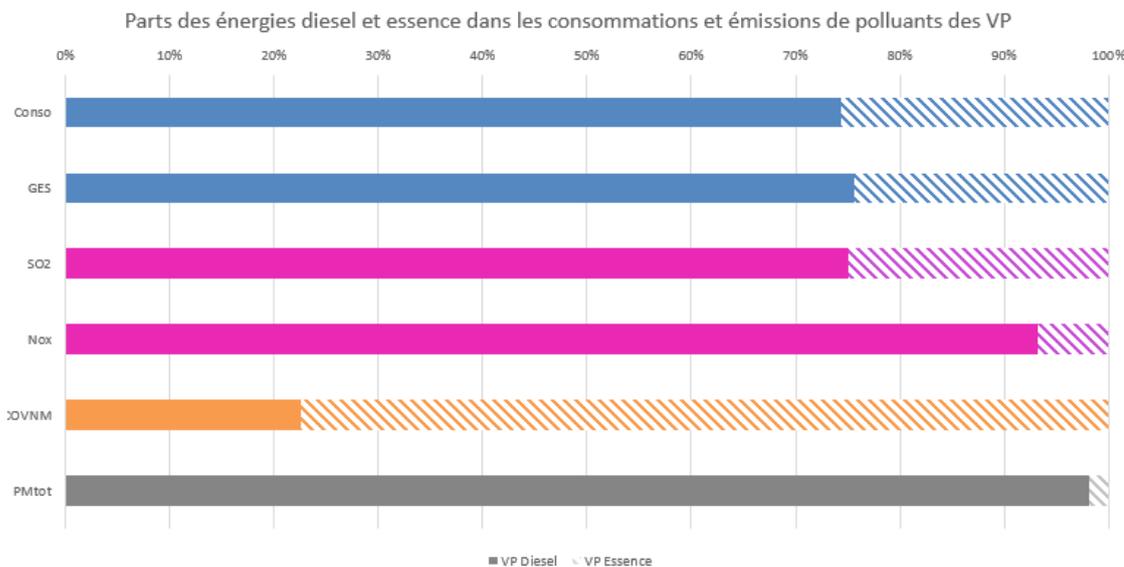


Illustration 34: parts respectives des motorisations diesel et essence dans les consommations et les émissions des véhicules particuliers (VP)

Du point de vue des autres polluants (à l'exception du SO₂), on constate cependant des répartitions différentes entre les deux types de motorisation. Ainsi, les moteurs diesel sont plus émetteurs en NO_x et en particules, alors que les moteurs essence émettent nettement plus de COVNM (Illustration 34).

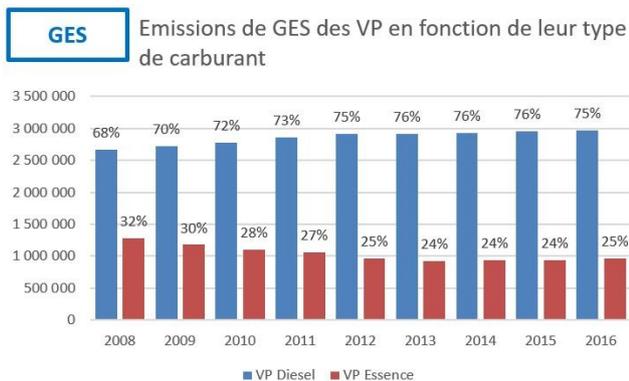


Illustration 35: évolution des émissions de GES des véhicules particuliers (VP) en fonction de leur motorisation

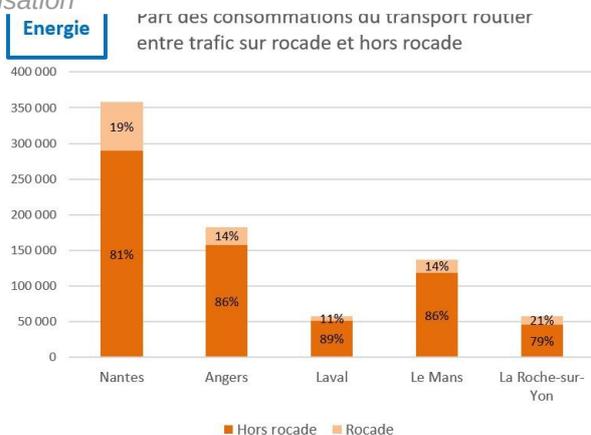


Illustration 36: comparaison des consommations d'énergie (en tep) entre les agglomérations avec les parts relatives de chaque rocade en 2016

4.1.3 - Les résultats en agglomérations

Dans l'inventaire, les résultats sont uniquement détaillés pour les agglomérations principales, chefs-lieux de département. Ils correspondent aux périmètres des EPCI : Nantes Métropole, CARENE, CU Angers Loire Métropole, CU Le Mans Métropole, CA Laval Agglomération, CA La Roche-sur-Yon.

Pour ce focus sur les agglomérations, on distinguera les consommations et les émissions sur les rocades du total de l'agglomération.

Sur les rocades :

On constate un écart très important entre le périphérique nantais et les autres rocades. Ainsi, la consommation d'énergie sur le périphérique nantais est supérieure aux consommations cumulées des 4 autres agglomérations. Si le périphérique nantais est le plus long (42 km), il

supporte aussi un trafic plus important. Ainsi,

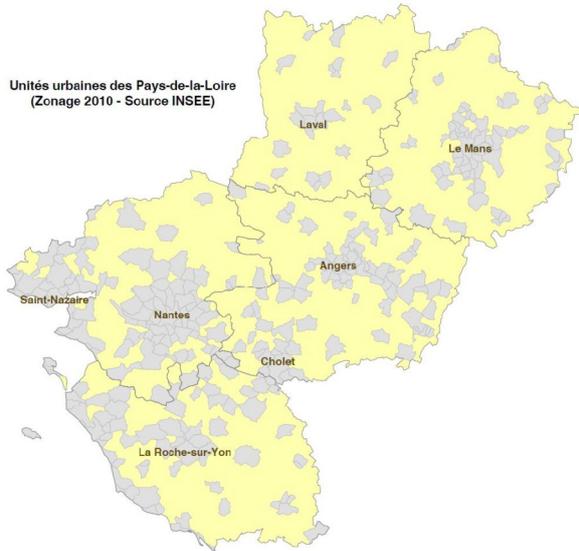


Illustration 37: répartition des unités urbaines en Pays de la Loire (zonage INSEE 2010)

rapportée au kilomètre, la consommation d'énergie sur le périphérique nantais est 1,4 fois supérieure à celle de la rocade d'Angers, et 4 fois supérieure à celle des rocades de Laval ou de La Roche-sur-Yon.

Rapportée à l'ensemble de la circulation sur l'agglomération, la part de consommation d'énergie sur rocade est variable. Elle représente une part relativement importante de l'ensemble du trafic pour Nantes, près de 20 % de la consommation de carburant. L'effet est accentué par la consommation plus accrue sur rocade qu'en ville.

Pour Laval, elle représente un peu plus de 10 % seulement (Illustration 36).

Les évolutions des émissions de GES dans ces agglomérations présentent des profils différents (Illustration 38) :

- ◆ relative augmentation sur Angers en 2016 ;

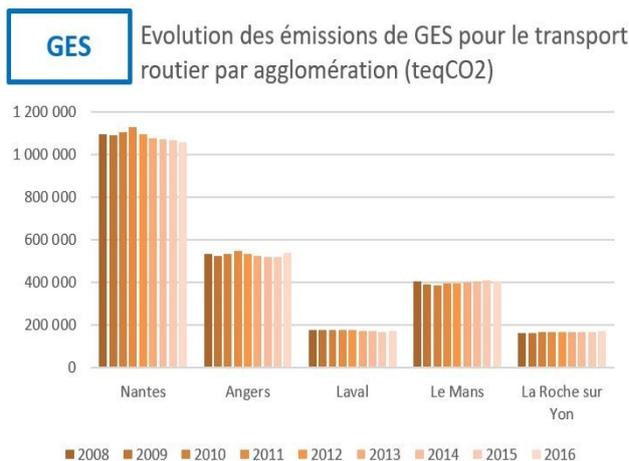


Illustration 38: évolution des émissions de GES (en teqCO2) en agglomération entre 2008 et 2016

- ◆ légère baisse sur Nantes et Laval ;
- ◆ stagnation de la consommation au Mans et La Roche-sur-Yon.

Les émissions de GES suivent mécaniquement les évolutions de la consommation d'énergie.

La part de la consommation d'énergie due aux PL varie de 25 % à 30 % sur les rocades (Illustration 39)

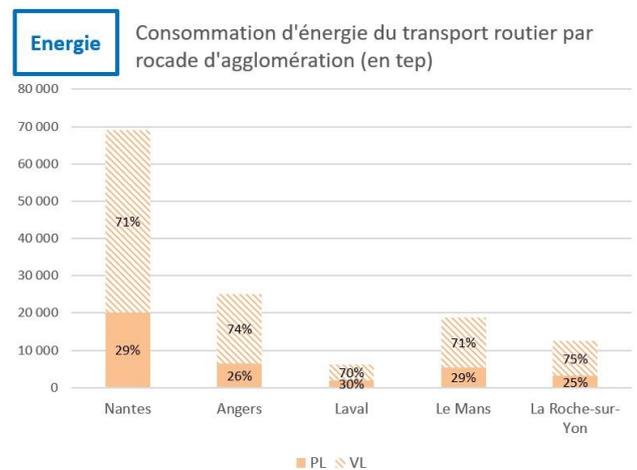


Illustration 39: Consommations d'énergie (en tep) sur les rocades d'agglomérations en 2016

4.1.4 - Les résultats par type de territoire

Les populations sont majoritairement présentes dans les villes, depuis le début de l'exode rural et la naissance des grosses agglomérations. Il demeure cependant des écarts importants d'un territoire à l'autre dans la répartition entre

population urbaine et population rurale⁸.

- ◆ Loire-Atlantique : la population est très majoritairement urbaine avec un poids central de l'agglomération nantaise. Le pôle urbain de Saint-Nazaire, pèse de manière significative sur le reste de la population urbaine.
- ◆ Maine et Loire : la population est majoritairement urbaine. Angers et Cholet ont un poids relativement fort, mais la moitié de la population urbaine habite tout de même dans un urbain plus diffus.
- ◆ Mayenne : la population est répartie à parts égales entre l'urbain et le rural. La population urbaine se répartit également à égalité entre l'urbain dense et l'urbain diffus.
- ◆ Sarthe : la population urbaine est légèrement majoritaire avec un poids majoritaire de l'agglomération du Mans.
- ◆ Vendée : la population urbaine est majoritaire, et se concentre sur le littoral.

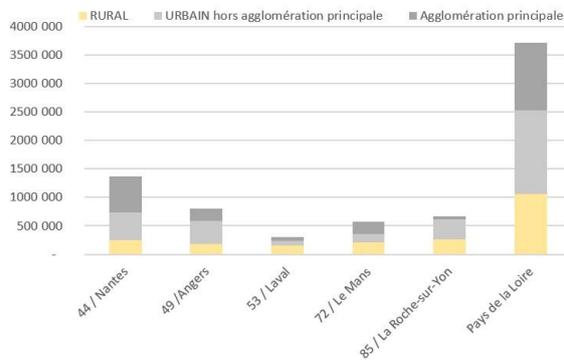


Illustration 40: répartition de la population suivant le type de territoire (Source INSEE, population municipale de 2015).

Dans les illustrations ci-dessous, toutes les zones urbanisées à l'exception des 5 agglos principales sont regroupées dans le type URBAIN.

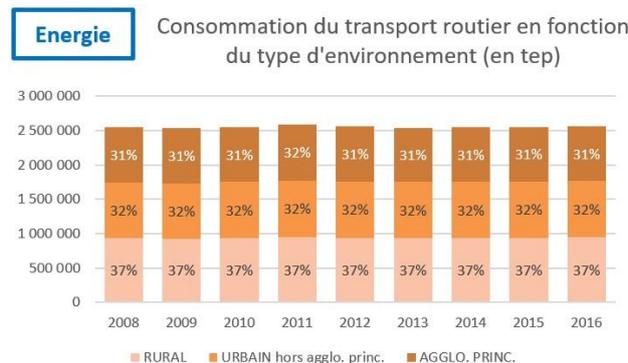


Illustration 41: évolution des consommations du mode routier en fonction du type de territoire (en tep)

La consommation d'énergie du transport routier est relativement stable dans le temps, tout comme la part relative des différents types de territoire (Illustration 41). Elle s'établit en 2016 à environ 2,5 millions de tep.

Les émissions de GES (majoritairement CO₂) suivent mécaniquement ces faibles évolutions (Illustration 42). On constate une part importante de consommation d'énergie et d'émissions de GES pour l'environnement rural, plus important que la part de la population rurale sur l'ensemble de la région.

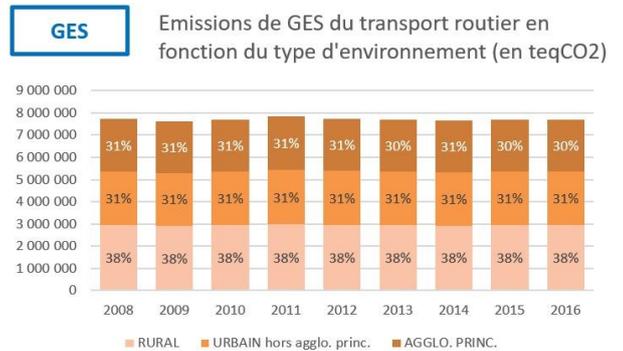


Illustration 42: évolution des émissions de GES du mode routier en fonction du type de territoire (en teqCO₂)

Dans cet inventaire, cela s'explique par la localisation des axes interurbains rapides, notamment les autoroutes et voies rapides, sur lesquels les véhicules roulent dans un volume important et avec une consommation au kilomètre plus élevée, en milieu rural, plutôt qu'en milieu urbain. A noter que le parc national du CITEPA est utilisé de manière homogène sur l'ensemble de la région. Par conséquent l'âge du parc de véhicules (plus ancien en milieu rural), donc plus

8 La part de la population urbaine dans l'INSEE

consommateur et émetteur qu'en milieu urbain, n'est pas prise en compte dans BASEMIS.

4.1.5 - Les émissions polluantes

Acidification

L'évolution des émissions de SO₂ marque une rupture entre 2008 et 2009, du fait des normes limitant les quantités de soufre dans les carburants. Ce sont les véhicules particuliers (VP) qui sont les plus émetteurs. Le volume d'émissions de SO₂ est stable entre 2009 et 2016 : autour de **50 tonnes** (Illustration 43).

La production de NO_x a diminué sur la période 2008 à 2016 malgré la relative stabilité de la consommation de carburant par le mode routier (Illustration 44). Les nouvelles normes d'émissions ont encouragé les constructeurs à réaliser des progrès technologiques allant dans le sens d'une diminution de ces émissions. Le niveau s'établit à **environ 28 tonnes** en 2016 (après avoir représenté près de 40 tonnes en 2008).

SO₂

Emissions de SO₂ du transport routier en fonction du type de véhicule (en kg)

NO_x

Emissions de NO_x du transport routier en fonction du type de véhicule (en kg)

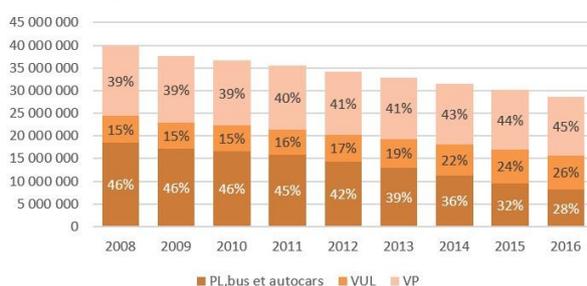


Illustration 44: évolution des émissions de NO_x du mode routier en fonction du type de véhicule (en kg). Les 2 roues ne sont pas représentés (<1% du total).

Pollution photochimique

Les émissions de COVNM ont connu une décroissance très rapide (facteur 2/5 entre 2008 et 2014). Cette réduction plus rapide que pour les autres émissions (NO_x par exemple), peut s'expliquer par la diésélisation du parc roulant de véhicules légers : en effet, à consommation équivalente les véhicules essence sont plus émetteurs de COVNM que les véhicules diesel. Les 2 roues sont ainsi responsables d'un tiers des émissions de COVNM (32 % en 2016). La croissance de la proportion de véhicules diesel dans le parc a eu pour effet d'accélérer la chute des émissions, grâce aux progrès technologiques au niveau des moteurs (Illustration 45).

Les émissions de COVNM s'établissent à un peu **plus de 2 000 tonnes** en 2016 (après avoir représenté près de 6 000 t en 2008).

Particules

Malgré les progrès réalisés par les constructeurs automobiles (post-traitement, pots catalytiques, etc.), les émissions de particules ont connu un recul nettement plus faible que les autres polluants (Illustration 46). Ce constat est cependant à nuancer à l'aune de deux éléments :

- ◆ la diésélisation du parc : les moteurs diesel étant nettement plus émetteurs de particules que les moteurs essence ;
- ◆ la prise en compte dans les particules, des particules liées à remise en suspension et à l'usure des routes, des pneumatiques et des freins. Cette usure représente 65% des émissions de PM_{tot}, 54 % des PM₁₀ et 40 des PM_{2,5} du secteur routier en 2016.

Les émissions de particules représentent un peu moins de **2 500 tonnes en 2016**.

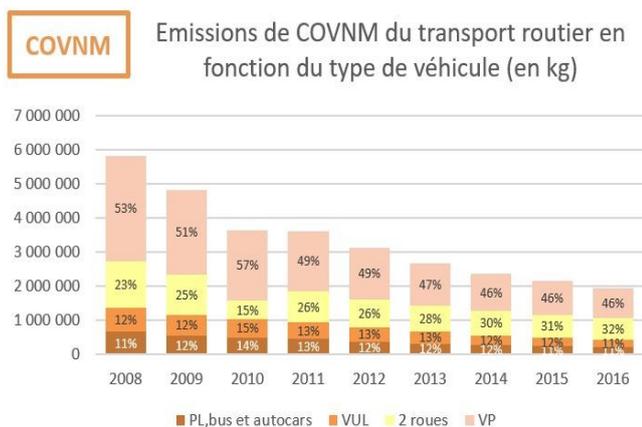


Illustration 45: évolution des émissions de COVNM du mode routier en fonction du type de véhicule (en kg)

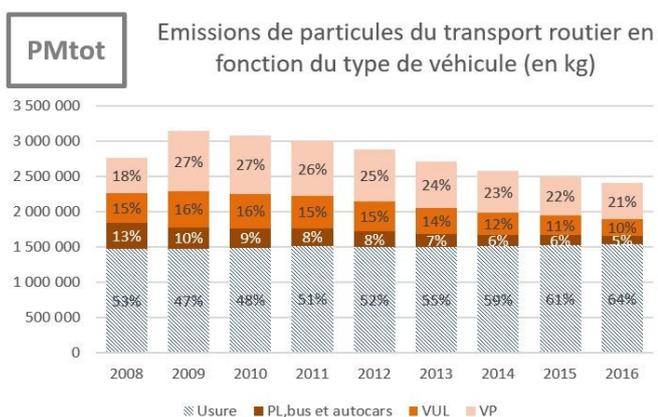


Illustration 46: évolution des émissions de PM_{tot} du mode routier en fonction du type de véhicule et de l'usure (en kg). Les 2 roues ne sont pas représentés (environ 1 % du total).

4.2 - Mode ferroviaire

Dans cet inventaire, le mode ferroviaire comprend le transport par train et par tramway.

Ce mode a connu quelques fluctuations de

Remarque : Il est important de préciser que les émissions de CO₂ liées à l'énergie électrique ne sont pas liées à sa consommation, mais bien à sa production et en ce sens, on parle de CO₂ indirect. Cependant, à tonne équivalent pétrole consommée équivalente, l'électricité est un mode nettement moins émissif, bien que cela dépende de son mode de production (le nucléaire et l'éolien sont évidemment des modes de production à émissions quasi-nulles de CO₂ à l'inverse des centrales thermiques à charbon).

TRAINS	2008	2009	2010						
Consommation énergie totale (tep)	29 779	28 666	27 901						
Variation de la consommation		-4%	-3%						
Emissions de GES (teqCO ₂) (scope 1, hors CO ₂ électrique)	29 561	24 602	20 033	19 083	30 246	23 481	24 322	18 990	15 828
Variation des émissions de GES		-17%	-19%	-5%	58%	-22%	4%	-22%	-17%
scope 2 : Emissions de CO ₂ électrique (t/an)	8 096	8 273	8 540	8 911	7 453	8 117	7 264	6 759	5 513
TRAMWAY									
Consommation énergie totale (tep)	2 196	2 008	2 715	2 697	3 070	3 107	3 243	3 463	3 433
scope 2 : Emissions de CO ₂ électrique (t/an)	9 101	990	980	1 049	1 140	1 249	1 159	1 126	997

Tableau 3 : évolution des consommations d'énergie (en tep) et des émissions de GES (en teqCO₂) du mode ferroviaire

consommation d'énergie et d'émissions de GES entre 2008 et 2016. Notamment, on distingue à compter de 2012, une nette progression des consommations d'énergie diesel, en lien avec la comptabilisation de nouveaux transporteurs ferroviaires (ECR, Colas et VFLI).

En 2016, pour les trains, consommation et émissions de GES atteignent leur niveau le plus bas sur la période avec 23 944 tep consommées et 21 341 kteqCO₂ d'émissions de GES (Tableau 3).

4.2.1 - Les résultats par type de traction

Il est à noter que le mix énergétique influe fortement sur la consommation d'énergie du mode ferroviaire (Illustration 47), et notamment dans une plus grande mesure, sur les émissions de GES associées (Illustration 48).

Si les tractions diesel ne représentent qu'1/5 des

consommations d'énergie, elles sont responsables de près de 3/4 des émissions de GES du mode ferroviaire.

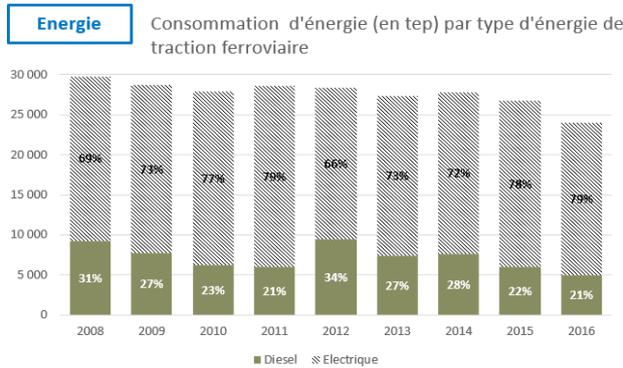


Illustration 47: évolution des consommations d'énergie (en tep) par type de motorisation des tractions

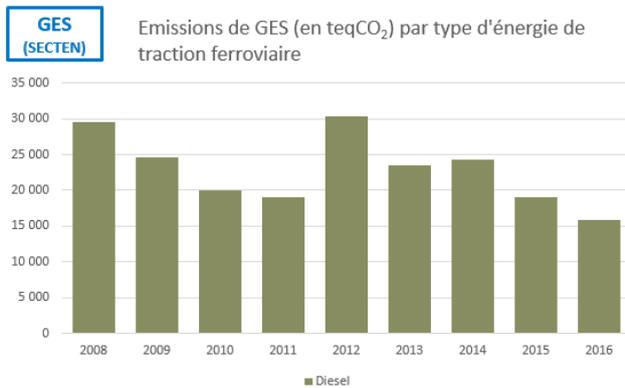


Illustration 48: évolution des émissions de GES de la traction diesel (SECTEN)

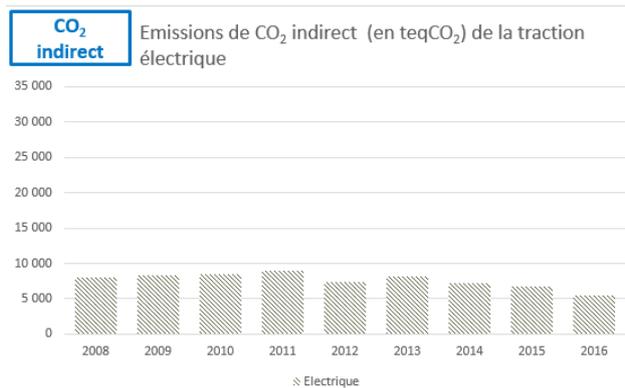


Illustration 49: évolution des émissions de CO₂ indirect de la traction électrique (Hors SECTEN)

4.2.2 - Les résultats par service

D'une manière générale, une grande disparité existe entre consommations et émissions de GES par service. En effet, le fret, les trains d'équilibre du territoire (TET) et, dans une moindre mesure, le

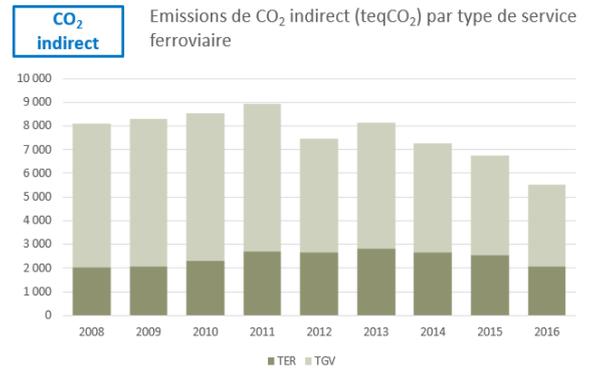


Illustration 50: émissions de CO₂ indirect de la traction électrique (Hors SECTEN) par type de service ferroviaire en 2016 (en teqCO₂)

TER sont plus émissifs que le TGV. Cela tient aux différents types de motorisation utilisée pour chacun des services (Illustrations 51 et 55) :

- ◆ Fret : exclusivement diesel
- ◆ TET : exclusivement diesel
- ◆ TER : mixte diesel et électrique
- ◆ TGV : exclusivement électrique
- ◆ Tramway : exclusivement électrique

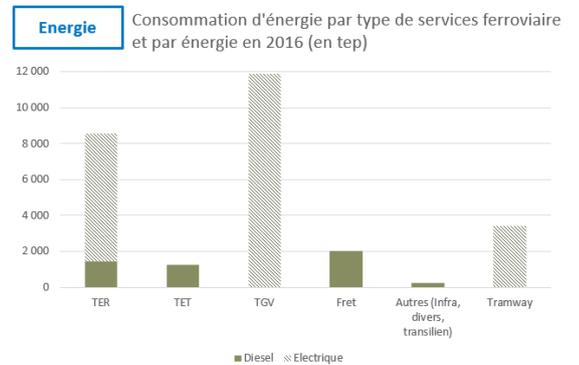


Illustration 51: consommation d'énergie (en tep) par type de service et par type de motorisation en 2016

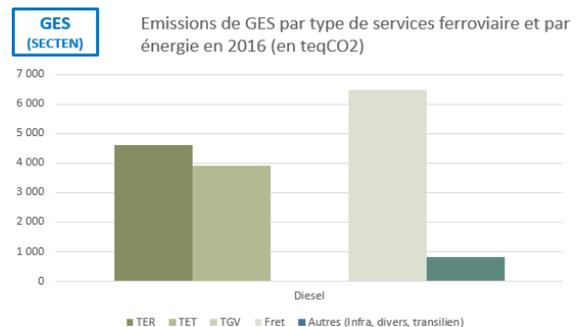


Illustration 52: émissions de GES de la traction diesel (SECTEN) par type de service en 2016

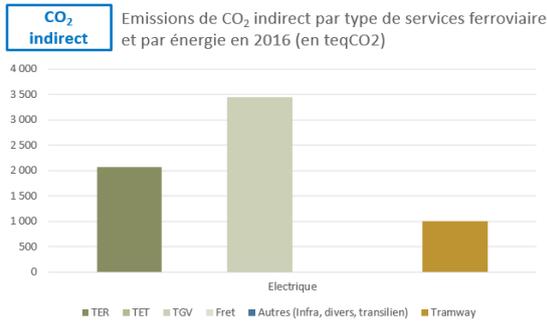


Illustration 53: émissions de CO₂ indirect de la traction électrique par type de service en 2016

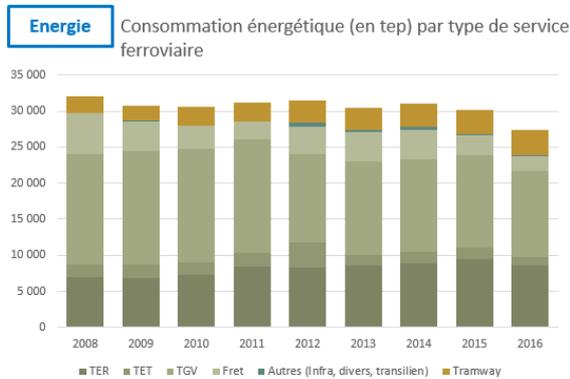


Illustration 54: consommation d'énergie (en tep) par type de service ferroviaire en 2016

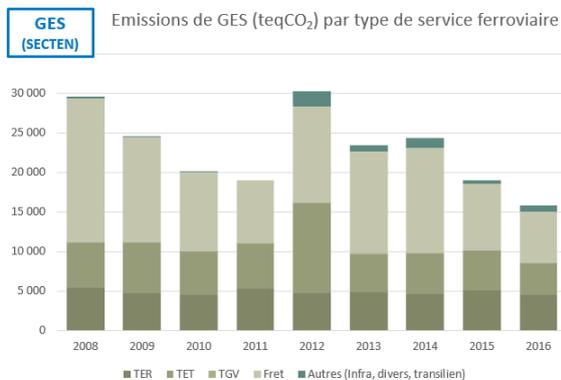


Illustration 55: émissions de GES par type de service ferroviaire et par type de motorisation en 2016 (en teqCO₂)

La diminution de la consommation en 2016 et la baisse des émissions (depuis 2013) s'expliquent en grande partie par le recul de l'activité fret ainsi que par l'électrification des lignes (Illustrations 51, 52, 53, 54, 55 et 55).

4.2.3 - Les émissions polluantes

L'énergie électrique n'est pas émettrice de polluants locaux type SO₂, NO_x, COVNM ou de particules liées à la combustion. Ainsi le mix énergétique par service est également déterminant dans l'impact sur les émissions de polluants.

Acidification

La teneur en soufre des carburants utilisé par le mode ferroviaire a chuté de 2008 à 2009. Les émissions de SO₂ se sont ensuite stabilisées entre 2009 et 2016 **en dessous des 200 kg** par an, contre près de 900 kg en 2008. Elle se répartit entre le fret et le TER majoritairement, ce qui correspond aux consommations diesel de ces deux services ferroviaires. Les émissions des TET sont relativement faibles tout comme leur niveau de consommation ou leur trafic (Illustration 56).

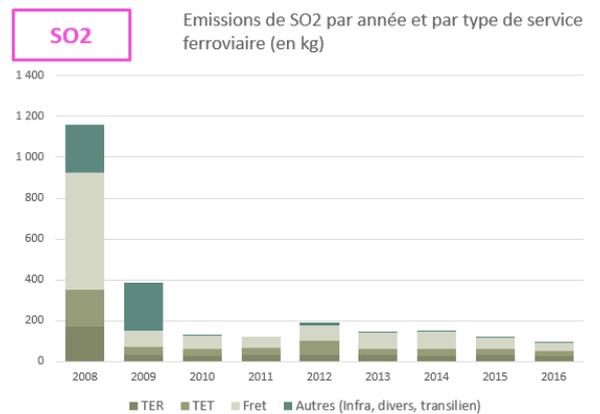


Illustration 56: évolution des émissions de SO₂ (en kg) par type de service ferroviaire

Du point de vue des oxydes d'azote (NO_x), on observe une baisse marquée mais moins brutale entre 2008 et 2011, puis une brusque augmentation en 2012 (intégration des nouveaux opérateurs ferroviaires en 2012), suivie d'une autre période de recul depuis 2013.

La contraction plus forte des émissions de NO_x du

fret s'explique par la rapide baisse d'activité de ce service après la crise de 2008, avant de retrouver un niveau plus élevé, mais toujours inférieur à la période avant-crise. Tout comme pour le dioxyde de soufre, la part des TET est relativement faible (Illustration 57).

Le tramway et le TGV avec leur consommation d'énergie exclusivement électrique ne sont pas émetteurs de SO₂ ou de NO_x.

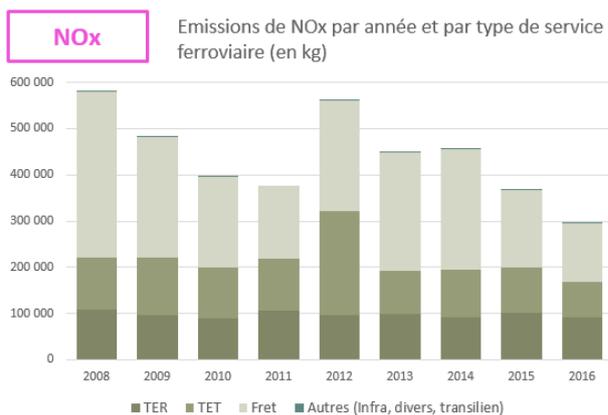


Illustration 57: évolution des émissions de NO_x (en kg) par type de service ferroviaire

Pollution photochimique

Les mêmes observations que pour la production d'oxydes d'azote peuvent être faites concernant les **COVNM** vis-à-vis des services ferroviaires : leur niveau s'établit à près de 23 tonnes en 2016 (contre plus de 44 tonnes en 2008).

Il existe une tendance de fond, de baisse des émissions unitaires rapportées au kilomètre parcouru pour les 3 polluants détaillés plus haut. Suivant les chiffres nationaux du CITEPA pour chacun de ces polluants, les décroissances d'émissions affichent un léger point d'inflexion vers 2012, signifiant la difficulté croissante à réaliser des gains (Illustration 58).

Le tramway et le TGV, utilisateurs d'énergie

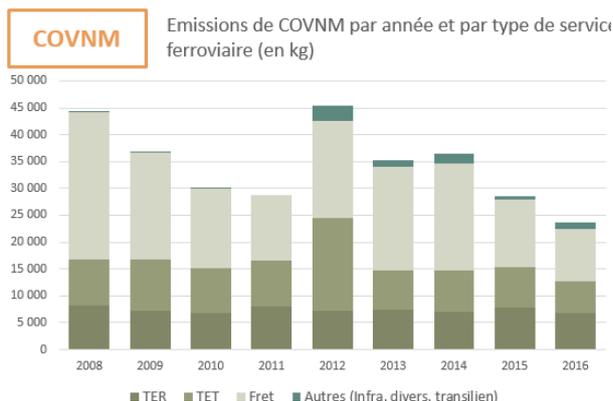


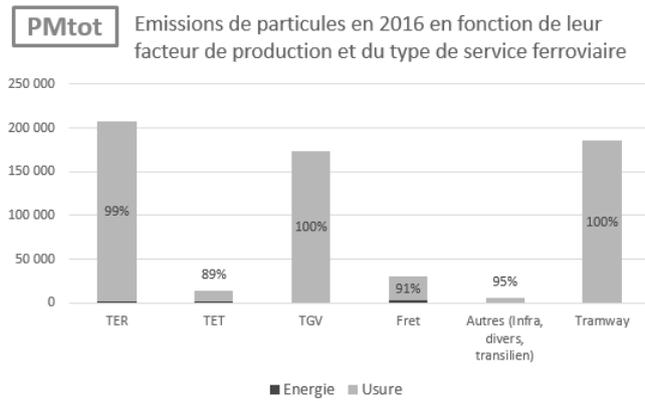
Illustration 58: évolution des émissions de COVNM (en kg) par type de service ferroviaire

exclusivement électrique ne sont pas émetteurs de COVNM.

Particules

Il est important de dissocier les particules qui sont issues de la combustion diesel (dont le volume sera donc nul pour le trafic TGV et pour le tramway) et les particules issues de l'usure des trains et du réseau ferré (due aux freinages, frottements, etc.).

La production de particules liées à l'usure représente la quasi-totalité de la production de particules en regard de celle liée à la combustion diesel (Illustration 59). Même pour un mode totalement diésélisé comme le fret, la production de particules liées à l'usure représente plus de 90 % (tendance stable entre 2008 et 2016).



ensemble. C'est 4 fois moins que les 2 400 tonnes produites par le mode routier à périmètre équivalent en 2016 en Pays de la Loire.

Illustration 59: émissions de particules (PM_{tot} en kg) par type de production et par type de service ferroviaire en 2016

Conformément à l'évolution de la consommation, on note une baisse de la part du TGV dans la production de particules et une hausse de la part du TER. Cette évolution s'explique par une évolution disjointe des trafics par type de service ferroviaire (Illustration 60).

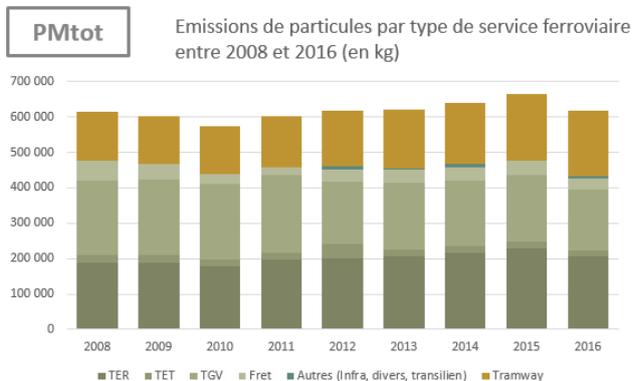


Illustration 60: évolution des émissions de particules (PM_{tot} en kg) par type de service ferroviaire

Le trafic tramway sur le territoire des Pays de la Loire représente une part importante des émissions de particules liées à l'usure. En effet, son principe de fonctionnement (arrêts et démarrages réguliers) entraîne une production plus importante de particules rapportée au passager-kilomètre que le TER ou le TGV. On observe une part grandissante de ce service dans la production de particules avec l'ouverture de la ligne A à Angers en juin 2011 et celle de la ligne 2 au Mans en août 2014.

La production de particules en 2016 est de **617 tonnes** pour le mode ferroviaire dans son

4.3 - Mode aérien

4.3.1 - Approche par aéroport

Les Pays de la Loire comptent dix-sept aéroports formant un ensemble assez contrasté, comprenant des terrains en herbe recevant exclusivement de l'aviation légère, des structures accueillant quelques milliers de passagers commerciaux par an et l'aéroport international Nantes Atlantique avec plus de 4 millions de voyageurs annuel. Dans cet inventaire les dix principaux aéroports et aéroports régionaux sont étudiés.

L'aéroport de Nantes-Atlantique représente une très large part du transport aérien, et par conséquent, de la consommation et des émissions de GES de ce mode. Cet aéroport est traité à part pour faciliter la compréhension et cerner les enjeux du transport aérien dans la région.

Entre 2015 et 2016, la consommation globale régionale, tous aéroports confondus, a progressé de 57 % pour atteindre **21 300 tep** (Illustration 61) et un niveau d'émission de **40 000 teqCO₂** (Illustration 62 et Illustration 63).

L'activité de l'aéroport de Nantes-Atlantique recouvre **99 %** du trafic aérien régional de passagers, alors qu'il ne représente qu'un quart des mouvements d'avions (atterrissage, approche, décollage, mouvements au sol) recensés par l'aviation civile en Pays de la Loire. Cependant, comme ces derniers représentent en grande majorité des vols commerciaux (y compris moyen courrier), leur impact en termes de consommation est beaucoup plus important (Illustration 62).

En proportion, le trafic de l'aéroport de Nantes-Atlantique est également plus émissif en GES que le trafic des autres aéroports et aéroports régionaux (Illustration 62).

En 2016, le trafic de l'aéroport Nantes-Atlantique enregistre un trafic soutenu, qui se traduit par une augmentation des consommations et des émissions : 35 % de croissance totale entre 2008 et 2016, contre 29 % au niveau régional agrégé.

En 2016, les 3 premiers aéroports des Pays de la Loire, après celui de Nantes-Atlantique, en termes de trafics et de consommations d'énergie, sont **Saint-Nazaire Montoir, Le Mans - Arnage et La Roche-sur-Yon – René Couzinet**.

Ces trois aéroports représentent la quasi-totalité des consommations et émissions restantes des Pays de la Loire. Les consommations et les

émissions qui leur sont attribuées ont eu tendance à s'infléchir légèrement entre 2012 et 2014 après une croissance plus importante entre 2010 et 2012 (Illustration 64).

Ces trois aéroports connaissent des fluctuations importantes avec un cycle croissance - décroissance qui se répète depuis 2008. Leur type de trafic est également différent avec une part de vols commerciaux significative pour l'aéroport de Saint-Nazaire Montoir (de 30 % à 40 %) tandis qu'elle est très inférieure pour les deux autres aéroports (moins de 5 %).

Les consommations et émissions de l'ensemble des autres aéroports et aéroports régionaux ont fluctué autour d'une moyenne de 5 200 tep et 15 500 teqCO₂.

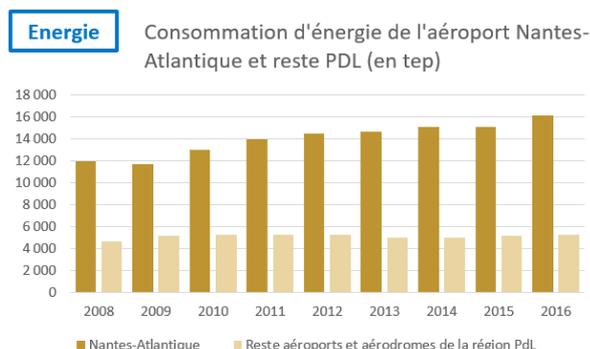


Illustration 61: évolution des consommations d'énergie (en tep) de l'aéroport de Nantes Atlantique et des autres aéroports de la région

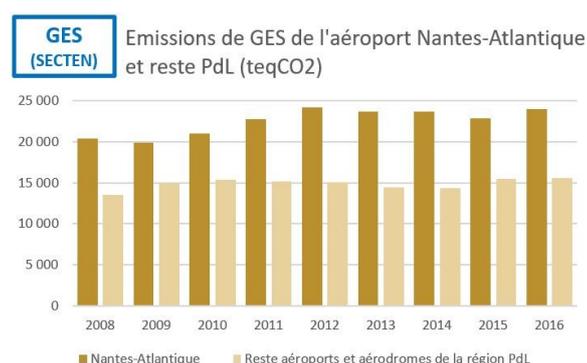


Illustration 62: évolution des émissions de GES de l'aéroport de Nantes Atlantique et des autres aéroports et aéroports de la région

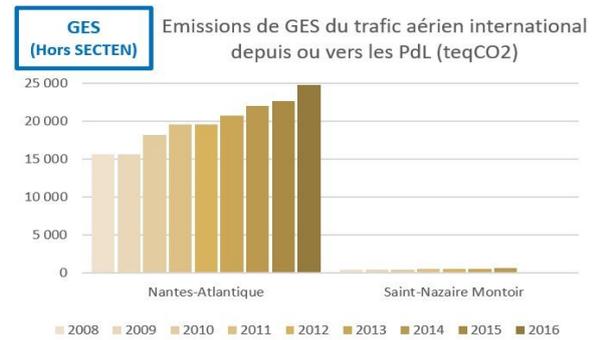
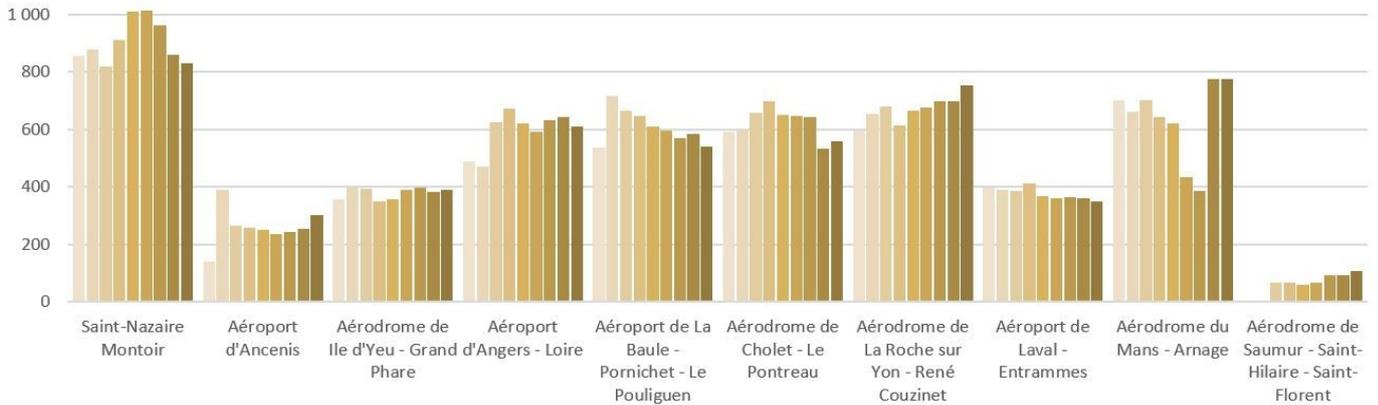


Illustration 63: évolution des émissions de GES de de Nantes Atlantique et St-Nazaire-Montoir

Energie

Consommation d'énergie par aéroports et aérodromes des Pays de Loire (en tep)



GES (SECTEN)

Emissions de GES par aéroport et aérodrome des Pays de Loire (teqCO₂)

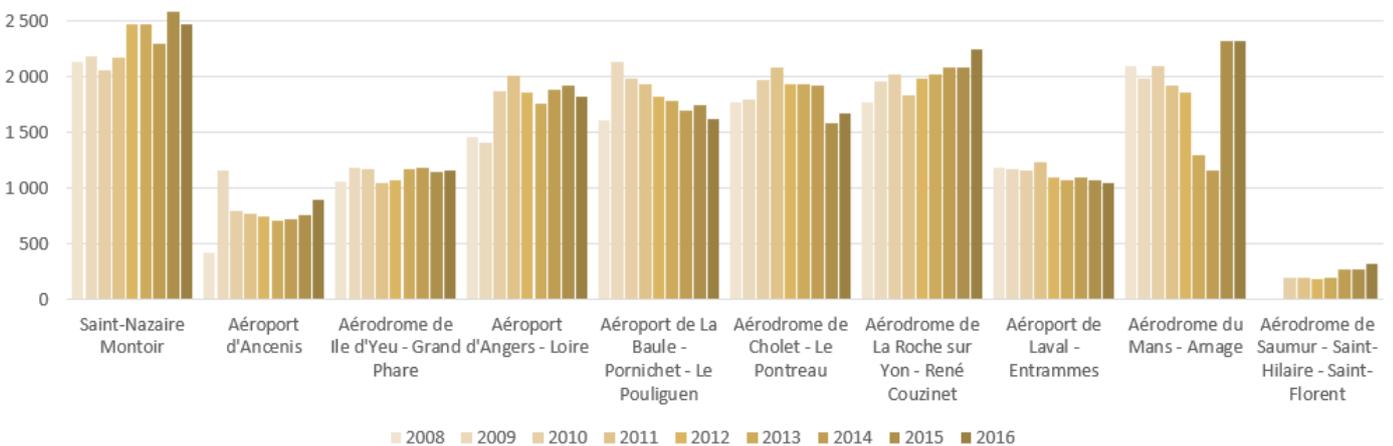


Illustration 64: évolution des consommations d'énergie et des émissions de GES des aéroports et aérodromes entre 2008 et 2016 (hors Nantes-Atlantique)

4.3.2 - Distinction entre vols commerciaux et non-commerciaux

Les vols commerciaux⁹ représentent 43 % des mouvements enregistrés des aéroports régionaux et la majeure partie de la consommation du secteur aérien (80%) et des émissions de GES (67%).

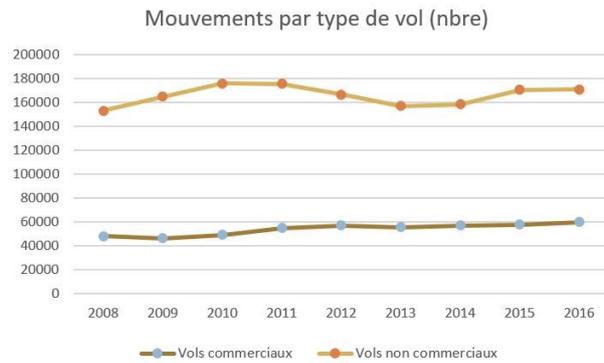


Illustration 65: évolution des mouvements par type de vol

La consommation de ce secteur a augmenté significativement entre 2008 et 2016, porté par une croissance continue (Illustrations 65, 66, 67 et 68)

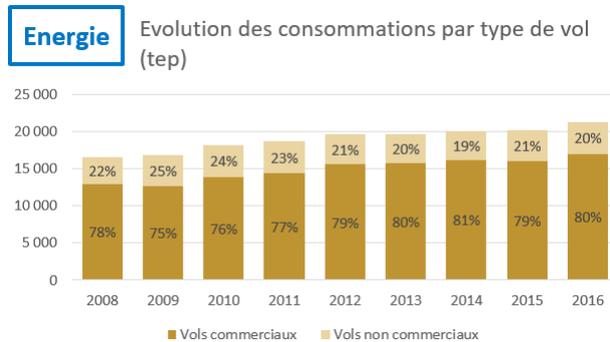


Illustration 66: évolution des consommations d'énergie (en tep) par type de vol

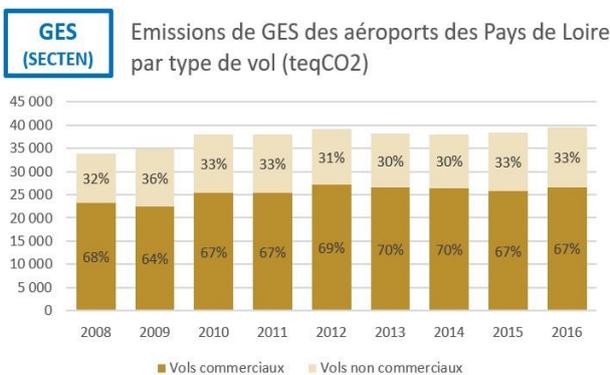


Illustration 67: évolution des émissions de GES (en teqCO₂) suivant le type de vol

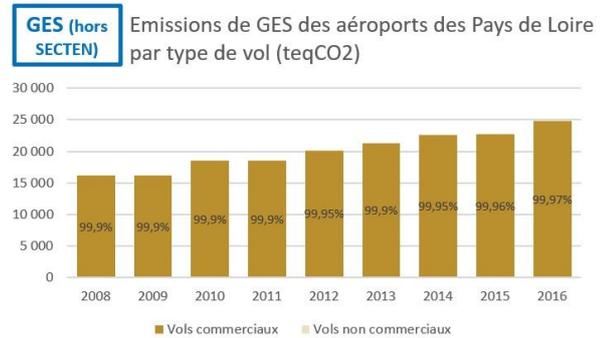


Illustration 68: évolution des émissions de GES (en teqCO₂) suivant le type de vol

En regardant l'indicateur par aéroport, on se rend compte que cette croissance de consommation est essentiellement portée par l'aéroport de Nantes Atlantique. Les autres aéroports de la région Pays de la Loire, présentent des variations de consommation différentes :

-St Nazaire-Montoir, La Baule-Pornichet et Laval-Entrammes affichent des consommations à la baisse cette année voire plus globalement depuis 2014.

-A l'inverse, Ancenis, Ile-d'Yeu, Cholet-Le Pontreau, la Roche sur Yon, Saumur et surtout Le Mans-Arnage présentent des consommations à la hausse en 2016. Pour Le Mans-Arnage la progression visible sur 2015 et 2016 est à corréliser à une hausse du nombre de mouvements suite à deux années 2013-2014 en net recul. (Illustration 69).

⁹ Les vols commerciaux regroupent les vols de transport de personnes, de fret et postal (vols réguliers et irréguliers), par opposition aux vols non commerciaux qui désignent les vols privés, vols d'aéroclub, l'écologie, les vols d'essais...

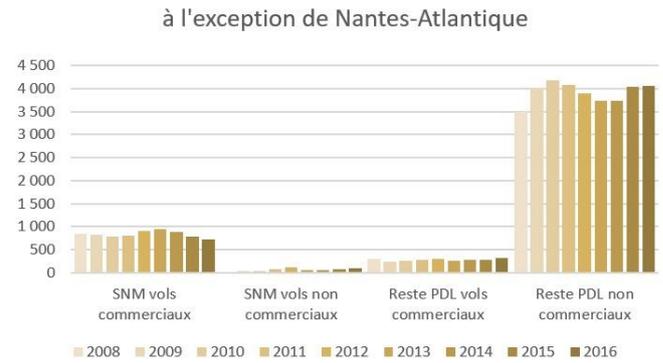
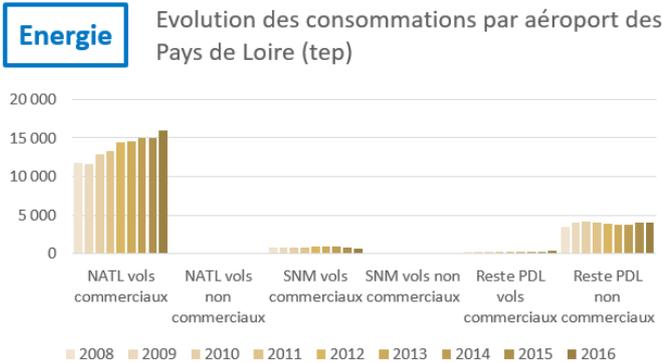


Illustration 69: évolution des consommations d'énergie (en tep) par aéroport (NATL : Nantes Atlantique ; SNM : Saint-Nazaire/Montoir)

4.3.3 - Les émissions polluantes

Acidification

La croissance des émissions de polluants locaux contribuant à l'acidification de l'air et des milieux naturels, suit la même tendance que celle des consommations d'énergie et des GES. Les émissions de SO₂ augmentent continuellement depuis 2008. La part des émissions de SO₂ dues aux vols commerciaux est de l'ordre de 80 % et varie peu depuis 2008. (Illustration 70).

Les émissions de NO_x suivent les mêmes évolutions et sont également très largement imputables (à plus de 80%) aux vols commerciaux (Illustration 71).

Au total en 2016, les émissions de SO₂ liées au transport aérien représentent un volume de **20 tonnes**, et les émissions de NO_x représentent près de **250 tonnes**.

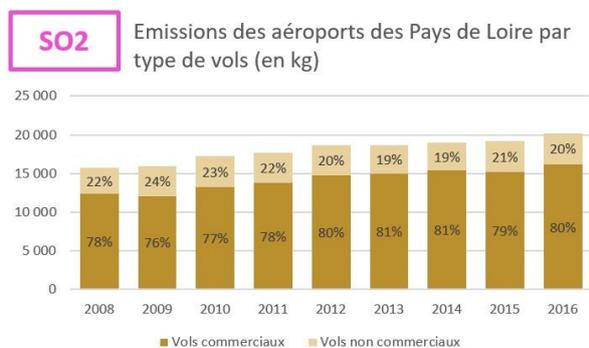


Illustration 70: évolution des émissions de SO₂ (en kg) suivant le type de vol

NOx Emissions des aéroports des Pays de Loire par type de vols (en kg)

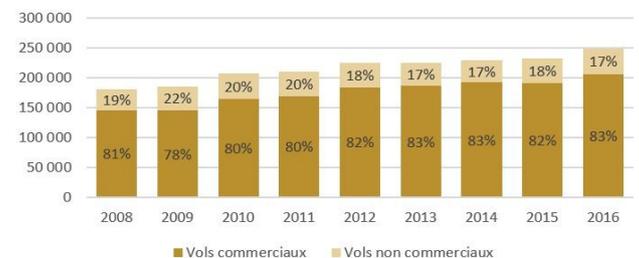


Illustration 71: évolution des émissions de NO_x par type de vols

Pollution photochimique

On relève une rupture relativement importante dans les émissions de COVNM de l'activité de transport aérien en Pays de la Loire. En effet, les émissions ont chuté entre 2008 et 2010 notamment (de -12%), alors que sur cette même période, la consommation énergétique a augmenté.

Ces gains sont dus à l'évolution du parc d'aéronefs, ces derniers étant progressivement remplacés par des engins moins émetteurs.

Par la suite, les émissions totales de COVNM se sont relativement stabilisées autour de 24 tonnes par an.

En revanche, 2016 marque un bond des émissions de COVNM (+20%) pour atteindre un volume, encore jamais atteint, de près de 29 tonnes.

Si les émissions de COVNM des vols non commerciaux se maintiennent autour de 8,5 tonnes sur la période, celles issues des vols commerciaux augmentent de 30 % par rapport à 2015 (Illustration 72).

De la même manière, cette augmentation des émissions de COVNM de 40% entre 2015 et 2016 est à rapprocher du trafic international de Nantes Atlantique. En effet avec un changement du parc d'aéronef, l'apparition de l'avion A124 (Antonov 124, le deuxième plus gros avion au monde produit en série après l'A380) avec 65 mouvements et l'A319 qui voit son nombre de mouvements passer de 28 à 1910, entre 2015 et 2016.

Ces deux phénomènes sont responsables de 26% des émissions de COVNM en 2016.

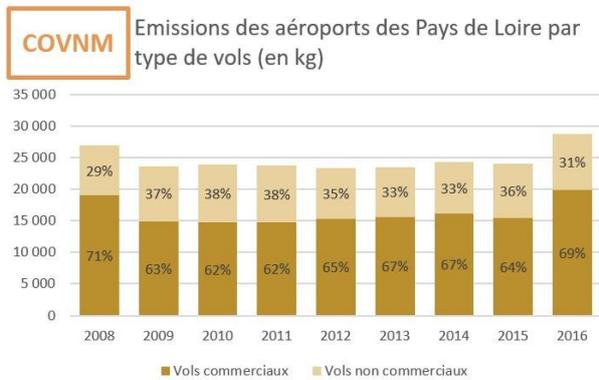


Illustration 72: évolution des émissions de COVNM (en kg) par type de vols

Particules

Les émissions de particules ont augmenté progressivement entre 2008 et 2011, jusqu'à un pic en 2012. Depuis 2013, les émissions de particules repartent à la hausse pour atteindre un niveau record en 2016 de **49 tonnes** (Illustrations 73 et 74).

La source principale de ces particules est l'usure : abrasion des pneus, des freins, de la piste et remise en suspension (97 % des émissions de particules du mode). L'évolution des émissions de particules du mode aérien est directement corrélée aux nombres de mouvements d'appareils. Cela inverse les parts respectives entre vols commerciaux et non commerciaux par rapport aux autres émissions.

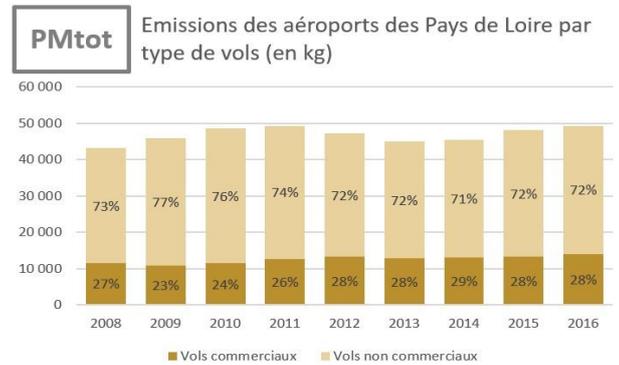


Illustration 73: évolution des émissions de PM_{tot} (en kg) par type de vols

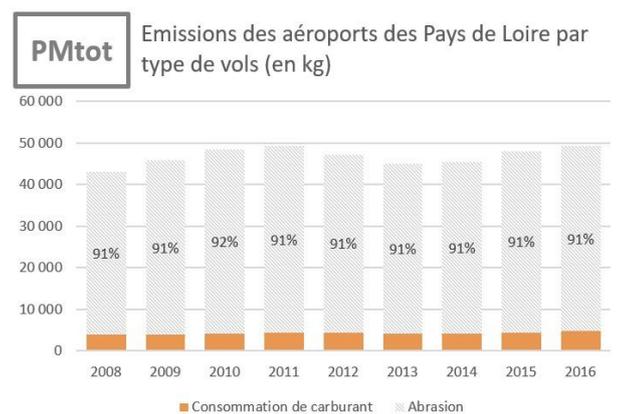


Illustration 74: évolution des émissions de PM_{tot} (kg) suivant leur origine (combustion de carburant ou usure)

4.4 - Mode maritime

Le mode maritime regroupe différentes activités sur le territoire des Pays de la Loire, en dehors de la pêche.

D'une part le transport de passagers avec le transport de passagers pour l'Île d'Yeu, qui est une activité à forte composante saisonnière.

D'autre part, le transport de marchandises, pour la majorité en lien avec le Grand Port Maritime Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) et dans une moindre mesure le port de l'Île d'Yeu. Ce transport se sous-divise lui-même en différentes activités : vraquiers, rouliers, porte-conteneurs, pétroliers et gaziers.

On note toujours une prédominance de la consommation des navires pétroliers, qui s'élève à 2 900 tep en 2016, soit le tiers de la consommation d'énergie totale du transport maritime national (SECTEN). Néanmoins, ce volume a fortement diminué cette année : une baisse de 45 % par rapport à 2015 et aux valeurs généralement enregistrées sur la période 2008-2014. En effet, le nombre d'escales a été divisé par deux entre 2015 et 2016 : 147 en 2016 contre 350 en moyenne depuis 2008 (SECTEN).

Ces évolutions sont principalement dues à l'évolution du transport de produits pétroliers, en lien avec l'activité de la raffinerie de Donges, qui est un marché très volatile, et dans une moindre mesure, à l'évolution du transport par vraquiers.

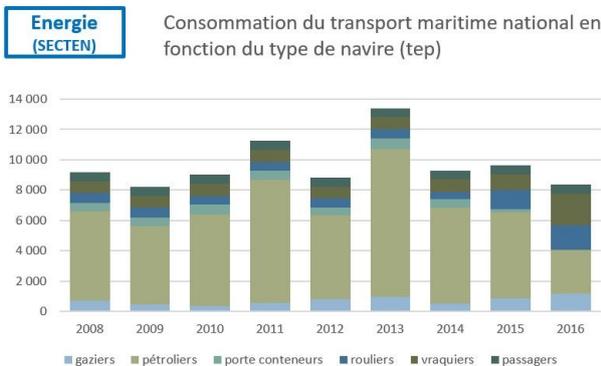


Illustration 75: évolution des consommations d'énergie (tep) du transport maritime par type de navire

Le transport de passagers, qui représente la plus faible part de la consommation, représente pourtant le plus grand nombre d'escales recensées (Illustrations 75 et Illustration 77).

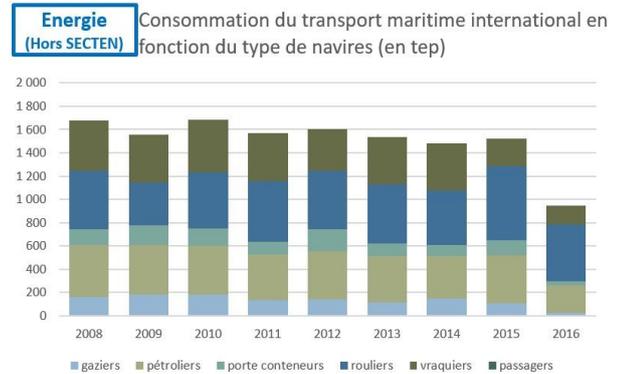


Illustration 76: évolution des consommations d'énergie (tep) du transport maritime par type de navire

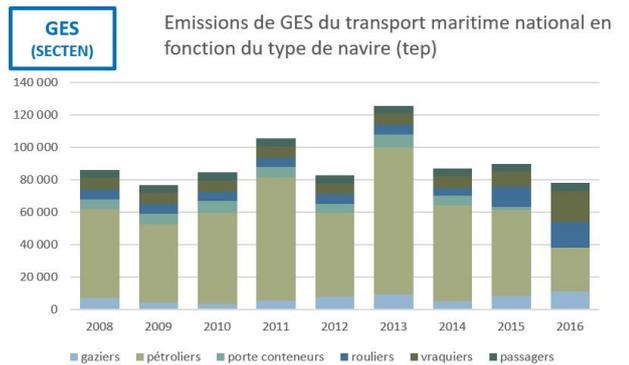


Illustration 77: évolution des émissions de GES (teqCO₂) du transport maritime par type de navire

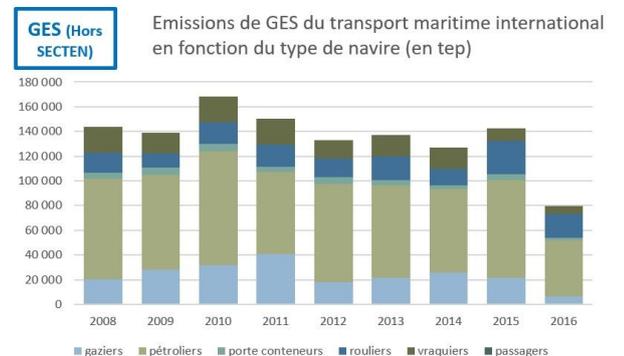


Illustration 78: évolution des émissions de GES (teqCO₂) du transport maritime par type de navire

Acidification

La production de dioxyde de soufre (SO₂) est une problématique très importante du point de vue du transport maritime. En effet, ce mode de transport représente la majeure partie des émissions de SO₂ du secteur des transports (voir le § 3.1.2). Ce phénomène est dû aux normes plus souples de réduction de soufre dans les carburants associés à ce type de transport (fioul lourd en majorité). Des normes sont en train de se mettre en place progressivement et devraient faire infléchir significativement les émissions de ce polluant pour le transport maritime¹⁰. La tendance est identique à l'évolution des consommations d'énergie, tout comme la contribution de chaque type de navires aux émissions : le transport national par pétroliers produit 70 tonnes d'émissions de SO₂, sur les **503 tonnes** émises au total en 2016 (Illustration 79).

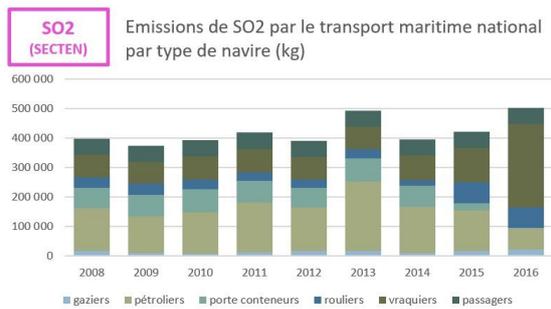


Illustration 79: évolution des émissions de SO₂ (kg) du transport maritime suivant les types de navire

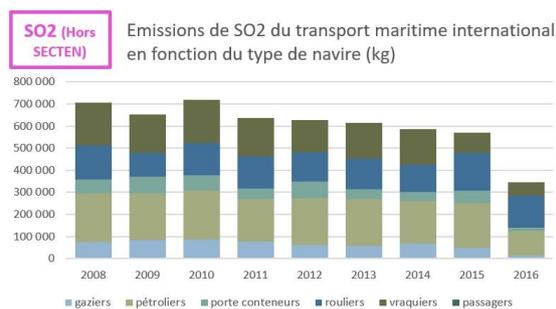


Illustration 80: évolution des émissions de SO₂ (kg) du transport maritime suivant les types de navire

Les émissions de NO_x par le transport maritime sont comparables à celles des autres modes non routiers en volume. L'évolution des émissions de NO_x suit la tendance de consommation pour l'ensemble du mode. Le volume total d'émissions du transport national s'établit à **1 100 tonnes** en 2016, après avoir atteint plus de 1 700 tonnes en 2013.

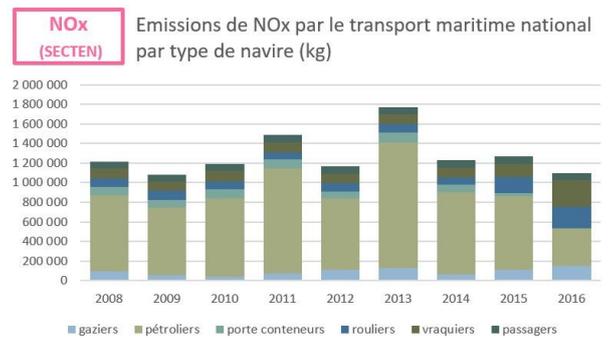


Illustration 81: évolution des émissions de NO_x (kg) du transport maritime suivant le type de navires

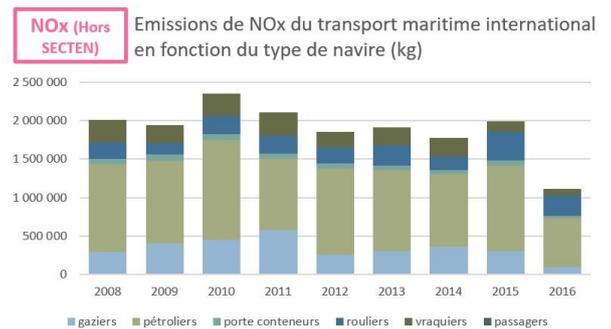


Illustration 82: évolution des émissions de NO_x (kg) du transport maritime suivant le type de navires

10 Le Grand Port Maritime impose une teneur en soufre <0,1 % pour les phases d'attente en rade et à quai, et < 3,5% pour le chenalage et la manœuvre.

Pollution photochimique

La production de COVNM par le mode maritime suit également l'évolution de la consommation de carburant, même s'ils sont produits en quantité nettement inférieure aux SO₂ et NO_x. En 2016, les émissions de COVNM du transport maritime national sont en baisse de 15 % par rapport à 2015 et s'élèvent à **44 tonnes** (Illustration 83).

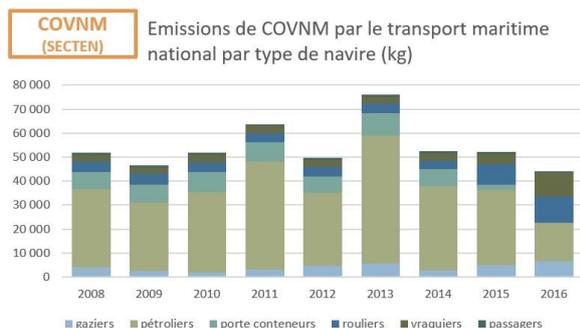


Illustration 83: évolution des émissions de COVNM (kg) du transport maritime par type de navires

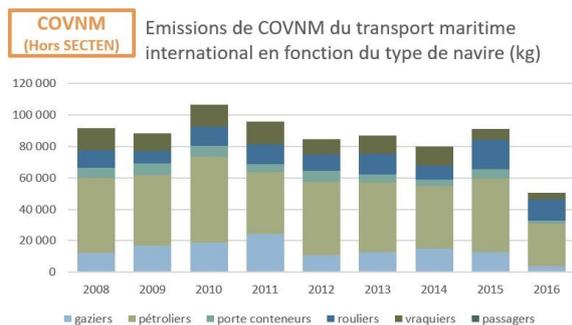


Illustration 84: évolution des émissions de COVNM (kg) du transport maritime suivant le type de navires

Particules

L'évolution des émissions de particules du mode maritime suit la tendance d'évolution de la consommation d'énergie. L'origine des émissions de particules du transport maritime se limite à la consommation de carburant. Leur niveau s'établit à **58 tonnes** en 2016 pour les Pays de la Loire.

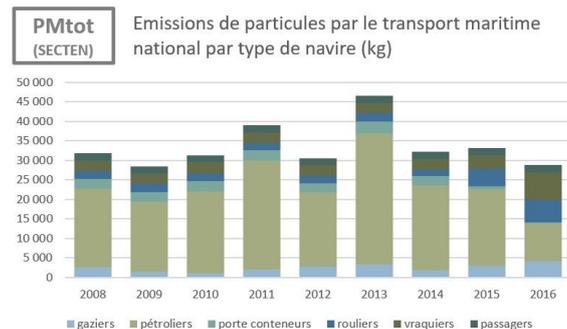


Illustration 85: évolution des émissions de PMtot (kg) du transport maritime par type de navires

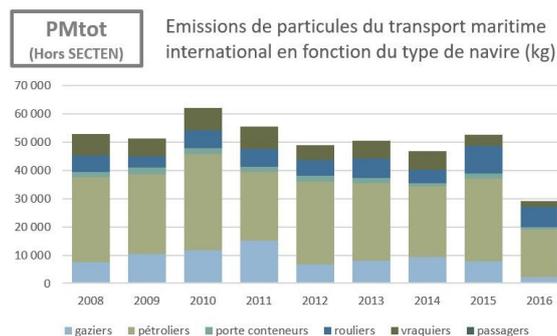


Illustration 86: évolution des émissions de PMtot (kg) du transport maritime par type de navires

4.5 - Mode fluvial

Le transport fluvial comprend les activités de transport de voyageurs et de marchandises, hors navettes fluviales touristiques. La baisse d'activités du transport de passagers entre 2008 et 2010 (interruption de la navette de l'Erdre entre la gare de Nantes et Petit Port) s'est traduite par une importante chute de la consommation d'énergie.

Puis la consommation s'est ensuite stabilisée sur la période 2012 à 2016 à un niveau de 470 tep (Illustration 87).

Les consommations du transport fluvial se répartissent entre le transport de passagers et le transport de véhicules, avec une dominance de ce dernier. Le service de transport par sabliers, dont le poids était relativement faible (de l'ordre de 5 % des consommations du mode fluvial en 2012) a pris fin en 2014.

Les émissions de GES suivent la tendance de la consommation d'énergie.

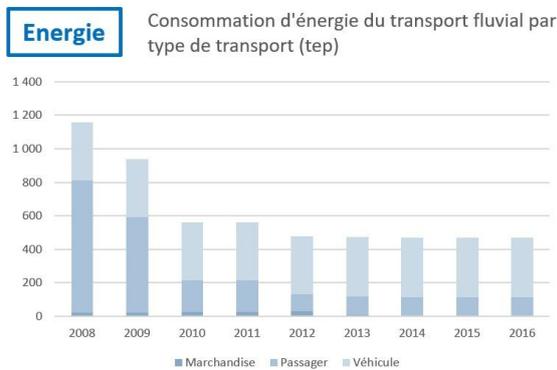


Illustration 87: évolution des consommations d'énergie (tep) par type de transport fluvial

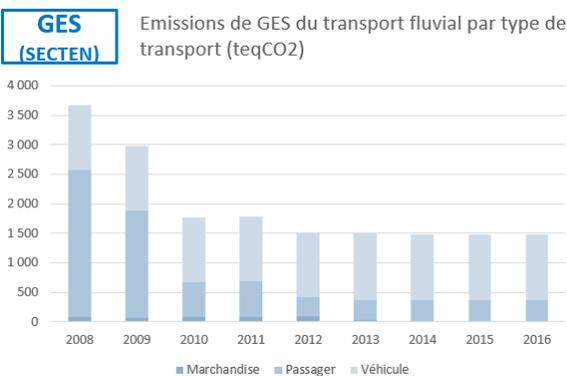


Illustration 88: évolution des émissions de GES (teqCO₂) par type de transport fluvial

Acidification

On observe une chute importante des émissions annuelles de SO₂ entre 2008 et 2011, due pour partie à la baisse d'activité du fluvial (voir plus haut), mais également à une réduction de la teneur en soufre des carburants utilisés.

A partir de 2012, le niveau d'émissions de SO₂ remonte nettement et se stabilise autour de 470 kg par an (Illustration 89). Cette progression est liée à un changement de combustible en 2012: le remplacement du fioul domestique par du gazole dont les teneurs en soufre sont supérieures.

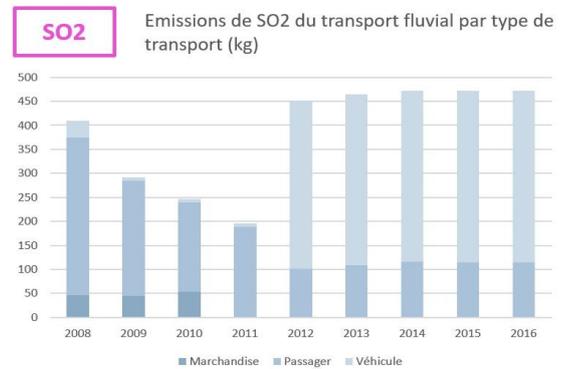


Illustration 89: évolution des émissions de SO₂ (kg) par type de transport fluvial

La production de NO_x a suivi la tendance de la consommation d'énergie. Le volume de NO_x émis par le transport fluvial en 2016 est de **15 tonnes** (Illustration 90).

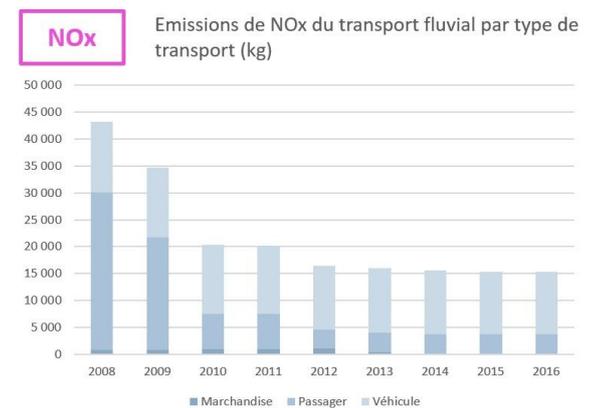


Illustration 90: évolution des émissions de NO_x (kg) par type de transport fluvial

Pollution photochimique

La production de COVNM suit la tendance de la consommation. Elle s'établit légèrement en dessous de **3 tonnes** en 2016.

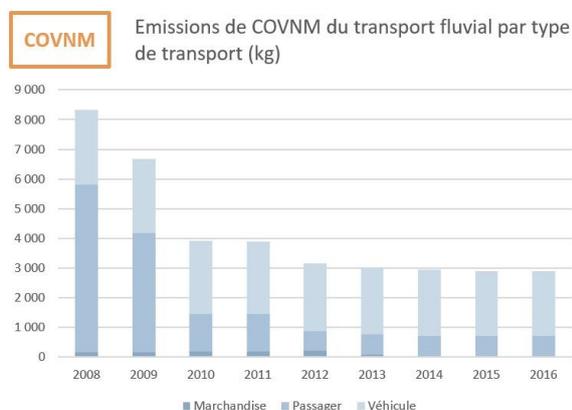


Illustration 91: évolution des émissions de COVNM (en kg) par type de transport fluvial

Particules

De même que pour les autres polluants, la production de particules suit la consommation d'énergie. Le transport fluvial produit **1,7 tonnes** de particules en 2016.

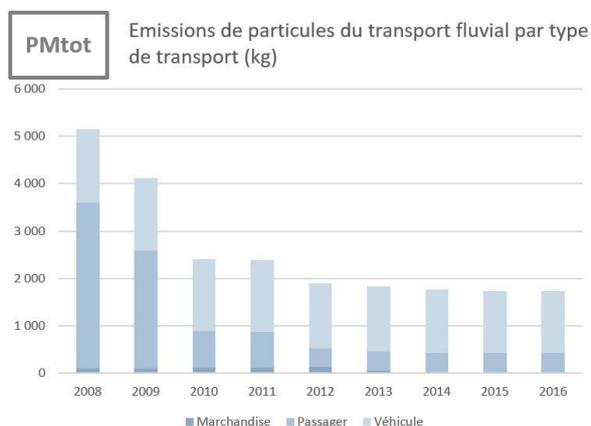


Illustration 92: évolution des émissions de PM_{tot} (en kg) par type de transport fluvial

5 - Méthodologies détaillées

L'inventaire a été conduit conformément à la deuxième version du **guide méthodologique¹¹ pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques**, validé en juin 2018 par le Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES). Il a été élaboré par le Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT), regroupant le CITEPA, la fédération ATMO France, et l'INERIS.

5.1 - Méthodologie routière

5.1.1 - Consolidation de la base primaire des trafics routiers par le CEREMA Ouest¹²

Pour le mode routier, les données de comptages disponibles ont été collectées par la DREAL Pays de la Loire auprès des différents gestionnaires pour le réseau interurbain et par Air Pays de la Loire pour les agglomérations :

- ◆ Sociétés d'autoroutes Cofiroute et Autoroutes du Sud de la France (ASF) ;
- ◆ Conseils Départementaux de Loire-Atlantique, Maine-et-Loire, Mayenne, Sarthe et Vendée ;
- ◆ Services de l'État ;
- ◆ Nantes Métropole ;
- ◆ Communautés urbaines d'Angers et du Mans ;
- ◆ Communautés d'agglomérations de Cholet, La-Roche-sur-Yon, Laval, et Saint-Nazaire.

La base primaire routière géoréférencée sur la base routière BDCarto de l'IGN¹³ utilisée pour cet inventaire représente un réseau de 14 500 kilomètres de voies en 2016.

Cette base compte environ 15 000 brins dont un tiers bénéficie d'au moins un comptage sur la période 2008-2016. En 2016, plus de 3 500 comptages ont été enregistrés dans la base.

Ces comptages ont ensuite été utilisés pour bâtir une méthode d'estimation des trafics sur le reste du réseau structurant.

11 http://www.lcsqa.org/system/files/evenement/Guide_methodo_PCIT_complet_juin2018.pdf

12 Au 1er janvier 2014, les 8 CETE, le CERTU, le CETMEF et le SETRA ont fusionné pour donner naissance au Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

13 Institut national de l'information géographique et forestière

La méthode établie repose sur le croisement des typologies définies :

- ◆ classification des voies (typologie mise en œuvre par le CEREMA Ouest) ;
- ◆ insertion territoriale en fonction de la définition des aires et espaces urbains de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) ;
- ◆ localisation (département).

La base primaire routière est constamment enrichie et améliorée dans le cadre du suivi de l'inventaire.

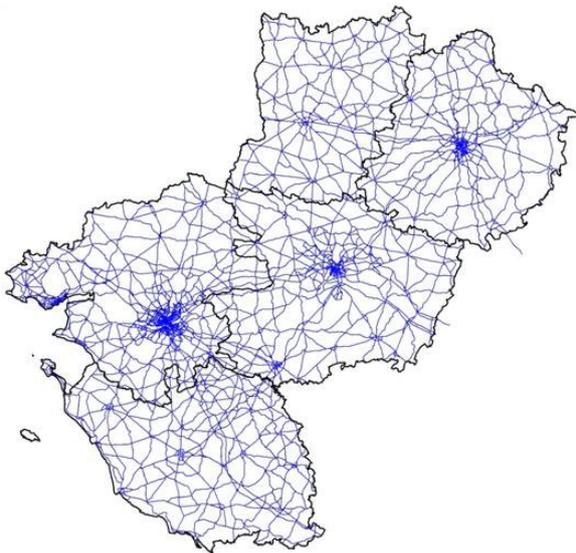


Illustration 93: réseau routier régional finalisé
(Basemis® - Air Pays de la Loire, BDCARTO®2012)

5.1.2 - Calcul des émissions routières linéaires

Les émissions de polluants dues au secteur routier sont calculées à l'aide du logiciel Circul'air. Il s'agit d'un logiciel développé par l'ASPA¹⁴ (AASQA¹⁵ d'Alsace) en 2003, dans le cadre du projet transfrontalier « Atmo_rhenA » INTERREG III¹⁶, et qui permet le calcul des émissions du trafic routier pour chaque tronçon routier.

Il se base sur la méthodologie COPERT¹⁷ et permet le calcul des émissions et consommations

routières. Cette méthodologie, développée pour le compte de l'Agence Européenne de l'Environnement, a donc été mise en œuvre dans sa version la plus récente : COPERT V.

Elle s'appuie sur une bibliothèque de facteurs d'émissions fonctions de la vitesse moyenne de circulation pour différentes catégories de véhicules (voitures particulières, véhicules utilitaires légers, poids-lourds, bus et deux-roues) et sous-catégories faisant intervenir le carburant (VP essence, VP diesel...), la cylindrée, le poids total à charge, et la classe technologique (norme Euro).

L'utilisation de ce logiciel nécessite donc de disposer d'une description précise du parc automobile circulant sur la zone d'intérêt. Celui-ci est obtenu auprès du Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) qui actualise tous les ans le parc roulant, qui tient compte des nouvelles immatriculations et de l'impact de mesures fiscales incitatives (prime à la casse, bonus/malus, etc.).

La méthodologie COPERT prend en compte de nombreux polluants : CO, NO_x, Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM, dont benzène, toluène, xylène, formaldéhyde), SO₂, CH₄, CO₂, N₂O, NH₃, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, particules totales, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs), Polluants Organiques Persistants (POPs), dioxines, furanes, et métaux toxiques. Les consommations d'énergie peuvent aussi être calculées et constituent un produit de sortie de l'outil.

Les données d'entrée nécessaires au calcul des émissions concernent, pour chaque axe :

- ◆ les caractéristiques de l'axe : typologie de la voie, vitesse à vide, capacité, courbe débit/vitesse ;
- ◆ le trafic sur l'axe : Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) par voies de circulation, profils de variation temporelle du trafic (variation horaire pendant 24 heures), parc roulant, pourcentage de poids lourds, de bus, d'autocars ;
- ◆ les caractéristiques des combustibles : teneurs en soufre ou en benzène par exemple ;
- ◆ les conditions météorologiques : température, pression.

14 ASPA : Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution Atmosphérique

15 AASQA : Association agréée de surveillance de la qualité de l'air, organisme français mesurant et étudiant la pollution atmosphérique au niveau de l'air ambiant

16 INTERREG III : Projet de recherche et de mesure de la qualité de l'air dans le Rhin supérieur, associant des équipes de recherche allemandes, suisses, italiennes et françaises en 2003.

17 COPERT : Computer Program to calculate Emissions from Road Transport

Circul'air¹⁸ propose de nombreux produits de sortie: les émissions sont calculées pour chaque polluant et chaque sous-catégorie de véhicule. Elles peuvent ainsi être estimées pour un brin, (c'est à dire une portion de route), ou encore totalisées sur une zone d'intérêt. De même il est possible de différencier les émissions selon leur origine : émissions à chaud, surémissions à froid, usure et remise en suspension des particules, ou encore évaporation de carburant.

5.1.3 - Calcul des émissions routières surfaciques

En 2010, Air Pays de la Loire a réalisé un travail d'actualisation et d'harmonisation de la base routière BDCARTO® qui avait été utilisée pour le premier inventaire de 2008 (le maillage routier étant hétérogène, à l'origine, entre les différents départements).

Le réseau secondaire hors agglomération supportant un trafic inférieur à 5 000 vh/jour a ainsi été supprimé quand la densité du réseau le permettait ; ses émissions ont été compensées par une évaluation surfacique des émissions.

Cette évaluation est basée sur la méthodologie préconisée par la deuxième version du guide national d'élaboration des inventaires territoriaux (PCIT2) utilisé ici. Ce guide a été élaboré conjointement par les AASQA, le CITEPA et l'INERIS, validé et publié en juin 2018 par le MTES.

Le calcul surfacique consiste à évaluer la distance moyenne parcourue par les véhicules (par commune) et le nombre de déplacements motorisés qui partent ou qui arrivent dans une commune (utilisation de l'enquête nationale transport et déplacement ENTND de 2008, distinction des territoires en fonction des catégories ZAUER, intégration des déplacements liés au tourisme, etc...).

Ainsi, les émissions surfaciques sont celles du trafic diffus des agglomérations ; elles sont affectées à une surface qui recouvre l'ensemble du réseau communal (contrairement aux émissions linéaires, qui sont affectées aux axes).

5.2.1 - Les sources de données

Les données de trafics ferroviaires ont été collectées par la DREAL auprès de SNCF Réseau.

Les données de trafics des tramways ont été fournies par :

- ◆ les Transports de l'Agglomération Nantaise (TAN) ;
- ◆ Angers Loire Métropole ;
- ◆ les Services des Transports de l'Agglomération Mancelle (Setram).

5.2.2 - Les méthodes de calcul

Pour les trains, les circulations ont été renseignées par tronçon de voie avec leur traction (diesel ou électrique) et leur type (TGV¹⁹, TET²⁰, TER²¹, fret).

La méthode consiste à calculer les consommations électriques et thermiques des trains sur chaque tronçon de ligne emprunté, à l'aide de facteurs de consommations par type de motrice (transport de voyageurs/de fret, motrices électriques/thermiques)

L'application de facteurs d'émissions permet de calculer :

- ◆ les émissions dues à la combustion du gazole (à partir de la consommation calculée en amont) ;
- ◆ les émissions indirectes de CO₂ dues à la consommation d'électricité (à partir de la consommation calculée en amont) ;
- ◆ les émissions dues à l'usure des roues, freins, et rails (calcul basé sur la longueur du réseau ferré et sur le trafic de chaque tronçon) ;
- ◆ les émissions dues à l'usure des caténaires (calcul basé sur la longueur du réseau ferré et sur le trafic de chaque tronçon).

Les données distinguent les types de service : TER, TET, TGV, FRET, infra (trains de maintenance), divers (haut le pied : circulation non commerciale) et trans (transillien). Les résultats peuvent être différenciés selon ces catégories.

Les résultats sont également rapportés au km, grâce au calcul des distances parcourues ; les longueurs de voies sont issues du fichier SIG de SNCF-Réseau.

Pour les tramways, la méthodologie de calcul consiste à calculer les consommations électriques

5.2 - Méthodologie ferroviaire

18 Logiciel créé en 1997 au sein de l'ASPA dans le but de calculer les émissions imputables au transport routier

19 Trains à Grande Vitesse

20 Train d'équilibre du territoire

21 Train Express Régional

des tramways sur chaque tronçon de ligne emprunté, à l'aide de données fournies par :

- ✓ la TAN pour le tramway de Nantes,
- ✓ le site d'Angers Loire Métropole pour le tramway d'Angers,
- ✓ le site SETRAM pour le tramway du Mans.

L'application de facteurs d'émissions permet de calculer :

- ◆ les émissions indirectes de CO₂ dues à la consommation d'électricité (à partir de la consommation calculée en amont),
- ◆ les émissions dues à l'usure des roues, freins, et rails (calcul basé sur la longueur du réseau du tramway, et sur le trafic de chaque tronçon),
- ◆ les émissions dues à l'usure des caténaires (calcul basé sur la longueur du réseau du tramway, et sur le trafic de chaque tronçon).

5.3 - Méthodologie aérienne

5.3.1 - Les sources de données

Les données primaires de trafic ont été collectées auprès de :

- ◆ Aéroports du Grand Ouest pour les plateformes de Nantes Atlantique et Saint-Nazaire Montoir (collecte : DREAL/SIAL). Données 2008 à 2016.

Les données obtenues et utilisées correspondent aux nombres annuels de mouvements (décollages, atterrissages, touch & go / overshoots/ tours de piste) détaillés par type d'aéronef, par type de propulsion (turbopropulseurs, turbocompresseurs ou moteurs à pistons) et par nombre de moteurs (de 1 à 4).

- ◆ L'Union des Aéroports Français (UAF, <http://www.aeroport.fr/>) pour les plateformes suivantes :
 - ✓ Aérodrome de Cholet - Le Pontreau ;
 - ✓ Aérodrome de Ile d'Yeu - Grand Phare ;
 - ✓ Aérodrome de La Roche sur Yon - René Couzinet ;
 - ✓ Aérodrome de Saumur - Saint-Hilaire – Saint-Florent ;
 - ✓ Aérodrome du Mans – Arnage ;
 - ✓ Aéroport d'Ancenis ;
 - ✓ Aéroport d'Angers – Loire ;
 - ✓ Aéroport de La Baule-Pornichet-

Le Pouliguen ;

- ✓ Aéroport de Laval – Entrammes ;

Les données obtenues et utilisées correspondent aux nombres annuels de mouvements (commerciaux, non commerciaux, locaux, voyages) par plateforme pour les années 2008 à 2016.

- ◆ La DGAC et de diverses sources bibliographiques .

5.3.2 - Les méthodes de calcul

Deux méthodes de calcul ont été utilisées dans BASEMIS®, en fonction des données primaires :

Plateformes de Nantes Atlantique et Saint-Nazaire Montoir

Le calcul de consommations et d'émissions est basé sur le cycle LTO (Landing Take Off). On distingue les phases suivantes, en dessous de 915 m d'altitude : approche, atterrissage, phases au sol, décollage, montée. Pour chaque phase, l'OACI²² fournit des facteurs de consommation de carburant en fonction du moteur qui équipe l'appareil (619 moteurs référencés).

Les moteurs correspondants aux types d'aéronefs sont déterminés à partir de données de la DGAC et de diverses sources bibliographiques. Il en va de même pour les APU.

L'application de facteurs d'émission²³ permet de déduire les émissions de polluants à partir des consommations calculées.

Au-delà de 915 m d'altitude, les consommations et émissions ne sont pas comptabilisées.

Pour ventiler les consommations et émissions par type de vol (commerciaux/non commerciaux, locaux/voyages), des ratios ont été utilisés, calculés à partir des données de l'union des aéroports français (nombres de mouvements totaux).

Autres plateformes

Le calcul de consommations et d'émissions est basé sur le cycle LTO. On distingue les phases suivantes : approche, atterrissage, phases au sol, décollage, montée.

A défaut des types d'appareils effectuant les

²² Organisation de l'aviation civile internationale

²³ Sources des facteurs d'émissions : OACI, EPA, EEA/EMEP, CITEPA

mouvements, les consommations unitaires fournies dans le guide EMEP/EEA 2013 (Agence Européenne de l'Environnement), détaillées par phase pour les vols non commerciaux, sont utilisées. Pour les vols commerciaux, deux avions types sont utilisés en fonction du type d'aéroport (un Fokker 27 pour les aéroports de type c, un CESSNA 411 pour les aéroports de type d). Pour les vols non commerciaux, une moyenne des consommations unitaires en fonction du nombre de moteurs est effectuée. Pour les vols non commerciaux locaux, la moyenne des consommations des avions avec 1 moteur est utilisée et pour les vols non commerciaux voyage, la moyenne des consommations des avions avec 2 moteurs est utilisée.

Les APU sont également pris en compte en fonction de l'avion moyen de référence.

Au-delà de 915 m d'altitude, les consommations et émissions ne sont pas comptabilisées.

(manque de données et hors du périmètre régional).

Les données du GPMNSN de BASEMIS® V5 incluent les temps de chaque phase prise en compte. Pour chaque phase, l'EPA fournit des puissances de navires par type de navires et de moteur.

Les facteurs d'émissions de l'EPA (détaillés par type de navire et par phase) sont utilisés pour les polluants SO₂, NO_x, CO, PM_t, COVNM, et CO₂.

Les facteurs d'émissions de l'EPA (détaillés par type de navire et par phase) sont utilisés pour les polluants SO₂, NO_x, CO, PM_t, COVNM, et CO₂.

Les facteurs d'émissions OMINEA sont utilisés pour les autres polluants.

Transport de passagers entre l'île d'Yeu et le continent

Les phases d'émission prises en compte dans BASEMIS® sont les phases de :

- ✓ Navigation dans les chenaux d'accès ;
- ✓ Phases de manœuvre ;
- ✓ Escale à quai ;
- ✓ Déplacement entre le continent et l'île.

La méthodologie utilisée est la même que précédemment. Le nombre et la durée des escales sont estimés via les fiches horaires des compagnies effectuant les traversées.

Les durées des phases d'approche et de manœuvre sont estimées à 2 minutes.

5.4 - Méthodologie maritime

5.4.1 - Les sources de données

Les données primaires ont été collectées :

- ◆ Auprès du Grand Port Métropolitain de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) pour les données de trafic du port, et les consommations d'énergie des engins portuaires,
- ◆ Sur le site internet de l'île d'Yeu pour les fiches horaires des navettes de passagers entre l'île et le continent.

5.4.2 - Méthodes de calcul

Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

Les phases d'émission prises en compte dans BASEMIS® sont :

- ✓ Attente en rade : attente du pilote à l'entrée du port avant de rentrer dans les chenaux d'accès ;
- ✓ Navigation dans les chenaux d'accès du port (depuis l'entrée du port jusqu'à l'ensemble des différents terminaux : Saint-Nazaire, Montoir, Donges, Cordemais, Basse-Indre et Nantes) ;
- ✓ Phases de manœuvre ;
- ✓ Escales à quai ;

La phase d'approche portuaire n'est pas intégrée

5.5 - Méthodologie fluviale

5.5.1 - Les sources de données

Les données primaires ont été collectées par la DREAL auprès :

- ◆ de la TAN Transport de l'agglomération nantaise pour les trajets du Navibus Loire, du Navibus Erdre (jusqu'en Août 2009) et du passeur de l'Erdre ;
- ◆ du Conseil départemental de Loire Atlantique pour les horaires des passeurs de Couëron/Le Pellerin et Indre/Indret ;
- ◆ de l'ORES Pays de la Loire pour obtenir les tonnages de sables transportés jusqu'à Saint Julien de Concelles.

Les trafics fluviaux pris en compte sont :

- les trajets du NAVIBUS Loire reliant Nantes à Trentemoult (passagers),
- les trajets du passeur de l'Erdre reliant Port Boyer à Petit port faculté, bateau électrique (passagers),
- les trajets du NAVIBUS Erdre qui reliait, jusqu'en Août 2009, la gare de Nantes à Petit Port faculté (passagers),
- les trajets du BAC reliant Couéron au Pellerin (véhicule),
- les trajets du BAC reliant Indre à Indret (véhicule),
- les trajets du sablier qui achemine le sable jusqu'à Saint Julien de Concelles (marchandises). Le trafic fluvial considéré dans cet inventaire n'inclue pas les navettes touristiques ni le trafic de plaisance.

Pour le navire de marchandises (sablier)

La méthodologie employée consiste à estimer le tonnage de marchandises transporté ainsi que le nombre de kilomètres parcourus annuellement par les sabliers.

Le facteur de conversion permettant d'obtenir la consommation d'énergie annuelle des sabliers est donné par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) dans un rapport sur le transport modal de marchandises (janvier 2006). Les émissions de polluants sont ensuite calculées, à partir des consommations d'énergie, grâce aux facteurs d'émissions du CITEPA.

Le transport de sable entre Saint-Nazaire et Saint-Julien de Concelles s'est arrêté mi-2013.

5.5.2 - Méthodes de calcul

Deux méthodes de calcul ont été appliquées en fonction du type de navire :

Pour les navires transportant des passagers et/ou des véhicules

Tous les navires cités ci-dessus sont concernés par cette méthodologie, à l'exception du sablier de Saint Julien de Concelles.

La méthodologie employée consiste à estimer le nombre de kilomètres parcourus annuellement par chacun des navires.

Pour ce faire, les fréquences de navigation de chacun des navires ont été étudiées, ainsi que leurs trajets respectifs.

La consommation de carburant est alors estimée grâce à un facteur d'émission fourni par l'UBA (Umweltbundesamt, Allemagne).

Les émissions de polluants sont calculées à partir des consommations d'énergie grâce aux facteurs d'émissions du CITEPA.

Les émissions sont à la fois rapportées à la commune dans laquelle elles sont émises et également au linéaire du trajet

Pour le Passeur de l'Erdre, bateau utilisant de l'énergie électrique, les émissions sont des émissions de CO₂ dites indirectes.

Principaux sigles et abréviations utilisés

AASQA	association agréée de surveillance de la qualité de l'air
ADEME	agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
ASF	autoroutes du sud de la France
ASPA	association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique
BASEMIS®	base de données des consommations d'énergie et des émissions de GES et de polluants en Pays de la Loire
CCTN	commission des comptes des transports de la Nation
CEREMA	centre d'études et de recherche sur l'environnement la mobilité et l'aménagement
CH ₄	méthane
CITEPA	centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
CO	monoxyde de carbone
CO ₂	dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
COVNM	composés organiques volatiles non méthaniques
DAC	direction de l'aviation civile
DREAL	direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement
EPA	environmental protection agency
GES	gaz à effet de serre
GIEC	groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPMNSN	grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire
IEEP	inventaire énergétiques et des émissions polluantes du secteur des transport en Pays de la Loire
IGN	institut géographique national
INSEE	institut national de la statistique et des études économiques
kt	kilotonnes
LTO	landing take off
MtCO ₂	million de tonnes de CO ₂
Mtep	million de tonnes équivalent pétrole
MteqCO ₂	million de tonnes équivalent CO ₂
N ₂ O	protoxyde d'azote
NH ₃	ammoniac
NO _x	oxyde d'azote
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
PdL	Pays de la Loire
PL	poids-lourd
PM ₁₀	matières particulaires inférieures à 10 µm
PM _{2,5}	matières particulaires inférieures à 2,5 µm
PM _{tot}	matières particulaires totales
PRG	potentiel de Réchauffement Global
SECTEN	SECTeurs Economiques et éNergie
SNCF	société nationale des chemins de fer
SO ₂	dioxyde de soufre
t.km	tonnes.kilomètres
TC	transport collectif
tep	tonnes équivalent pétrole
teqCO ₂	tonnes équivalent CO ₂
TER	train express régional
TET	train d'équilibre du territoire
TGV	train à grande vitesse
TMJA	trafic moyen journalier annuel
UAF	union des aéroports français
VL	véhicule léger
VUL	véhicule utilitaire léger

Crédits

Contributeur	Contributions
Aéroports du Grand Ouest – Vinci Airports	données de trafic aérien et type d'appareils pour les plateformes de Nantes Atlantique et St-Nazaire/Montoir
Air Pays de la Loire	récolte des données de trafic routier pour les agglomérations de Nantes, St-Nazaire, Angers et Le Mans ; calculs des consommations et des émissions de tous les modes de transport (extraits de BASEMIS® 2012)
Angers Loire Métropole	données de trafic routier
Autoroutes du Sud de la France (ASF)	données de trafic autoroutier
Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) – Direction Territoriale Ouest (Dter Ouest)	constitution de la base des trafics routiers régionale (consolidation des trafics récoltés et affectation théorique de trafic sur le réseau non renseigné) ; calculs spécifiques des consommations et émissions des transports en commun urbains et interurbains ; rédaction du présent rapport
Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) – Direction Technique Territoire et Ville (DtectV, ex-CERTU)	annuaire statistique des transports collectifs urbains et départementaux
Cholet Bus	données de fréquentation des transports en commun
Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA)	données nationales du rapport SECTEN (avril 2016), parc statistique et roulant (décembre 2015)
Cofiroute / VINCI Autoroutes	données de trafic autoroutier
Commission des comptes des transports de la Nation (CCTN)	données nationales de transport de marchandises et de voyageurs
Communauté d'Agglomération (CARENE)	données de trafic routier
Communauté d'Agglomération du Choletais	données de trafic routier
Communauté d'Agglomération Yonnaise	données de fréquentations des transports en commun
Commune de l'Île d'Yeu	fiches horaires des navettes passager
Conseil départemental de Loire Atlantique	données de trafic routier du réseau départemental ; fréquentation des transports en commun ; trafic fluvial de voyageurs
Conseil départemental de Maine et Loire	données de trafic routier du réseau départemental ; fréquentations des transports en commun
Conseil départemental de Mayenne	données de trafic routier du réseau départemental
Conseil départemental de Sarthe	données de trafic routier du réseau départemental ; fréquentations des transports en commun
Conseil départemental de Vendée	données de trafic routier du réseau départemental
Conseil régional des Pays de la Loire	fréquentation et consommations des transports en commun (car et TER)
Direction de l'Aviation Civile (DAC) Ouest	données de trafic aérien
Direction Interdépartementale des Routes (DIR) Ouest	données de trafic routier du réseau national
Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) des Pays de la Loire	récolte des données de trafic et de consommation d'énergie auprès des différents gestionnaires ; cartes des trafics routiers ; mise en page et publication du présent rapport
Grand Port Maritime (GPM) de Nantes St-Nazaire	données de trafic maritime et fluvial
Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE)	données de population, zonage des unités urbaines, flux de mobilité, inventaire communal, PIB régional
Keolis Angers	données de fréquentation des transports en commun
Laval Agglomération	données de trafic routier
Le Mans Métropole	données de trafic routier
Marine et Loire croisières	fiches horaires des navettes passager
Nantes Métropole	données de trafic routier
Réseau Ferré de France (RFF)	données de trafic ferroviaire
Société d'Économie Mixte des Transport de l'Agglomération Nantaise (SEMITAN)	données de trafic des TC de l'agglomération (bus et tramway TAN, Navibus et passeur de l'Erdre)
Société des Transports de l'Agglomération Mancelle (SETRAM)	données de fréquentation des transports en commun
Société des Transports de l'Agglomération Nazairienne (STRAM)	données de fréquentation et consommation d'énergie des transports en commun
Union des Aéroports Français (UAF)	données de trafic aérien
Voies Navigables de France (VNF)	données de trafic fluvial

Index des illustrations et des tableaux

Illustrations

Illustration 1: évolution du transport terrestre de marchandises (en milliards de t.km) en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : les comptes de transport en 2016, CCTN).....	7
Illustration 2: évolution du transport de voyageurs (en milliards de voyageurs.km) en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : les comptes de transport en 2016, CCTN).....	8
Illustration 3: évolution de la consommation d'énergie primaire* en France Métropolitaine entre 1990 et 2016 . Sources : Bilans énergétiques de la France (SOeS).....	9
Illustration 4: évolution des émissions de CO ₂ et de GES en Mt par secteur en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN - avril 2018).....	9
Illustration 5: évolution des émissions de GES en Mt par secteur en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018).....	9
Illustration 6: évolution des émissions de SO ₂ en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018).....	10
Illustration 7: évolution des émissions de NO _x en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018).....	10
Illustration 8: évolution des émissions de COVNM en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018).....	10
Illustration 9: évolution des émissions de PM ₁₀ en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018).....	11
Illustration 10: évolution des émissions de PM _{2,5} en kt par secteur, en France métropolitaine entre 1990 et 2016 (source : inventaire SECTEN – avril 2018).....	11
Illustration 11: carte des infrastructures de transport en Pays de la Loire en 2014 (source DREAL Pays de la Loire).....	12
Illustration 12: évolution du PIB régional de 2001 à 2015 (source : INSEE).....	13
Illustration 13: évolutions des secteurs économiques en Pays de la Loire entre 1990 et 2015 (source : INSEE).....	13
Illustration 14: population des départements des Pays de la Loire en 2016 (source : INSEE).....	13
Illustration 15: évolution des populations départementales entre 2008 et 2016 (source : INSEE).....	14
Illustration 16: flux des consommations d'énergie finale en Mtep en 2016 en Pays de la Loire.....	14
Illustration 17: évolutions des émissions de GES régionales en MteqCO ₂ par secteur de 2008 à 2016.....	15
Illustration 18: évolution des consommations d'énergie par secteur entre 2008 et 2016 (base 100 en 2008) - (source : Basemis® - Air Pays de la Loire).....	15
Illustration 19: répartition des émissions de polluants par secteur en 2016.....	16
Illustration 20: évolutions des consommations d'énergie en tep pour chaque mode de transport en Pays de la Loire entre 2008 et 2016.....	17
Illustration 21: évolution des émissions de GES en teqCO ₂ tous modes et mode routier entre 2008 et 2016 en Pays de la Loire.....	17
Illustration 22: évolutions des émissions de GES en teqCO ₂ pour chaque mode de transport en Pays de la Loire entre 2008 et 2016.....	17
Illustration 23: évolutions des émissions de NO _x en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016.....	18
Illustration 24: évolution des émissions de SO ₂ en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016.....	18
Illustration 25: évolution des émissions de COVNM en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016.....	18
Illustration 26: évolution des émissions de PM _{tot} en kg en Pays de la Loire entre 2008 et 2016.....	18
Illustration 27: évolution des consommations énergétiques en tep des transports non routiers entre 2008 et 2016.....	19
Illustration 28: évolutions des consommations d'énergie par mode par rapport à 2008.....	20
Illustration 29: évolution des émissions de GES en teq CO ₂ des transports non routiers entre 2008 et 2016.....	20
Illustration 30: évolutions du trafic routier en véhicules.km par rapport à l'année 2008 (base 100).....	20
Illustration 31: évolution des consommations d'énergie par département entre 2008 et 2016.....	21
Illustration 32: évolution des consommations en tep par type de véhicules (en tep). Les 2 roues ne sont pas représentés (1% du total).....	22
Illustration 33: parts respectives des VL, PL et de l'usure dans les contributions aux consommations et aux émissions en 2016.....	23
Illustration 34: parts respectives des motorisations diesel et essence dans les consommations et les émissions des véhicules particuliers (VP).....	24
Illustration 35: évolution des émissions de GES des véhicules particuliers (VP) en fonction de leur motorisation.....	24
Illustration 36: comparaison des consommations d'énergie (en tep) entre les agglomérations avec les parts relatives de chaque rocade en 2016.....	24
Illustration 37: répartition des unités urbaines en Pays de la Loire (zonage INSEE 2010).....	25

Illustration 38: évolution des émissions de GES (en teqCO ₂) en agglomération entre 2008 et 2016.....	25
Illustration 39: Consommations d'énergie (en tep) sur les rocades d'agglomérations en 2016.....	25
Illustration 40: répartition de la population suivant le type de territoire (Source INSEE, population municipale de 2015)....	26
Illustration 41: évolution des consommations du mode routier en fonction du type de territoire (en tep).....	26
Illustration 42: évolution des émissions de GES du mode routier en fonction du type de territoire (en teqCO ₂).....	26
Illustration 43: évolution des émissions de SO ₂ du mode routier en fonction du type de véhicule(en kg). Les 2 roues ne sont pas été représentés (<1% du total).....	27
Illustration 44: évolution des émissions de NO _x du mode routier en fonction du type de véhicule (en kg). Les 2 roues ne sont pas représentés (<1% du total).....	27
Illustration 45: évolution des émissions de COVNM du mode routier en fonction du type de véhicule (en kg).....	28
Illustration 46: évolution des émissions de PM _{tot} du mode routier en fonction du type de véhicule et de l'usure (en kg). Les 2 roues ne sont pas représentés (environ 1 % du total).....	28
Illustration 47: évolution des consommations d'énergie (en tep) par type de motorisation des tractions.....	30
Illustration 48: évolution des émissions de GES de la traction diesel (SECTEN).....	30
Illustration 49: évolution des émissions de CO ₂ indirect de la traction électrique (Hors SECTEN).....	30
Illustration 50: émissions de CO ₂ indirect de la traction électrique (Hors SECTEN) par type de service ferroviaire en 2016 (en teqCO ₂).....	30
Illustration 51: consommation d'énergie (en tep) par type de service et par type de motorisation en 2016.....	30
Illustration 52: émissions de GES de la traction diesel (SECTEN) par type de service en 2016.....	30
Illustration 53: émissions de CO ₂ indirect de la traction électrique par type de service en 2016.....	31
Illustration 54: consommation d'énergie (en tep) par type de service ferroviaire en 2016.....	31
Illustration 55: émissions de GES par type de service ferroviaire et par type de motorisation en 2016 (en teqCO ₂).....	31
Illustration 56: évolution des émissions de SO ₂ (en kg) par type de service ferroviaire.....	31
Illustration 57: évolution des émissions de NO _x (en kg) par type de service ferroviaire.....	32
Illustration 58: évolution des émissions de COVNM (en kg) par type de service ferroviaire.....	32
Illustration 59: émissions de particules (PM _{tot} en kg) par type de production et par type de service ferroviaire en 2016.....	33
Illustration 60: évolution des émissions de particules (PM _{tot} en kg) par type de service ferroviaire.....	33
Illustration 61: évolution des consommations d'énergie (en tep) de l'aéroport de Nantes Atlantique et des autres aéroports de la région.....	34
Illustration 62: évolution des émissions de GES de l'aéroport de Nantes Atlantique et des autres aéroports et aérodromes de la région.....	34
Illustration 63: évolution des émissions de GES de de Nantes Atlantique et St-Nazaire-Montoir.....	35
Illustration 64: évolution des consommations d'énergie et des émissions de GES des aéroports et aérodromes entre 2008 et 2016 (hors Nantes-Atlantique).....	35
Illustration 65: évolution des mouvements par type de vol.....	37
Illustration 66: évolution des consommations d'énergie (en tep) par type de vol.....	37
Illustration 67: évolution des émissions de GES (en teqCO ₂) suivant le type de vol.....	37
Illustration 68: évolution des émissions de GES (en teqCO ₂) suivant le type de vol.....	37
Illustration 69: évolution des consommations d'énergie (en tep) par aéroport (NATL : Nantes Atlantique ; SNM : Saint-Nazaire/Montoir).....	38
Illustration 70: évolution des émissions de SO ₂ (en kg) suivant le type de vol.....	38
Illustration 71: évolution des émissions de NO _x par type de vols.....	38
Illustration 72: évolution des émissions de COVNM (en kg) par type de vols.....	39
Illustration 73: évolution des émissions de PM _{tot} (en kg) par type de vols.....	39
Illustration 74: évolution des émissions de PM _{tot} (kg) suivant leur origine (combustion de carburant ou usure).....	39
Illustration 75: évolution des consommations d'énergie (tep) du transport maritime par type de navire.....	40
Illustration 76: évolution des consommations d'énergie (tep) du transport maritime par type de navire.....	40
Illustration 77: évolution des émissions de GES (teqCO ₂) du transport maritime par type de navire.....	40
Illustration 78: évolution des émissions de GES (teqCO ₂) du transport maritime par type de navire.....	40
Illustration 79: évolution des émissions de SO ₂ (kg) du transport maritime suivant les types de navire.....	41
Illustration 80: évolution des émissions de SO ₂ (kg) du transport maritime suivant les types de navire.....	41
Illustration 81: évolution des émissions de NO _x (kg) du transport maritime suivant le type de navires.....	41
Illustration 82: évolution des émissions de NO _x (kg) du transport maritime suivant le type de navires.....	41
Illustration 83: évolution des émissions de COVNM (kg) du transport maritime par type de navires.....	42
Illustration 84: évolution des émissions de COVNM (kg) du transport maritime suivant le type de navires.....	42
Illustration 85: évolution des émissions de PM _{tot} (kg) du transport maritime par type de navires.....	42
Illustration 86: évolution des émissions de PM _{tot} (kg) du transport maritime par type de navires.....	42

Illustration 87: évolution des consommations d'énergie (tep) par type de transport fluvial.....	43
Illustration 88: évolution des émissions de GES (teqCO ₂) par type de transport fluvial.....	43
Illustration 89: évolution des émissions de SO ₂ (kg) par type de transport fluvial.....	43
Illustration 90: évolution des émissions de NO _x (kg) par type de transport fluvial.....	43
Illustration 91: évolution des émissions de COVNM (en kg) par type de transport fluvial.....	44
Illustration 92: évolution des émissions de PM _{tot} (en kg) par type de transport fluvial.....	44
Illustration 93: réseau routier régional finalisé (Basemis® - Air Pays de la Loire, BDCARTO®2012).....	45

Tableaux

Tableau 1: évolution des consommations énergétiques et des émissions de GES du mode routier entre 2008 et 2016 (comprenant les émissions de GES liées aux évaporations d'huile et à l'utilisation de fluides frigorigènes).....	21
Tableau 2: évolutions des émissions de GES en teqCO ₂ par type de véhicules entre 2008 et 2016.....	22
Tableau 3 : évolution des consommations d'énergie (en tep) et des émissions de GES (en teqCO ₂) du mode ferroviaire. .	29

Annexes

Annexe 1: données détaillées des évolutions des consommations énergétiques et des émissions de polluants (modes de transport versus consommations et émissions).....	56
Annexe 2 : lexique des polluants (issu du guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques, MEDDE, novembre 2012).....	57
Annexe 3 : évolution du parc roulant et répartition par type de véhicules dans ce parc.....	58
Annexe 4 : carte des trafics routiers poids-lourds pour l'année 2016 en Pays de la Loire.....	59
Annexe 5 : carte des trafics tous véhicules pour l'année 2016 en Pays de la Loire.....	60
Annexe 6: carte des trafics ferroviaires par type de service en nombre moyen de trains par jour en 2016 en Pays de la Loire (source SNCF Réseau).....	61
Annexe 7: carte du réseau ferroviaire électrifié en Pays de la Loire.....	62

Annexe 1: données détaillées des évolutions des consommations énergétiques et des émissions de polluants (modes de transport versus consommations et émissions)

		Consommation énergétique (tep)	GES (teqCO2)	SO2 (kg)	NOx (kg)	COVNM (kg)	PMtot (kg)	CO2 électrique (tonnes/a n)
Route	2008	2 552 865	7 723 803	256 968	40 141 577	5 840 376	3 335 551	2
	2009	2 534 291	7 633 298	53 143	37 920 797	4 836 794	3 177 037	2
	2010	2 552 650	7 707 873	51 631	36 848 533	4 162 790	3 114 416	2
	2011	2 592 367	7 844 709	52 526	35 826 108	3 627 010	3 023 938	4
	2012	2 563 456	7 750 959	51 929	34 335 341	3 142 810	2 905 305	10
	2013	2 541 749	7 692 009	51 446	33 114 336	2 684 372	2 735 571	22
	2014	2 546 434	7 667 828	51 504	31 662 020	2 370 605	2 600 977	34
	2015	2 552 064	7 677 695	51 564	30 422 138	2 157 049	2 521 370	51
2016	2 562 874	7 708 303	51 729	28 903 437	1 958 179	2 429 223	71	
Fer	2008	29 779	29 561	927	584 261	44 404	477 634	8 096
	2009	28 666	24 602	154	486 247	36 955	466 678	8 273
	2010	27 901	20 033	126	395 954	30 093	438 416	8 540
	2011	28 541	19 083	120	377 182	28 666	457 886	8 911
	2012	28 367	30 246	190	597 802	45 433	461 745	7 453
	2013	27 331	23 481	147	464 106	35 272	455 749	8 117
	2014	27 804	24 322	153	480 713	36 534	466 020	7 264
	2015	26 733	18 990	119	375 340	28 526	477 543	6 759
2016	23 944	15 828	99	312 839	23 776	431 801	5 513	
Tramway	2008	2 196					137 567	1005
	2009	2 008					135 494	990
	2010	2 715					134 189	980
	2011	2 697					143 558	1049
	2012	3 070					156 022	1140
	2013	3 107					166 076	1249
	2014	3 243					174 082	1159
	2015	3 463					187 235	1126
2016	3 433					185 645	997	
Maritime	2008	9 188	86 116	1 105 019	3 228 035	143 440	84 904	
	2009	8 198	76 873	1 026 156	3 031 946	134 834	79 751	
	2010	9 018	84 675	1 111 689	3 552 250	158 528	93 460	
	2011	11 252	105 536	1 054 270	3 595 302	159 477	94 551	
	2012	8 828	82 663	1 021 369	3 035 219	134 406	79 812	
	2013	13 413	125 862	1 107 225	3 692 830	162 963	97 080	
	2014	9 301	87 120	983 355	3 009 779	132 301	79 102	
	2015	9 630	89 940	993 090	3 264 111	143 275	85 777	
2016	8 376	78 126	847 768	2 211 711	94 775	58 023		
Fluvial	2008	1 160	3 674	410	43 168	8 335	5 149	
	2009	940	2 978	291	34 625	6 675	4 115	
	2010	560	1 773	247	20 367	3 920	2 410	
	2011	563	1 781	196	20 212	3 881	2 380	
	2012	479	1 517	452	16 494	3 141	1 905	
	2013	473	1 497	465	15 975	3 031	1 832	
	2014	469	1 485	471	15 571	2 944	1 773	
	2015	469	1 485	471	15 307	2 884	1 731	
2016	470	1 488	472	15 339	2 890	1 735		
Aérien	2008	16 558	33 911	15 690	181 012	26 895	43 181	
	2009	16 868	34 830	15 978	186 132	23 632	45 834	
	2010	18 197	36 335	17 239	207 219	23 862	48 558	
	2011	18 681	38 017	17 700	211 214	23 691	49 313	
	2012	19 637	39 233	18 612	224 843	23 336	47 270	
	2013	19 643	38 100	18 619	225 002	23 488	44 998	
	2014	20 048	38 014	19 004	230 403	24 247	45 382	
	2015	20 203	38 349	19 148	232 684	23 986	48 079	
2016	21 305	39 612	20 194	249 409	28 796	49 379		

Annexe 2 : lexique des polluants (issu du guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques, MEDDE, novembre 2012).

Classification par effet	Polluants et substances	Symbole
Acidification, eutrophisation, pollution photochimique	Oxydes de soufre Oxydes d'azote Composés organiques volatils non méthaniques Monoxyde de carbone Ammoniac Particules décomposées en : - particules totales - particules de diamètre aéroulique < 10 microns - particules de diamètre aéroulique < 2,5 microns - particules de diamètre aéroulique < 1 micron	SOx exprimés en équivalent SO ₂ NOx (NO et NO ₂) COVNM CO NH ₃ TSP PM ₁₀ PM _{2,5} PM _{1,0}
Gaz à effet de serre	Dioxyde de carbone Méthane Protoxyde d'azote Pouvoir de réchauffement global (PRG)	CO ₂ CH ₄ N ₂ O PRG
Métaux lourds	Arsenic Cadmium Chrome Cuivre Mercure Nickel Plomb Sélénium Zinc	As Cd Cr Cu Hg Ni Pb Se Zn
Polluants Organiques Persistants	Dioxines/furanes Hydrocarbures aromatiques polycycliques distingués selon les 8 substances de la norme NF X 43 329 - benzo(a)pyrène - benzo(b)fluoranthène - benzo(k)fluoranthène - indéno(1,2,3-cd)pyrène - benzo(g,h,i)pérylène - fluoranthène - benzo(a,h)anthracène - benzo(a)anthracène	PCDD-F HAP BaP BbF BkF IndPy (ou IcdP) BghiPe FluorA BahA BaA

Annexe 3 : évolution du parc roulant et répartition par type de véhicules dans ce parc.

Source : CITEPA, parc statistique et roulant, édition du 18/12/2017

Note : L'évolution du parc roulant dépend des données nationales adaptées dans les Pays de la Loire, notamment avec la répartition VL/PL que donnent les trafics régionaux.

1. Evolution du parc roulant régional entre 2008 (base 100) et 2016 (CEREMA, Air pays de la Loire, édition 2018)

base 100	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Tous Véhicules (TV)	100	100	101	102	101	100	100	101	102
PL	100	100	101	103	102	101	102	103	103
TV hors PL	100	100	101	102	101	100	100	101	102

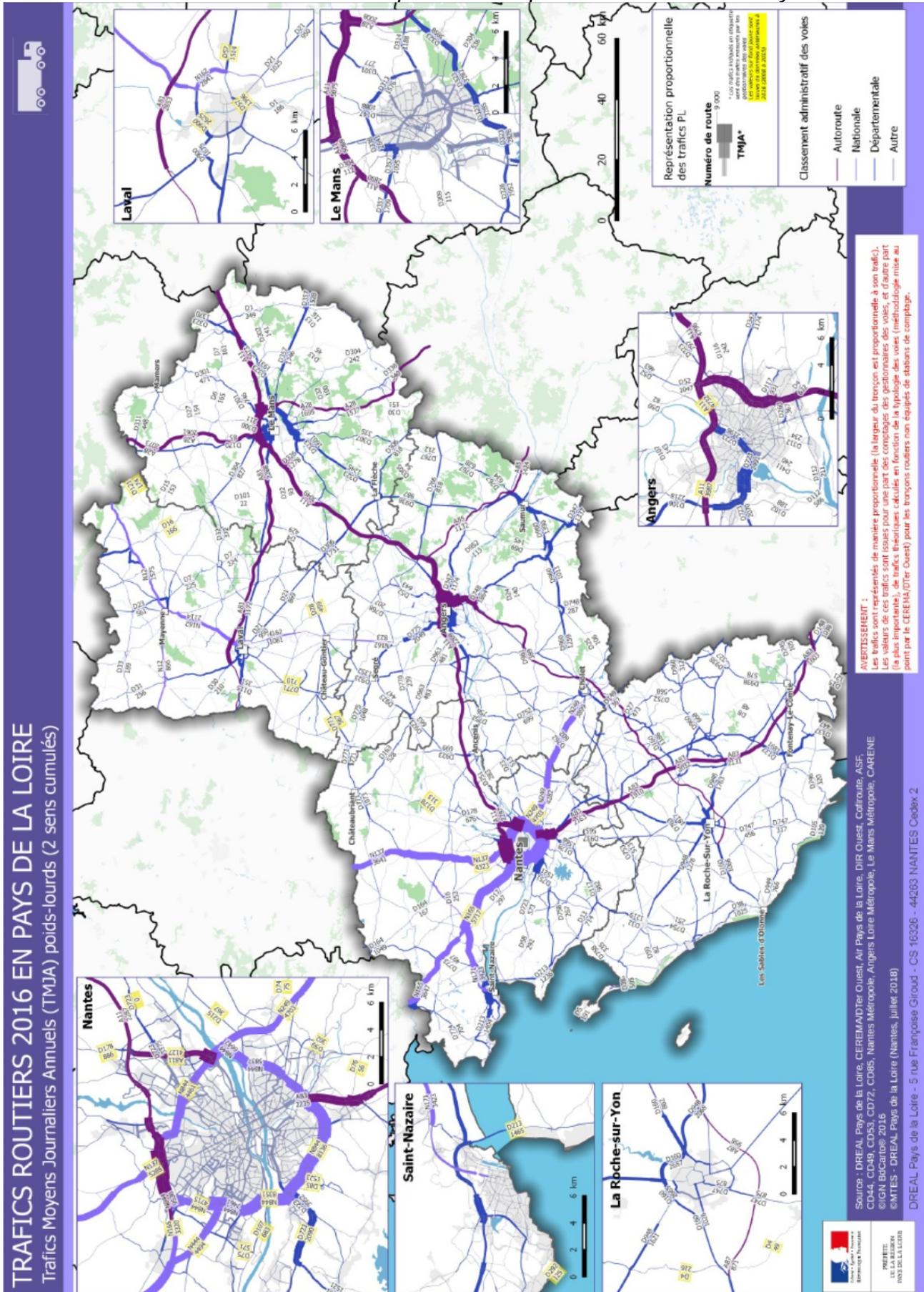
2. Répartition du parc roulant par type de véhicule par combustible et par année (CITEPA, parc statistique et roulant, édition du 18/12/2017)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
VP_essence	31,01%	28,62%	26,81%	25,42%	23,14%	22,52%	22,57%	22,47%	22,96%
VP_diesel	68,46%	70,91%	72,63%	73,94%	76,25%	76,91%	76,90%	77,03%	76,55%
VP_GPL	0,51%	0,46%	0,55%	0,63%	0,59%	0,53%	0,48%	0,43%	0,38%
VP_GNV	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
VP_élec	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,02%	0,04%	0,07%	0,10%
VUL essence	13,81%	13,93%	12,93%	12,17%	11,40%	10,97%	10,08%	9,81%	9,66%
VUL diesel	86,19%	86,07%	87,07%	87,83%	88,60%	89,03%	89,92%	90,19%	90,34%
PL essence	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,03%
PL diesel	99,98%	99,98%	99,98%	99,98%	99,98%	99,98%	99,98%	99,98%	99,97%
Bus diesel	94,29%	94,34%	94,10%	93,64%	93,08%	92,46%	92,25%	91,82%	91,57%
Bus GNV	5,71%	5,66%	5,90%	6,36%	6,92%	7,54%	7,75%	8,18%	8,43%
Autocar diesel	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2 roues motorisées essence	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

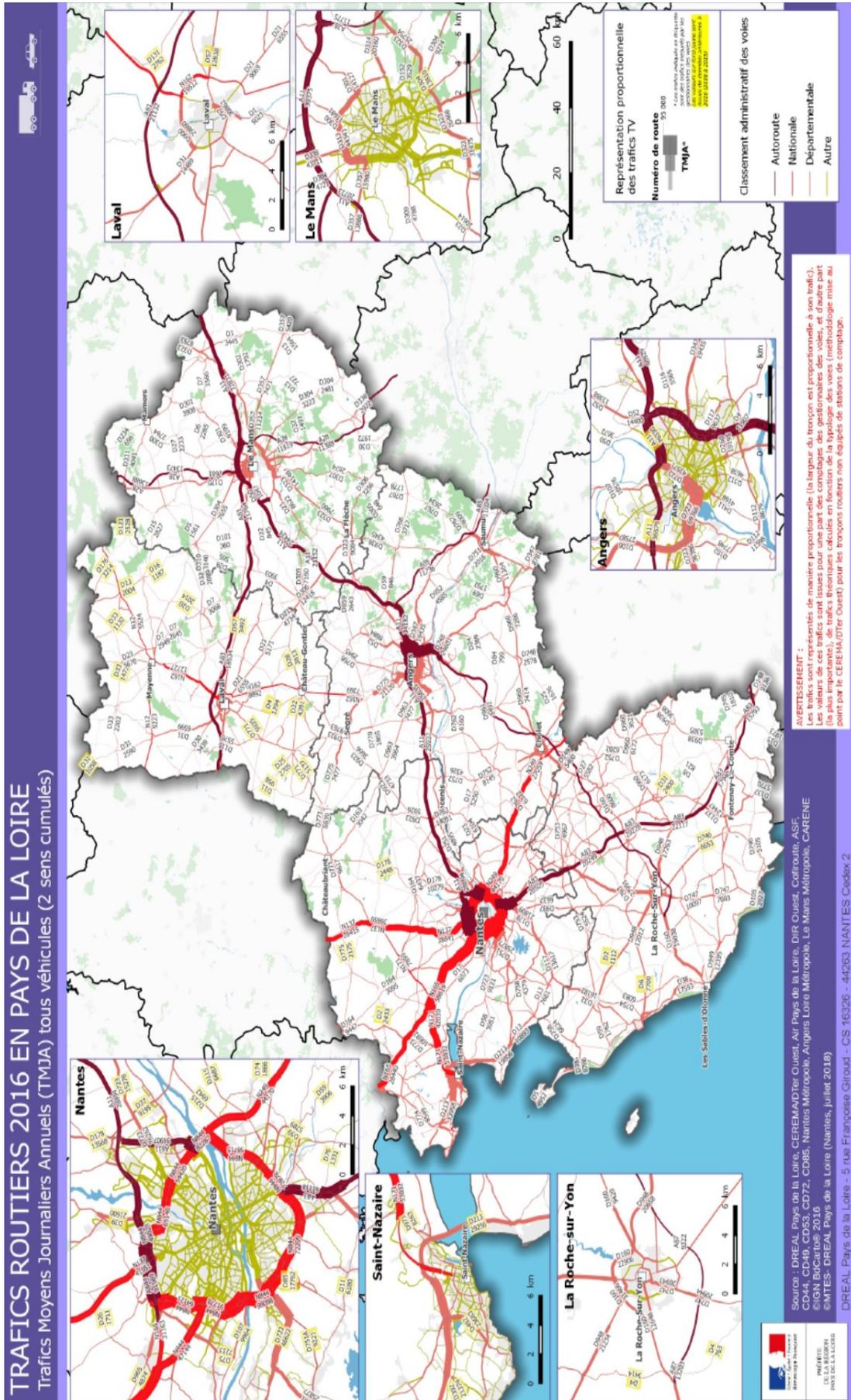
3. Répartition du parc roulant entre les différentes catégories de véhicules léger (hors PL) (CITEPA, parc statistique et roulant, édition du 18/12/2017)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Véhicule particulier	78,15%	77,82%	77,39%	77,05%	77,20%	77,00%	77,21%	77,29%	77,61%
VUL	18,82%	19,01%	19,48%	19,86%	19,77%	20,02%	19,87%	19,86%	19,60%
2r	3,03%	3,18%	3,13%	3,08%	3,03%	2,98%	2,92%	2,85%	2,79%

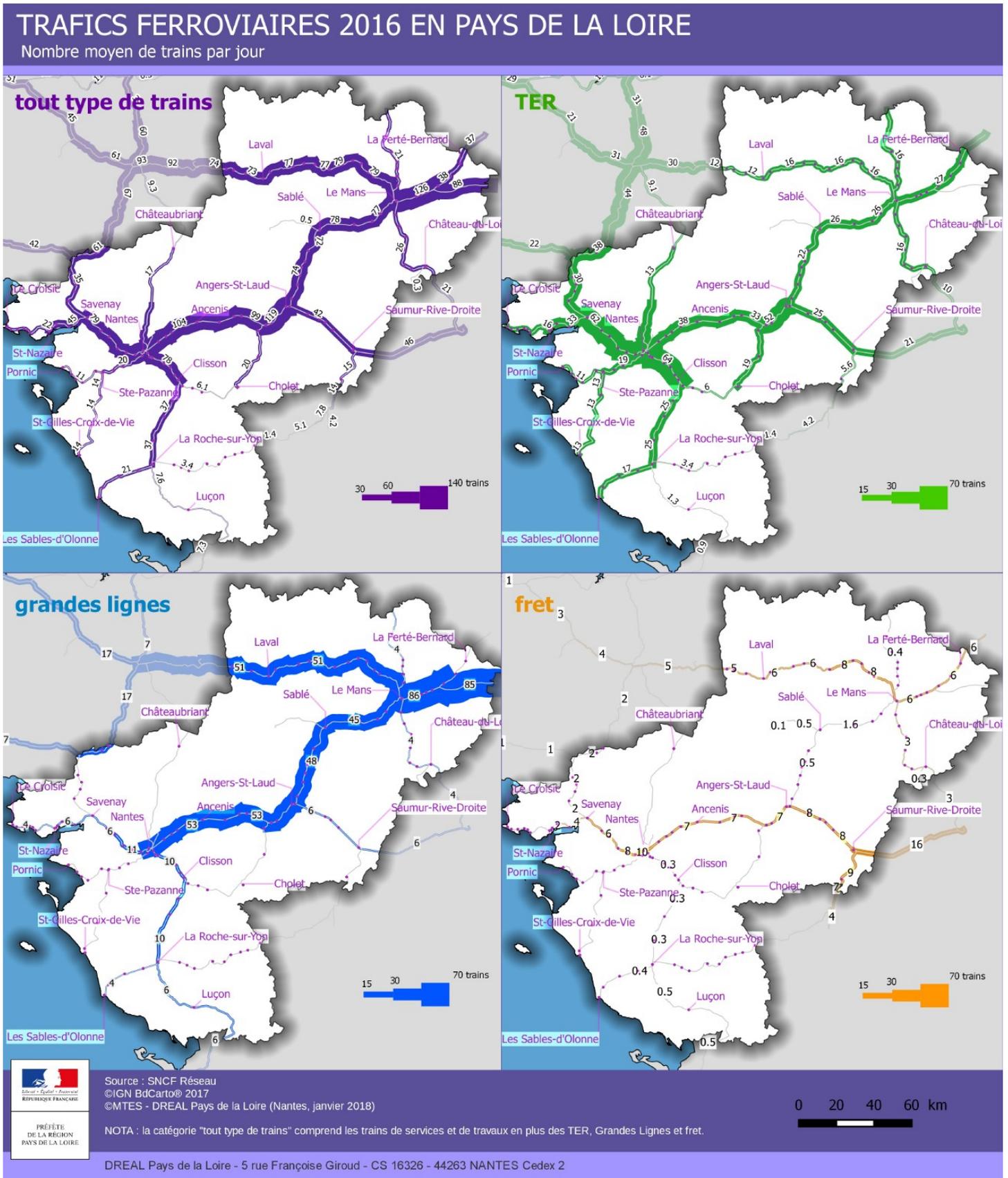
Annexe 4 : carte des trafics routiers poids-lourds pour l'année 2016 en Pays de la Loire.



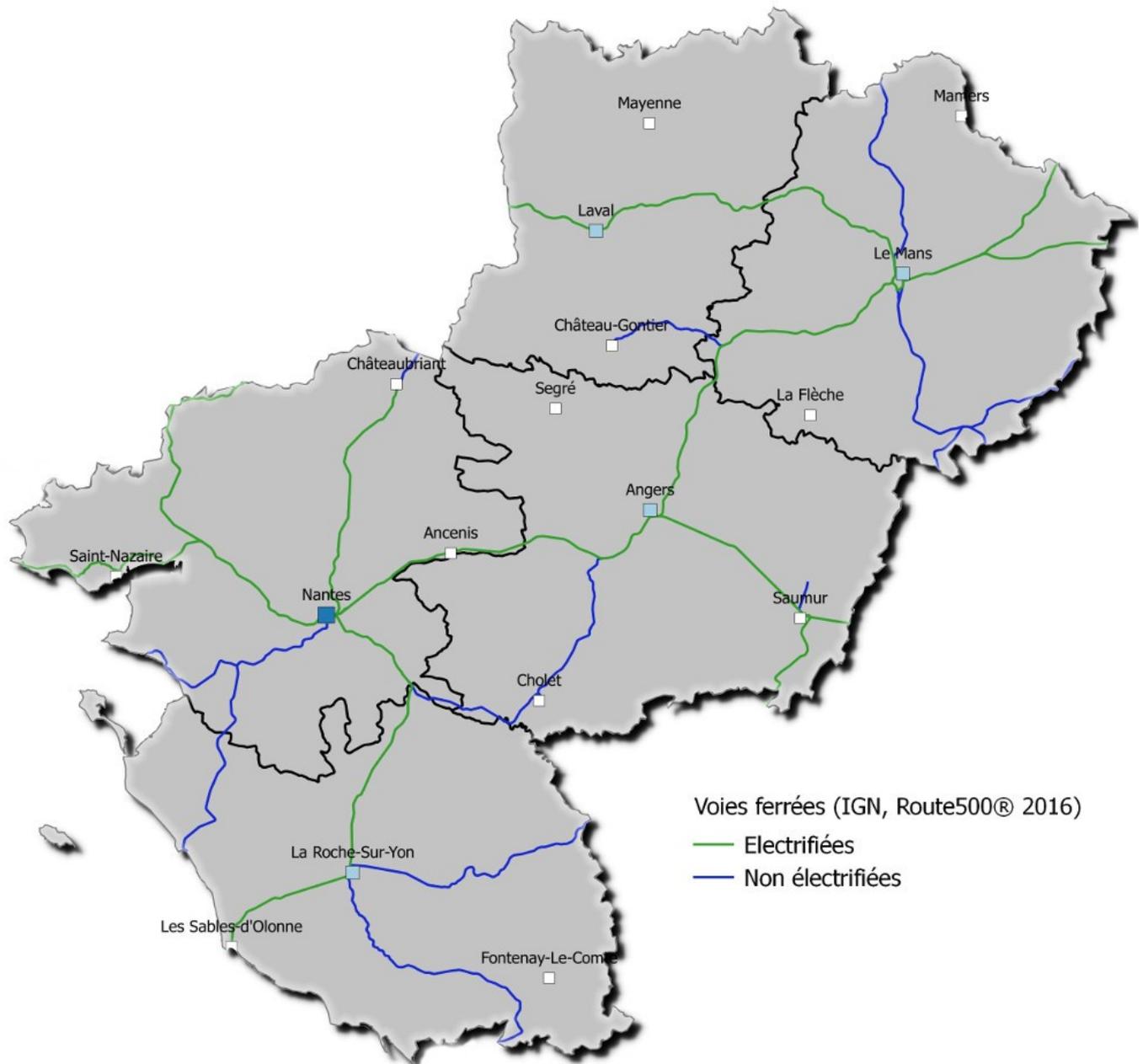
Annexe 5 : carte des trafics tous véhicules pour l'année 2016 en Pays de la Loire.



Annexe 6: carte des trafics ferroviaires par type de service en nombre moyen de trains par jour en 2016 en Pays de la Loire (source SNCF Réseau)



Annexe 7: carte du réseau ferroviaire électrifié en Pays de la Loire



Pour en savoir plus :

Les méthodologies détaillées ainsi que ce rapport sont disponibles sur le site internet de la DREAL des Pays de la Loire à l'adresse suivante :

<http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/inventaire-energetique-et-des-a2181.html>

D'autres exploitations et renseignements sur le calcul des émissions peuvent être obtenus sur le site internet d'Air Pays de la Loire :

<http://www.airpl.org>

**Direction régionale de l'environnement
de l'aménagement et du logement des Pays de la Loire**

5 rue Françoise Giroud
CS 16326 - 44263 NANTES Cedex 2
Tél : 02 72 74 73 00 - Fax : 02 72 74 73 09

Rédaction :

Karine Nicolleau, Nadine Tesson (CEREMA / DMI / M)
karine.nicolleau@cerema.fr
nadine.tesson@cerema.fr

Service intermodalité,
aménagement et logement

Division intermodalité

Relecture

SIAL / DI (DREAL Pays de la Loire)
di.sial.dreal-pays-de-la-loire@developpement-durable.gouv.fr

Mise en forme :

DREAL Pays de la Loire - SIAL / DI
di.sial.dreal-pays-de-la-loire@developpement-durable.gouv.fr

Directrice
de la publication :
Annick Bonneville

Photos (première de couverture) :
Laurent Mignaux - MEDDE
Olivier Brosseau - MEDDE

ISSN : 2109-0017
© DREAL 2017