



Etat des lieux Climat-Air-Energie de la Haute-Normandie

Inventaire énergétique et des émissions de gaz à effet de serre
et de polluants atmosphériques – **résultats généraux**

Année de référence 2005 - Edition 2011

Réalisation : Air Normand – Région
Haute-Normandie – Conseil général de
Seine-Maritime – Conseil général de l'Eure
– ADEME – DREAL

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières	2
Liste des acronymes	5
Symboles chimiques	6
1. Pourquoi traiter conjointement changement climatique, pollution atmosphérique et énergie	7
1.1. Origine et impacts des gaz à effet de serre	7
1.2. Quand la pollution de l'air s'en mêle	9
2. Méthodologie adoptée	11
3. Bilan régional des émissions de gaz à effet de serre, de polluants atmosphériques et des consommations d'énergie	13
3.1. Définition : énergie primaire et énergie finale	14
3.2. Bilan énergétique régional	15
3.2.1. Bilan des productions d'énergie en Haute-Normandie	15
3.2.2. Bilan des consommations d'énergie en Haute-Normandie	16
3.3. Bilan régional des émissions de gaz à effet de serre	18
3.3.1. Indicateurs généraux de GES sur la région Haute-Normandie	18
3.3.1. Répartition sectorielle des émissions de GES en Haute-Normandie	19
3.4. Bilan régional des émissions de polluants atmosphériques	22
3.4.1. Emissions de dioxyde de soufre (SO ₂)	24
3.4.2. Emissions d'oxydes d'azote (NO _x)	25
3.4.3. Emissions de particules (PM10)	26
Liste des figures	27
Liste des tableaux	28
Liste des organismes sources de données	29

En 2010, l'Etat, la Région Haute-Normandie, les Départements de l'Eure et de la Seine-Maritime, l'ADEME et Air Normand se sont associés pour créer l'Observatoire Climat-Énergies de Haute-Normandie.

L'Atlas Climat-Air-Énergie réalisé par l'Observatoire Climat-Énergies est un état des lieux détaillé de la situation haut-normande sur l'énergie, les gaz à effet de serre et les polluants atmosphériques. Cet atlas permet d'identifier les enjeux majeurs pour la région d'ici les prochaines années.

La région s'inscrit déjà dans une réelle dynamique d'atteinte des objectifs européens et nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de développement des énergies renouvelables et d'amélioration de l'efficacité énergétique, tout en recherchant une synergie des actions à réaliser pour une meilleure qualité de l'air pour les hauts-normands.

Cet observatoire se fixe trois objectifs fondamentaux :

- Améliorer la connaissance de la situation énergétique et climatique régionale (études, indicateurs, bilans chiffrés, analyses...) et de son évolution et faire partager cette connaissance pour aider la mobilisation et la décision des acteurs régionaux.
- Développer les échanges et la concertation avec l'ensemble des acteurs régionaux (conférence annuelle, ateliers thématiques, diffusion des travaux de l'Observatoire) autour des sujets énergie-climat pour faciliter et démultiplier les actions de chacun.
- Accompagner les politiques énergétiques et climatiques locales en développant des outils d'aide à la décision (diagnostics, planification, programmes d'actions, recensements...) qui anticiperont ou permettront d'accompagner les mutations énergétiques et climatiques de la région.

L'Observatoire Climat-Énergies est un outil prospectif au service de tous. Inscrit dans une démarche participative et collective, l'Observatoire s'articule autour de 4 entités : un réseau des membres associés adhérents à l'Observatoire, un comité de pilotage décisionnaire, un comité technique et une cellule d'animation.

Cet Atlas a été réalisé par l'Observatoire Climat-Énergies de Haute-Normandie sur la base de l'inventaire Air-Climat-Énergie que réalise Air Normand. Il se compose de 6 volets traitant l'ensemble des grands secteurs du territoire :

- Résultats généraux
- Secteur industriel
- Secteur des transports
- Secteur résidentiel
- Secteur tertiaire
- Secteur agricole

L'ensemble de ces documents sont disponibles sur le site internet de l'Observatoire : <http://www.climatenergies.hautenormandie.fr/>.

Vous y trouverez également un ensemble d'études et de publications ainsi que la Charte de l'Observatoire vous permettant d'adhérer à son réseau de membres.

L'Atlas aura vocation à être actualisé et enrichi régulièrement par les membres de l'Observatoire.

Nous vous souhaitons une bonne lecture !



LISTE DES ACRONYMES

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
CEREN : Centre d'Etudes et de Recherches économiques sur l'ENergie
CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CMS : Combustibles minéraux solides (=charbon et dérivés)
CREA : Communauté d'agglomération Rouen-Elbeuf-Austreberthe
ECS : Eau chaude sanitaire
Elec : Electricité
EnR : Energies renouvelables
FOD : Fioul domestique
GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GN : Gaz naturel
GWh : Gigawattheure
GWhep : Gigawattheure d'énergie primaire
INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
kg : kilogramme
kWh : kilowattheure
kWhep : kilowattheure d'énergie primaire
km² : kilomètre carré
kteq-CO₂ : kilotonne-équivalent-CO₂
MWh : Mégawattheure
MWhep : Mégawattheure d'énergie primaire
NAF : Nomenclature d'activités française - rév.1, 2003 et rev.2, 2008
NCE : Nomenclature d'activités économiques pour l'étude des livraisons et Consommations d'Energie
PP : Produits pétroliers
SECTEN : SECTeurs économiques et ENergie
STEP : Station d'épuration
t : tonne
TEE : Taux d'effort énergétique
teqCO₂ : tonne-équivalent-CO₂
teqC : tonne-équivalent-Carbone (teqC = teqCO₂ * 12/44)
UIOM : Usine d'incinération des ordures ménagères

SYMBOLES CHIMIQUES

CH₄ : méthane

CO₂ : dioxyde de carbone

COVNM : Composés organiques volatils non méthaniques

GES : Gaz à effet de serre (= CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFC et PFC)

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

N₂O : protoxyde d'azote

NH₃ : ammoniac

NO_x : oxydes d'azote (=NO₂ + NO)

PM10 et PM2,5 : particules en suspension respectivement de taille inférieure à 10µm et 2,5µm.

PRG : Pouvoir de Réchauffement Global (= CO₂ + 21*CH₄ + 310*N₂O)

SO₂ : dioxyde de soufre

1. POURQUOI TRAITER CONJOINTEMENT CHANGEMENT CLIMATIQUE, POLLUTION ATMOSPHERIQUE ET ENERGIE

1.1. ORIGINE ET IMPACTS DES GAZ A EFFET DE SERRE

Une majeure partie des rayonnements solaires traverse l'atmosphère pour venir réchauffer la surface de la Terre. Pour assurer un équilibre radiatif, la Terre en retour réémet ce rayonnement sous forme infra-rouge. Présents naturellement dans l'atmosphère, les gaz à effet de serre (GES) ont permis le développement de la vie sur Terre en retenant une partie de ce rayonnement réfléchi et en le renvoyant à la surface, provoquant par conséquent un réchauffement de la basse atmosphère. Cet effet de serre « naturel » permet d'avoir une température globale moyenne de surface de +15°C au lieu de -18°C sans la présence des GES.

Plusieurs facteurs naturels sont susceptibles de faire varier cet effet de serre : les éruptions volcaniques, l'angle d'incidence des rayonnements avec la Terre due à l'inclinaison de l'axe des pôles sur son orbite, la variabilité interne du climat due à l'interaction des différents compartiments influençant le climat (végétation, banquise, océan...).

Depuis la révolution industrielle du XIX^{ème} siècle, la concentration des GES dans l'atmosphère n'a cessé d'augmenter, comme en atteste l'étude de la composition chimique de l'atmosphère à partir des données des carottes de glace et de mesures récentes publiées dans le dernier rapport du GIEC [Figure 2]. Cette brutale augmentation coïncide avec forte demande énergétique et un recours massif aux énergies fossiles.

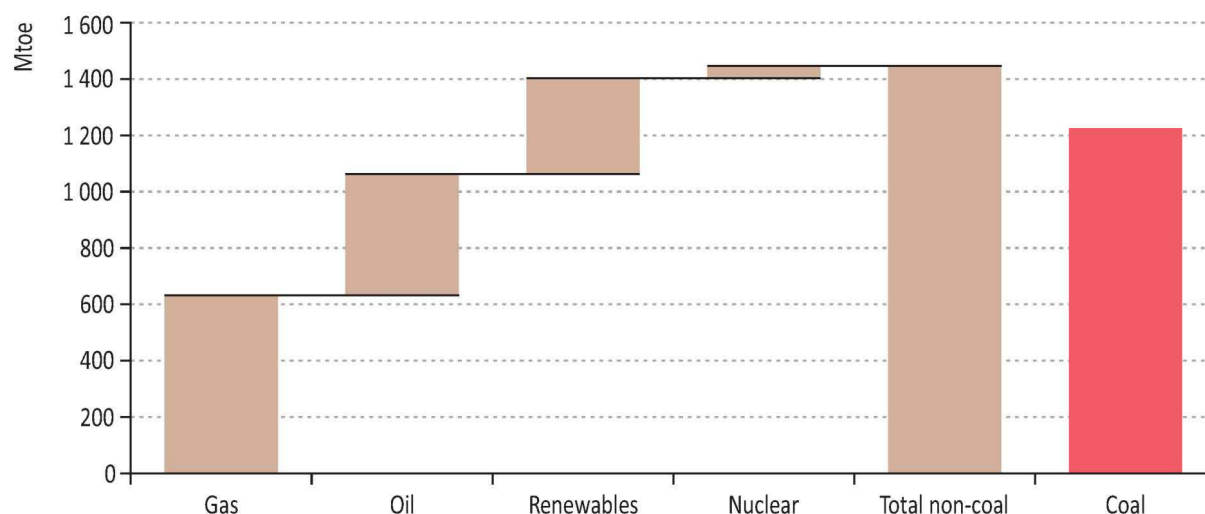


Figure 1 – Demande mondiale d'énergie primaire sur la période 2000-2010. Source IEA – World Energy Outlook 2011.

Le charbon représente quasiment la moitié de l'augmentation de la consommation mondiale d'énergie sur les dix dernières années, dont le principal secteur utilisateur est l'industrie de l'énergie dans les pays émergents.

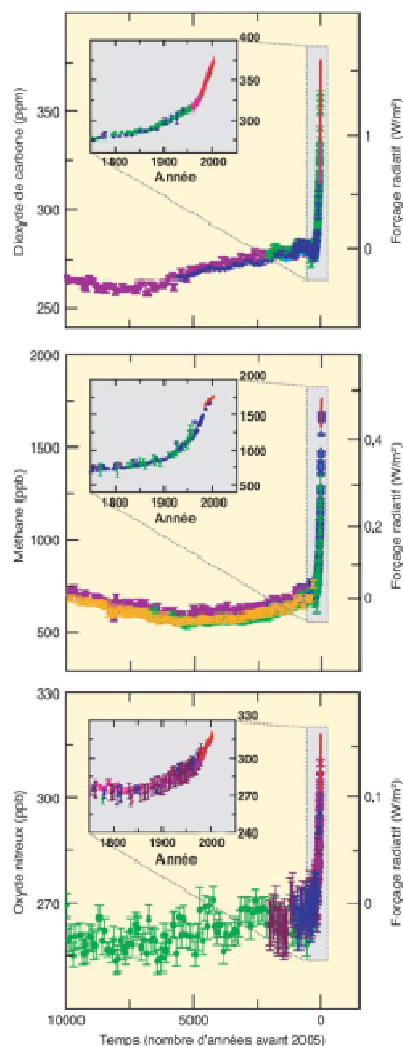


Figure 2 - Concentration atmosphérique de CO_2 , CH_4 et N_2O durant les 10 000 dernières années et depuis 1750 (médaillons). Les mesures proviennent des carottes de glace (symbole de couleurs différentes correspondant à diverses études) et d'échantillons atmosphériques (lignes rouges). Les forçages radiatifs correspondants par rapport à 1750 sont indiqués sur les axes à droite des grands graphiques. Source GIEC – rapport 2007.

Ces GES ont plusieurs origines naturelles mais aussi anthropiques, associées aux activités humaines :

- La vapeur d'eau : premier GES présent naturellement dans l'atmosphère,
- Le dioxyde de carbone (CO_2) : émis par les éruptions volcaniques et les feux de forêts ou de brousse et issu de la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) comme source d'énergie (chauffage, transport, force motrice dans l'industrie, incinération de déchets ...) ou provenant des procédés industriels et de la déforestation,
- Le méthane (CH_4) : émis par les marécages et issu de divers processus de fermentation (ruminants, rizières), de la décomposition des ordures ménagères en décharge mais aussi des procédés d'extraction et de distribution des combustibles fossiles,
- Le protoxyde d'azote (N_2O) : émis naturellement en particulier par les sols et issu des engrais et de divers procédés chimiques,
- L'hexafluorure de soufre (SF_6) émis dans l'atmosphère provient de son utilisation comme isolant dans les installations électriques,



- Les hydrofluorocarbures (HFC) sont employés comme fluides réfrigérants dans les équipements de réfrigération et climatisation, ou comme gaz propulseurs dans les aérosols,
- Les émissions de perfluorocarbones (PFC) interviennent au cours de la fabrication électrolytique de l'aluminium notamment.

Les rejets supplémentaires viennent perturber le bilan radiatif à la surface en retenant plus de rayonnement infra-rouge dans la basse atmosphère. Cet effet de serre additionnel provoqué par ces GES anthropiques a un effet considérable en dérégulant l'ensemble de la machine climatique (hausse des températures, modification des régimes pluviométriques, fonte des glaces, augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes ...). Ces changements climatiques sont déjà observés avec l'apparition des premiers réfugiés climatiques au Bangladesh. Au-delà des conséquences sur les espaces naturels, le changement climatique aura un impact socio-économique considérable sur les pays n'ayant pas les capacités techniques et financières pour s'adapter. Selon l'ONU, environ 150 millions de réfugiés du climat devraient être déplacés d'ici 2050.

1.2. QUAND LA POLLUTION DE L'AIR S'EN MÊLE

Très longtemps, les politiques de lutte contre le changement climatique et la pollution de l'air ont été traitées séparément. De nombreuses avancées scientifiques ont permis de montrer leur caractère indissociable nécessitant une approche coordonnée et des politiques de gestion cohérente [Figure 3].

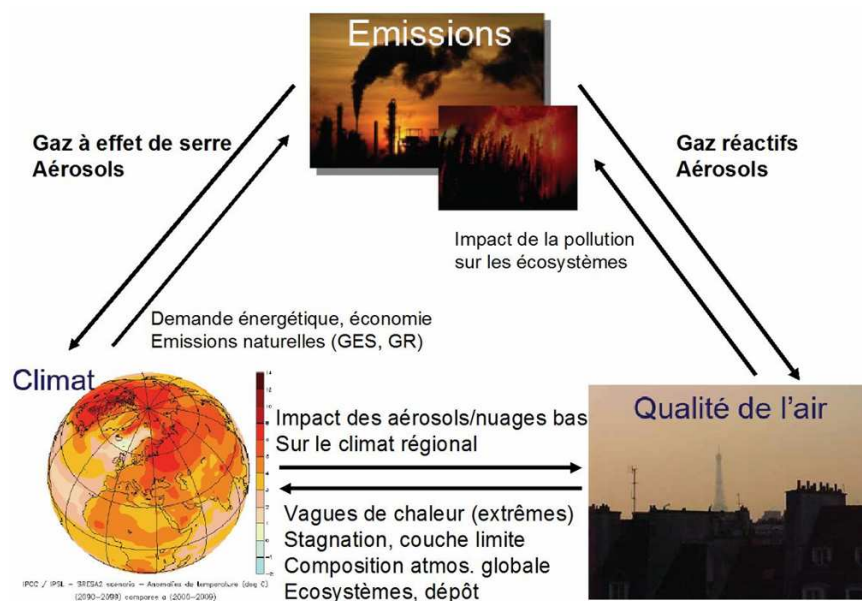


Figure 3 - Relation Climat – Qualité de l'Air dans le système atmosphérique. Source : Robert Vautard, Journées scientifiques ADEME, 09/12/08.

Qualité de l'air et changement climatique trouvent leur socle commun dans l'émission de nombreux composés ayant des propriétés physico-chimiques bien particulières. Par exemple, l'ozone est un puissant GES mais aussi un indicateur de pollution atmosphérique présent en quantité en période estivale. L'ozone est un polluant dit secondaire c'est-à-dire formé à partir de précurseurs que sont les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV). Caractéristiques de certaines activités humaines (transport routier et industries notamment), ces deux composés sont eux-mêmes soumis à des règles de surveillance définies au niveau européen et transposées dans le droit français.

De même, les particules en suspension ou aérosols, d'origine primaire ou secondaire, ont aussi un impact sur la qualité de l'air et le climat. En effet, nitrates et sulfates formés à partir d'espèces chimiques primaires que sont l'ammoniac (NH_3) et le dioxyde de soufre (SO_2) ont un effet de « refroidissement » en surface, alors que le carbone élémentaire a un effet inverse. Les aérosols peuvent changer localement le climat en modifiant les propriétés physico-chimiques des nuages et en favorisant l'augmentation du rayonnement solaire arrivant à la surface du sol (effet de « brightening »).

Réciproquement, le climat a un impact sur la qualité de l'air. L'augmentation des températures moyennes locales et les pics de chaleur extrêmes favorisent la pollution atmosphérique pendant l'été. De même, ces fortes températures peuvent entraîner des déficits hydriques des forêts et des savanes et favoriser la multiplication des incendies et donc des émissions d'oxydes d'azote et de carbone suie. L'aridification des terres peut favoriser le développement des surfaces désertiques, les phénomènes météorologiques globaux de transport diffusant ces particules primaires très loin de leurs sources. Par exemple, le 15 mai 2007, un épisode de poussières désertiques du Sahara a été détecté sur quatre stations urbaines de la Martinique avec plus de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ observé en moyenne journalière.

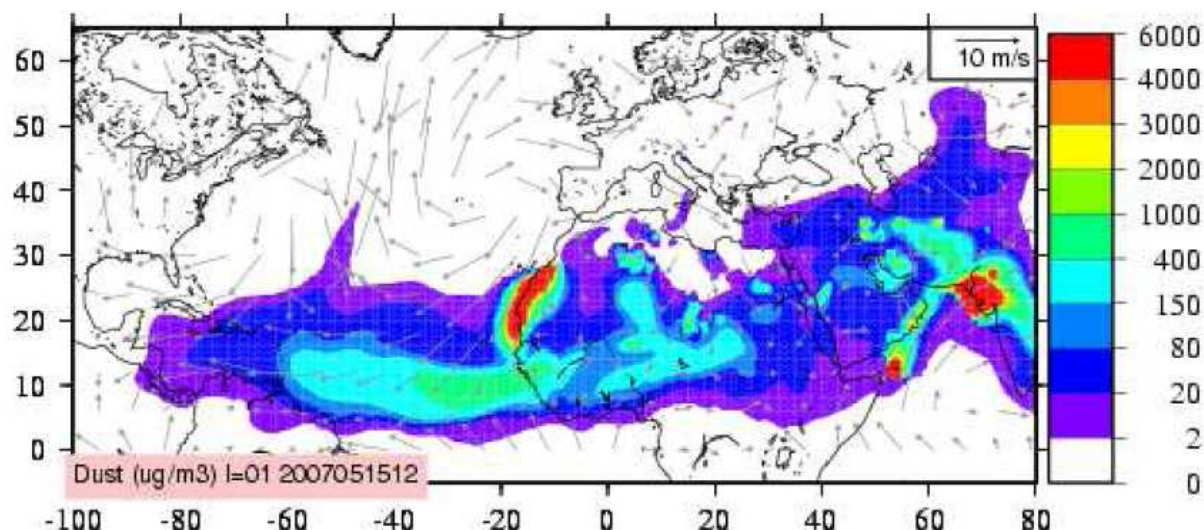


Figure 4 - Simulation CHIMERE (version « poussières ») illustrant l'étendue d'un épisode de transport de poussières sahariennes à travers le globe, le 15 mai 2007 (source : MEEDDAT).

Une stratégie coordonnée de lutte contre le changement climatique et la pollution atmosphérique s'avère donc indispensable surtout que dans certaines situations, les initiatives mises en place pour lutter contre l'un peuvent être préjudiciables à l'autre. La combustion du bois-énergie souvent considérée comme « neutre » vis-à-vis du bilan CO_2 a un effet néfaste sur la qualité de l'air à cause notamment d'installations de combustion trop obsolètes ou d'un mauvais usage de systèmes plus récents. De même, les véhicules diesels produisent moins de CO_2 par kilomètre parcouru que les véhicules essences mais ils émettent beaucoup plus de particules. La généralisation des filtres à particules (FAP) permet de réduire ces émissions de particules imbrûlées. Mais les catalyseurs d'oxydation conduisent à une augmentation du NO_2 .

Ces différents exemples d'interaction climat-qualité de l'air-énergie et la nécessité d'avoir des stratégies communes, ont donc incité l'Observatoire Climat-Energies de Haute-Normandie à inclure dans ce document quelques résultats sur les émissions de polluants atmosphériques.

2. MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE

Évaluation qualitative et quantitative des rejets de substances chimiques et des consommations d'énergies, l'inventaire « air-climat-énergie » d'AIR NORMAND en permet l'identification des principales sources. Cet inventaire est réalisé dans le cadre du Programme de Surveillance d'Air Normand ainsi que des Plans de Protection de l'Atmosphère.

Une émission est déterminée comme une quantité de polluant rejetée à l'atmosphère pendant un instant t et pour une certaine quantité d'activité. La détermination d'une émission de polluants à l'atmosphère peut se résumer à cette formule :

$$E = A \times FE$$

Avec :

- E : émission du polluant pris en compte,
- A : quantité d'activité prise en compte (tonnes de produits, km parcourus, kWh consommés, nombre de personnes...),
- FE : facteur d'émission pour le polluant pris en compte, pour l'activité concernée, pour une durée définie.

Les émissions sont calculées pour chaque source d'activité polluante inventoriée, qu'elle soit fixe (émetteurs localisés telles les industries, les secteurs résidentiel, tertiaire ou agricole) ou mobile (émetteurs non localisés tels les transports routiers, aériens, ferroviaires et fluviaux, ou les engins spéciaux agricoles, industriels ...).

Les émissions sont disponibles sur la région ainsi que pour la totalité des communes. Les calculs de base ont été réalisés sur l'année civile complète 2005. Les évolutions régulières des méthodologies, des sources de données, des facteurs d'émission, etc. font que pour une même année de référence les émissions peuvent différer plus ou moins fortement.

Les polluants ayant un impact sur le climat pris en compte dans cette étude sont le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O). Les émissions globales de GES sont exprimées par le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) de la manière suivante :

$$\text{PRG} = E_{\text{CO}_2} + 21 \cdot E_{\text{CH}_4} + 310 \cdot E_{\text{N}_2\text{O}}$$

Où E_{CO_2} , E_{CH_4} et $E_{\text{N}_2\text{O}}$ sont respectivement les émissions de CO_2 , CH_4 et N_2O .

Cette définition du PRG est celle adoptée par le GIEC, avec les coefficients définis lors de la Conférence des Parties de 1995 et appliqués dans le cadre du Protocole de Kyoto.

Pour des raisons de disponibilité de données, les composés fluorés (SF_6 , HFC et PFC) ne sont pas pris en compte dans cette étude. Mais ils ne représentent que 2% du PRG total en Haute-Normandie [source CITEPA].

Les résultats sur les GES intègrent les émissions de CO_2 liées à la consommation d'électricité là où elle est consommée. L'évaluation de ces émissions se base sur le contenu CO_2 du kWh défini par usage



dans la « *Note de cadrage sur le contenu CO₂ du kWh par usage en France* » de l'ADEME du 14 janvier 2005.

Par ailleurs, un certain nombre de polluants atmosphériques a été documenté car caractéristiques d'activités principales présentes sur le territoire : dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x), particules en suspension de taille inférieure à 10µm (PM10), ammoniac (NH₃) et composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

Concernant l'électricité, et contrairement au cas des GES, les résultats présentés n'intègrent pas d'émission de polluants atmosphériques sur le lieu de la consommation d'électricité mais sur les lieux de production.

Les activités principales traitées dans l'inventaire sont classées par secteur selon le format « SECTEN » (SECTeurs économiques et ENergie) du CITEPA : production, transformation et distribution d'énergie, industrie manufacturière, résidentiel, tertiaire, transport routier, autres transports, traitement des déchets, agriculture et nature. Le format « SECTEN » a été développé par le CITEPA pour mettre en évidence les contributions des différents acteurs économiques et des énergies fossiles ou de la biomasse. Conformément aux spécifications en vigueur au plan international, il ne prend pas en compte notamment les émissions naturelles (forêts, sols, etc.). Les émissions liées à l'agriculture et à la sylviculture sont par contre intégrées.

De l'inventaire territorial d'AIR NORMAND sont extraites les consommations d'énergies pour constituer un inventaire énergétique. De la même manière que les émissions de substances chimiques, ces consommations d'énergies sont répertoriées suivant :

- les secteurs d'activités : production/distribution d'énergie, industrie manufacturière, traitement des déchets, agriculture, résidentiel, tertiaire, transports routiers et non routiers,
- les types : gaz naturel, électricité, produits pétroliers (fioul lourd et domestique, GPL, coke de pétrole...), combustibles minéraux solides (tous types de charbon) et énergies renouvelables (bois, boues de stations d'épuration...),
- les modes d'utilisation (usages) : chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, électricité spécifique, éclairage...

3. BILAN REGIONAL DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES ET DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

Dans le cadre du paquet climat-énergies renouvelables proposé par la Commission européenne le 23 janvier 2008, six textes législatifs, dont la décision 406/2009/CE, ont été adoptés le 23 avril 2009 afin de mettre en œuvre les engagements pris en 2007 par l'Union Européenne en matière de politique de lutte contre le changement climatique.

La décision 406/2009/CE a pour objectif de fixer la contribution de chacun des 27 Etats membres sur la période 2013-2020 à la réalisation de l'objectif de -20% d'ici 2020 des émissions de GES.

L'effort total de réduction (-20% par rapport aux niveaux de 1990) doit être réparti entre les secteurs du système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) et les secteurs hors SCEQE (bâtiments du secteur résidentiel-tertiaire, transports, petites installations industrielles, déchets, agriculture,...) qui sont aujourd'hui responsables de 60% des émissions totales de GES de l'UE. L'approche suivante a été définie dans le cadre du paquet climat-énergies renouvelables :

- une réduction de **21%** d'ici 2020 dans les secteurs du SCEQE (base 2005) dans le cadre de la nouvelle directive 2009/29/CE,
- une **réduction moyenne pour l'UE-27 de 10%** d'ici 2020 dans les secteurs hors SCEQE (base 2005).

A partir de 2013, chaque Etat membre devra réduire ses émissions de manière linéaire afin que celles-ci ne dépassent pas le plafond individuel qui lui a été fixé pour 2020. Ainsi, la France s'est vue assignée une réduction de **-14% entre 2005 et 2020 hors SCEQE** afin de lui permettre de respecter son plafond de **354,45 MteqCO₂** à cette date.

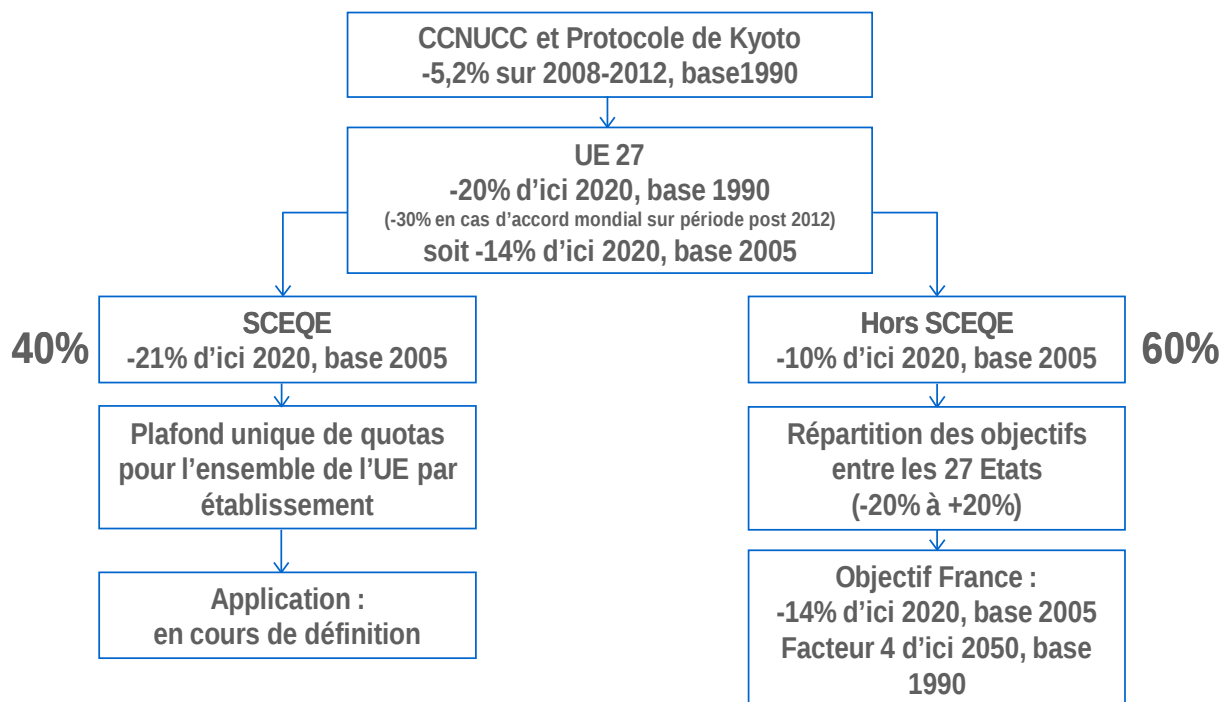


Figure 5 – Objectifs de réduction des émissions de GES à l'horizon 2020. Source Commission européenne, 2008.

Cet objectif national a donc incité AIR NORMAND à développer et à consolider son inventaire sur la base de l'année 2005 afin de permettre le suivi régulier des émissions de GES et de polluants atmosphériques notamment en vue de l'échéance de 2020. Ce double suivi (GES et polluants) est nécessaire afin de s'assurer que les politiques mises en œuvre n'ont pas d'effet antagoniste.

3.1. DÉFINITION : ÉNERGIE PRIMAIRE ET ÉNERGIE FINALE

L'**énergie primaire** est la première forme d'énergie directement disponible dans la nature : bois, charbon, gaz naturel, pétrole, vent, rayonnement solaire, géothermie... L'énergie primaire n'est pas toujours utilisable directement et nécessite des transformations (exemples : raffinage du pétrole brut pour avoir de l'essence ou du gazole, combustion de charbon pour produire de l'électricité dans une centrale thermique...)

L'**énergie finale** est l'énergie livrée aux consommateurs pour être convertie en énergie utile : électricité, essence, gaz, gazole, fioul domestique, etc.

Généralement, la comparaison des systèmes de chauffage s'exprime en énergie primaire pour prendre en compte toutes les pertes en ligne liées à la transformation et la distribution d'énergies qui ont un impact sur le bilan énergétique national.

A contrario, exprimer les résultats de consommations en énergie finale permet de ne garder que l'énergie réellement consommée par les acteurs du territoire.

Dans la suite de ce document, conformément aux conventions des réglementations thermiques du bâtiment, la réponse aux besoins énergétiques du bâtiment est calculée de la manière suivante :

- Pour les énergies fossiles utilisées directement comme sources de chaleur (par exemple le gaz, le fioul, le GPL ou le charbon – il en est de même pour le bois) : l'énergie primaire est considérée égale à l'énergie finale, c'est-à-dire à l'énergie totale consommée et facturée au compteur. Les fuites du réseau de distribution de gaz naturel sont comptabilisées dans la catégorie « production/transformation/distribution d'énergies ».
- Pour l'électricité utilisée comme chauffage, le calcul est plus complexe : l'électricité est produite depuis différentes sources : nucléaire, hydraulique, énergies fossiles... En France, le calcul de conversion entre énergie primaire et énergie finale est de 2,58 (source MEDDTL). Il a donc fallu utiliser 2,58 kWh d'énergie primaire pour obtenir 1 kWh d'énergie sous forme électrique, dans le contexte du mix énergétique français. Les 1,58 kWh restants sont de l'énergie non utilisée, essentiellement dissipée dans l'air, la mer ou les fleuves par les circuits de refroidissement des centrales nucléaires ou fossiles.

De manière synthétique, par convention, la distinction entre énergie primaire et finale peut se ainsi résumer de la manière suivante :

Type d'énergie	Corrections
Energies fossiles et bois	énergie primaire = énergie finale
Electricité	énergie primaire = 2,58*énergie finale

Tableau 1 – Facteurs de correction pour le passage d'énergie primaire à énergie finale.

3.2. BILAN ÉNERGÉTIQUE RÉGIONAL

3.2.1. BILAN DES PRODUCTIONS D'ÉNERGIE EN HAUTE-NORMANDIE

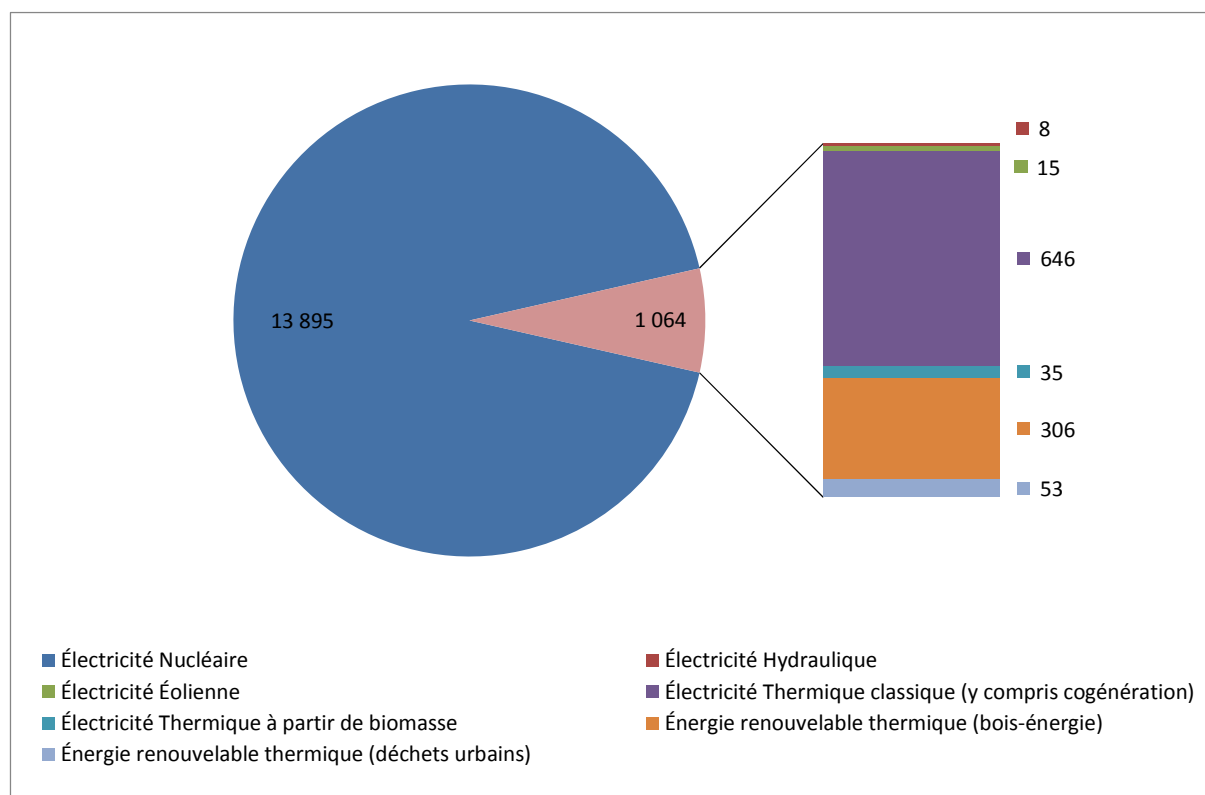


Figure 6 - Répartition des productions par type d'énergie en ktep. Source MEDDTL – SOeS (chiffres 2005).

La Haute-Normandie est une région fortement productrice d'énergie et en particulier d'électricité (97% de sa production énergétique). La région est aussi depuis longtemps au premier rang français pour le raffinage et ses additifs. En effet, la région accueille trois raffineries sur son territoire qui traitent plus du tiers du pétrole brut importé sur le territoire national.

	Contribution de la Haute-Normandie	Rang de la Haute-Normandie *
	2008 en %	2008
Électricité primaire	11,74%	3
Nucléaire	13,74%	3
Hydraulique (y compris pompage)	0,12%	17
dont petite hydraulique	1,21%	11
Éolien	3,08%	11
Solaire photovoltaïque relié au réseau	0,21%	22
Électricité thermique classique	14,94%	2
dont électricité thermique classique en cogénération	13,39%	2
Production nette d'électricité	12,07%	3

Tableau 2 – Part de la région dans la production d'électricité nationale en 2008. Source MEDDTL – SOeS (*parmi les 22 régions de métropole).

L'électricité représente 97% de la production régionale d'énergie. La majeure partie de cette électricité est d'origine nucléaire, ce qui représente en 2005 près de 12% de la production nucléaire française essentiellement avec les centrales nucléaires de Paluel et de Penly. Ce chiffre classe la région au troisième rang régional en termes de production électrique (derrière Rhône-Alpes et Centre). La production d'électricité thermique classique ne représente que 4,5% de la production d'énergie régionale totale. Les énergies renouvelables (électriques et thermiques) telles que l'éolien, l'hydraulique, le bois-énergie et les déchets urbains ne représentent quant à elles que 3% de cette production. De ce fait, si la Haute-Normandie est une grande productrice d'énergie pour la France, sa production d'énergie renouvelable reste faible au regard des engagements nationaux (23% d'énergies renouvelables en 2020).

	Contribution de la Haute-Normandie	Rang de la Haute-Normandie *
	2008 en %	2008
Solaire thermique (chiffres 2002 et 2007)	0,86%	20
Géothermie (chiffres 2003)	-	-
Bois de chauffage des ménages	3,20%	19
Bois-énergie dans l'industrie	9,05%	4
Valorisation de déchets urbains	-	-

Tableau 3 – Part de la région dans la production nationale d'énergie renouvelable thermique en 2008. Source MEDDTL – SOeS (* parmi les 22 régions de métropole).

3.2.2. BILAN DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE EN HAUTE-NORMANDIE

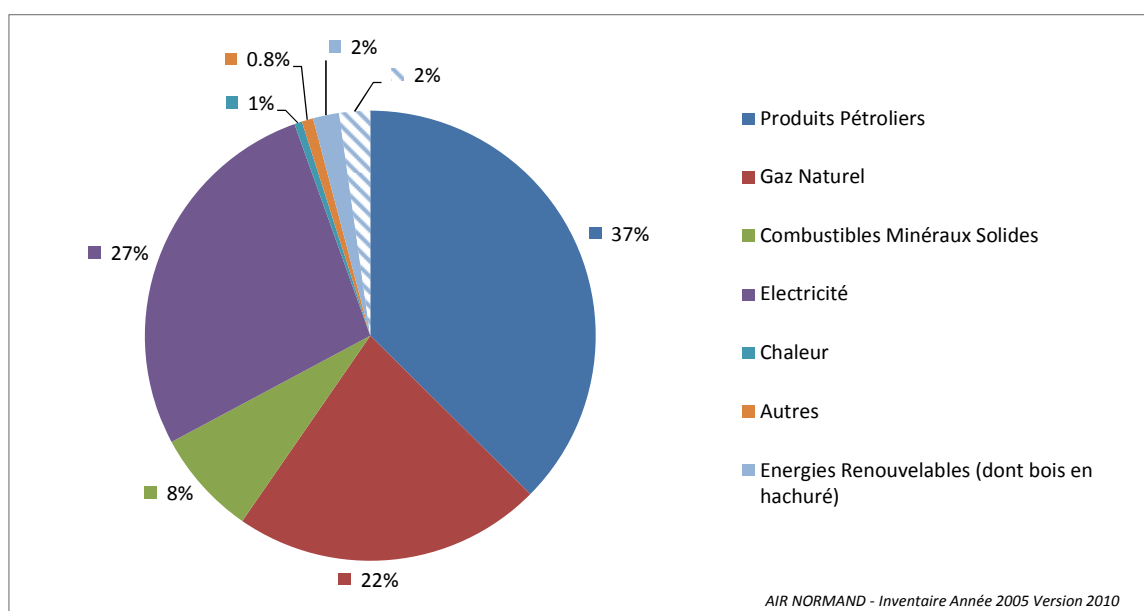


Figure 7 - Répartition des consommations par types d'énergie primaire tous secteurs d'activités confondus.

Le graphique ci-dessus montre la répartition des consommations d'énergie par type de produit. Les produits pétroliers (fioul domestique, fioul lourd, GPL...) sont majoritairement utilisés suivis de l'électricité et du gaz naturel pour répondre aux différents besoins énergétiques (chauffage, procédés de production, électricité, ECS...). La part des énergies renouvelables représente 4% de l'énergie consommée au niveau régional, dont 2% de bois et assimilé. Si la combustion du bois donne

lieu à des émissions de GES, cette source n'en demeure pas moins une énergie renouvelable. En effet, ces émissions sont à mettre en regard des puits de carbone existants dans la région. L'accroissement de la biomasse est une source de stockage de carbone qui contrebalance en partie les émissions de la combustion. Dans la région, le stockage de carbone lié aux forêts peut être estimé en première approche à environ **2 000 kteqCO₂**.

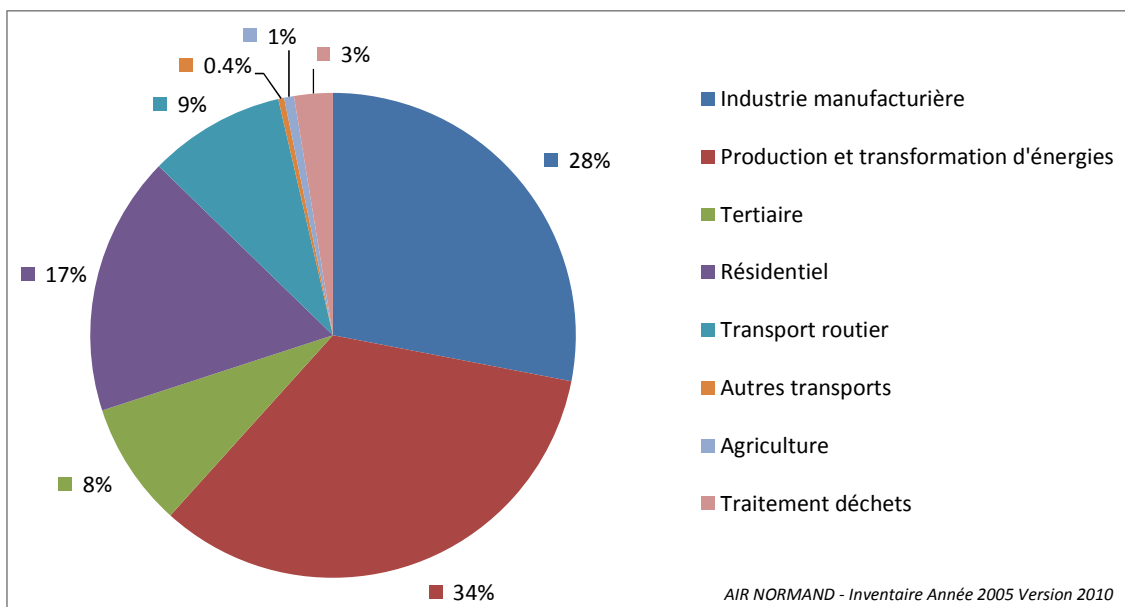


Figure 8 - Répartition des consommations d'énergie primaire par secteur d'activité.

Ces consommations d'énergie par type de produit sont à mettre en parallèle de la répartition par secteur d'activité. Ainsi, l'industrie et la production d'énergie consomment 62% de l'énergie en région suivi du résidentiel. Le secteur de la production/transformation d'énergies représente environ la moitié de la consommation régionale de produits pétroliers. Les combustibles minéraux solides sont consommés par le secteur de l'industrie manufacturière et en particulier les industries agro-alimentaires ainsi que la production d'électricité.

	Contribution de la Haute-Normandie	Rang de la Haute-Normandie *
	2008 en %	2008
Industrie**	7,85%	5
Résidentiel – Tertiaire	2,76%	14
Agriculture	2,86%	17
Transports	2,78%	15
Total	4,06%	9

Tableau 4 – Part de la région dans la consommation nationale d'énergie en 2008. Source MEDDTL – SOeS (*parmi les 22 régions de métropole, ** hors industrie de l'énergie).

En 2008, la consommation d'énergie de la Haute-Normandie, équivalente à 6 532 ktep, représente 40,3% de sa production énergétique (hors industrie de l'énergie). La région bien que fortement exportatrice d'énergie (en particulier d'électricité) présente une consommation élevée en raison du poids du secteur industriel (environ la moitié de la consommation totale régionale). Le parc de bâtiments (résidentiel et tertiaire), majoritairement de médiocre performance énergétique car

ancien, consomme 28% de l'énergie régionale. Ce secteur représente un gisement d'économies d'énergie mobilisable par les collectivités au même titre que les transports.

3.3. BILAN RÉGIONAL DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

3.3.1. INDICATEURS GÉNÉRAUX DE GES SUR LA RÉGION HAUTE-NORMANDIE

En 2005, les émissions de GES sur la région s'élevaient à **35 222 kteqCO₂** (kilotonnes-équivalent-CO₂), représentant en moyenne 19 tonnes d'équivalent de CO₂ émises par habitant [**Tableau 5**]. Sur ce total d'émission de GES, 13 824 kteqCO₂ sont soumis au Plan National d'Allocation des Quotas (PNAQ) et intégrés au SCEQE. Le reste des émissions, soit 21 398 kteqCO₂, concernent les secteurs hors SCEQE. En appliquant l'objectif national de réduction de -14% des émissions de GES sur les secteurs hors SCEQE d'ici 2020, la région devrait réduire les siennes de **2 996 kteqCO₂** à cette échéance.

Les émissions associées au département de la Seine-Maritime contribuent à 83% des émissions régionales, avec 29 074 kteqCO₂.

	Eure	Seine-Maritime	Haute-Normandie
Emissions annuelles (teqCO ₂ /an)	6 147 231	29 074 294	35 221 525
Emissions par habitant (teqCO ₂ /an/hab.)	11	23	19
Emissions par surface (teqCO ₂ /an/km ²)	978	4 532	2 796
Emissions par PIB (teqCO ₂ /an/M€PIB)	498	867	770

Tableau 5 - Emissions de GES, totales, par habitant et par surface, sur l'Eure, la Seine-Maritime et la Région en 2005. Source AIR NORMAND – Inventaire Année 2005 Version 2010.

Alors que les émissions par habitant de l'Eure se situent autour de 10 teqCO₂, celles de la Seine-Maritime grimpent à près de 23 teqCO₂/hab, pour atteindre 19 tonnes sur la région. La présence de plusieurs grosses industries (raffineries, centrale thermique, pétrochimie...), considérées comme sources ponctuelles, viennent en effet amplifier les émissions de GES de la Seine-Maritime et donc les émissions par habitant ou par surface.

Le dioxyde de carbone représente près de 86% des émissions de GES sur la région avec 31 826 kilotonnes de CO₂ émises. Le méthane et le protoxyde d'azote contribuent ainsi faiblement aux émissions de GES.

	CO ₂ (tonnes)	CH ₄ (tonnes)	CH ₄ (teqCO ₂)	N ₂ O (tonnes)	N ₂ O (teqCO ₂)	PRG (teqCO ₂)
Eure	4 905 118	18 071	379 492	2 783	862 621	6 147 231
Seine-Maritime	25 375 472	45 159	948 336	8 873	2 750 485	29 074 294
Haute-Normandie	30 280 591	63 230	1 327 828	11 655	3 613 106	35 221 525
France	411 000 000	2 689 000	56 469 000	219 000	67 890 000	535 380 000
%	7,4	2,4	-	5,3	-	6,6

Tableau 6 - Emissions de CO₂, CH₄ et N₂O et PRG associés sur les deux départements et la région en 2005. Sources AIR NORMAND – Inventaire Année 2005 Version 2010 (chiffres régionaux) et CITEPA (chiffres nationaux).



3.3.1. RÉPARTITION SECTORIELLE DES ÉMISSIONS DE GES EN HAUTE-NORMANDIE

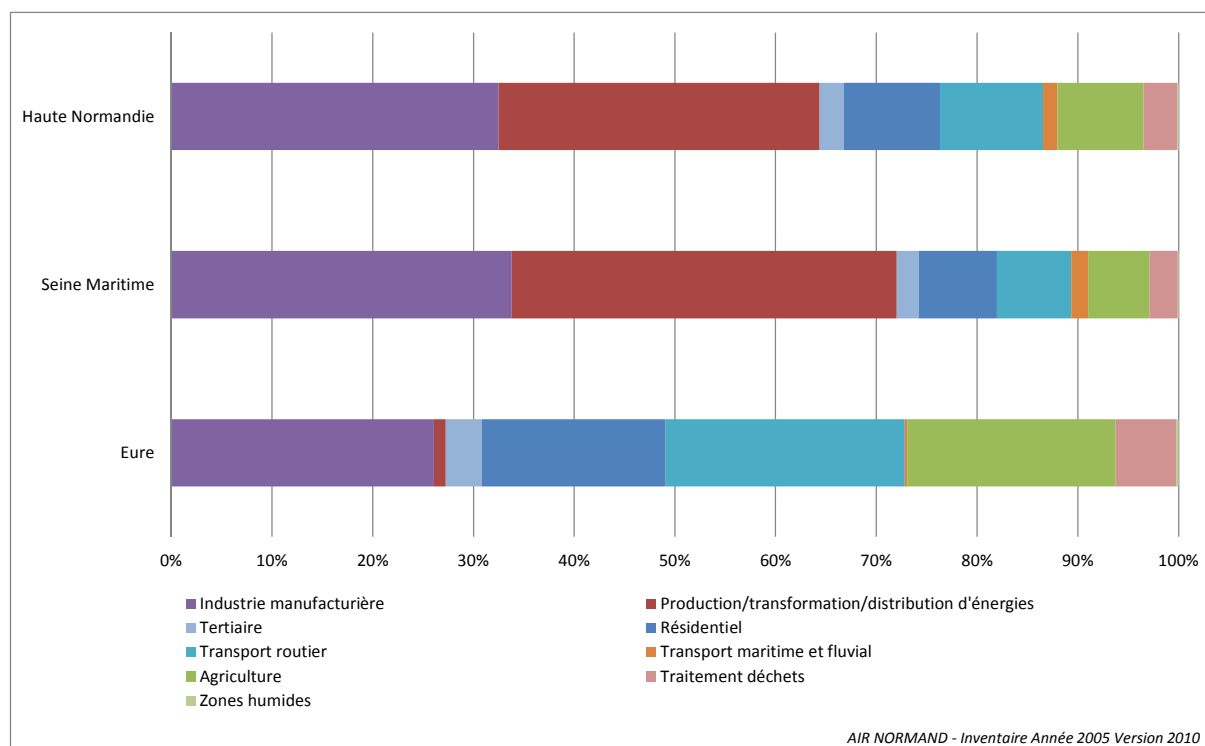
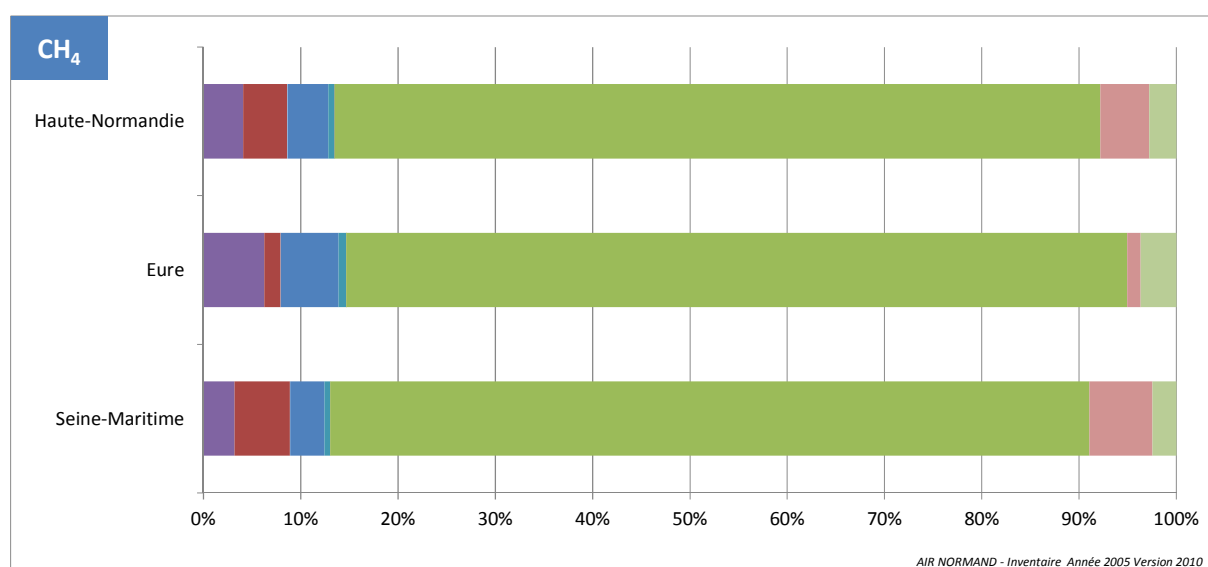
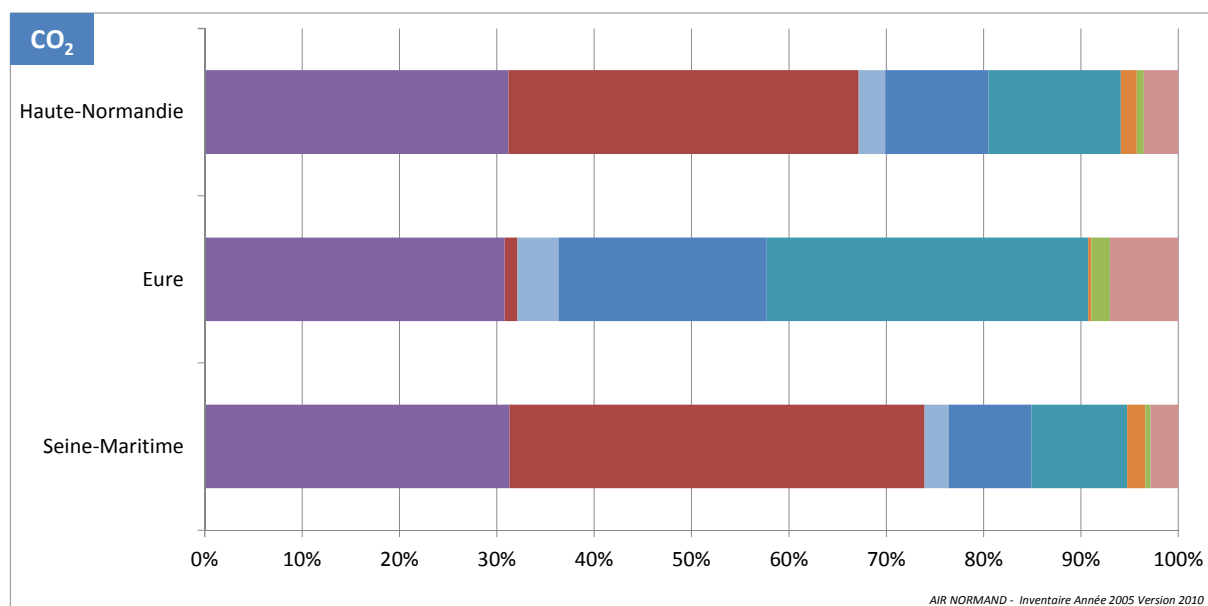


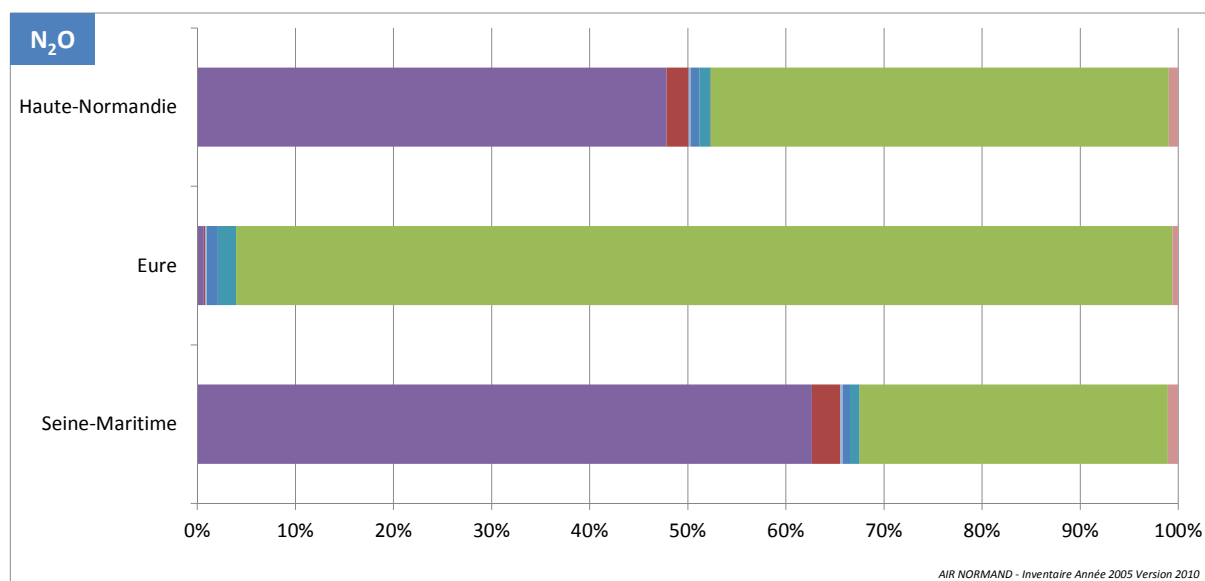
Figure 9 - Répartition sectorielle des émissions de GES en 2005.

La répartition des 35 222 kteqCO₂ de GES émis au niveau de la région et des deux départements est présentée pour les secteurs principaux du format SECTEN (SECTeurs économiques et ENergie) définis par le CITEPA. Elle montre une domination des industries manufacturières avec 32% des émissions sur le territoire à égalité avec la production/distribution. Le troisième secteur émetteur est celui des transports routiers (environ 10%). Viennent ensuite l'agriculture et le résidentiel pour 9% environ. Les 10% restants sont à partager entre le tertiaire, les transports non routiers et le traitement des déchets.

Les émissions de CO₂ présentent une répartition sectorielle semblable à celle des émissions totales de GES, reflétant la contribution importante du CO₂ dans le PRG, avec donc une domination importante des secteurs industrie manufacturière et production/transformation d'énergie.



- Industrie manufacturière
- Production/transformation/distribution d'énergies
- Tertiaire
- Résidentiel
- Transport routier
- Transport maritime et fluvial
- Agriculture
- Traitements des déchets
- Zones humides



- Industrie manufacturière
- Production/transformation/distribution d'énergies
- Tertiaire
- Résidentiel
- Transport routier
- Transport maritime et fluvial
- Agriculture
- Traitement déchets
- Zones humides

Figure 10 - Répartitions sectorielles des émissions de CO₂, CH₄ et N₂O sur la région et les deux départements en 2005.

Les émissions de méthane ont des origines quasi identiques quel que soit le territoire considéré. La répartition sectorielle montre que l'agriculture est à l'origine d'environ 90% des émissions de CH₄, principalement du fait de l'élevage. Viennent ensuite le traitement des déchets, l'industrie et le résidentiel.

En ce qui concerne le N₂O, celui-ci est à 95% émis par l'agriculture dans l'Eure. En Seine-Maritime, l'industrie manufacturière est la plus émettrice avec notamment le secteur de la production d'engrais.

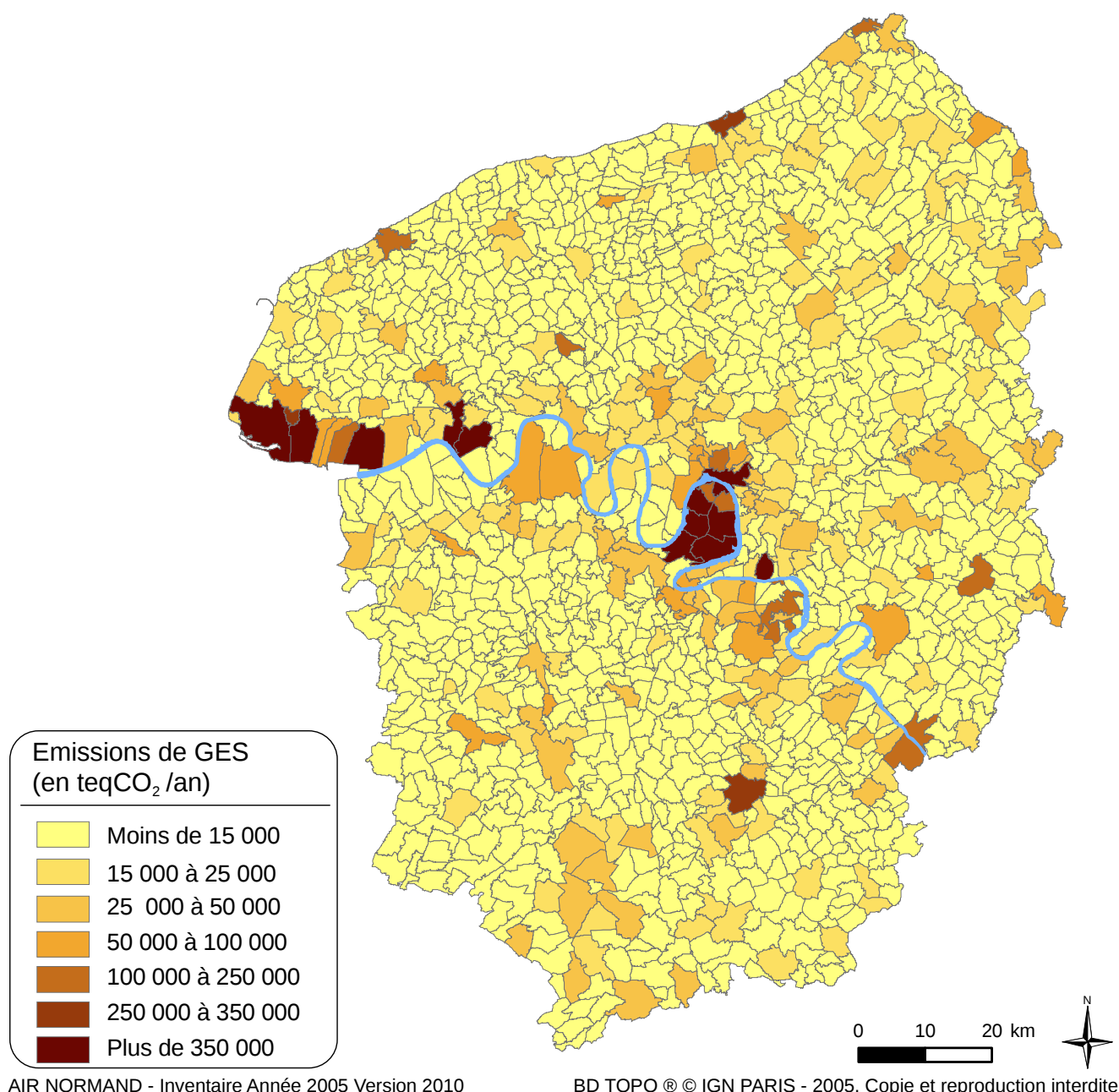


Figure 11 - Emissions communales de GES sur la Haute-Normandie en 2005.

Comme en atteste la carte ci-dessus, les plus fortes émissions de GES sont localisées sur les trois grands plateformes industriels et pétrochimiques de la région (zone du Havre/Gonfreville l'Orcher, zone de Port-Jérôme et zone de Rouen) autour de l'axe Seine.

3.4. BILAN REGIONAL DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le graphique ci-dessous reprend la répartition sectorielle des émissions de GES pour la comparer avec celle des polluants atmosphériques et ainsi connaître les sources des différents composés. Cette représentation permet d'aider à identifier les secteurs prioritaires et à s'assurer de la transversalité des actions qui seront mises en œuvre dans le cadre des documents de planification.

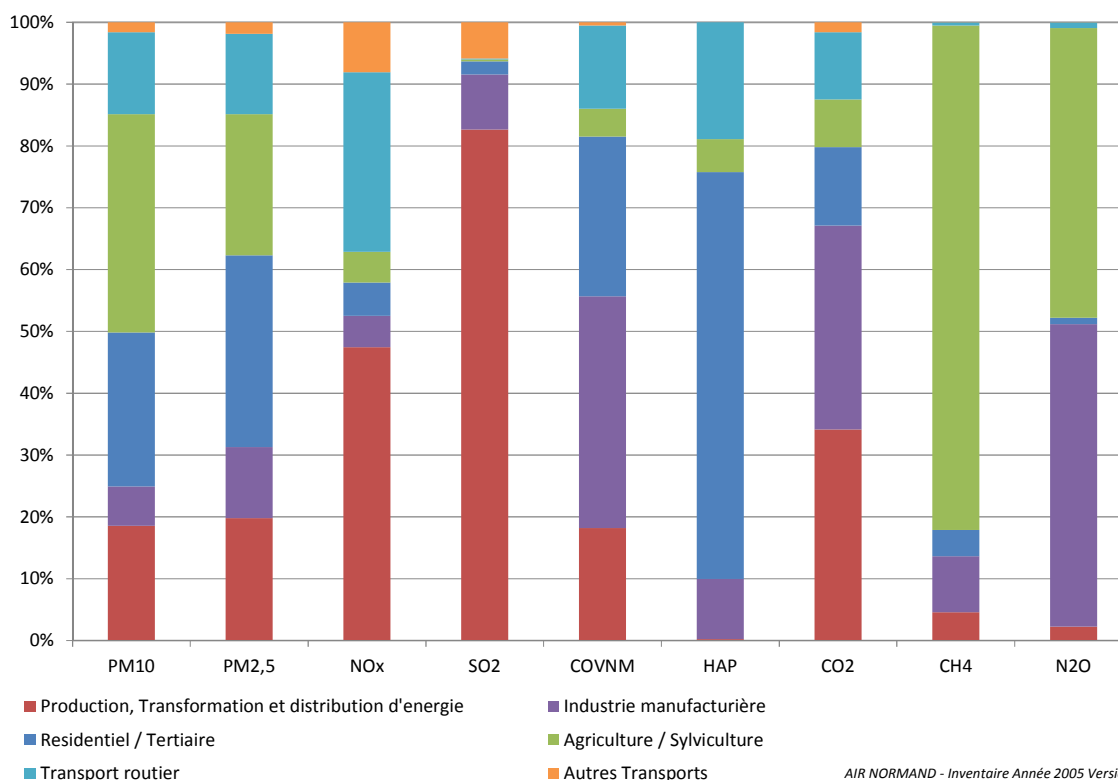


Figure 12 - Répartitions sectorielles des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en 2005.

Hormis pour le CH₄, les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, et les HAP, l'industrie (manufacturière et production/transformation d'énergies) contribue à plus de 50% des émissions de polluants et de GES. Pour CH₄, PM₁₀ et PM_{2,5}, mais aussi N₂O l'agriculture constitue une source importante. Le secteur résidentiel/tertiaire représente plus de 20% des émissions de particules (principalement issues de la combustion du bois) ainsi que des composés organiques volatils (dont le benzène) et 66% des HAP. Le SO₂ est émis à 83% par la production/transformation d'énergie. Principalement deux secteurs émettent des NO_x : la production/transformation d'énergie (47%) et les transports routiers (29%). Les COVNM sont émis en premier lieu par l'industrie manufacturière (industries pharmaceutiques, automobiles...), environ 38% et le résidentiel avec environ 26% du total (*rappel : dans le format SECTEN, les émissions de COVNM par les forêts ne sont pas comptabilisées*).

	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM	HAP	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Eure	5 824	14 056	5 641	4 400	-	-	4 905 118	18 071	2 783
Seine-Maritime	65 288	58 472	9 268	7 445	-	-	25 375 472	45 159	8 873
Haute-Normandie	71 112	72 529	14 909	11 844	37 377	2.08	30 280 591	63 230	11 655
France	462 000	1 424 000	587 000 *	324 000 *	1 226 000	22.1	411 000 000	2 689 000	219 000
%	15,4	5,1	-	-	3	9,4	7,4	2,4	5,3

Tableau 7 - Emissions de SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, HAP, CO₂, CH₄ et N₂O sur les deux départements, la région et en France en 2005. Sources AIR NORMAND – Inventaire Année 2005 Version 2010 (chiffres régionaux) et CITEPA (chiffres nationaux). (* données de l'année 2000).

3.4.1. EMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

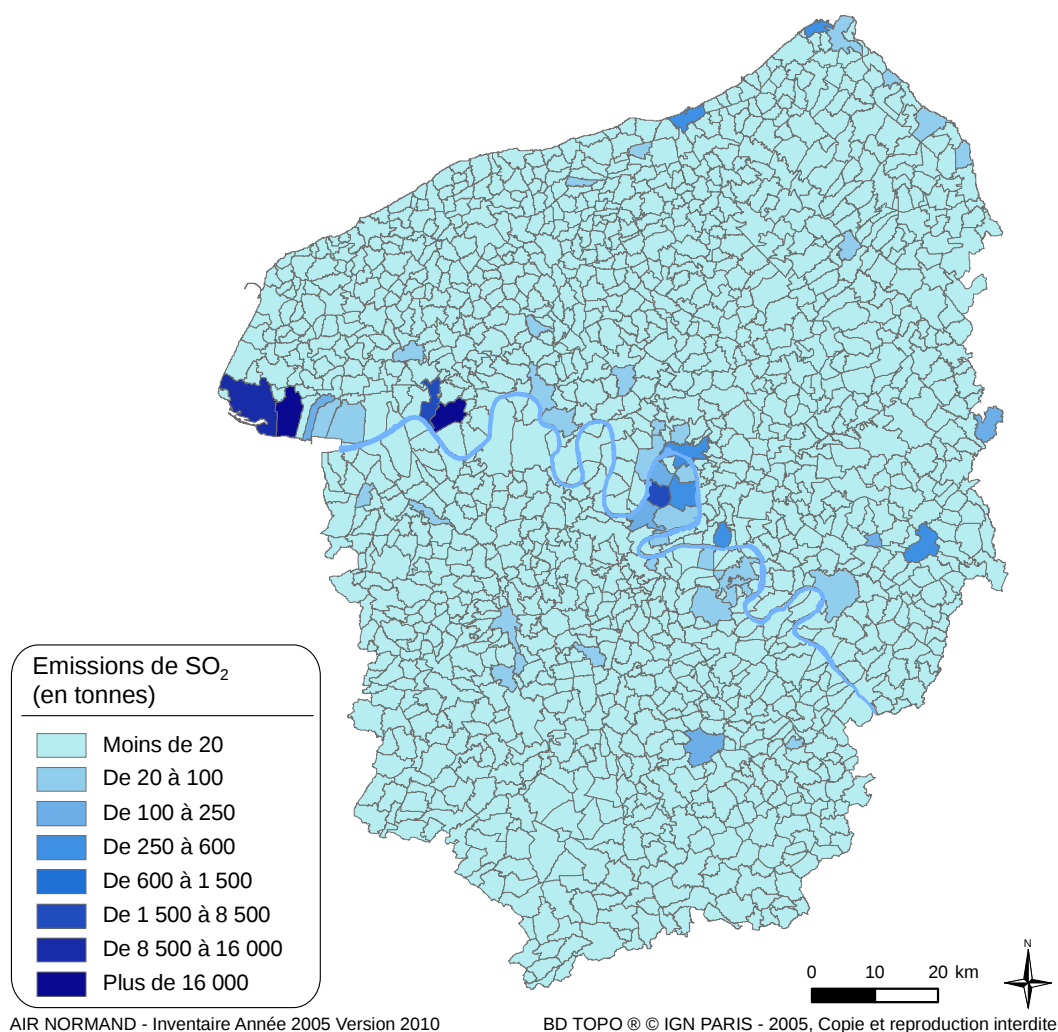


Figure 13 - Emissions communales de SO₂ sur la Haute-Normandie en 2005.

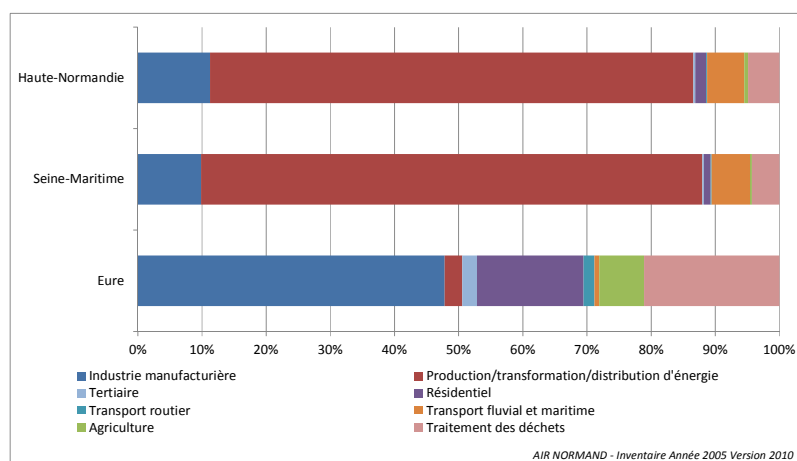
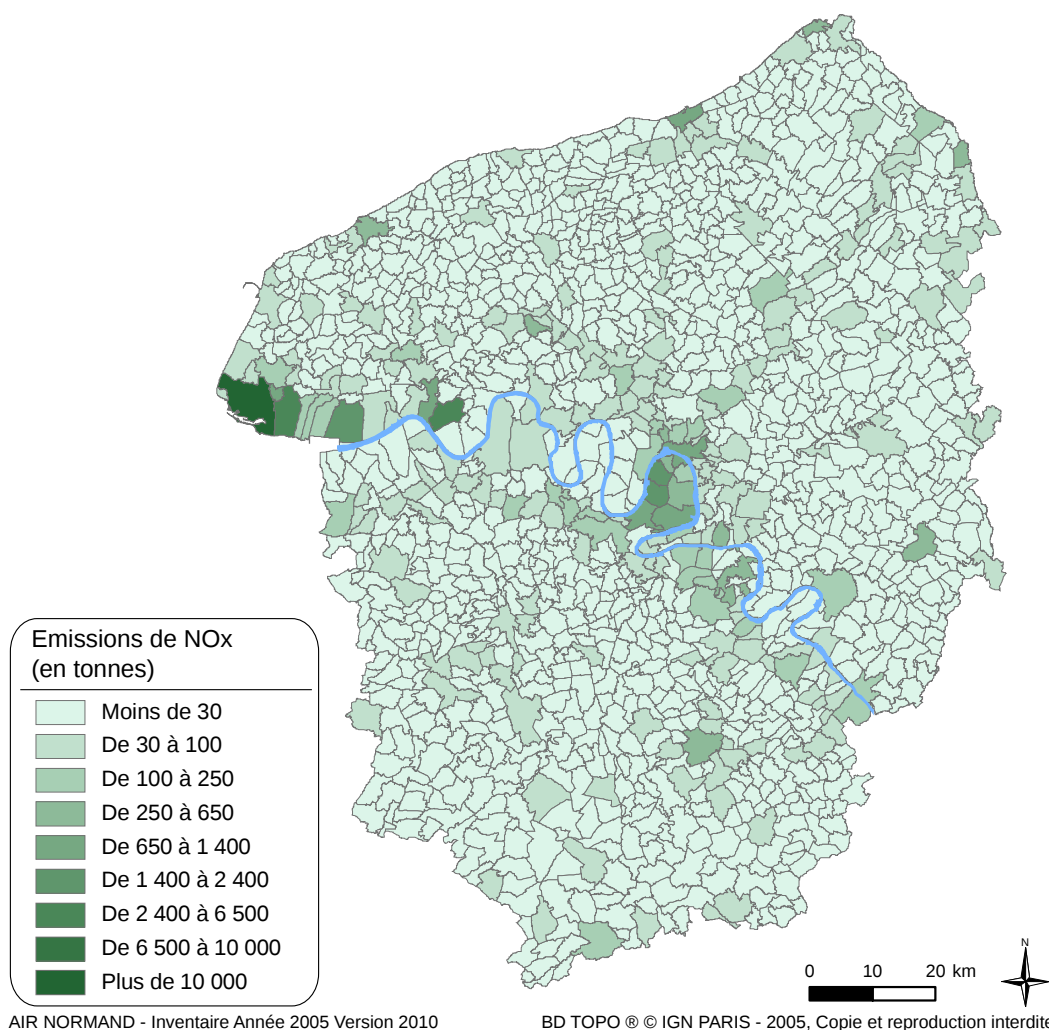


Figure 14 - Répartition sectorielle des émissions de SO₂ en 2005.

Les émissions de SO₂ sont dues à plus de 85% aux industries (manufacturière et production/transformation d'énergie) dans la région et en Seine-Maritime. L'Eure présente un profil différent où l'industrie manufacturière contribue à près de 50% aux émissions.

3.4.2. EMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE (NO_x)



AIR NORMAND - Inventaire Année 2005 Version 2010

BD TOPO © IGN PARIS - 2005, Copie et reproduction interdite

Figure 15 - Emissions communales de NO_x sur la Haute-Normandie en 2005.

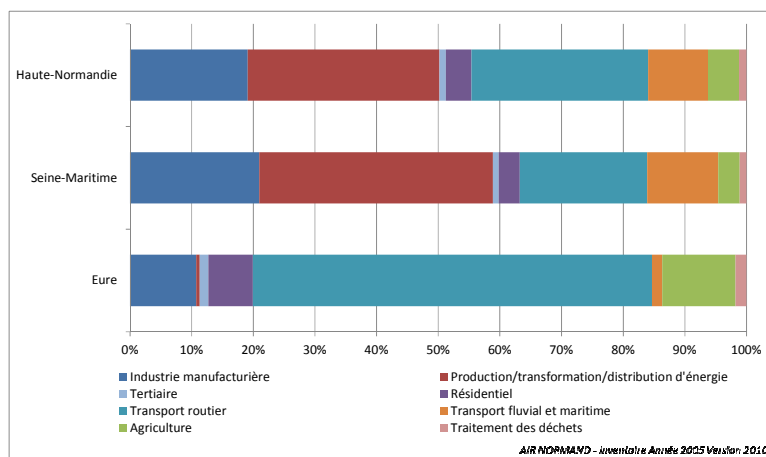


Figure 16 - Répartition sectorielle des émissions de NO_x en 2005.

Pour les émissions de NO_x, le transport routier contribue à 65% dans le département de l'Eure alors qu'il ne représente plus que 21% en Seine-Maritime du fait de l'importance du secteur de la production/transformation d'énergie (38%).

3.4.3. EMISSIONS DE PARTICULES (PM10)

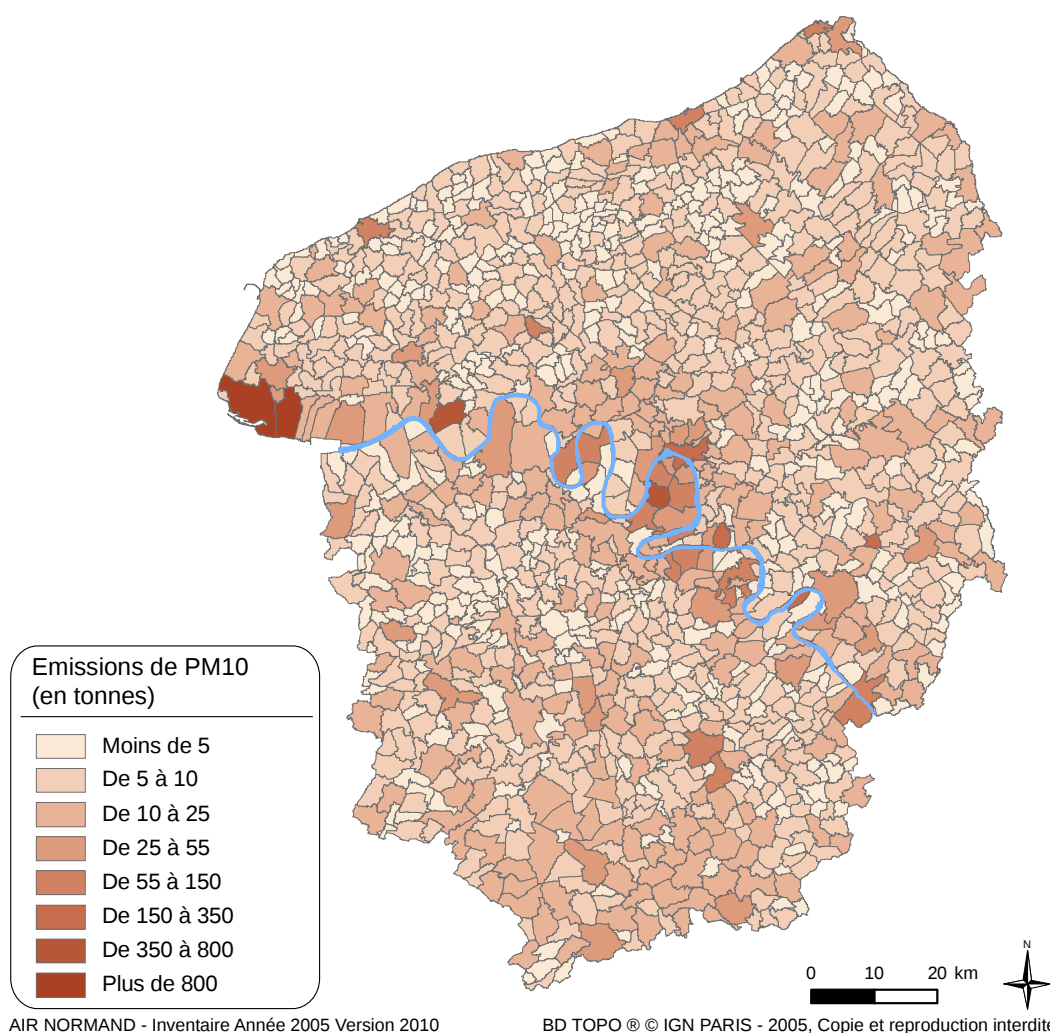


Figure 17 - Emissions communales de PM10 sur la Haute-Normandie en 2005.

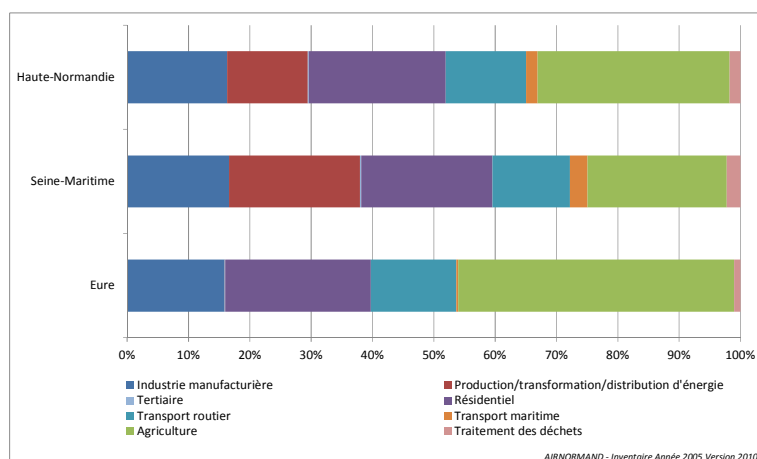


Figure 18 - Répartition sectorielle des émissions de PM10 en 2005.

L'agriculture représente 45% des émissions de PM10 (remise en suspension due aux pratiques culturales) dans le département de l'Eure suivi du secteur résidentiel avec 24%. En Seine-Maritime, ces deux secteurs contribuent de manière quasi-équivalente aux émissions de PM10 avec 23% pour l'agriculture et 21% pour le résidentiel. Le secteur des transports routiers présente la même contribution dans les deux départements avec 14% des émissions.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Demande mondiale d'énergie primaire sur la période 2000-2010. Source IEA – World Energy Outlook 2011.	7
Figure 2 - Concentration atmosphérique de CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O durant les 10 000 dernières années et depuis 1750 (médaillons). Les mesures proviennent des carottes de glace (symbole de couleurs différentes correspondant à diverses études) et d'échantillons atmosphériques (lignes rouges). Les forçages radiatifs correspondants par rapport à 1750 sont indiqués sur les axes à droite des grands graphiques. Source GIEC – rapport 2007.....	8
Figure 3 - Relation Climat – Qualité de l'Air dans le système atmosphérique. Source : Robert Vautard, Journées scientifiques ADEME, 09/12/08.....	9
Figure 4 - Simulation CHIMERE (version « poussières ») illustrant l'étendue d'un épisode de transport de poussières sahariennes à travers le globe, le 15 mai 2007 (source : MEEDDAT).	10
Figure 5 – Objectifs de réduction des émissions de GES à l'horizon 2020. Source Commission européenne, 2008.....	13
Figure 6 - Répartition des productions par type d'énergie en ktep. Source MEDDTL – SOeS (chiffres 2005).....	15
Figure 7 - Répartition des consommations par types d'énergie primaire tous secteurs d'activités confondus.	16
Figure 8 - Répartition des consommations d'énergie primaire par secteur d'activité.	17
Figure 9 - Répartition sectorielle des émissions de GES en 2005.....	19
Figure 10 - Répartitions sectorielles des émissions de CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O sur la région et les deux départements en 2005.	21
Figure 11 - Emissions communales de GES sur la Haute-Normandie en 2005.	22
Figure 12 - Répartitions sectorielles des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en 2005.	23
Figure 13 - Emissions communales de SO ₂ sur la Haute-Normandie en 2005.....	24
Figure 14 - Répartition sectorielle des émissions de SO ₂ en 2005.	24
Figure 15 - Emissions communales de NO _x sur la Haute-Normandie en 2005.	25
Figure 16 - Répartition sectorielle des émissions de NO _x en 2005.....	25
Figure 17 - Emissions communales de PM10 sur la Haute-Normandie en 2005.....	26
Figure 18 - Répartition sectorielle des émissions de PM10 en 2005.	26

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 – Facteurs de correction pour le passage d'énergie primaire à énergie finale.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 2 – Part de la région dans la production d'électricité nationale en 2008. Source MEDDTL – SOeS (* parmi les 22 régions de métropole).</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 3 – Part de la région dans la production nationale d'énergie renouvelable thermique en 2008. Source MEDDTL – SOeS (* parmi les 22 régions de métropole).</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 4 – Part de la région dans la consommation nationale d'énergie en 2008. Source MEDDTL – SOeS (* parmi les 22 régions de métropole, ** hors industrie de l'énergie).</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 5 - Emissions de GES, totales, par habitant et par surface, sur l'Eure, la Seine-Maritime et la Région en 2005. Source AIR NORMAND – Inventaire Année 2005 Version 2010.....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 6 - Emissions de CO₂, CH₄ et N₂O et PRG associés sur les deux départements et la région en 2005. Sources AIR NORMAND – Inventaire Année 2005 Version 2010 (chiffres régionaux) et CITEPA (chiffres nationaux).</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 7 - Emissions de SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, HAP, CO₂, CH₄ et N₂O sur les deux départements, la région et en France en 2005. Sources AIR NORMAND – Inventaire Année 2005 Version 2010 (chiffres régionaux) et CITEPA (chiffres nationaux). (* données de l'année 2000).</i>	<i>23</i>

LISTE DES ORGANISMES SOURCES DE DONNÉES

Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME),
Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (AGRESTE),
Agence Régionale de la Santé Haute-Normandie (ARS),
ASPA,
BA105 d'Evreux,
Centre d'Etudes et de Recherches économiques sur l'ENergie (CEREN),
Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA),
Conseil Général de Seine-Maritime,
Conseil Général de l'Eure,
Communauté d'agglomération Rouen Elbeuf Austreberthe (CREA),
Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Haute-Normandie (DREAL),
Grand Port Maritime du Havre (GPMH),
Grand Port Maritime de Rouen (GPMR),
Institut Géographique National (IGN),
Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE),
Inspections académiques,
Rectorat,
Service des Etudes et des Statistiques Industrielles (SESSI),
Service de l'Observation et des Statistiques (SOES),
Voies Navigables de France (VNF)



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie