Schéma Régional Climat Air Energie

Provence-Alpes-Côte-d'Azur

SRCAE

Projet soumis au comité de pilotage du 30 janvier 2012

- TRANSPORTS
- INDUSTRIE
- RÉSIDENTIEL TERTIAIRE
- ENERGIE
- DÉCHETS
- AGRICULTURE
- CLIMAT
- QUALITE DE L'AIR

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
PROVENCE-ALPES
CÔTE D' AZUR

Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur

Stratis (stratis.fr) • 01/12 • **Crédits photos :** DREAL, Région PACA, Véronique Cordier, Frédéric Berlioz, Stratis, ×

Partie 1 : Introduction et état des lieux 8

1 : Cadre d'élaboration 9
1.1 Un document-cadre stratégique et partage 10
1.2 Une traduction régionale des objectifs nationaux et internationaux 11

2 : objectifs 15
2.1 Lutter contre le changement climatique. 15
2.2 Lutter de façon combinée contre l'effet de serre et la pollution atmosphérique 20

3 : Les enjeux régionaux 21
3.1 Enjeux de développement durable du territoire 21
3.2 Le contexte régional 22

4 : Bilan énergétique : consommations finales et productions régionales 25
4.1 Consommations d'énergie finale 25
4.2 Productions d'énergie 37

5 : Etat des lieux de la qualité de l'air 43
5.1 Inventaire des émissions de polluants et de GES 43
5.2 Évaluation des effets de la Qualité de l'Air 62
5.3 Évaluation de la Qualité de l'Air 65

Partie 2 : Tendances, potentiels, et enjeux 73

1 Transport et urbanisme 74
1.1 Bilan régional 74
1.2 Transport des voyageurs 76
1.3 Transport de marchandises 85

2 Bâtiments 89

3 Industrie 108
3.1 Bilan régional 108
3.2 Les enjeux de l'industrie 122

4 Agriculture et usage des sols 126
4.1 Eléments de contexte 126
4.2 Un enjeu de taille : usage des sols et stockage du carbone 128
4.3 Potentiels d'économie d'énergie 133

5 Energies renouvelables 136
5.1 Bilan régional 136
5.2 Les principaux enjeux 159

6 Adaptation au changement climatique 165
6.1 S'adapter au changement climatique éléments de cadrage 165
6.2 La ressource en eau 172
6.3 La biodiversité 177
6.4 La santé 179
6.5 Les risques naturels et les infrastructures 181
6.6 Les pratiques agricoles et forestières 185
6.7 Le confort thermique en ville 188
6.8 Le tourisme 190
6.9 L'approvisionnement énergétique 191
6.10 Vulnérabilité du territoire 194

7 Déchets 195
7.1 Bilan régional: de faibles consommations énergétiques mais une source d'émissions de GES et de polluants atmosphériques 195
7.2 Des enjeux multiples : la réduction des quantités et la valorisation des déchets 197

8 Modes de vie, de consommation et de production responsables 198
8.1 Le citoyen, acteur-clé sur le territoire 198
8.2 Les entreprises au cœur de l'action pour une économie durable 200

Partie 3 : Scénarios, objectifs et orientations 203

1 : Définition des scénarios étudiés 204
1.1 Un scénario tendanciel et un scénario engageant 204
1.2 Méthode d'élaboration 204
1.3 La construction du scénario air 205

2 : Scénarios d'évolution des consommations 207
2.1 Synthèse des résultats des scénarios 207
2.2 Scénarios par secteurs 213

3 : Scénarios de développement des énergies renouvelables 226
3.1 Scénario global 226
3.2 Scénarios par filière 229
3.3 Taux de couverture de la demande par les énergies renouvelables 238

4 : Objectifs stratégiques 240
4.1 Réduire les consommations d'énergie 240
4.2 Développer la production d'énergie renouvelable 241
4.3 Réduire les émissions de gaz à effet de serre 242
4.4 Réduire les émissions de polluants atmosphériques 245

DOCUMENT D'ORIENTATION 247
- Les orientations stratégiques du SRCAE 248
- Orientations transversales 252
- Orientations sectorielles transport et urbanisme 272
- Orientations sectorielles bâtiment 289
- Orientations sectorielles industrie et artisanat 299
- Orientations Sectorielles agriculture et forêt 308
- Orientations spécifiques énergies renouvelables 313
- Orientations spécifiques : adaptation 345
- La mise en œuvre du SRCAE 358

Annexe Schéma Régional Eolien

Autres annexes

1 Atténuation du changement climatique
2 Synthèse des enjeux de l'adaptation au changement climatique
3 Qualité de l'air
4 Liste des organismes représentés aux ateliers techniques du SRCAE
5 Sigles et acronymes

Edito du président de Région et du préfet de Région

Edito du président de Région et du préfet de Région

La menace que constitue le changement climatique, la nécessité d'en limiter l'ampleur en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, la diminution des ressources et l'augmentation du prix des énergies fossiles, ainsi que les risques – notamment sanitaires – liés à la pollution atmosphérique interrogent fortement les modes de développement d'une région comme Provence-Alpes-Côte d'Azur. Leur meilleure prise en compte est porteuse d'opportunités économiques, sociales et environnementales.

Institués par la loi n°2010-788 dite « Grenelle 2 », les Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) visent précisément à la prise en compte de ces enjeux, en définissant les orientations et objectifs régionaux en matière de maîtrise de la demande énergétique, de lutte contre la pollution atmosphérique, de développement des énergies renouvelables, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux effets attendus du changement climatique.

La forte interaction entre les problématiques du changement climatique, de l'énergie et de la qualité de l'air justifie la mise en cohérence des objectifs et orientations en la matière. Le SRCAE remplace ainsi le plan régional de la qualité de l'air (PRQA) instauré par la loi LAURE de 1996 et vaut schéma régional des énergies renouvelables au sens de l'article 19 de la loi « Grenelle 1 ». Il constitue ainsi un élément essentiel du processus de déclinaison du Grenelle de l'Environnement sur le territoire régional.

COMMENT LIRE CE DOCUMENT ?

Structure du document

Le Schéma Régional Climat Air Energie de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur comporte 3 grandes parties, un document annexe Schéma Régional Eolien (SRE), et un document pour les autres annexes.

La première partie, « **Introduction et état des lieux** » présente les objectifs du SRCAE, le contexte régional, et l'état des lieux en termes de consommations et productions d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants.

La deuxième partie, « **Tendances, potentiels et enjeux** », analyse de façon détaillée les enjeux :

- pour chacun des secteurs : Transports et urbanisme, bâtiments, industrie, agriculture et forêts, et traitement des déchets ;
- pour les énergies renouvelables ;
- et pour l'adaptation au changement climatique.

Les potentiels d'économie d'énergie et de production d'énergie renouvelables y sont présentés en détail, ainsi que l'analyse de la vulnérabilité régionale au changement climatique.

Enfin, la troisième partie, « **Objectifs et orientations** », présente les objectifs régionaux découlant des scénarios élaborés dans le cadre du SRCAE, et les grandes orientations stratégiques pour l'atteinte de ces objectifs.

L'annexe Schéma Régional Eolien présente la méthodologie utilisée pour déterminer et les zones favorables à l'étude de projets éoliens, et les objectifs régionaux de développement.

Se repérer dans le document

Dans l'ensemble du document, des pictogrammes permettent d'identifier quelle est **la thématique traitée**.

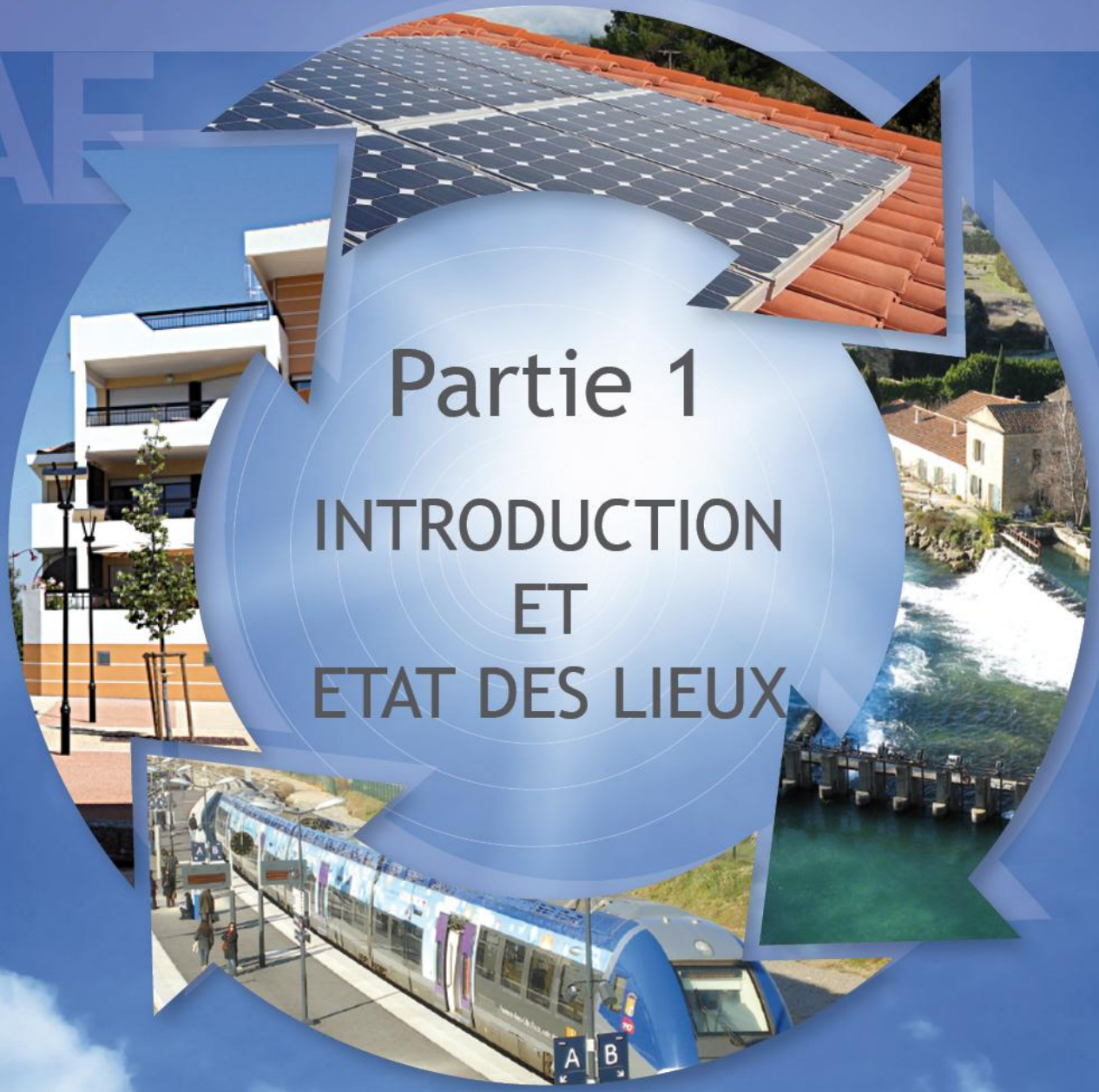
Les **définitions et les éléments méthodologiques** sont présentées dans des encadrés, et les **renvois vers les annexes** sont indiqués en couleur dans le texte (ex : Annexe 1).

Les **sigles et acronymes** utilisés dans le document sont listés en Annexe 5.

Schéma Régional Climat Air Energie

Provence-Alpes-Côte-d'Azur

SRCAE



Partie 1

INTRODUCTION ET ETAT DES LIEUX

TRANSPORTS

INDUSTRIE

RÉSIDENTIEL TERTIAIRE

ENERGIE

DÉCHETS

AGRICULTURE

CLIMAT

QUALITE DE L'AIR

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
PROVENCE-ALPES
CÔTE D' AZUR

Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur

Stratis (stratis.fr) • 01/12 • Crédits photos : DREAL, Région PACA, Véronique Cordier, Frédéric Berlioz, Stratis, x

1 CADRE D'ELABORATION

1.1 UN DOCUMENT-CADRE STRATEGIQUE ET PARTAGE

1.1.1 UNE DEMARCHE CONCERTEE CO-PILOTEE PAR L'ÉTAT ET LA REGION

Le SRCAE est élaboré conjointement par le préfet de région et le président du conseil régional. Les travaux d'élaboration ont été conduits selon le principe de la « gouvernance à cinq » : dans les groupes techniques comme dans les instances de pilotage ont été réunis des représentants des services de l'État, des collectivités locales, des organismes professionnels, des salariés et de la société civile. Au total ce sont 200 personnes représentant plus d'une centaine de structures qui ont participé aux différentes réunions de travail.

Le projet de SRCAE fait ensuite l'objet d'une consultation du public et est soumis pour avis aux différentes instances compétentes de la région listées au II de l'article R222-4 du Code de l'Environnement. Le projet de SRCAE, modifié pour tenir compte des observations et des avis recueillis, est soumis à l'approbation de l'organe délibérant du conseil régional puis arrêté par le préfet de région.

La liste des structures ayant participé aux réunions de travail et aux ateliers de concertation et la liste des avis obligatoires et des retours écrits sont présentés en **Annexe 4.**

Le SRCAE est un document d'orientations découlant d'une vision partagée du territoire et des impacts et enjeux associés à l'énergie, au changement climatique et à la qualité de l'air. Les objectifs et orientations qu'il porte couvrent des domaines bien précis, définis par la loi Grenelle 2.

Loi « Grenelle II » (n°2010-788), article 68 (extrait)
« Ce schéma fixe, à l'échelon du territoire régional et à l'horizon 2020 et 2050 :
« 1° Les orientations permettant d'atténuer les effets du changement climatique et de s'y adapter, conformément à l'engagement pris par la France, à l'article 2 de la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique, de diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050, et conformément aux engagements pris dans le cadre européen. A ce titre, il définit notamment les objectifs régionaux en matière de maîtrise de l'énergie ;
« 2° Les orientations permettant, pour atteindre les normes de qualité de l'air mentionnées à l'article L. 221-1, de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique ou d'en atténuer les effets. À ce titre, il définit des normes de qualité de l'air propres à certaines zones lorsque les nécessités de leur protection le justifient ;
« 3° Par zones géographiques, les objectifs qualitatifs et quantitatifs à atteindre en matière de valorisation du potentiel énergétique terrestre, renouvelable et de récupération et en matière de mise en œuvre de techniques performantes d'efficacité énergétique telles que les unités de cogénération, notamment alimentées à partir de biomasse, conformément aux objectifs issus de la législation européenne relative à l'énergie et au climat.

1.1.2 UN DOCUMENT DE CADRAGE POUR L'ACTION

Le SRCAE est un document d'orientation de nature stratégique, qui n'a pas vocation à comporter des mesures ou des plans d'actions. Un lien juridique de compatibilité le lie néanmoins à différents plans d'actions :

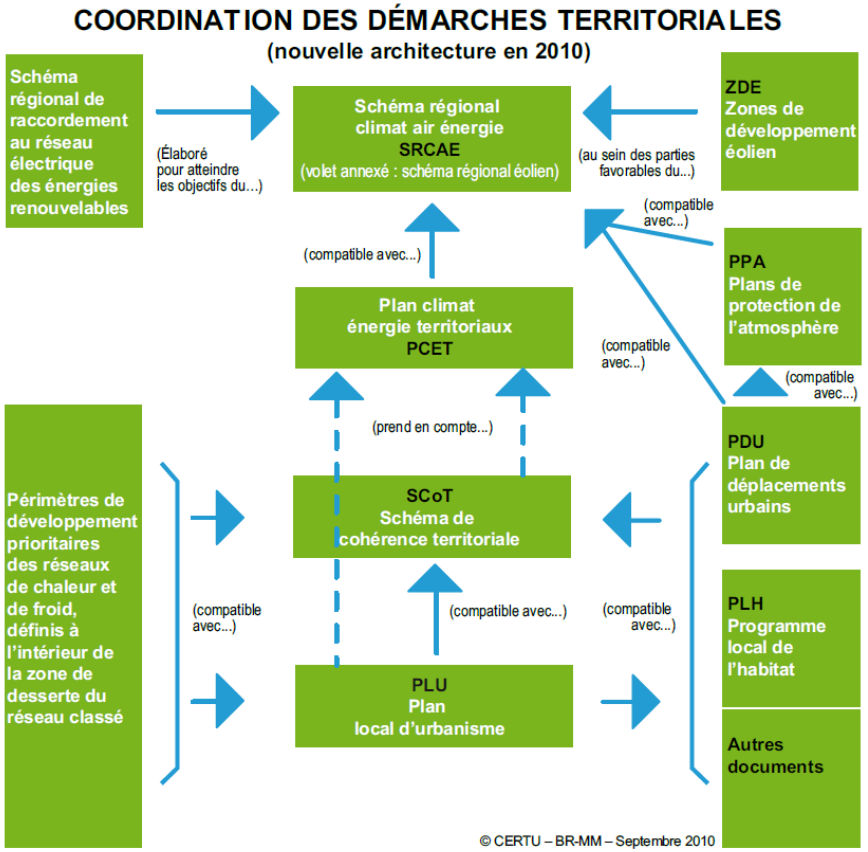
- Les plans climat-énergie territoriaux (PCET), élaborés par les collectivités territoriales ;
- les plans de protection de l'atmosphère (PPA) élaborés par les préfets ;
- les plans de déplacement urbain (PDU) élaborés par les autorités organisatrices de transports urbains.

Ces plans ne devront donc pas être en contradiction avec les options fondamentales arrêtées à l'échelon régional par le SRCAE.

S'agissant des énergies renouvelables, les objectifs et orientations du schéma trouvent une traduction opérationnelle au travers :

- du Schéma Régional de Raccordement au Réseau Electrique des Energies Renouvelables (SRRRER). Ce schéma est élaboré par le gestionnaire de réseau et approuvé par le préfet de région dans les 6 mois à compter de l'approbation du SRCAE. Il permet d'en accompagner les ambitions pour permettre le développement des énergies renouvelables électriques, dans les zones identifiées comme favorables mais actuellement mal desservies par les réseaux.
- des nouvelles règles d'implantation des zones de développement de l'éolien (ZDE). Le schéma régional éolien (SRE) annexé au SRCAE définit les zones favorables à l'étude de projets éoliens, au sein desquelles devront obligatoirement se situer les ZDE nouvellement créées ou modifiées.

L'articulation des différentes démarches territoriales liées au SRCAE peut être résumée par le logigramme ci-contre :



Document transversal par nature, le SRCAE s'articule avec un certain nombre d'autres démarches stratégiques et de planification d'échelle nationale ou régionale parmi lesquelles on peut citer :

- le plan national d'adaptation au changement climatique
- le plan particules
- le schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire (SRADDT)
- le schéma régional de cohérence écologique (SRCE).

1.2 UNE TRADUCTION REGIONALE DES OBJECTIFS NATIONAUX ET INTERNATIONAUX

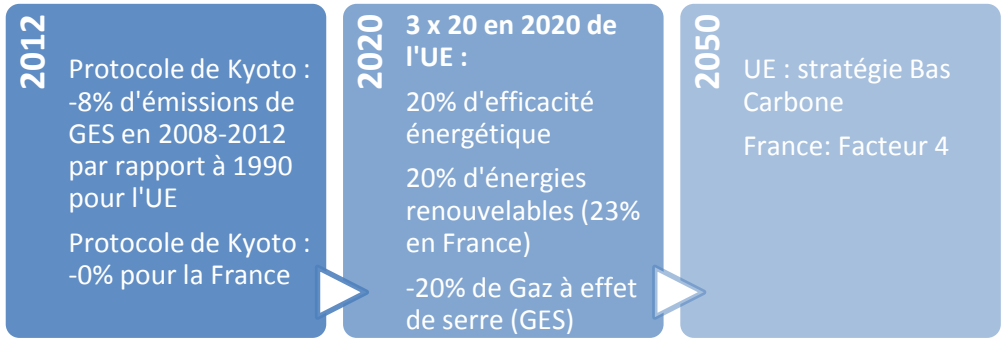
1.2.1 PROTOCOLE DE KYOTO, 3X20 ET FACTEUR 4

En matière de climat et d'énergie, le SRCAE décline à l'échelle régionale des objectifs qui ont été définis dans un cadre international, européen et national, à court, moyen et long terme :

- À l'échelle internationale, les États prennent des engagements dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique : le Protocole de Kyoto fixe des objectifs à horizon 2008-2012, les négociations internationales se poursuivent pour fixer des objectifs au-delà de cette période.

- L'Union Européenne a adopté fin 2008 le Paquet Énergie-Climat qui fixe les objectifs dits de « 3 x 20 » en 2020 et de stratégie « Bas Carbone » à plus long terme : depuis, le cadre réglementaire et de nombreuses directives ont été revus afin d'atteindre ces objectifs.

- En France, la loi POPE de 2005 puis les lois Grenelle 1 (2009) et Grenelle 2 (2010) ont défini des objectifs à l'échelle nationale : à l'horizon 2020 porter à 23% la part des renouvelables dans la consommation finale d'énergie, améliorer de 20% l'efficacité énergétique et réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport au niveau de 1990, et s'inscrire dans une trajectoire de division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 (le « Facteur 4 »).



Bâtiment

- Bâtiments neufs : renforcer les RT vers le niveau BBC en 2012 et le niveau Energie Positive à l'horizon 2020
- -38% des consommations d'énergies des bâtiments existants (logements et tertiaire), vers une obligation de rénovation des bâtiments tertiaires publics et privés à l'horizon 2020
- -40% d'énergie / -50% de GES pour les bâtiments de l'Etat à l'horizon 2020
- Rénovation des 800 000 logements sociaux les plus énergivores
- 400 000 rénovations de logements par an à partir de 2013

Energie

- Energies Renouvelables : produire à partir d'EnR 23% de la consommation finale d'énergie à 2020 : Le plan d'action national EnR remis à la Commission Européenne en juin 2010 détaille cet objectif pour l'électricité, la chaleur & le froid, et le transport, pour chacune des filières.
- Réseaux de chaleur : Multiplication par 3 des raccordements, soit 6 millions d'équivalents logements
- 75% de l'approvisionnement des réseaux de chaleur assurée par des énergies renouvelables et de récupération (contre environ 29% aujourd'hui) soit une augmentation +2,5 Mtep à horizon 2020

Transport

- Objectif - 20 % des émissions du secteur des transports à 2020 (ramené au niveau de 1990)
- Fret : objectif +25% la part des modes non routier et non aérien d'ici 2012, et porter à 25% la part du fret non routier d'ici 2022 (contre 14% en 2006)
- 1500 km supplémentaires de transports en commun en site propre sur 15 ans
- 2000 km de LGV d'ici 2020

Figure 1 Principaux objectifs nationaux fixés par la loi Grenelle 1 dans le cadre de la lutte contre le changement climatique.

1.2.2 REGLEMENTATION ET PRINCIPAUX OBJECTIFS SUR LES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ET LA QUALITE DE L'AIR

Liens entre les émissions de polluants atmosphériques et la qualité de l'air (concentrations de polluants dans l'air)

*D'un point de vue « sanitaire », les **concentrations** de polluants dans l'air sont l'indicateur de référence : ce sont ces concentrations qui permettent d'estimer la dose de polluants inhalées et ainsi définir les risques liés à l'exposition de la population à l'air ambiant. Ainsi, sur la base des travaux d'expertise internationaux, l'Office Mondial de la Santé définit des niveaux de concentrations qu'il est recommandé de ne pas dépasser pour minimiser les risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique.*
*Or les concentrations en polluants retrouvées dans l'air dépendent de nombreux facteurs tels que la météorologie, la topographie, les quantités de polluants émises, les quantités de polluants apportées par d'autres régions, la réactivité chimique des polluants dans l'atmosphère, etc. C'est principalement en agissant sur les **émissions** qu'il est possible d'améliorer la qualité de l'air. D'un point de vue « actions », il s'agit donc d'un autre type d'indicateur qu'il est indispensable de suivre.*
Ainsi, les objectifs internationaux et nationaux portent sur les deux indicateurs : concentrations et émissions. Des outils de calcul permettent de modéliser les liens entre émissions et concentrations, en prenant en compte les différents facteurs précédemment cités. Les quantités d'émissions « admissibles » sont ainsi définies en cohérence avec les objectifs de concentrations qu'il est souhaitable de retrouver dans l'air pour minimiser les effets de la qualité de l'air sur la santé et l'environnement.

La commission européenne a publié un certain nombre de directives sur la qualité de l'air et la réduction de la pollution atmosphérique, dans la perspective principale de réduire son impact sur la santé et l'environnement.

En termes d'**émissions**, la directive 2001/81/CE sur les plafonds nationaux d'émissions fixe notamment – dans la continuité du Protocole de Göteborg (1999) – des plafonds nationaux d'émissions, que les États membres sont tenus de respecter depuis 2010 pour les polluants suivants :

- Oxydes d'azote (NOx) : 810 kt, soit -57% de réduction entre 1990 et 2010.
- Dioxyde de soufre (SO_2) : 375 kt, soit -72% de réduction.
- Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) : 1050 kt, soit -57% de réduction.
- Ammoniac (NH_3) : 780kt, soit une stabilisation.
-

Des projets de révision non adoptés ni publiés à ce jour prévoiraient l'introduction de plafonds pour les particules fines ($PM_{2.5}$) à atteindre d'ici 2020.

A l'échelle nationale, l'objectif du Grenelle, décliné dans le Plan Particules, prévoit quant à lui une réduction de 30% des particules fines $PM_{2.5}$ entre 2010 et 2015.

Le second Plan National Santé-Environnement (PNSE2) prévoit quant à lui une réduction de 30% entre 2007 et 2013 des émissions atmosphériques de six substances jugées prioritaires : le benzène (et les composés organiques volatils associés), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles (PCB) et dioxines, l'arsenic, le mercure et les solvants chlorés.

En termes de **concentrations dans l'air**, la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe prévoit les dispositions relatives à la surveillance et l'information sur la qualité de l'air et indique notamment des niveaux de concentrations à ne pas dépasser dans l'air ambiant. Les dispositions de cette directive en termes de surveillance sont transposées dans les articles R-221-*i* du code de l'environnement.

L'évaluation de la qualité de l'air se fait par référence à différents types de seuils dont la définition est rappelée ci-dessous :

Objectif de qualité *: un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;*

Valeur cible *: un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;*

Valeur limite *: un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;*

Seuil d'information et de recommandation *: un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;*

Seuil d'alerte *: un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.*

Source Ministère de l'Écologie et du Développement Durable[1]

Le décret d'application relatif aux SRCAE indique que les orientations portées par les schémas doivent permettre d'atteindre les « objectifs de qualité » qui sont rappelés ci-dessous :

- Dioxyde de soufre (SO_2) : 50 µg/m³ en moyenne annuelle
- Dioxyde d'azote (NO_2) : 40 µg/m ³ en moyenne annuelle
- Particules fines PM_{10} : 30 µg/m³ en moyenne annuelle
- Particules fines $PM_{2.5}$: 10 µg/m³ en moyenne annuelle
- Plomb : 0,25 µg/m³ en concentration moyenne annuelle
- Ozone :
  - 120 µg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur huit heures, pendant une année (protection de la santé humaine).
  - 6 000 µg/m³.h en AOT40[2], calculé à partir des valeurs enregistrées sur une heure de mai à juillet (protection de la végétation).
- Benzène : 2 µg/m³ en moyenne annuelle

Là encore, les orientations portées par le SRCAE doivent être à la hauteur de la réglementation et des engagements nationaux et européens[3].

[1] *« La réglementation en matière de qualité de l'air », site Internet du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement*

[2] *Indice fondé sur l'utilisation des niveaux critiques d'ozone pour évaluer sur de vastes territoires le risque des dommages à la végétation liés à la pollution de l'air par l'ozone. AOT40 en anglais signifie «Accumulated Ozone over Threshold of 40 ppb», il s'agit du calcul de la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m3 et le seuil de 80 µg/m3 (soit 40 parties par milliard) durant une période donnée (valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures).*

[3] *Références réglementaires : Directive 2001/81/CE relative aux plafonds d'émission nationaux ; Loi Grenelle 1 (n°2009-967) ; Plan Particules (juillet 2010) ; Plan National Santé Environnement 2 (juillet 2009), directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.*

2 LES OBJECTIFS

2.1 LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

2.1.1 LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ACTUELS ET A VENIR

La réalité du changement climatique depuis le début du XX^{e} siècle est confirmée par un certain nombre d'indicateurs. Pour n'en citer que deux : la température moyenne de surface de la Terre a augmenté de 0,6°C au cours de ce siècle et le niveau moyen des océans s'est élevé à un rythme d'environ 1,7mm par an après 1930. À l'échelle de la France, les températures moyennes se sont élevées de 0,9°C environ au cours du XX^{e} siècle, avec deux périodes de réchauffement plus marquées, de 1910 à 1940, et de 1975 à 2000 qui alternent avec des périodes de stagnation ou de décroissance.

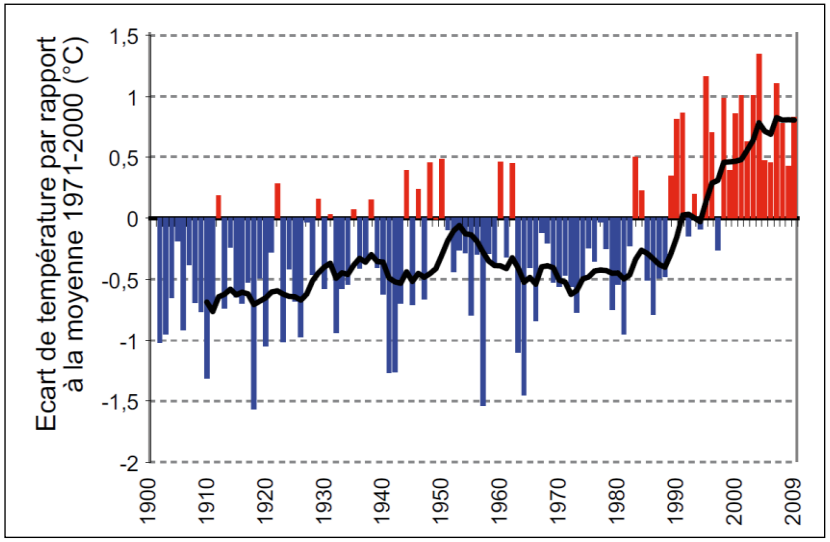


Figure 2 : Écart moyen annuel de la température en France de 1900 à 2009 par rapport à la normale 1971-2000 (source : Météo-France).

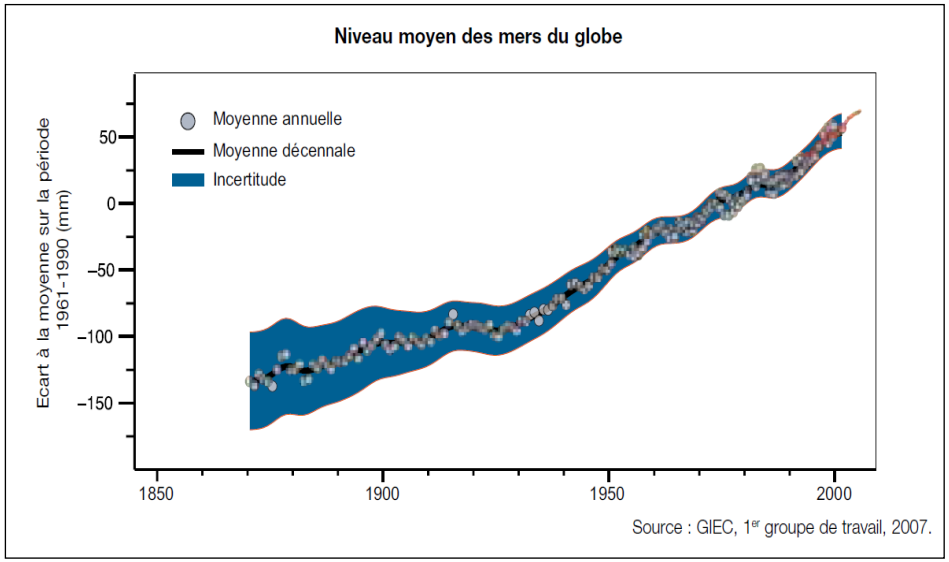


Figure 3 : Évolution du niveau moyen des mers du globe (en mm) par rapport à la normale 1961-1990 (Source : GIEC, 2007).

De fait, plusieurs indicateurs indépendants montrent une accélération du réchauffement climatique depuis 1975. Comme le souligne un rapport de l'Académie des sciences4, cette accélération est principalement due à l'augmentation de la concentration de CO2 dans l'atmosphère. Les fluctuations de l'activité solaire, invoquées comme une des causes possibles des changements climatiques, ne jouent pas un rôle dominant dans le réchauffement observé au cours de cette période. Par ailleurs, l'augmentation des concentrations de CO2 et, à un moindre degré, des autres gaz à effet de serre (CH4, N2O, gaz fluorés) est incontestablement liée à l'activité humaine et en particulier à la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon).

[4] Le changement climatique, rapport de l'Académie des sciences, 26 octobre 2010.

L'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel qui permet à la température de la basse atmosphère de se maintenir autour de 15°C en moyenne. Sans cet effet de serre, principalement dû à la vapeur d'eau, la température moyenne serait de -18°C et la vie sur terre n'aurait pas connu un développement sous ses formes actuelles. La quantité de ces gaz s'accroît constamment depuis plusieurs décennies, essentiellement en raison des activités humaines, en particulier l'utilisation massive de combustibles fossiles qui génère des rejets considérables de CO_2 dans l'atmosphère. On parle alors d'effet de serre additionnel pour décrire la contribution des activités humaines au réchauffement global.

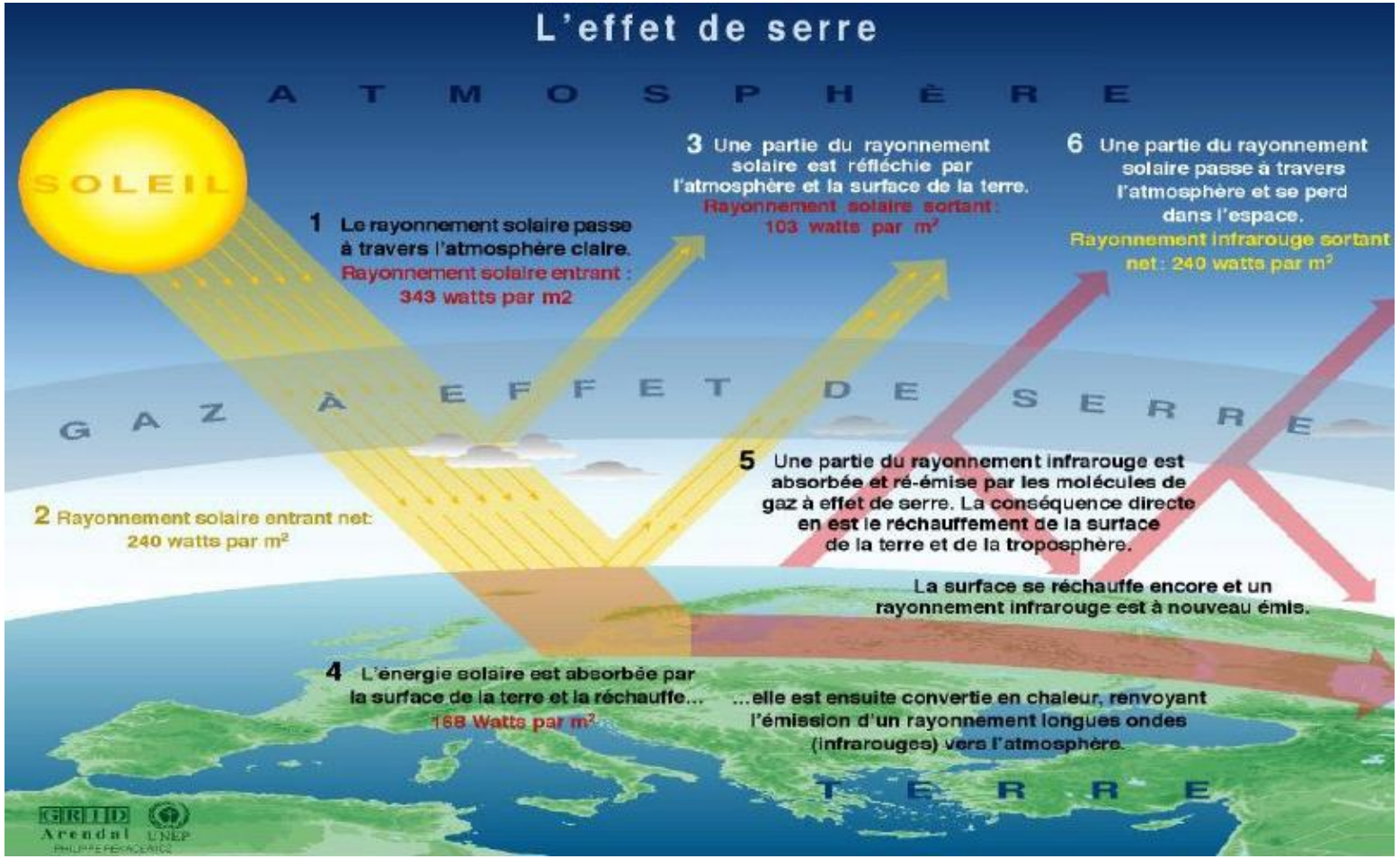


Figure 4 : Schéma de l'effet de serre (Source : GIEC)

Compte tenu de l'évolution climatique passée et de cette corrélation, le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC) a élaboré différents scénarios de l'évolution climatique future, eux-mêmes fonction de différents scénarios socio-économiques plus ou moins sobres en énergie fossile. Les projections climatiques découlant de ces scénarios, dont les marges d'incertitude restent importantes, évaluent ainsi une **augmentation des températures moyennes terrestres comprises à l'horizon 2100 entre 1,1 et 6,4°C,** comme l'illustrent les figures ci-dessous.

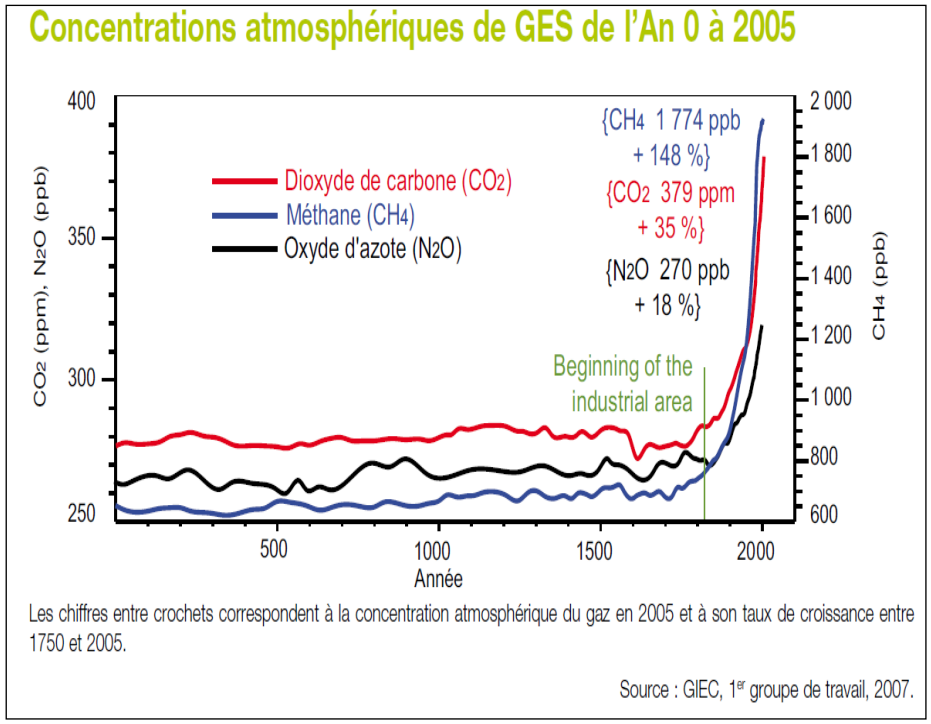


Figure 5 : Évolution des concentrations atmosphériques de Gaz à Effet de Serre de l'an 0 à 2005 (Source : GIEC, 2007).

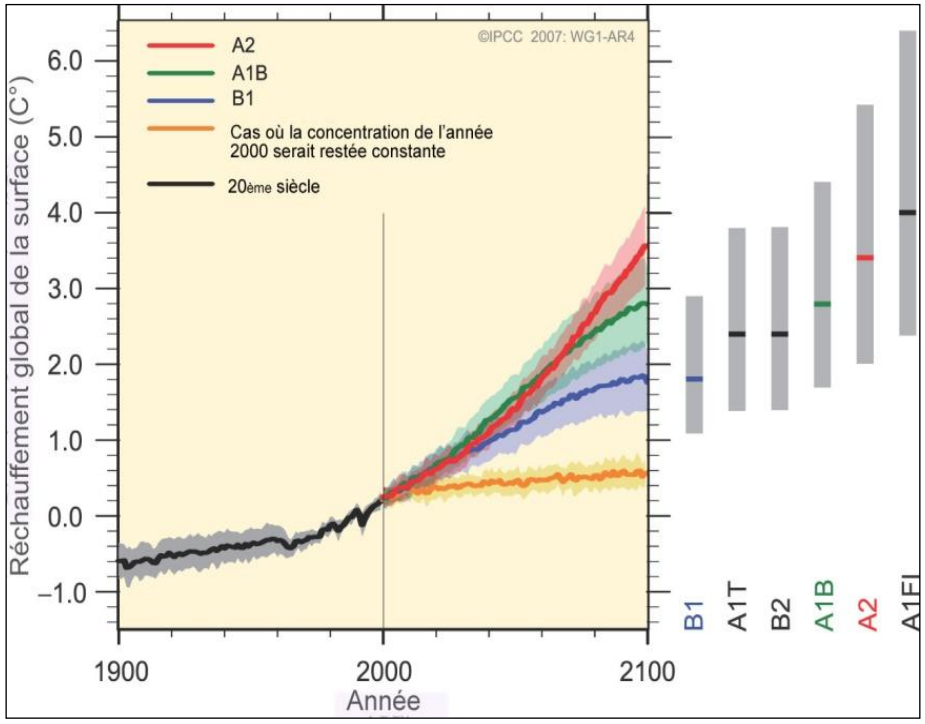


Figure 6 : scénarios d'évolution des températures (Source :GIEC, 2007)

2.1.2 ATTENUATION ET ADAPTATION : LES DEUX VOLETS D'UNE MEME STRATEGIE

La stratégie de lutte contre le changement climatique repose sur deux piliers :

- **L'atténuation :** l'objectif est de réduire les émissions de gaz à effet de serre à l'origine du changement climatique afin d'en atténuer les effets. Les objectifs du SRCAE en matière de maîtrise de la demande énergétique et de développement des énergies renouvelables visent à répondre à cet objectif.

- **L'adaptation :** malgré tous les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre, le changement climatique est en cours et certains de ses effets sont d'ores et déjà perceptibles ou inévitables du fait de l'inertie du système climatique. Il est donc nécessaire de s'y adapter. Le SRCAE a donc également pour vocation de définir des orientations stratégiques destinées à réduire la vulnérabilité du territoire régional aux impacts attendus du changement climatique.

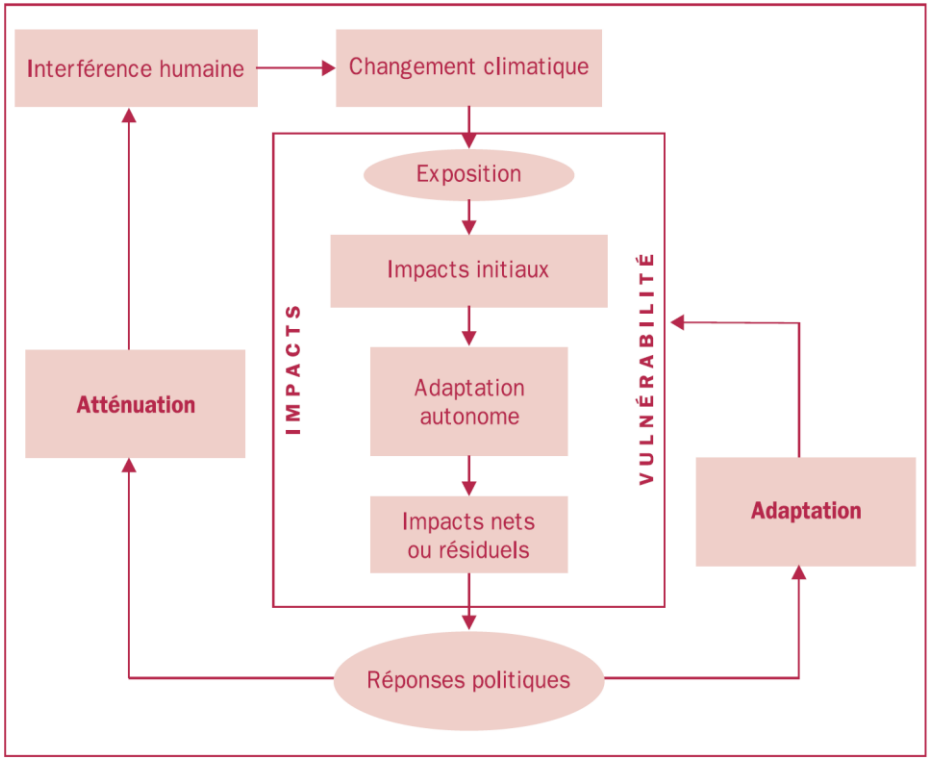


Figure 7 : articulation des politiques d'atténuation et d'adaptation du changement climatique (Source : ONERC, 2006)

2.1.3 ENERGIE ET CLIMAT, DEUX FACES D'UN MEME PROBLEME

80 % des émissions de gaz à effet de serre nationales sont dues à l'utilisation des combustibles fossiles. Ceci montre à quel point les problématiques de l'énergie et du changement climatique sont liées. La lutte contre le changement climatique passe obligatoirement par la maîtrise de la demande énergétique et le développement des énergies non émettrices de gaz à effet de serre.

2.1.4 MAITRISER LA DEMANDE ENERGETIQUE

La hausse généralisée du prix des énergies est portée par des causes structurelles lourdes : une demande énergétique croissante à l'échelle mondiale, des conditions d'extraction de plus en plus difficiles des énergies fossiles, et la perspective du pic de production pétrolière, souvent annoncée entre 2020 et 2030.

Dans ce contexte, et suivant l'adage affirmant que l'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas, l'enjeu de maîtrise de la demande en énergie devient un impératif, tant sur le plan économique que d'un point de vue social. Il s'agit en particulier de lutter contre la précarité énergétique, particulièrement forte dans une région où sont surreprésentés les ménages aux revenus modestes et les logements de mauvaise qualité thermique5. Au-delà de la problématique du chauffage en hiver se pose de plus en plus fortement la problématique du confort thermique d'été, amenée à se renforcer dans un contexte de réchauffement climatique.

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, cet enjeu se double d'une problématique de fragilité importante du réseau électrique de l'Est de la région qui ne pourra pas être résorbée par la mise en place d'un bouclage. La solution de sécurisation confirmée par une décision prise par M. Le Ministre d'Etat M. Borloo et les deux conseils généraux le 1er décembre 2008 consiste à conjuguer deux programmes exceptionnels de maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables dans les départements du Var et des Alpes-Maritimes avec le maillage du réseau 250kV par la création de trois tronçons de lignes pour l'essentiel enfouies.

2.1.5 DEVELOPPER LES ENERGIES RENOUVELABLES

À l'enjeu de maîtrise de la demande s'ajoute celui du développement de la production d'énergies renouvelables ou non émettrices de gaz à effet de serre, qui ne représentent aujourd'hui que 10% de la consommation régionale (hydroélectricité et bois essentiellement), alors même que la région dispose d'un potentiel de production d'énergie renouvelables important.
Signalons que la région est support des deux projets de recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire que sont ITER et le réacteur de recherche Jules Horowitz (RJH), et qu'elle est le siège du pôle de compétence « Capénergies » dévolu aux énergies non émettrices de gaz à effet de serre ainsi que du pôle de compétence « Mer » installé à Toulon et Brest, concerné par les possibilités d'exploiter l'énergie marine. Impératif du point de vue environnemental, le développement de ces nouvelles énergies offre des perspectives intéressantes sur le plan de l'économie et de l'emploi.

[5] *Etat des lieux régional sur la précarité énergétique, étude action du Réseau Régional Energie Précarité, février 2011.*

2.2 LUTTER DE FAÇON COMBINEE CONTRE L'EFFET DE SERRE ET LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

En remplaçant le Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA), le SRCAE intègre dans ses objectifs la lutte contre la pollution atmosphérique.
L'industrie, la production d'énergie (électricité, équipements de chauffage, climatisation, etc.) et les transports, constituent les principales sources de cette pollution, laquelle a des effets négatifs diffus et ponctuels (pics de pollution) sur la santé humaine ainsi que sur l'environnement.

Quel lien y a-t-il entre l'amélioration de la qualité de l'air et la lutte contre le changement climatique ? Provoqué par l'accumulation dans l'atmosphère des gaz à effet de serre, le changement climatique est une question qui se pose à l'échelle mondiale, alors que la pollution de l'air est une problématique plus locale. Toutefois les polluants locaux et les gaz à effet de serre ont une origine identique : les rejets atmosphériques des activités anthropiques. Cela plaide pour une stratégie de lutte commune. Cette approche intégrée est nécessaire, car certaines actions de réduction des émissions de CO_2 pourraient avoir des conséquences néfastes sur les émissions de polluants locaux. Par exemple, l'utilisation sans précautions de la biomasse comme source d'énergie peut entraîner des émissions importantes de particules.

Tout ceci révèle la pertinence du SRCAE dans son objectif de mise en cohérence des politiques climatiques, énergétiques et de qualité de l'air.

3 LES ENJEUX REGIONAUX

Les objectifs du SRCAE en matière de lutte contre le changement climatique et de réduction de la pollution atmosphérique, répondent à un certain nombre d'enjeux économiques, sociaux et environnementaux, selon une approche intégrée et dans une perspective de développement durable.

3.1 ENJEUX DE DEVELOPPEMENT DURABLE DU TERRITOIRE

3.1.1 ENJEUX ECONOMIQUES

La stratégie régionale définie par le SRCAE dans l'objectif de lutter contre le changement climatique et d'améliorer la qualité de l'air constitue une réelle opportunité pour le développement de l'économie, confrontée aujourd'hui à l'augmentation des prix des ressources fossiles – en cours de raréfaction – et plus généralement à une crise sans précédent.

Le développement des énergies renouvelables, la recherche d'une plus grande maîtrise de la demande énergétique et l'adaptation des territoires aux impacts négatifs et positifs du changement climatique, sont autant d'opportunités pour favoriser l'innovation, créer des emplois et renforcer la compétitivité régionale, tout en réduisant la dépendance du territoire aux énergies fossiles.

Cela se traduira par une mutation de certaines filières industrielles vers l'économie verte, et nécessitera des mesures de transition sociale en termes d'accompagnement, de reconversion, d'emploi, de formation.

3.1.2 ENJEUX SOCIAUX

Sur le plan social, le SRCAE constitue là encore une réelle opportunité pour améliorer la qualité de vie des habitants. Deux points peuvent notamment être soulignés :

- L'enjeu sanitaire : la réduction de la pollution atmosphérique aurait un impact très positif sur la santé des populations, notamment en milieu urbain, ce qui se traduirait notamment par une réduction des pathologies liées à la mauvaise qualité de l'air (asthme notamment) et une augmentation plus globale de l'espérance de vie.

- La lutte contre la précarité énergétique : les orientations stratégiques visant à renforcer la maîtrise de la demande en énergie dans le secteur résidentiel peuvent constituer une opportunité pour lutter contre cette précarité, en réduisant la consommation énergétique des ménages. Cela se traduit également par une réduction des émissions de polluants dans l'air.

3.1.3 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Le SRCAE répond également à des enjeux environnementaux (espaces naturels, biodiversité, ressources en eau…) en réduisant les pressions sur l'environnement, qu'il s'agisse de vulnérabilité au changement climatique ou de pollution atmosphérique.
Pour prendre un exemple, la réduction de l'étalement urbain, qui permet de diminuer les émissions de polluants liés aux transports et à un habitat individuel consommateur d'énergie, contribue également à la préservation des espaces agricoles et naturels.

3.2 LE CONTEXTE REGIONAL[6]

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est constituée de six départements : les Bouches-du-Rhône, le Vaucluse, le Var, les Alpes-Maritimes, les Alpes-de-Haute-Provence et les Hautes-Alpes. Elle comporte donc à la fois des zones littorales et des zones montagneuses.

Deux axes principaux structurent la région et en font un carrefour économique stratégique d'envergure européenne marqué par un fort trafic de marchandises et de personnes :

Les vallées du Rhône et de la Durance (axe nord-sud)
Le littoral méditerranéen (axe est-ouest)

À leur rencontre se trouve l'agglomération marseillaise, troisième aire urbaine française qui fait de Provence-Alpes-Côte d'Azur la seconde région la plus urbanisée de France. Sa position nodale lui confère par ailleurs un statut de zone stratégique pour de nombreuses activités économiques, en particulier industrielles et portuaires.

3.2.1 CADRE GEOGRAPHIQUE

Entre les Alpes et la Méditerranée, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est marquée par d'importants contrastes, avec trois grands milieux géographiques :

- Le littoral méditerranéen : marqué par un fort dynamisme économique et démographique, en particulier dans les Bouches du Rhône.
- Les vallées du Rhône et de la Durance, également dynamiques sur le plan économique et de la production énergétique et constituant d'importantes voies de circulation. On notera l'exception camarguaise dans le delta du Rhône, espace naturel remarquable où les activités humaines sont très limitées.
- L'arrière-pays provençal et les Alpes : beaucoup moins peuplés, ces territoires marqués par la déprise agricole voient la forêt gagner du terrain. Selon les zones, on observe également un phénomène de périurbanisation. Le patrimoine naturel y est particulièrement remarquable : les parcs nationaux du Mercantour et des Écrins en témoignent amplement.

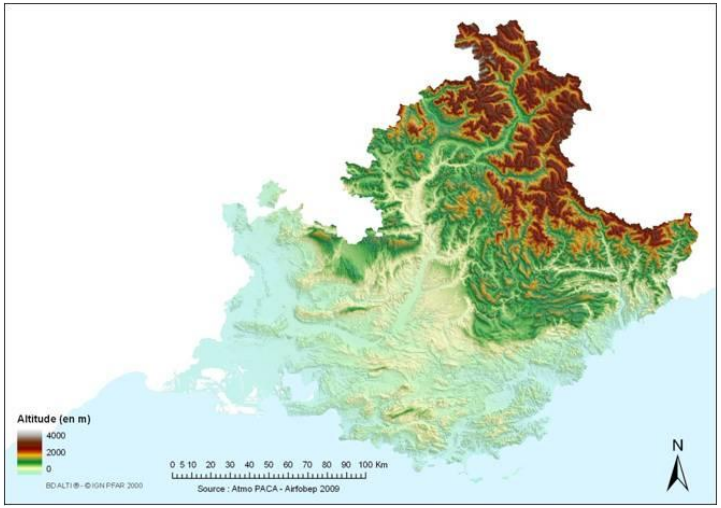


Figure 8 : Relief de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : Plateforme interrégionale de simulation et de prévision de la qualité de l'air).

[6] *Sources :*
Portrait régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, INSEE, 2010
Accessibilité et caractéristiques socio-économiques des territoires de Provence-Alpes-Côte d'Azur, DRE et Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2008
Diagnostic du Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2006

3.2.2 CLIMAT ET METEOROLOGIE EN REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Le contraste du contexte climatique fait écho à celui du relief en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. On distingue ainsi deux grandes zones climatiques :

- Le littoral et la zone provençale, marqués par un climat méditerranéen. L'ensoleillement qui caractérise cet espace le rend vulnérable à la pollution atmosphérique et en particulier à l'ozone, en l'absence de vent.

- Les Alpes, marquées par un climat montagnard, qui explique notamment des consommations d'énergie plus élevées dans les bâtiments.

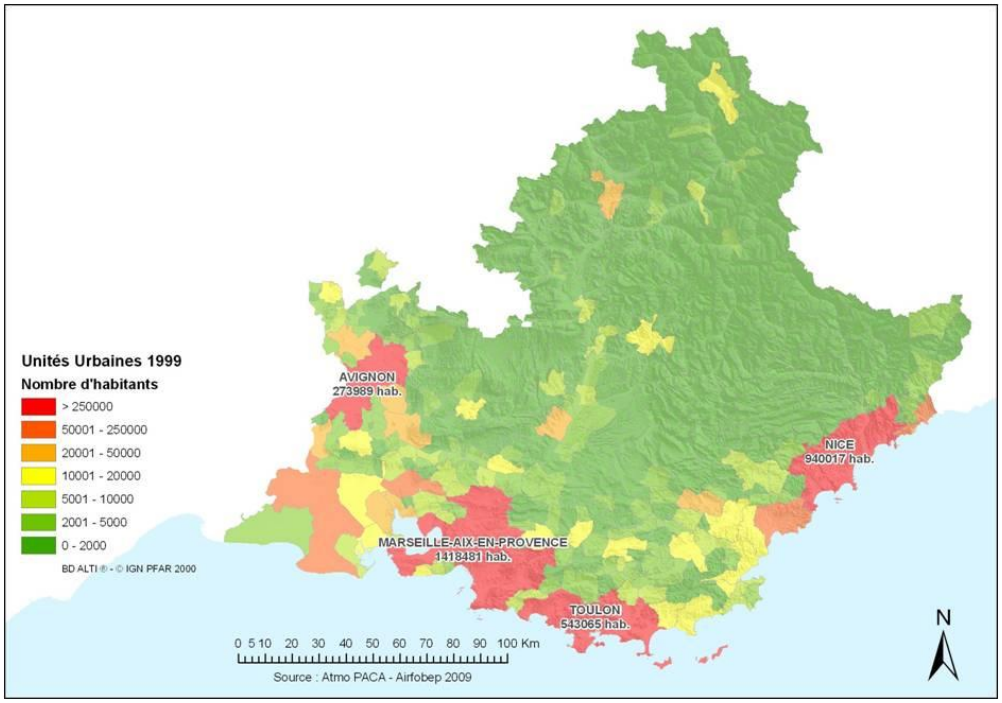
Les différents vents caractéristiques de la région (mistral, lombarde, levant, etc.) influencent la sensibilité du territoire aux pollutions atmosphériques en déplaçant les masses d'air : de l'étang de Berre vers l'intérieur des terres, ou de la plaine du Pô en Italie vers le littoral méditerranéen par exemple.

3.2.3 CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Démographie

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est la troisième région française sur le plan démographique (4,8 millions d'habitants en 2007) et apparaît comme l'une des plus dynamiques en raison de son attractivité économique. Ainsi, 10% des habitants sont des nouveaux arrivants (dans la région depuis moins de 5 ans) et plus de la moitié d'entre eux sont des actifs. On attend cependant un essoufflement de ce dynamisme démographique dans les décennies à venir, accompagné d'un vieillissement marqué de la population : selon les prévisions de l'INSEE, en 2040, un habitant sur trois aura 60 ans ou plus.

Au plan géographique, on distingue une fracture entre un littoral et une vallée du Rhône très peuplés et urbanisés (73% de la population régionale vit à moins de 20 km de la mer) et des départements alpins où la densité de population est plus faible. On notera toutefois que ces espaces ruraux connaissent actuellement un certain renouveau démographique.



L'attractivité touristique de la région fait doubler la population côtière pendant l'été. Ainsi, la fréquentation touristique moyennée sur l'année représente l'équivalent de près de 400 000 habitants permanents, soit 8% de sa population[7].

Figure 9 : Aires urbaines de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : INSEE, 2007)

[7] *Mobilité touristique et population présente, Direction du Tourisme, 2005.*

Activités économiques

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur produit environ 7% de la richesse nationale. Elle se caractérise par une part très importante des activités tertiaires publiques et privées (plus de 80 % de l'emploi salarié en 2008 et 80 % de la valeur ajoutée régionale en 2006) et de l'industrie (10% de l'emploi salarié en 2008 et 11 % de la valeur ajoutée brute régionale en 2006).

L'agriculture de la région est spécialisée dans la viticulture, les productions maraîchères et l'élevage ovin. Si l'agriculture représente un peu moins de 1 % des emplois salariés en Provence-Alpes-Côte d'Azur, c'est la deuxième région française, après Languedoc-Roussillon pour la part de la superficie agricole utilisée pour les vignes et la première pour les cultures fruitières.

Entre 1999 et 2008, le taux de croissance annuel régional de l'emploi a été supérieur au taux national. La construction, les services et le commerce sont les trois moteurs de cette croissance, l'emploi s'étant maintenu dans l'industrie. En 2008, la crise économique a cependant fortement impacté l'économie régionale comme l'économie nationale. Le taux de chômage reste élevé dans la région : en 2009, il a franchi la barre des 11 %.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les travaux conduits par l'INSEE mettent en évidence jusqu'à 152 000 emplois liés au tourisme au plus haut de la saison et près de 82 000 en basse saison.

En termes de poids dans l'activité économique de la région, l'emploi touristique de la région représente 7,3% de l'emploi salarié total.

4 BILAN ENERGETIQUE : CONSOMMATIONS FINALES ET PRODUCTIONS REGIONALES

4.1 CONSOMMATIONS D'ENERGIE FINALE

Le bilan des consommations d'énergie finale régionales est présenté pour l'année de référence 2007, sur la base des données du SOeS et des données plus détaillées fournies par la base Energ'air.

Selon le SOeS, la consommation finale régionale s'élève à 12,7 Mtep en 2007 (Millions de tonnes équivalent pétrole), hors raffinage et production d'électricité, ce qui équivaut à 148 TWh (Térawattheures). Cette consommation place la région Provence-Alpes-Côte d'Azur parmi les régions françaises les plus consommatrices d'énergie (troisième région après l'Île-de-France et Rhône-Alpes, à égalité avec le Nord-Pas de Calais). La consommation finale régionale représente 8% des consommations finales métropolitaines, une proportion équivalente à celle de la population.

La consommation d'énergie finale régionale est évaluée à 13,8 Mtep dans la base Energ'air. Ce chiffre s'entend hors activités de raffinage (considérées comme faisant partie des industries de production d'énergie), et hors transport aérien et maritime (qui ne font pas partie du périmètre du SRCAE).

L'essentiel de l'écart entre ce chiffre et celui du SOeS est dû au secteur industriel, évalué de façon plus précise dans la base Energ'air que dans le bilan du SOeS.

Les différentes sources de données disponibles

Le bilan des consommations d'énergie régionales est réalisé à travers plusieurs sources de données :

- ***Le service de l'observation et des statistiques du Ministère de l'Ecologie (SOeS)** établit à un rythme annuel un bilan des consommations énergétiques régionalisé. Ce bilan détaille les consommations finales par secteur et par énergie. Les données sont disponibles à l'année n+2.*
- ***L'observatoire régional de l'énergie de Provence-Alpes-Côte d'Azur (ORE)** établit également chaque année un bilan des consommations finales régionales. L'observatoire régional permet de mobiliser des sources d'information locales et d'offrir une bonne réactivité (données disponibles à l'année n+1). Cependant du fait d'évolutions méthodologiques au fil des années, les données du bilan de l'ORE ne permettent pas de suivre précisément l'évolution des consommations énergétiques.*
- ***La base de données Energ'air** : Air PACA, missionné par l'ORE, a réalisé pour les années de référence 2004 et 2007 un bilan détaillé des consommations régionales d'énergie, et des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) et de polluants, le tout à l'échelle communale. Ce bilan présente une différence avec le total de l'ORE et avec celui du SOeS, principalement en raison de la prise en compte plus complète des données déclaratives de consommation de l'industrie, et de l'intégration de l'activité raffinage au bilan de l'industrie (non pris en compte par le SOeS).*

Pour l'industrie, la base Energ'air peut être considérée comme la source la plus fiable, mais la méthodologie utilisée est trop lourde pour permettre une mise à jour annuelle dans des délais courts. La consommation finale régionale évaluée par Energ'air en 2007 s'élève ainsi à 15,9 Mtep hors transport aérien et maritime (non inclus dans le périmètre du SRCAE), et hors production d'électricité, mais en incluant l'activité de raffinage.

Dans le présent bilan, les données du SOeS sont utilisées pour mettre en évidence les évolutions depuis 1990 et pour effectuer des comparaisons avec la situation nationale.

Les données Energ'air sont utilisées pour présenter des bilans plus détaillés (par département notamment).

La base Energ'air présente un total supérieur de 1,2 Mtep à celui du SOeS pour la consommation industrielle (différence méthodologique), hors activités de raffinage (dont la consommation est évaluée à 2,1 Mtep dans la base Energ'air mais n'est pas prise en compte par le SOeS).

Energie primaire, énergie finale : définitions

L'énergie primaire *correspond à des produits énergétiques « bruts » dans l'état (ou proches de l'état) dans lequel ils sont fournis par la nature : charbon, pétrole, gaz naturel, bois (également déchets combustibles qui sont fournis par les activités humaines).*

L'énergie finale *ou disponible est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer...).*

Facteur 2,58 *: la transformation d'énergie primaire (nucléaire, chimique, mécanique ou thermique) en électricité s'accompagne de pertes. Ainsi pour produire une quantité donnée d'énergie électrique au moyen d'une centrale nucléaire ou une centrale thermique, il faut consommer environ 3 fois plus d'énergie primaire.*
S'agissant de la production hydraulique, éolienne, et photovoltaïque, on considère par convention que l'électricité produite équivaut à de l'énergie primaire.
En moyenne sur l'ensemble des installations de production française, la production d'une unité d'énergie électrique nécessite 2,58 unités d'énergie primaire, soit un rendement d'environ 39%.

Eprimaire = (1 / 38,75 %) x Efinale = 2,58 x Efinale

4.1.1 BILAN DES CONSOMMATIONS PAR SECTEUR

Consommations par secteur

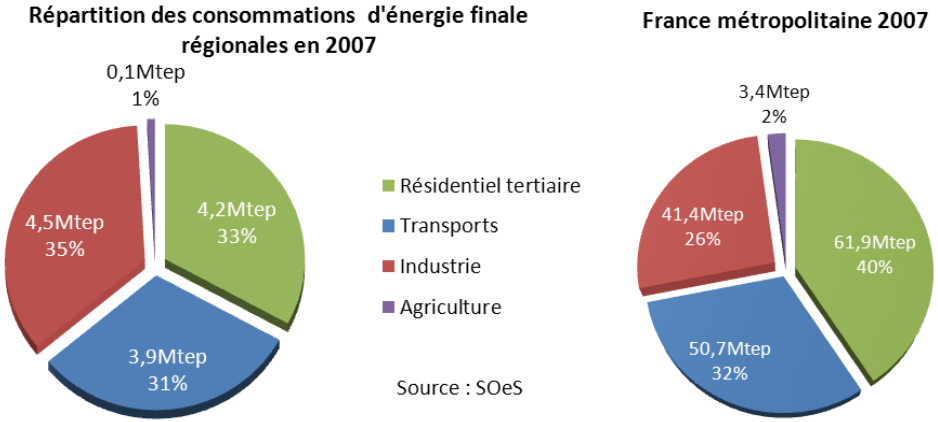


Figure 10 : Répartition des consommations par secteur en région et en France (Source : SOeS)

Les consommations énergétiques finales sont également réparties entre les secteurs du transport, de l'industrie et de l'habitat / tertiaire.
Le secteur de **l'industrie** est plus prégnant en Provence-Alpes-Côte d'Azur qu'au niveau national du fait de la présence de grandes infrastructures sur le territoire, notamment autour de l'étang de Berre.
Lié à la fois aux fonctions nationales et internationales qu'assure la région en termes de logistique, à la mobilité des résidents – au sein de laquelle les transports en commun sont peu présents – et aux déplacements touristiques, le secteur des **transports** est également fort consommateur d'énergie.
Enfin en raison d'une forte présence industrielle et d'un moindre besoin en chauffage, le secteur **résidentiel - tertiaire** représente une part des consommations inférieure à celle du niveau national mais néanmoins importante.

Le bilan réalisé par Air PACA dans le cadre de la base de données Energ'air aboutit à des parts par secteur légèrement différentes, du fait du poids plus important des consommations du secteur industriel (5,7 Mtep selon la base de données Energ'air en incluant le traitement des déchets pour 0,2 Mtep, pour 4,5 Mtep estimés par le SOeS).

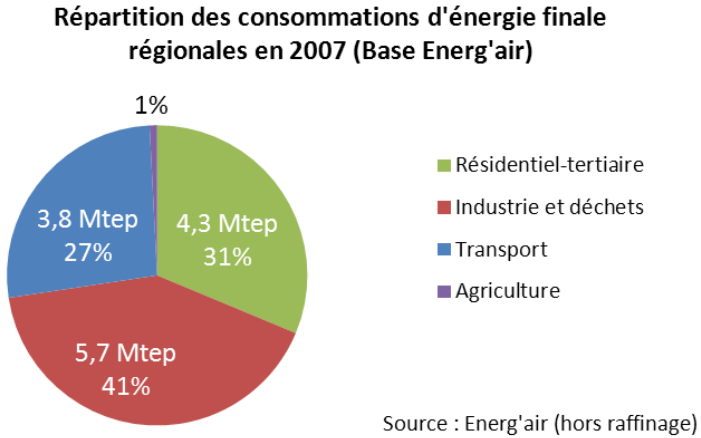


Figure 11 : Répartition des consommations finales par secteur (Source : Energ'air)

Pour l'ensemble du document, l'estimation réalisée par Energ'air constitue la base de travail. Elle est notamment utilisée comme point de départ pour l'ensemble des scénarios d'évolution des consommations d'énergie par secteur.

Les données du SOeS sont utilisées uniquement pour mettre en évidence les tendances depuis 1990 ou pour comparer la situation régionale à la moyenne nationale.

Évolution des consommations par secteur

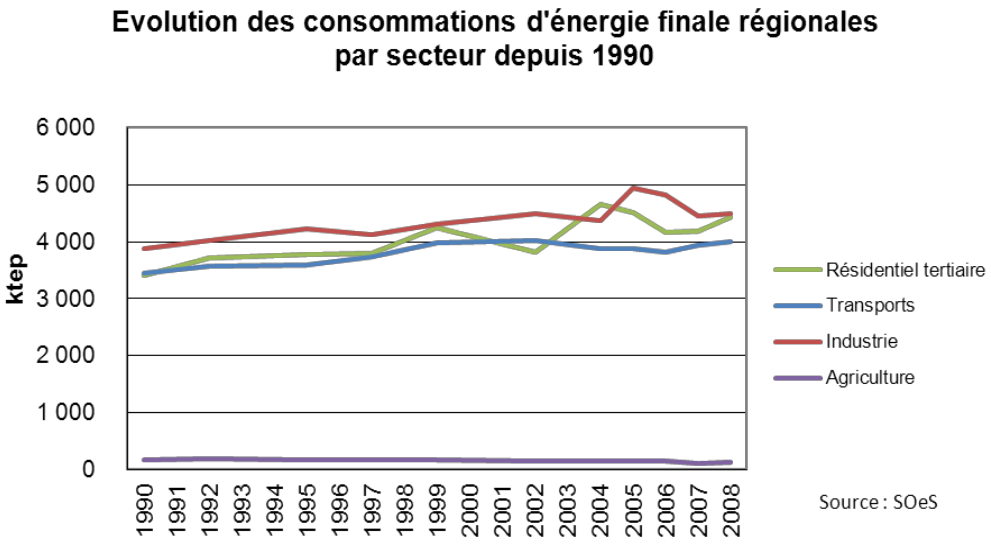


Figure 12 : Évolution de la consommation d'énergie finale par secteur depuis 1990 (Source : SOeS)

L'évolution des consommations finales régionales depuis 1990 a globalement suivi la même tendance qu'au niveau national, soit une augmentation de 19% entre 1990 et 2008.

Cette augmentation est répartie différemment selon les secteurs. À l'échelle régionale comme au plan national, ce sont principalement les secteurs du résidentiel-tertiaire et des transports qui portent la croissance des consommations énergétiques. Même si cette croissance s'est ralentie au cours de la dernière décennie, ces secteurs sont les principaux concernés par les enjeux de maîtrise de la demande en énergie.

La consommation régionale d'énergie dans l'industrie est très dépendante de quelques très grosses industries fortement consommatrices, ainsi son évolution est difficilement prévisible.

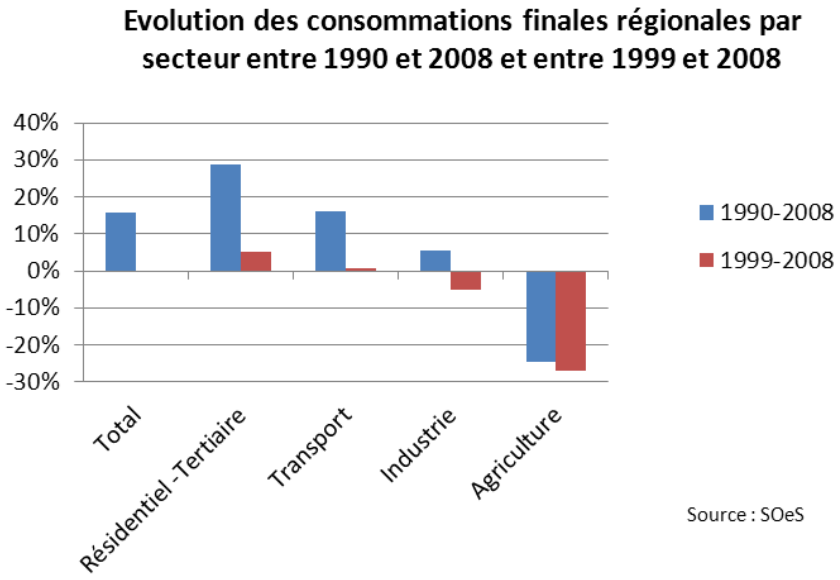


Figure 13 : Évolution des consommations finales par secteur entre 1990 et 2008 (Source : SOeS)

Consommations par habitant

La consommation finale régionale par habitant estimée par le SOeS est légèrement supérieure à la moyenne nationale, soit 2,7 tep/habitant, avec toutefois une consommation par habitant inférieure à la moyenne nationale dans le résidentiel – tertiaire (climat doux sur la bande littorale où réside la plus grande part de la population), et supérieure à la moyenne nationale dans l'industrie.

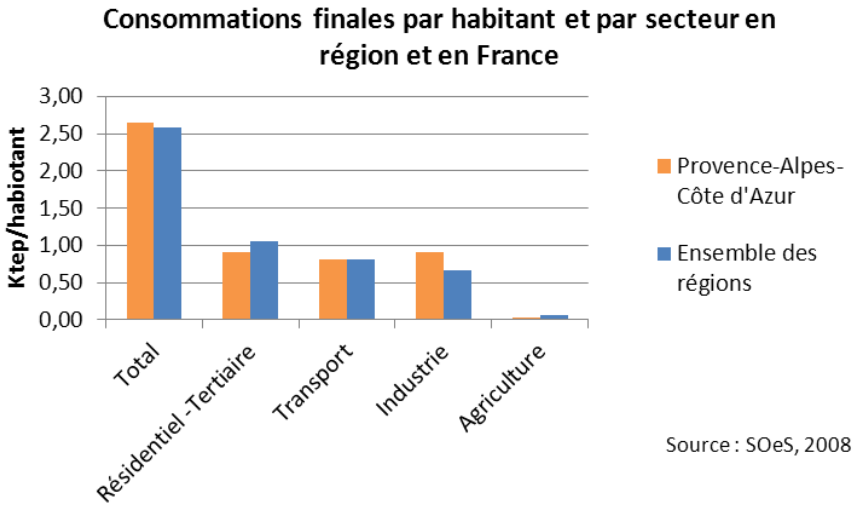


Figure 14 : Consommations finales d'énergie par habitant en région et en France (Source : SOeS)

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur se caractérise par un fort dynamisme démographique (+ 15% entre 1990 et 2008 contre + 10% pour l'ensemble de la France) qui explique en partie la croissance des consommations énergétiques.
Par ailleurs Provence-Alpes-Côte d'Azur est la 1e région touristique française. Cette fréquentation touristique a un impact sur les consommations du secteur des transports et des bâtiments tertiaires notamment (hébergements touristiques).

Entre 1990 et 2008, les consommations par habitant ont augmenté de 12% dans le résidentiel-tertiaire (contre 14% en moyenne nationale), et n'ont augmenté que de 1% dans les transports (contre 11% en moyenne nationale).

Entre 1999 et 2008, les consommations par habitant ont diminué de 3% dans le résidentiel-tertiaire (équivalent à la moyenne nationale), et ont diminué de 7% dans les transports (une baisse plus rapide que la moyenne nationale).

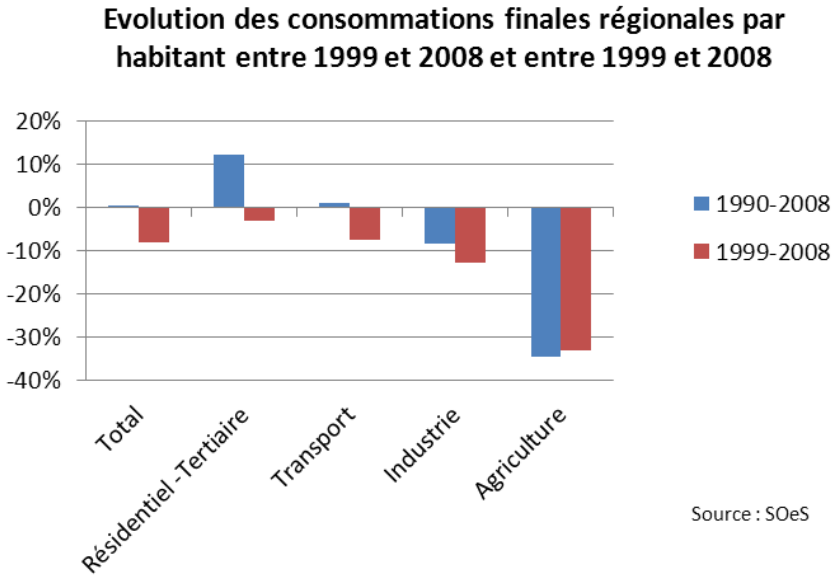


Figure 15 : Évolution des consommations finales par habitant entre 1990 et 2008 (Source : SOeS)

Spécificités départementales

Pour le résidentiel-tertiaire et pour le transport, les graphiques ci-dessous mettent en évidence les spécificités départementales.

Bâtiments :

Une consommation par habitant supérieure à la moyenne nationale dans les Hautes-Alpes (fréquentation touristique importante et climat froid), alors qu'elle est égale ou légèrement inférieure à la moyenne nationale dans les autres départements (climat favorable).

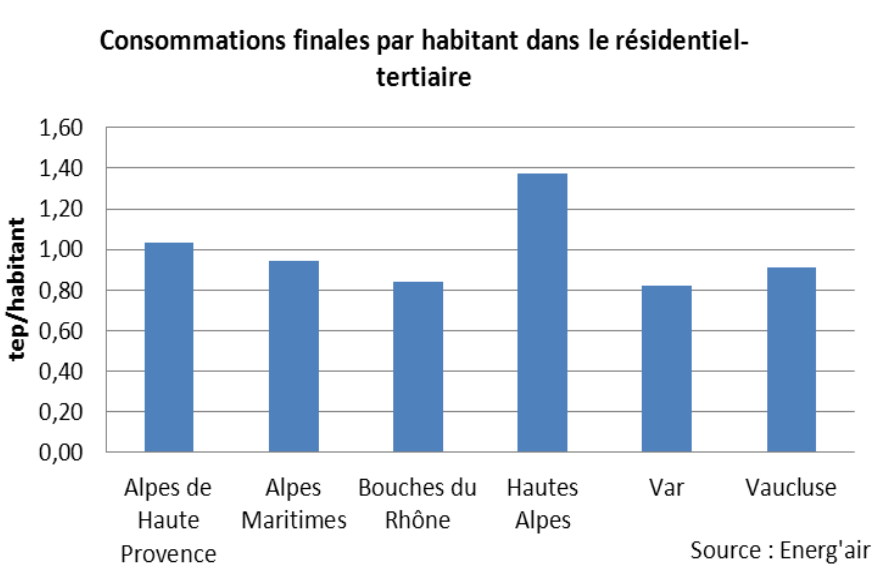


Figure 16 : Consommations par habitant dans le secteur résidentiel-tertiaire (Source : Energ'air)

Transports :

La consommation par habitant pour les transports est supérieure à la moyenne nationale dans les Alpes-de-Haute-Provence et les Hautes-Alpes (fréquentation touristique importante en comparaison de la population permanente), et inférieure à la moyenne nationale dans les Alpes-Maritimes (diminution de mobilité quotidienne, mise en évidence dans la dernière Enquête Ménages Déplacements).

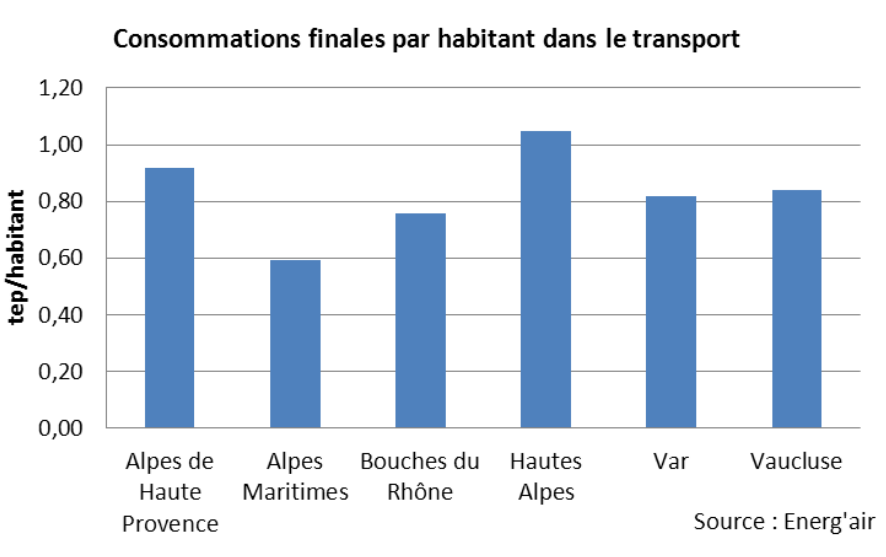


Figure 17 : Consommations par habitant dans le secteur des transports (hors transport aérien et maritime) (Source : Energ'air)

L'Enquête Ménages Déplacements menée dans le département des Alpes Maritimes montre ainsi que la mobilité a diminué de 13% entre 1998 et 2009, alors qu'elle a stagné dans la région de Toulon et augmenté dans les Bouches-du-Rhône. Cette baisse s'explique notamment par des changements de comportements (rationalisation des déplacements, diminution des retours le midi …).

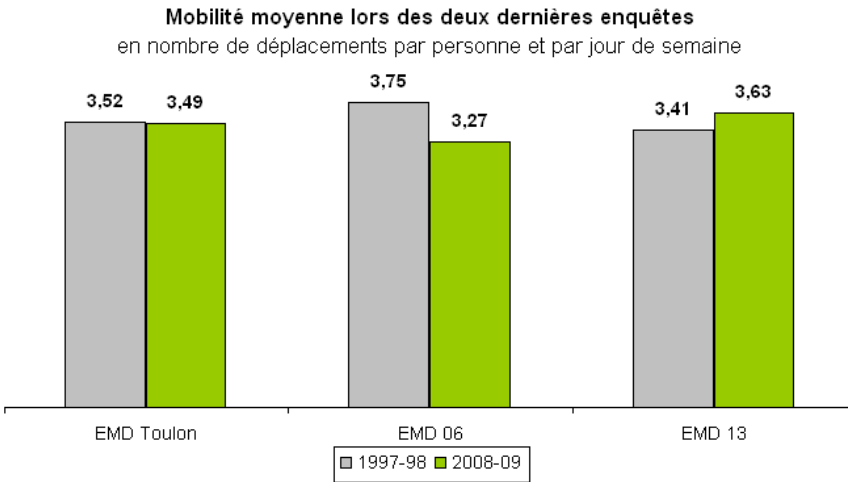


Figure 18 : Évolution de la mobilité entre 1998 et 2009 en nombre de déplacements par personne (Source : EMD06, 83 et 13)

Le graphique ci-dessous met en évidence les consommations finales par habitant (en tonne équivalent pétrole) de chaque secteur selon les départements et pour l'ensemble de la région :

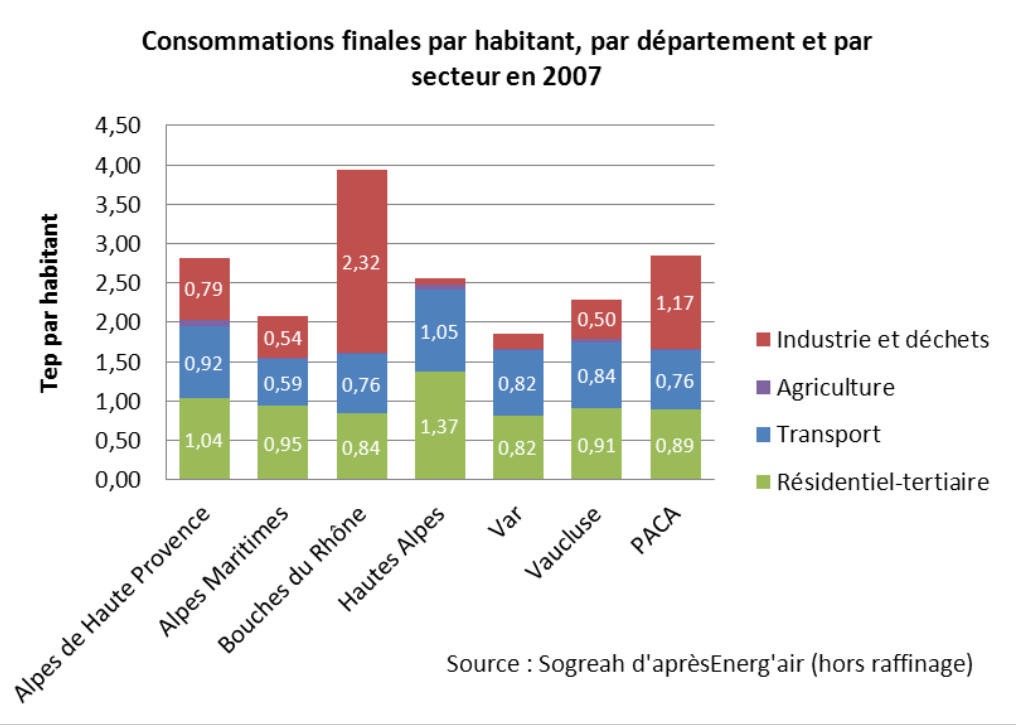


Figure 19 : Synthèse des consommations finales par habitant et par département (Source : Energ'air, hors raffinage)

Consommations par département et par secteur

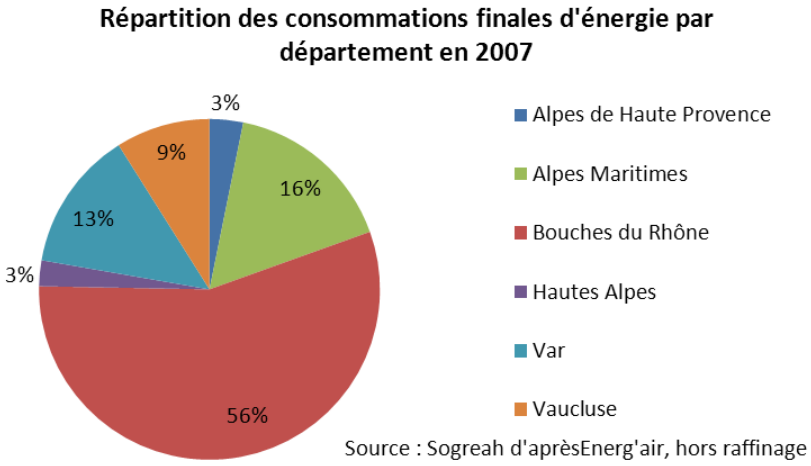


Figure 20 : Répartition des consommations finales par département (Source : Energ'air, hors raffinage)

Les Bouches-du-Rhône représentent une part prépondérante des consommations finales, en raison du poids de l'industrie, qui représente 58% des consommations finales de ce département (hors raffinage).

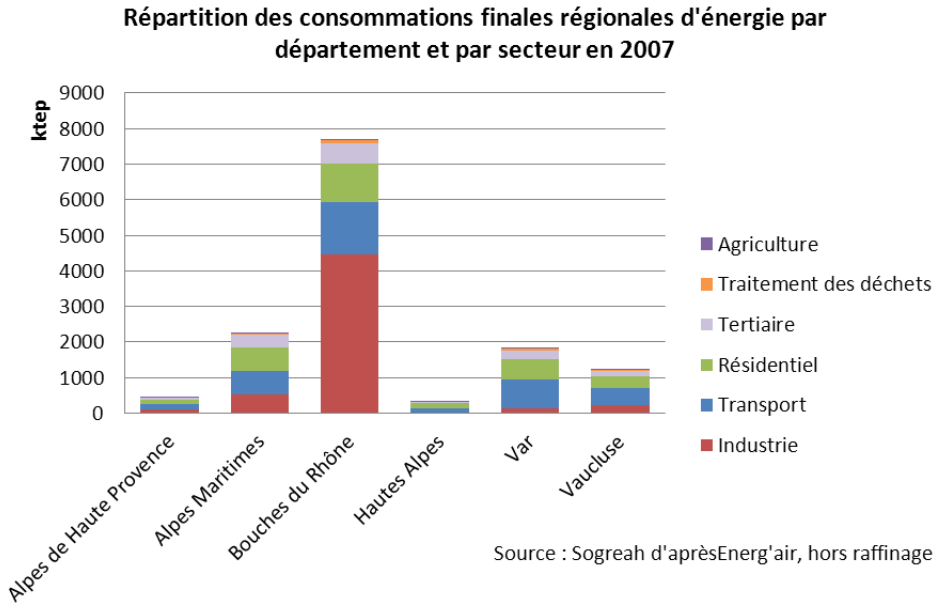
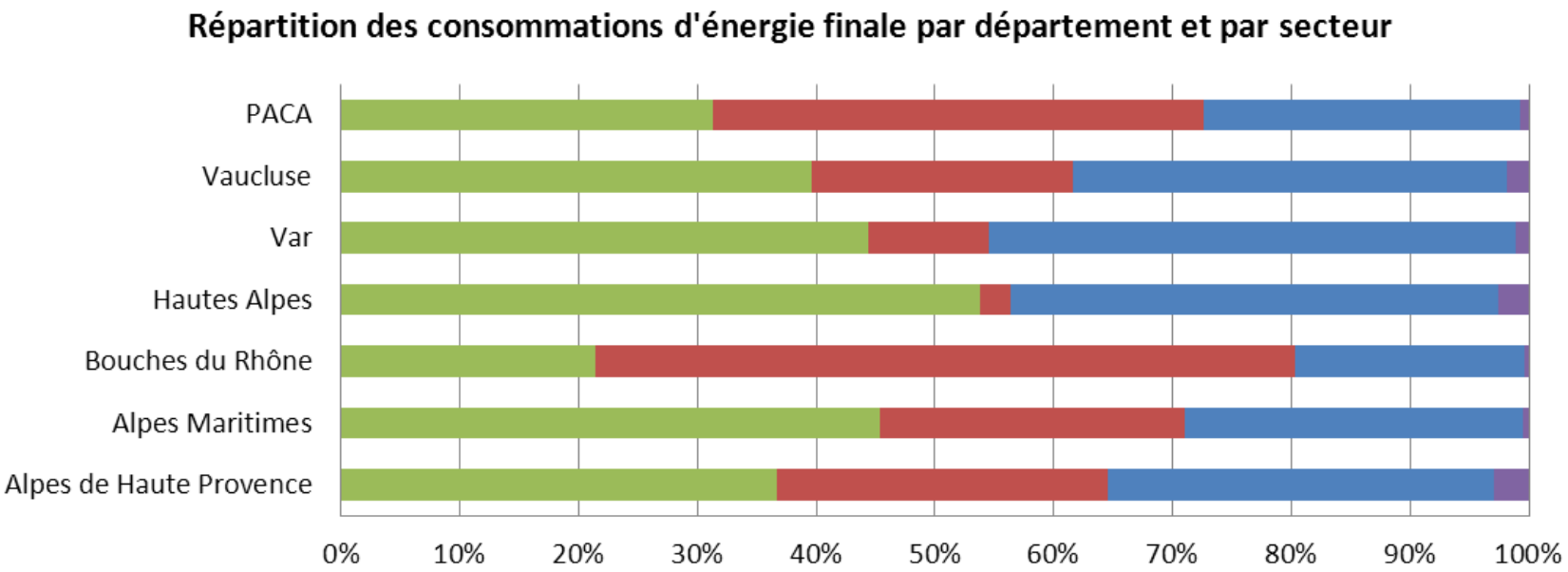


Figure 21 : Consommations par département et par secteur (Source : Energ'air, hors raffinage)



Source : Energ'air, hors raffinage	Alpes de Haute Provence	Alpes Maritimes	Bouches du Rhône	Hautes Alpes	Var	Vaucluse	PACA
Résidentiel-tertiaire	37%	45%	21%	54%	44%	40%	31%
Industrie et déchets	28%	26%	59%	3%	10%	22%	41%
Transport	32%	28%	19%	41%	44%	37%	27%
Agriculture	3%	1%	0%	3%	1%	2%	1%

Figure 22 : Consommations par département et par énergie (en %) (Source : Energ'air)

Alpes-de-Haute-Provence, Alpes-Maritimes et Vaucluse ont un profil comparable en termes de répartition des consommations par secteur.
Hautes-Alpes et Var se distinguent par une part très faible de l'industrie dans les consommations finales (respectivement 3% et 10%).

4.1.2 BILAN DES CONSOMMATIONS PAR SOURCE D'ENERGIE

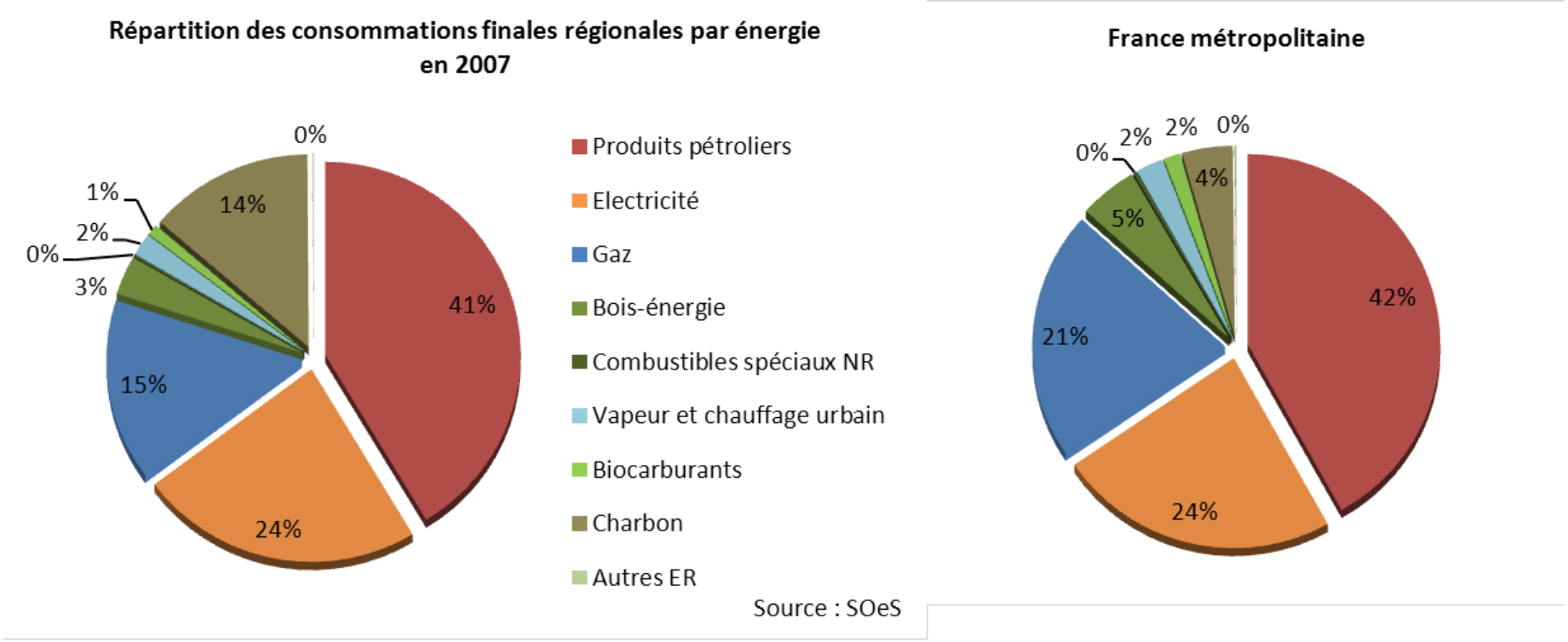


Figure 23 : Répartition des consommations finales par source d'énergie (Source : SOeS)

Les produits pétroliers représentent une part prépondérante des consommations, en lien avec la part des transports dans les consommations finales régionales.
Le poids important de la consommation de charbon en énergie finale est essentiellement lié à la présence sur le territoire du site sidérurgique d'Arcelor Mittal.

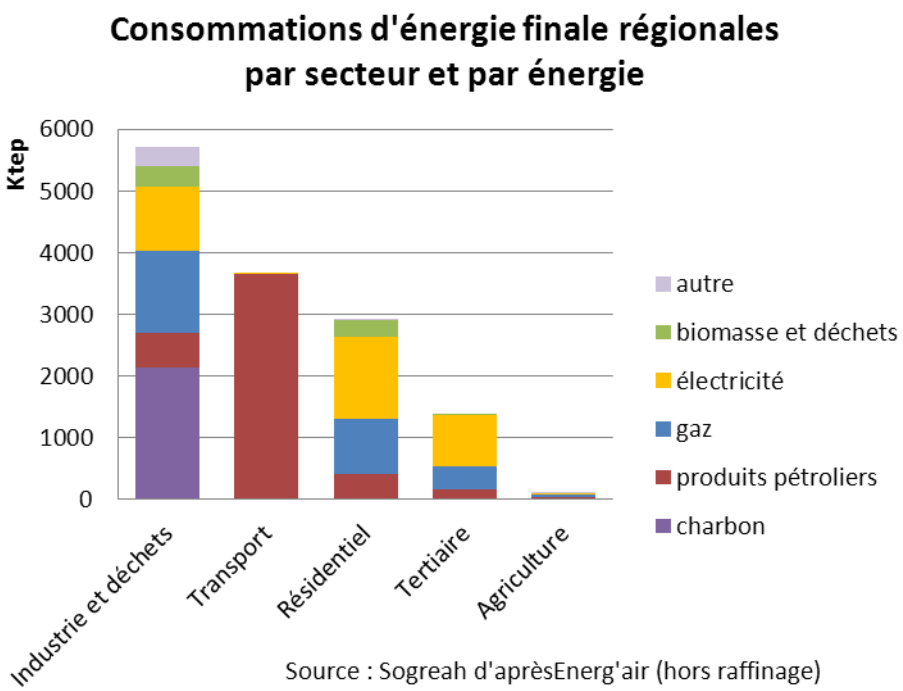


Figure 24 : Répartition des consommations par secteur et par énergie (Source : Energ'air, hors raffinage)

Les consommations par secteur illustrent la part prépondérante du charbon dans le secteur industriel. Il faut noter la part importante de l'électricité dans la consommation énergétique des secteurs résidentiel et tertiaire, en lien avec la forte présence du chauffage électrique en région et avec l'augmentation des consommations d'électricité spécifique.

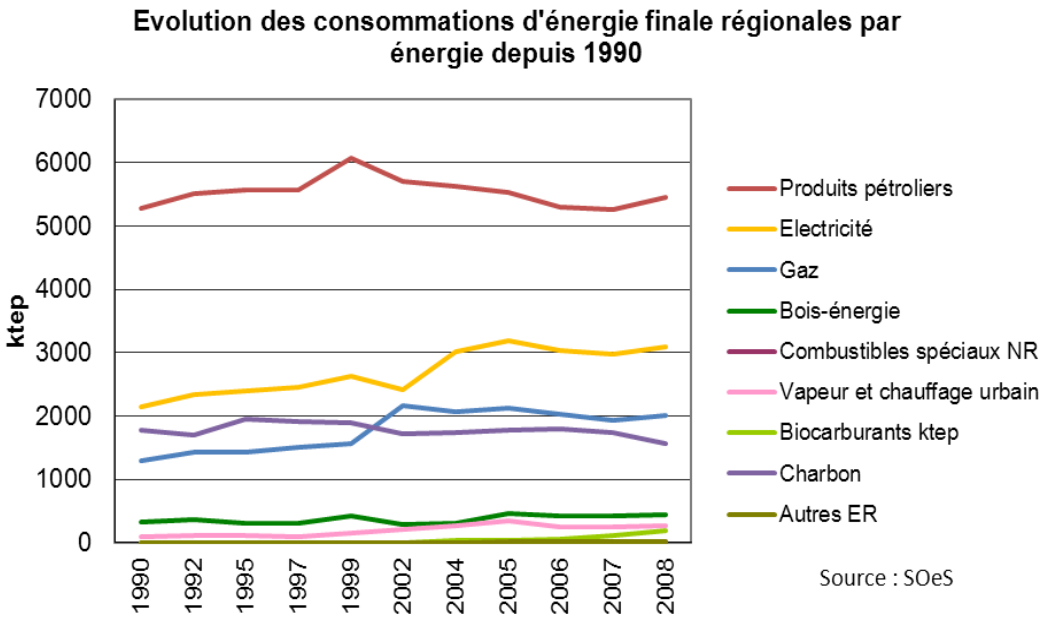


Figure 25 : Évolution des consommations finales par source d'énergie depuis 1990 (Source : SOeS)

Les courbes d'évolution depuis 1990 mettent en évidence une tendance à la diminution des produits pétroliers, une forte augmentation de l'électricité, et dans une moindre mesure, du gaz.

La courbe montre une stabilisation des consommations d'électricité, mais selon les données de RTE, qui ne prennent pas en compte l'auto-consommation d'électricité par les industries, la consommation d'électricité régionale s'est accrue de 4,3% entre 2004 et 2009, portée par la hausse des consommations du secteur résidentiel et tertiaire.

Spécificités départementales

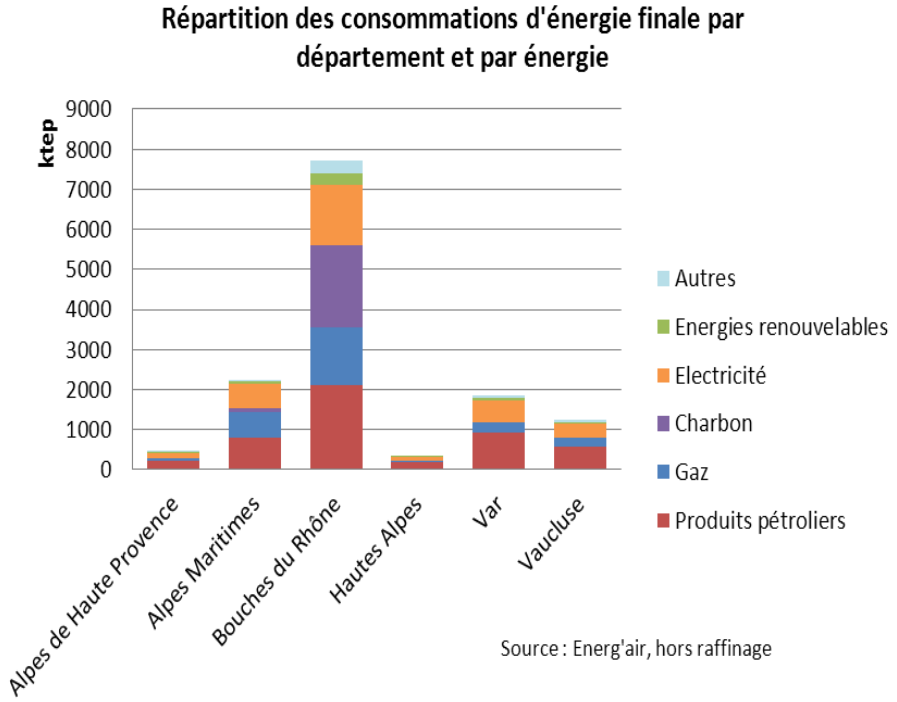


Figure 26 : Répartition des consommations d'énergie par département et par énergie (Source : Energ'air, hors raffinage)

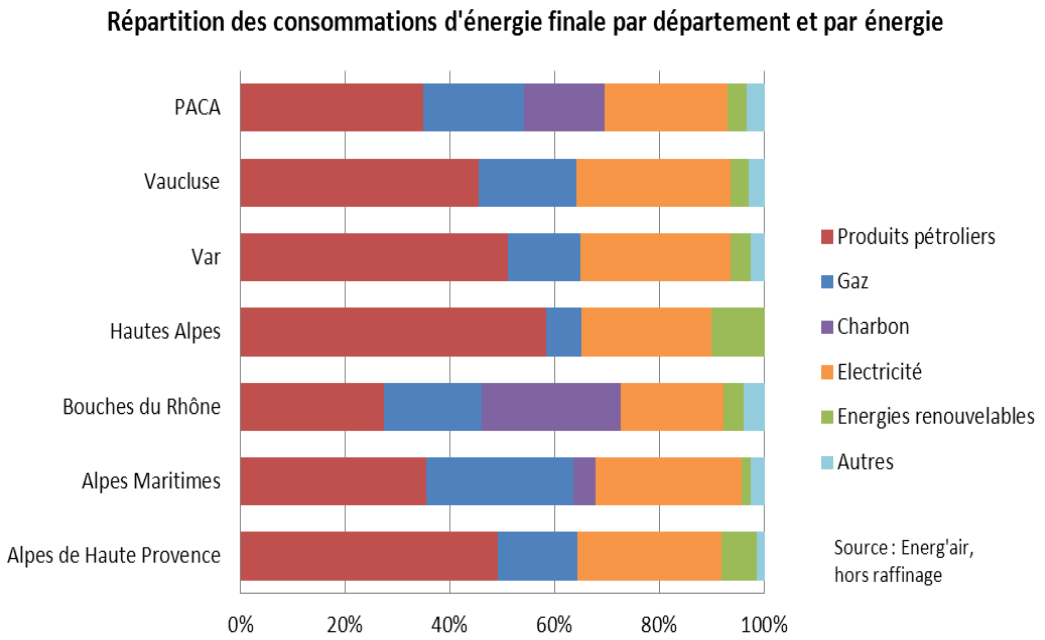


Figure 27 : Répartition des consommations d'énergie par département et par énergie (Source : Energ'air, hors raffinage)

4.2 PRODUCTIONS D'ENERGIE

Définition du périmètre

Le décret d'application de la loi Grenelle II indique que le SRCAE traite du « potentiel de développement de chaque **filière d'énergie renouvelable terrestre et de récupération** ». Les énergies marines et l'éolien off-shore sont donc exclus de son périmètre, bien qu'elles présentent des potentiels intéressants pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les énergies renouvelables terrestres et de récupération prises en compte dans le SRCAE sont :

- **L'énergie éolienne**
- **L'énergie solaire**
- **La géothermie**
- **L'aérothermie**
- **L'hydrothermie**
- **L'hydroélectricité**
- **L'énergie issue de la biomasse**
- **L'énergie issue des déchets, y compris le biogaz (gaz de décharge, gaz de stations d'épuration d'eaux usées)**

Ces différentes sources produisent soit de la chaleur, soit de l'électricité, soit les deux (on parle alors de cogénération).

4.2.1 ÉLEMENTS GENERAUX SUR LE SYSTEME ENERGETIQUE REGIONAL

La production régionale d'énergie

La production d'énergie primaire

La production d'énergie primaire régionale est à 100% renouvelable, du fait de l'absence de gisements d'énergie fossile sur le territoire.
Elle représente 1,3 Mtep en 2007. La première source d'énergie primaire régionale est l'hydroélectricité grâce aux installations de la chaîne Durance-Verdon, des Alpes-Maritimes et de la vallée du Rhône. La production d'énergie à partir de bois se place en seconde position. Le potentiel de ce type de production est important mais il est limité par le manque de structuration de la filière. En 3ème position depuis 2010, mais ne représentant encore qu'1% de la production régionale d'énergie, l'énergie solaire a connu un fort développement qui place la région en pointe dans ce domaine. Elle est ainsi devenue la première région solaire en termes de puissance installée.

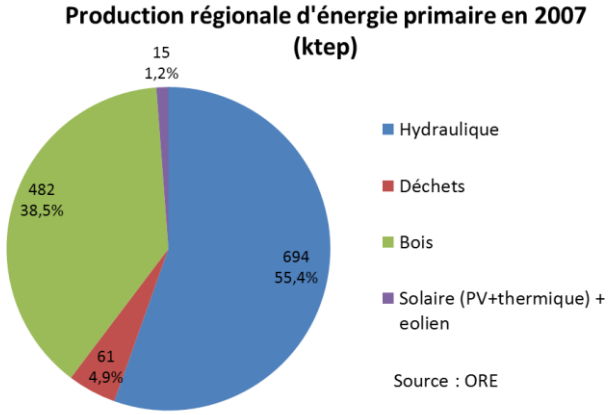


Figure 28 : Production régionale d'énergie primaire en 2007 (Source : ORE)

La production d'électricité

La production d'électricité régionale a représenté 14 TWh (1,2 Mtep) en 2007, soit 34% des consommations électriques régionales. Elle est assurée à 60% par des énergies renouvelables, au premier rang desquelles figure l'énergie hydraulique.

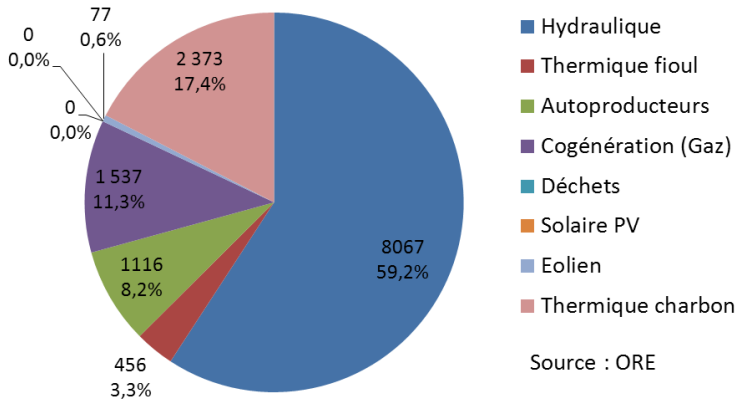


Figure 29 : Production régionale d'électricité en 2007 (Source : ORE)

La production **d'électricité thermique** est réalisée principalement à partir de combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz), elle s'est élevée en 2007 à 4350 GWh, pour une puissance installée de 3300 MW.

La production se répartit entre différentes installations :

- Quatre centrales à flamme situées à Meyreuil, Ponteau près de Martigues et deux à Fos-sur-Mer
- Cinq incinérateurs régionaux (Fos : 410 000 t/an de déchets pour une production de 200GWh/an, Toulon : 250 000 t/an – 93 GWh/an, Nice : 300 000 t/an – 45 GWh/an, Antibes : 70 000 t/an – 75 GWh, Vedène : 137 000 tonnes/an – 62 GWh/an)
- De nombreux industriels sont auto-producteurs d'électricité.

La faiblesse de la production électrique régionale induit une très forte dépendance aux importations depuis le réseau national : l'apport national représentait 66% des consommations électriques en 2007 (chiffre ORE).

Compte-tenu de la configuration du réseau électrique, cette situation accentue la **problématique de fragilité électrique de l'Est de la région.** La production locale d'énergie est l'un des piliers de la solution de sécurisation électrique retenue.

De nouveaux moyens de production pour le territoire

Les années 2009 et 2010 ont été marquées par l'ouverture de deux nouveaux sites de production : les centrales de Cycofos et Combigolfe. Toutes deux gérées par GDF SUEZ, ces centrales en cycle combiné gaz disposent respectivement d'une puissance de 487 MW et 435 MW.
La transformation de plusieurs installations existantes est également prévue. La modernisation de la centrale EDF de Ponteau (migration de cette centrale fioul vers un cycle combiné gaz) doit s'achever courant 2012. De même, E-ON, propriétaire de la centrale de Provence (Gardanne/Meyreuil) a programmé la transformation d'une des tranches fonctionnant au charbon en production d'électricité à partir de bois.[8]

***Les centrales à cycle combiné** utilisent le gaz naturel comme combustible dans un système de production d'électricité en deux étapes. Dans un premier temps, le gaz naturel fait fonctionner une turbine et un générateur. Ensuite les gaz chauds d'échappement de la première turbine sont utilisés pour produire de la vapeur qui est à son tour dirigée vers une deuxième turbine et un deuxième générateur. Elles permettent donc un meilleur rendement.*

[8] *Source : ORE, plaquette 2011*

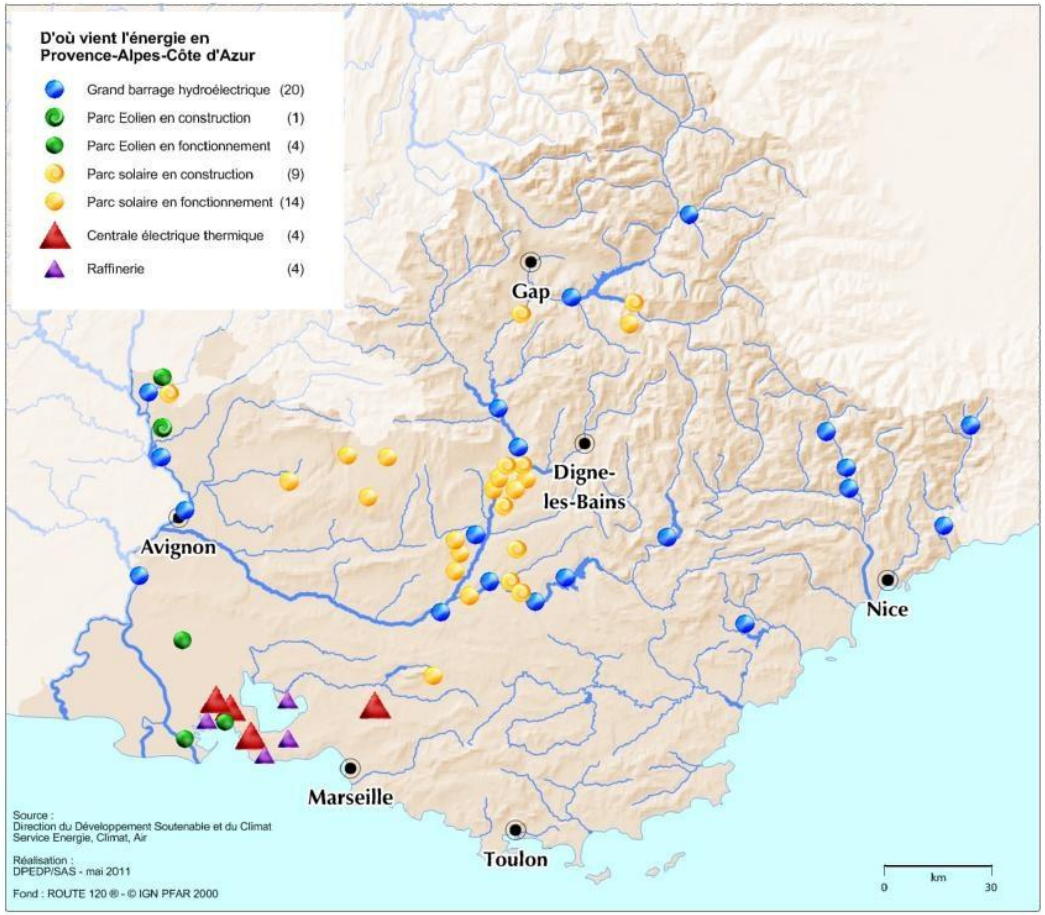


Figure 30 : Sites de production d'énergie en région (Source : Région Provence-Alpes-Côte d'Azur)

La région ne produit pas d'énergie fossile mais **le port de Marseille est un important point de transit pour les énergies fossiles** (40% des importations françaises d'hydrocarbures transitent par le port de Marseille[9]), **et 4 raffineries sont installées autour de l'Étang de Berre**.

Bilan énergétique de la production régionale d'électricité et de chaleur

Les combustibles consommés pour la production d'électricité et de chaleur représentent 1,3Mtep d'énergie primaire.

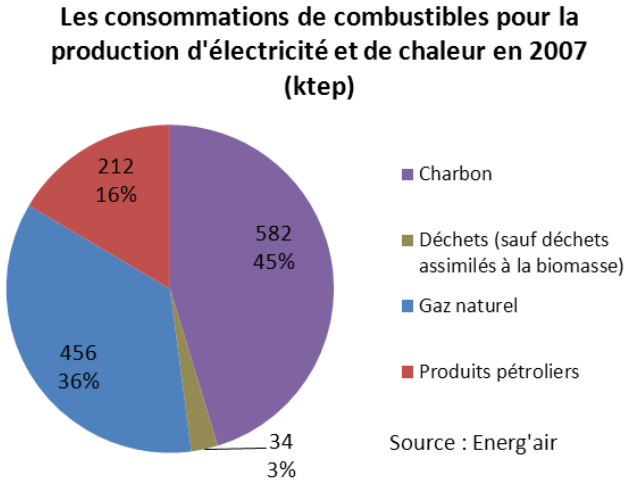


Figure 31 : Consommations de combustibles pour la production d'électricité et de chaleur (Source : Energ'air)

[9] *La filière de l'énergie en PACA, Mission de Développement Economique Régionale, Janvier 2008*

Le réseau de transport d'électricité régional

La production d'électricité en Provence-Alpes-Côte d'Azur ne couvrait que 34% des besoins régionaux en 2007 selon l'ORE, et 45% en 2010 selon RTE (cette augmentation s'explique par le développement de nouveaux moyens de production renouvelables et thermiques en région).
L'ensemble de la Région est ainsi fortement dépendante de la production des centrales nucléaires ou hydrauliques de la Vallée du Rhône.
L'effet de « péninsule électrique » est aggravé par l'éloignement entre sites de production électrique et lieux de consommation, concentrés sur le littoral.

Les contraintes générées sur le réseau de transport d'électricité sont reprises par la carte suivante. Elles peuvent être distinguées en trois grandes zones :

- La vallée du Rhône, sur laquelle le réseau électrique est dense : la production, la consommation et les échanges d'électricité avec les autres régions sont importants.
- L'Est de la région, caractérisé par un état de péninsule électrique alors que la demande en électricité est importante. Cette zone de fragilité électrique fait l'objet d'un contrat d'objectifs signé par l'Etat, la Région, les Départements du Var et des Alpes Maritimes, la Principauté de Monaco, RTE, l'EPA de la plaine du Var et l'ADEME.
- L'arrière-pays, caractérisé par un réseau électrique de faible capacité du fait d'une faible demande en électricité, essentiellement dimensionné pour évacuer la production hydroélectrique vers les zones de consommation, et présentant un fort potentiel de production d'énergies renouvelables.

L'exploitation en 225 000 V de la ligne existante entre Lavera et Marseille n'est pas suffisante pour assurer l'évacuation de l'électricité produite sur la zone de Fos. Le passage de l'exploitation en 400 000 V permettra de contribuer à la sécurisation électrique de la région.

La problématique de sécurisation électrique de l'Est de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

- ***Une situation de péninsule électrique :*** *Une ligne 400 000 volts à double circuit du réseau de transport d'électricité achemine 90% de l'électricité consommée sur la zone en contrainte. En cas d'incident important ou d'aléa courant en période forte consommation, il existe un risque de coupure sur l'Est de la région, située en extrémité du réseau de transport.*
- ***Des risques sur le réseau*** *: Lors des pics de froid ou des périodes de canicule, les centrales thermiques de Gardanne et Martigues prennent le relais. En cas d'avarie, le secours par le Nord (ligne à 225 000 volts entre les postes de Sainte-Tulle, à côté de Boutre, et de Lingostière, à côté de Broc Carros) est très insuffisant et les risques de « congestion » augmentent.*
- *Le réseau de transport d'électricité est par ailleurs confronté à différentes contraintes qui peuvent affecter l'acheminement de l'électricité (incendies de forêt, pics de consommation, incidents climatiques…).*
- *Selon l'Observatoire Régional de l'Energie, la croissance des pointes de consommation se poursuit. Compte tenu de la fragilité actuelle de l'alimentation électrique de l'Est de la région, RTE a mis en place en partenariat avec l'Etat, les conseils généraux, l'ADEME et ERDF, un dispositif d'appel à la modération de la consommation d'électricité : Ecowatt Provence-Azur. Ce dispositif est activé en cas de pics de consommation liés à une vague de froid. L'inscription, gratuite, se fait via le site internet www.ecowatt-provence-azur.fr lancé fin 2010. Au-delà des engagements des membres fondateurs, diverses collectivités territoriales et entreprises se sont mobilisées en tant que signataires de la charte d'engagement pour relayer l'information et les efforts de modération aux heures de pointe de consommation.*
- ***Quelles solutions ?*** *Le renforcement réseau (« filet de sécurité »), mais également la maîtrise de la demande en électricité et la production d'énergie renouvelable électrique locale sont nécessaires pour répondre à cet enjeu.*

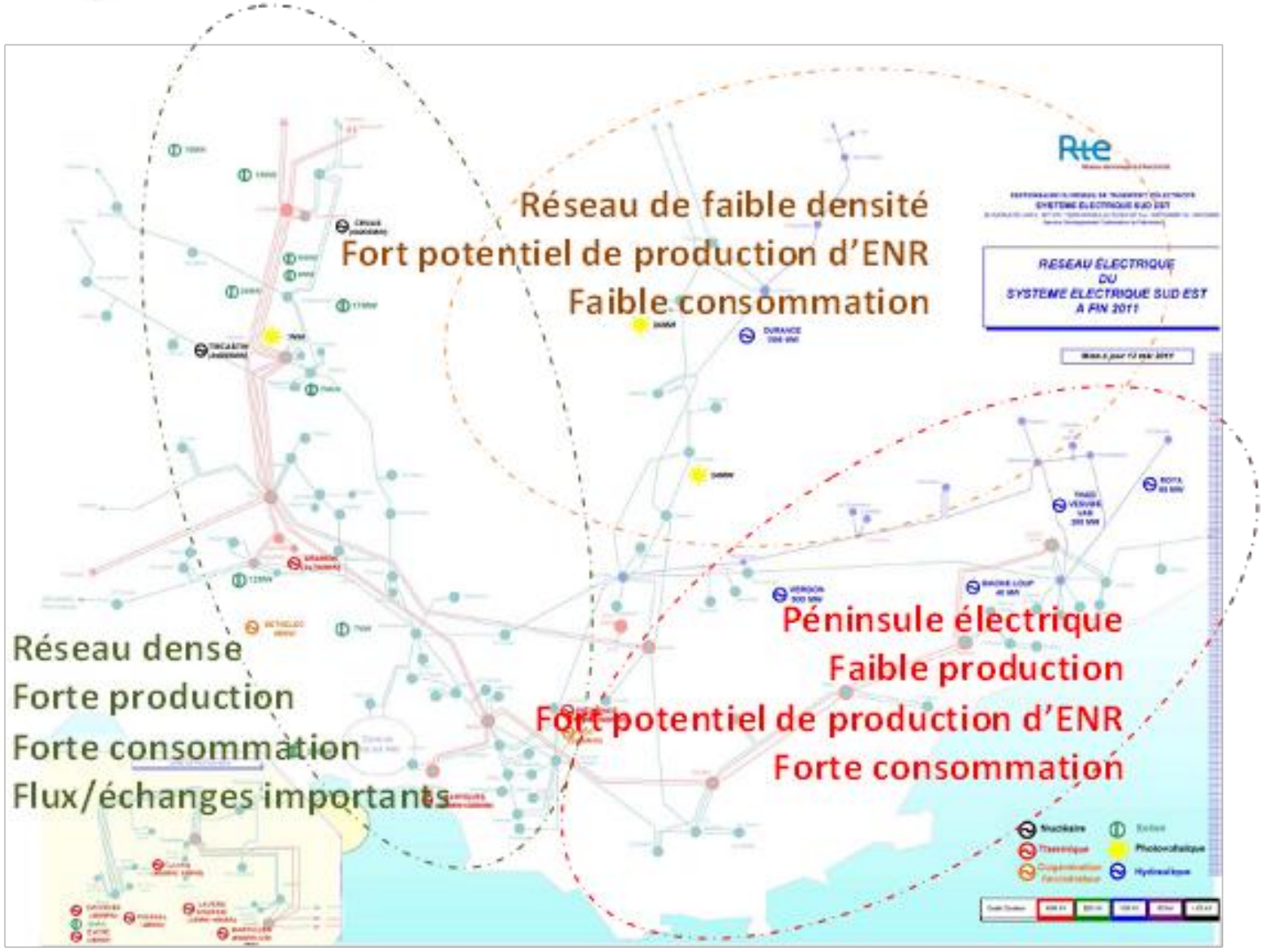


Figure 32 : Le réseau de transport d'électricité régional (Source : RTE)

Les réseaux de chaleur

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur compte 9 réseaux de chaleur, pour une livraison d'environ 355 GWh/an (30 ktep). Elle se situe parmi les régions au sein desquelles les réseaux de chaleur sont les moins développés.
Le mix énergétique de ces réseaux est constitué à un peu plus de 50% par du gaz et 27% par des énergies renouvelables. La part des énergies renouvelables se situe légèrement en dessous de la moyenne nationale qui se trouve à 31%10.

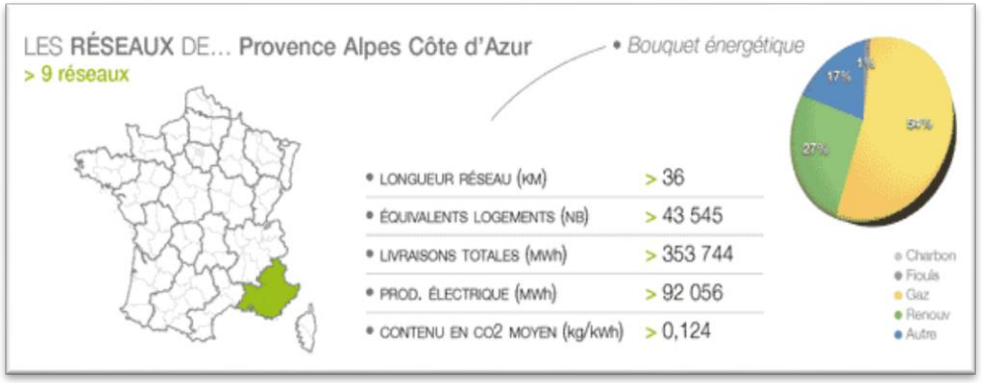


Figure 33 : Les réseaux de chaleur en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : Site internet Via Seva)

Réseau de chaleur
Un réseau de chaleur est constitué d'une ou plusieurs chaufferies qui alimentent en chaleur, grâce à un réseau de canalisations, des bâtiments industriels, tertiaires ou d'habitations. Ils représentent un moyen d'utiliser massivement certaines énergies renouvelables comme la biomasse et la géothermie.

4.2.2 BILAN DE PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES

La production d'énergie renouvelable couvre environ 10% de la consommation énergétique finale régionale. L'observation des sources d'énergie exploitées fait apparaître que la plus grande partie de cette production est issue de **filières existantes développées depuis plusieurs décennies**. Les deux tiers de cette production se font sous la forme d'électricité, pratiquement en totalité grâce à **l'hydraulique**. Le reste est produit sous forme de chaleur, issue à 95% de la biomasse (qui inclut le bois énergie). Les deux tiers de la consommation de biomasse correspondent au bois de chauffage des ménages.
Le bilan détaillé par énergie renouvelable est présenté dans la partie « Tendances, potentiels et enjeux ».

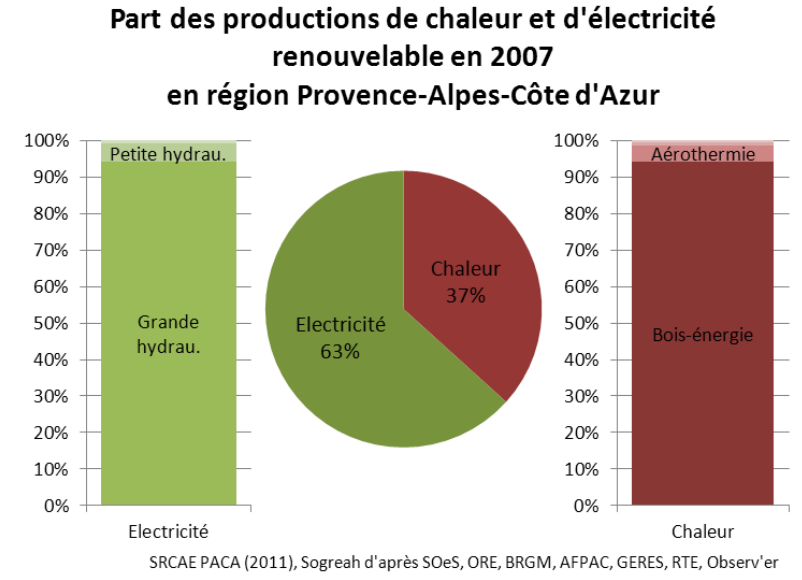


Figure 34 : Part des productions actuelles de chaleur et électricité renouvelable (Source : Sogreah d'après SOeS)

[10] *Source CETE-Ouest*

5 ETAT DES LIEUX DE LA QUALITE DE L'AIR

5.1 INVENTAIRE DES EMISSIONS DE POLLUANTS ET DE GES

5.1.1 DEFINITIONS PREALABLES

Un « inventaire » des émissions consiste en un calcul théorique des flux de polluants émis à l'atmosphère (masse du composé par unité de temps, tonnes par an par exemple). Il s'agit d'un croisement entre des données dites « primaires » (comptages routiers, données de production pour les entreprises, consommation d'énergie…) et des « facteurs d'émissions » issus de la mesure (métrologie) ou de la modélisation. Le calcul global est du type :

$$E_{s,a,t} = A_{a,t} \times F_{s,a}$$

Avec :
E : émissions relatives à la substance *s* et à l'activité *a* pendant le temps *t*
A : quantité d'activité relative à l'activité *a* pendant le temps *t*
F : facteur d'émission relatif à la substance *s* et à l'activité *a*.

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, les émissions sont calculées selon 80 activités, agrégées en 6 secteurs principaux :

- Agriculture, sylviculture, nature : activités agricoles (utilisation d'engins, épandage d'engrais, élevage…) et sources naturelles (émises par la végétation et les sols)
- Industrie et traitement des déchets : activités industrielles (combustion, procédés de production, utilisation de solvants), incinération des déchets, décharges, traitement des eaux.
- Production et distribution d'énergie : activités de production d'électricité, chauffage urbain, raffinage de pétrole, distribution de combustibles.
- Résidentiel et tertiaire : combustion du secteur résidentiel, commercial et institutionnel, utilisation domestique de solvants.
- Transports routiers : véhicules particuliers, véhicules utilitaires, 2 roues, etc.
- Transports non routiers : trafic maritime, aérien, fluvial et ferroviaire.

Enfin, Air PACA dispose également d'un outil de « cadastre » des émissions : les données d'émissions sont localisées géographiquement au niveau de leur source à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG).

La base de données EMISS'AIR, réalisée par Air PACA, recense l'ensemble des émissions de polluants de l'air en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

5.1.2 EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Bilan des émissions de polluants

Les émissions totales des principaux polluants atmosphériques ont atteint les chiffres suivants en 2007 :

Tableau 1 : Émissions des principaux polluants atmosphériques hors GES en 2007 (source : Air PACA)

Polluant	Oxydes d'azote (NOx)	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Composés Organiques Volatils	Particules fines PM_{10}	Particules fines $PM_{2.5}$
Émissions (en kt)	123	396	89	189	21	15

Le graphique ci-contre illustre la répartition par secteurs émetteurs.

Les pages suivantes reviennent plus en détail sur les répartitions sectorielle et géographique de ces 6 principaux polluants.

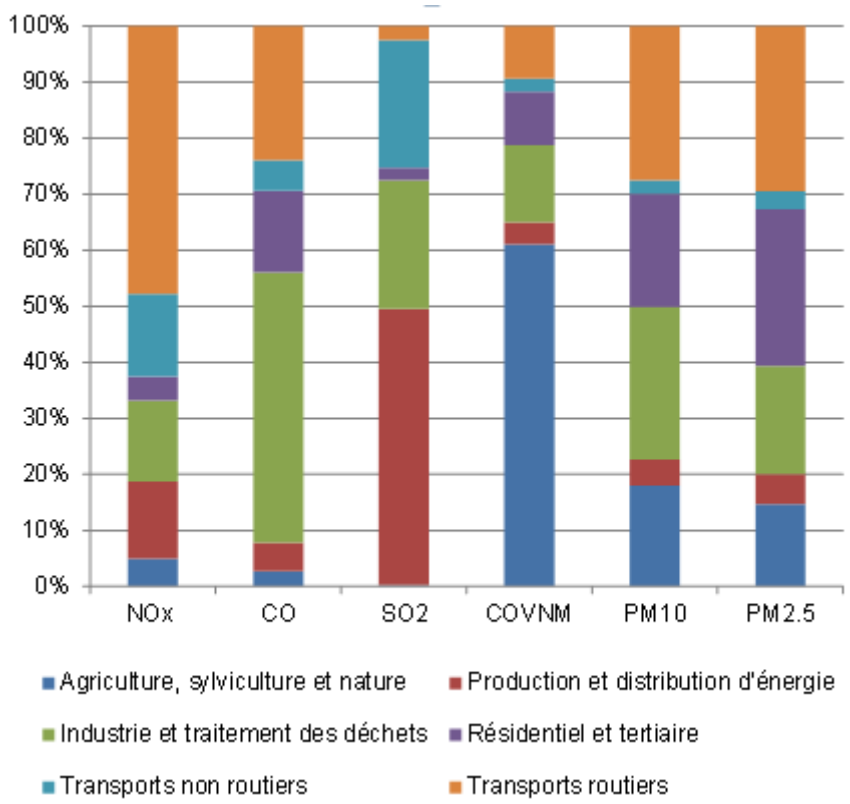


Figure 35 : Répartition sectorielle des émissions des principaux polluants en région (Source : Air PACA)

Oxydes d'azote (NOx)

Les émissions de NOx sont de l'ordre de 123 kt par an. Les transports routiers représentent près de la moitié des émissions totales d'oxydes d'azote. Le reste des émissions est principalement réparti entre les transports non routiers, les activités industrielles et de traitement des déchets et la production-distribution d'énergie.

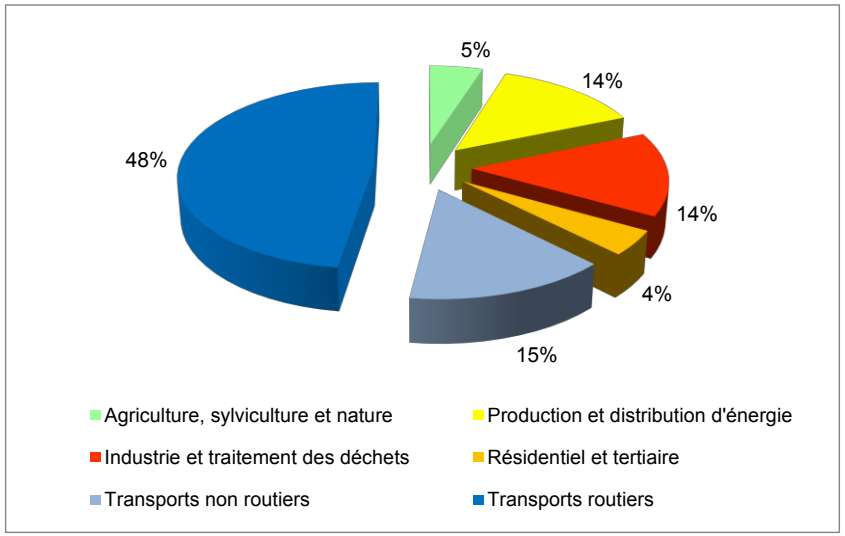


Figure 36 : Répartition sectorielle des émissions de NOx en 2007 (Source : Air PACA)

Cette pollution, émise principalement par les déplacements, est par définition concentrée dans les zones les plus peuplées, comme le montre la carte du haut ci-contre. La prédominance du secteur des transports routiers est observée dans tous les départements (carte du bas).

A noter : Par transformation chimique, les oxydes d'azote sont également à l'origine d'autres pollutions, comme l'ozone ou les aérosols secondaires (particules).

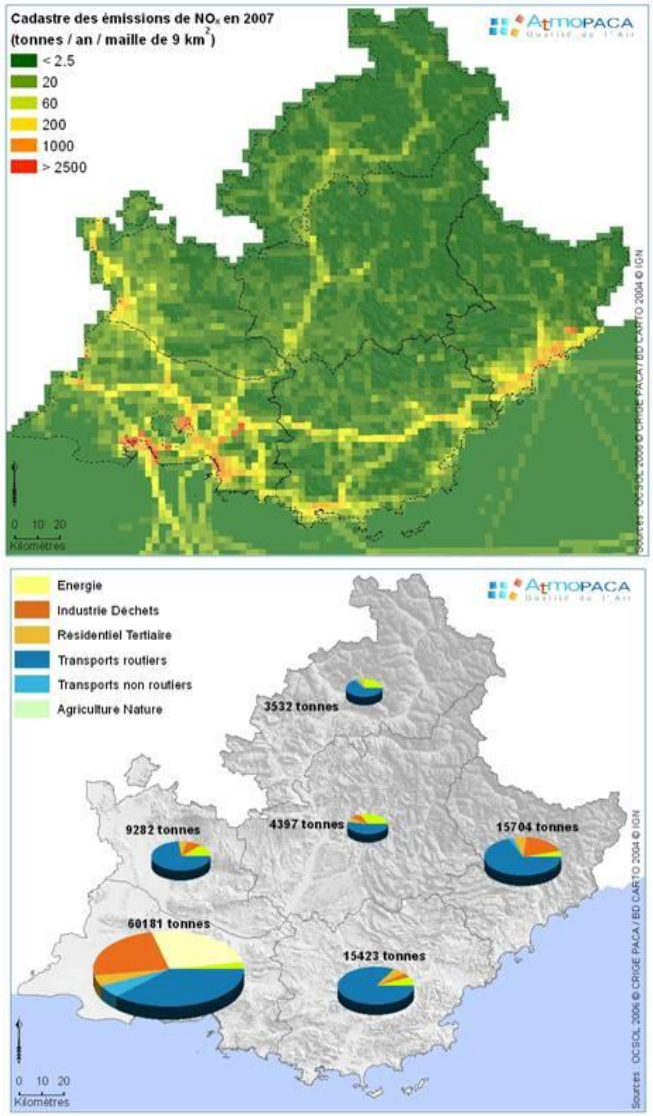


Figure 37 : Cartes des émissions de NO_X en région (Source : Air PACA)

Particules fines (PM_{10})

Les émissions de PM_{10} sont de l'ordre de 15 kt par an. Elles sont réparties à peu près équitablement entre activités industrielles et traitement des déchets (28%), transports routiers (27%), résidentiel/tertiaire (20%) et activités agricoles (15%). Enfin, la production/distribution et le transport non routier émettent respectivement 5% et 2% des émissions.

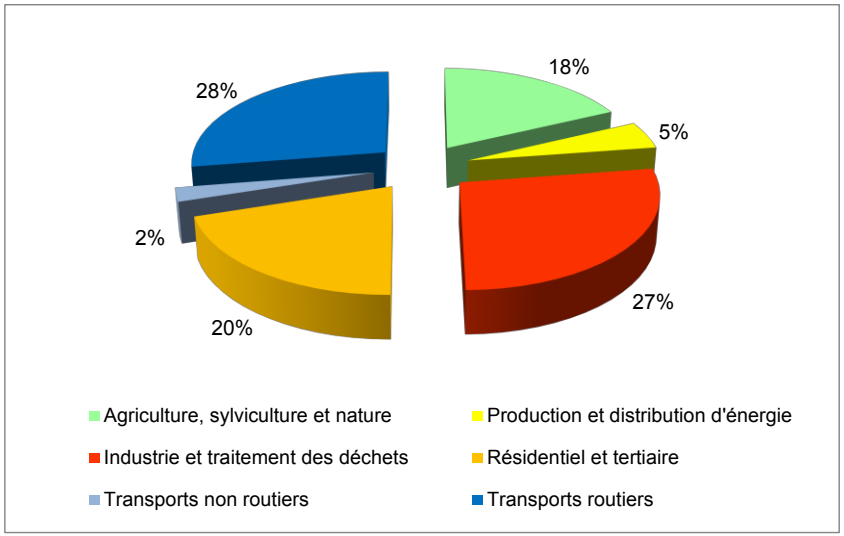


Figure 38 : Répartition sectorielle des émissions de PM_{10} en 2007 (Source : Air PACA)

La contribution des transports dans la pollution particulaire s'alourdit si on prend en compte les aérosols secondaires : ce type de particules est formé directement dans l'atmosphère par réactions chimiques entre les polluants. Or, les principaux précurseurs de ces réactions sont les oxydes d'azote, majoritairement émis par les transports.
Les cartes ci-contre montrent que les émissions de particules PM_{10} sont essentiellement concentrées dans les zones les plus peuplées.
À noter la contribution importante du secteur résidentiel dans les Hautes-Alpes, en raison de l'importance du chauffage au bois dans ce département.

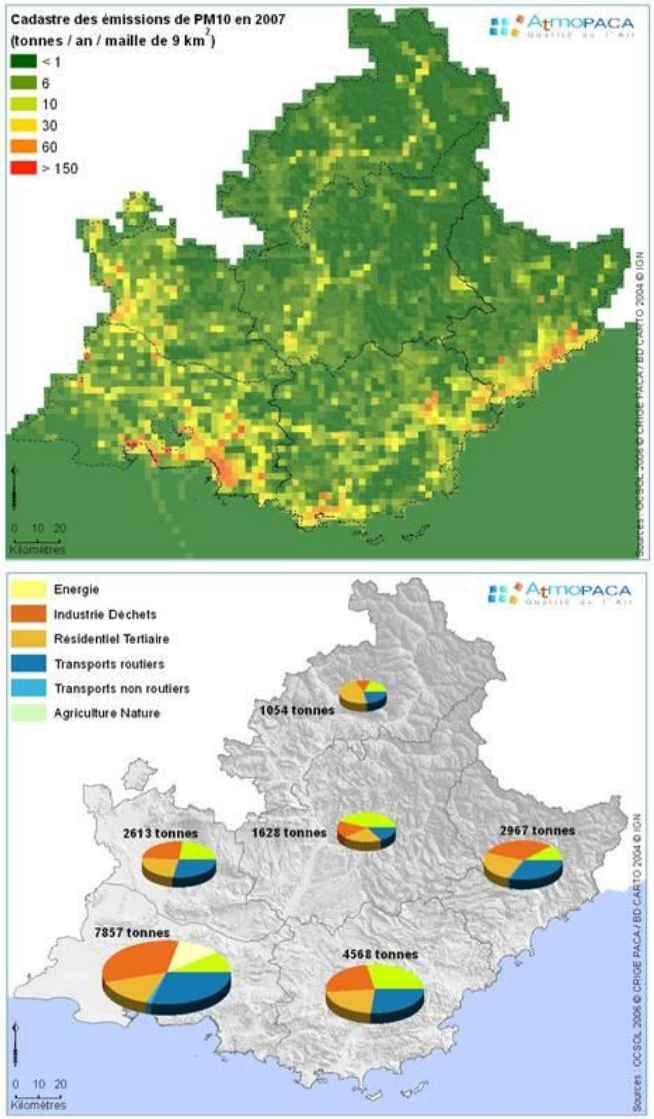


Figure 39 : Cartes des émissions de PM_{10} en région (Source : Air PACA)

Particules fines ($PM_{2,5}$)

Les émissions de PM2.5 sont de l'ordre de 21 kt par an. Les premiers secteurs émetteurs sont les transports routiers (30%) et le résidentiel-tertiaire (28%), suivis des activités industrielles et de traitement des déchets (19%) et des activités agricoles (15%). Enfin, la production/distribution d'énergie et le transport non routier émettent respectivement 5% et 3% des émissions.

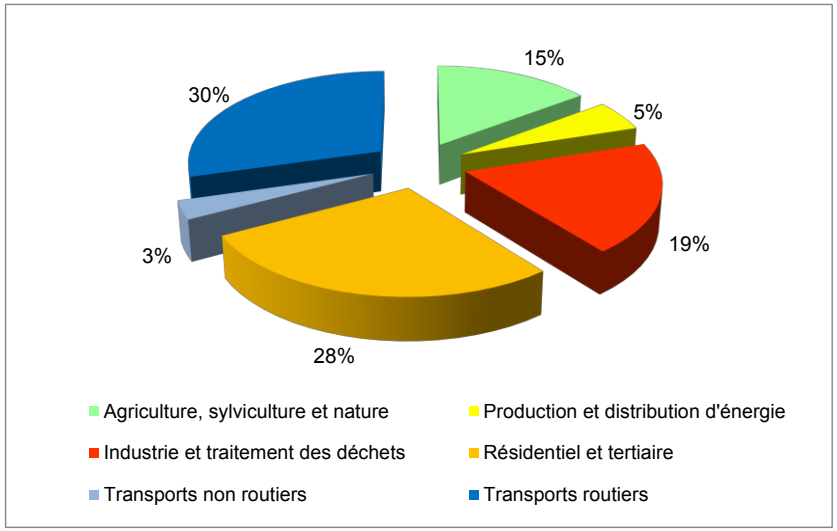


Figure 40 : Répartition sectorielle des émissions de $PM_{2.5}$ en 2007 (Source : Air PACA)

Les cartes ci-contre montrent que les émissions de particules PM2.5 sont essentiellement concentrées dans les zones les plus peuplées.
À noter la contribution importante du secteur résidentiel dans les Hautes-Alpes, en raison de l'importance du chauffage au bois dans ce département.

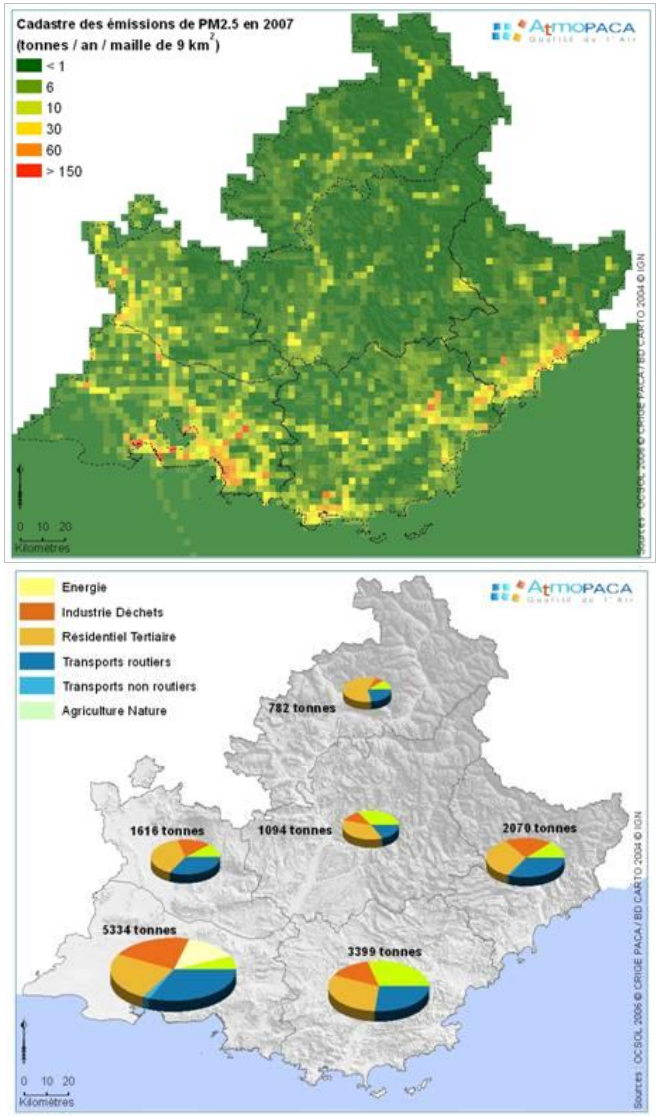


Figure 41 : Cartes des émissions de $PM_{2.5}$ en région (Source : Air PACA)

Dioxyde de soufre (SO_2)

La production d'énergie est le principal secteur émetteur de SO_2, en représentant près de 50% des émissions régionales. Les secteurs des industries et des transports non routiers contribuent chacun à 23% des émissions.

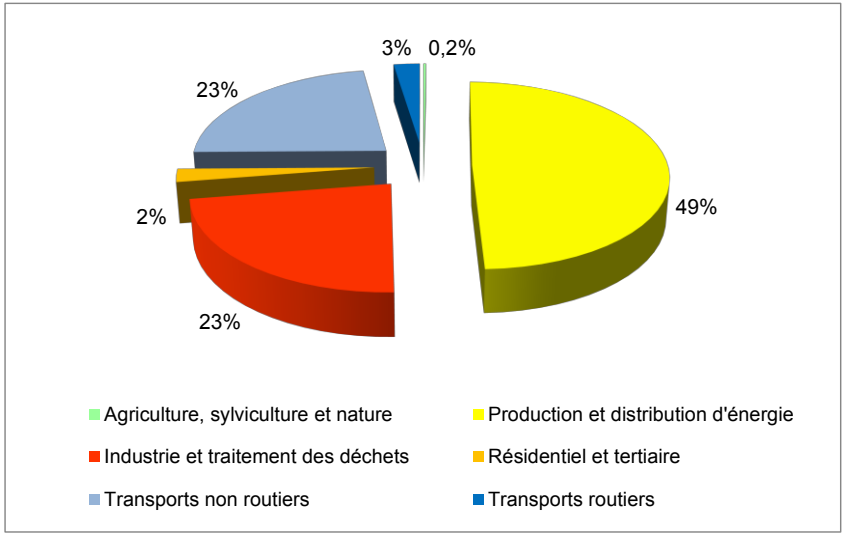


Figure 42 : Répartition sectorielle des émissions de SO_2 en 2007 (Source : Air PACA)

Les cartes ci-contre montrent nettement que les émissions sont concentrées dans la zone de l'étang de Berre.
À lui seul, le département des Bouches-du-Rhône représente 77% des émissions de la région.

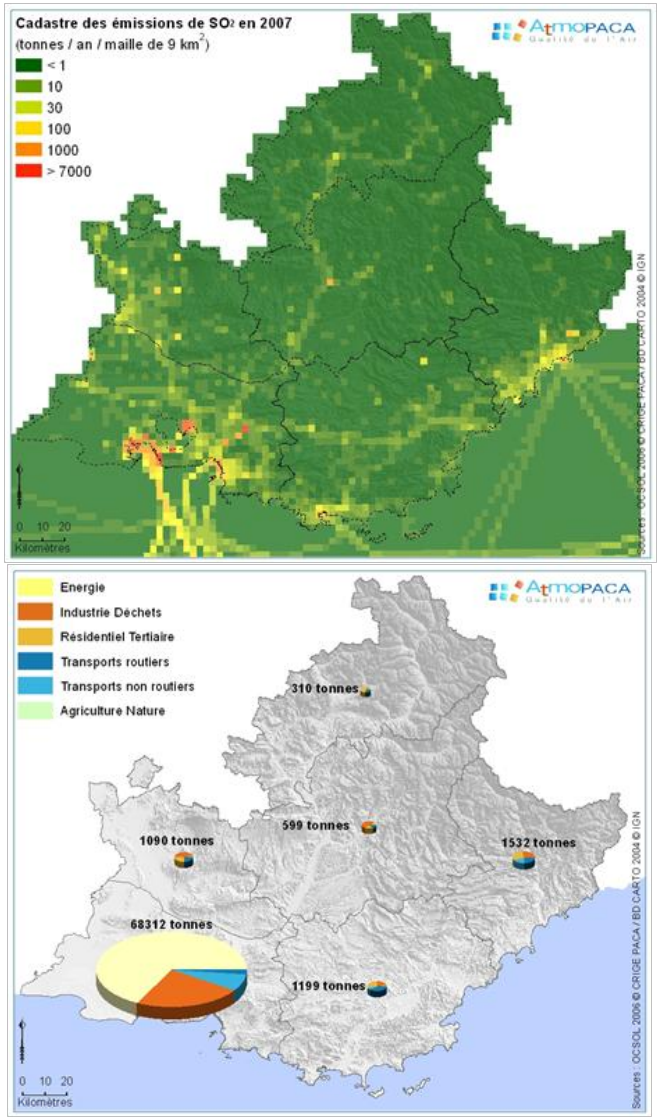


Figure 43 : Cartes des émissions de SO_2 en région (Source : Air PACA)

Monoxyde de carbone (CO)

Le CO est principalement émis par l'industrie et le traitement des déchets (48%), les transports routiers (24%) et le résidentiel-tertiaire (15%).

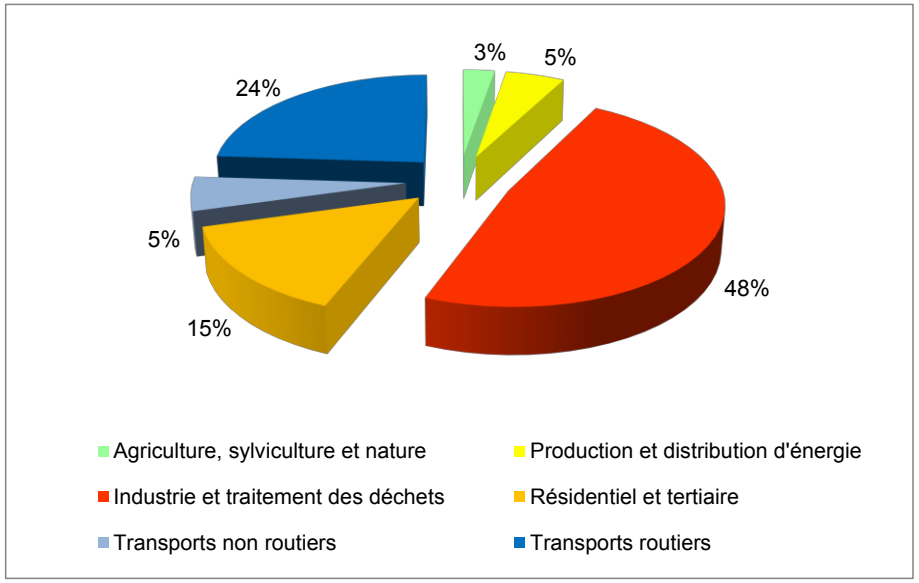


Figure 44 : Répartition sectorielle des émissions de CO en 2007 (Source : Air PACA)

La répartition géographique des émissions est très hétérogène : les émissions des Bouches-du-Rhône, qui représentent 68% de la région, sont dominées par l'industrie malgré la présence de l'agglomération marseillaise. Dans les Alpes-Maritimes, le Var et le Vaucluse, qui comportent chacun une grande agglomération, les transports sont majoritaires. Dans les Alpes-de-Haute-Provence et les Hautes-Alpes, le résidentiel domine (chauffage bois).

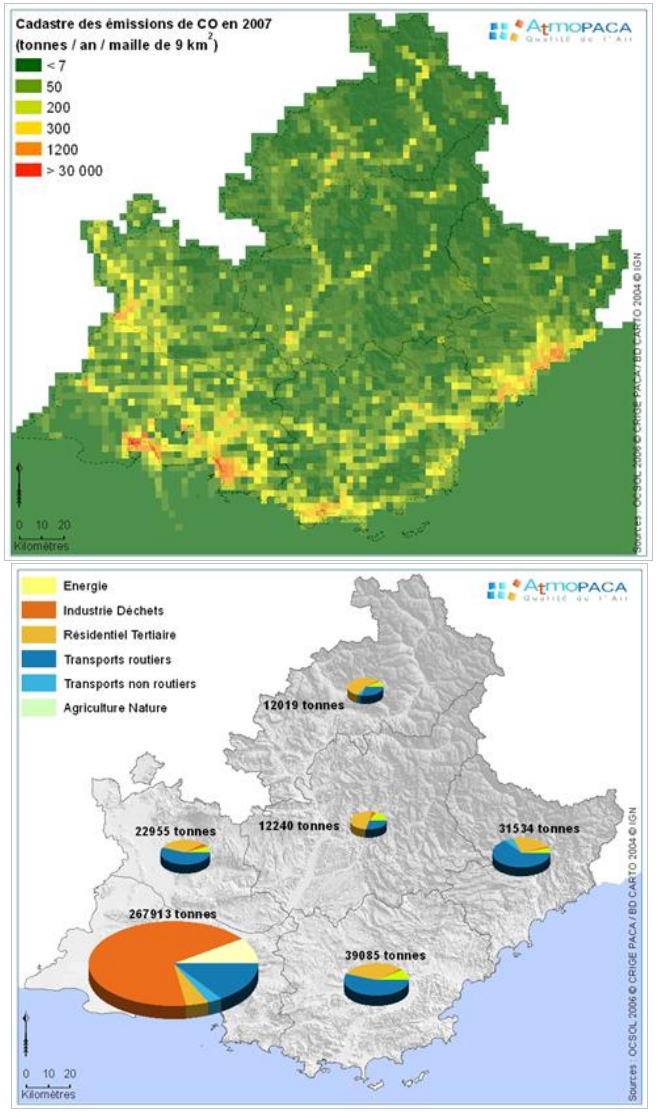


Figure 45 : Cartes des émissions de CO en région (Source : Air PACA)

Composés Organiques Volatils non méthaniques (COVNM)

En masse, 61% des émissions de COVNM sont liées à l'agriculture et au milieu naturel. Il faut cependant distinguer la nature de ces composés organiques : ceux issus du cycle biologique des plantes ne sont en général pas toxiques, à l'inverse de certains émis par les activités humaines (benzène…). La prise en compte de l'ensemble des COV est cependant nécessaire, puisque les COV issus des plantes participent à la formation d'ozone.

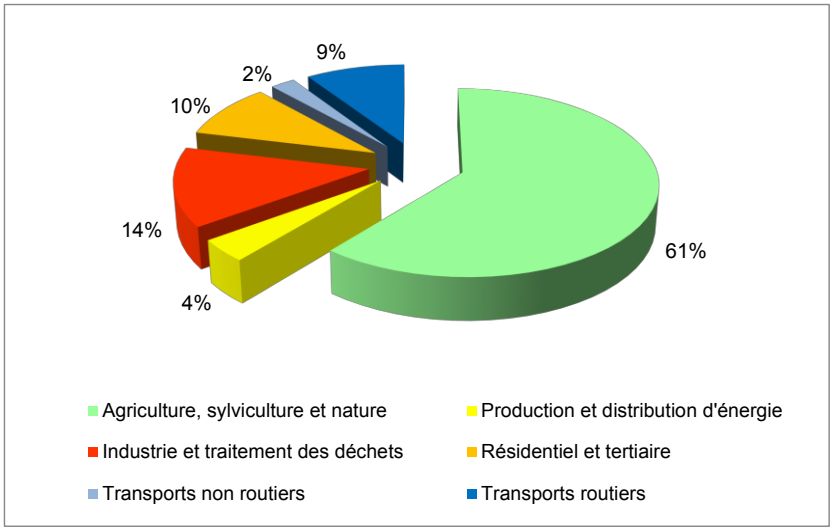


Figure 46 : Répartition sectorielle des émissions de CO en 2007 (Source : Air PACA)

La répartition géographique des émissions montre une répartition plus homogène des émissions sur le territoire. Le département des Bouches-du-Rhône se distingue avec une part importante des émissions liées à l'industrie et au traitement des déchets.

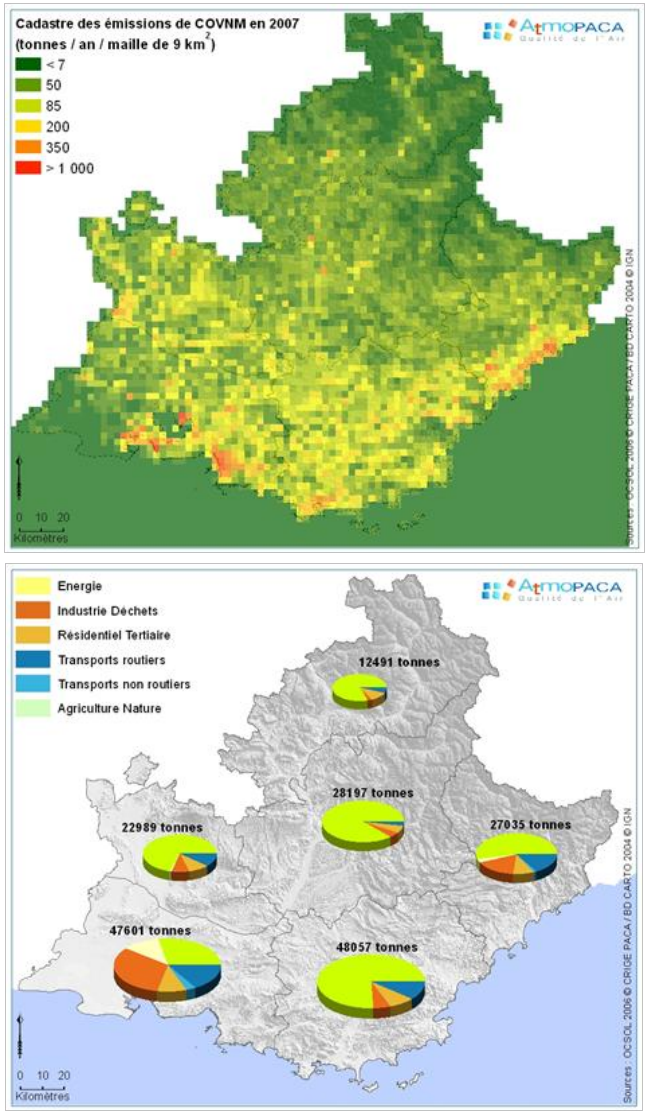


Figure 47 : Cartes des émissions de COVNM en région (Source : Air PACA)

5.1.3 ELEMENTS D'APPRECIATION SUR L'EVOLUTION DES EMISSIONS

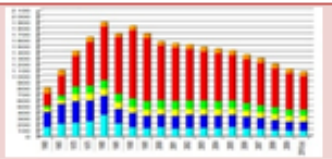
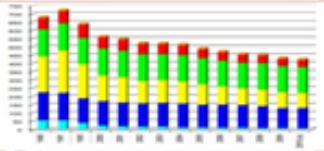
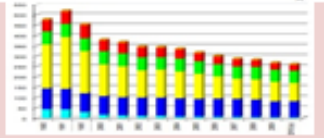
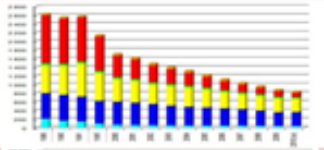
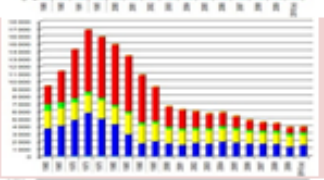
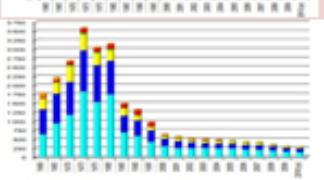
Le calcul des émissions régionales avec le cadastre a été réalisé pour les années 2004 et 2007. Il est possible d'appréhender grâce à ce travail des premiers éléments de tendance pour les émissions. Néanmoins, ces deux années sont relativement rapprochées, et les émissions de polluants sont aussi très dépendants d'éléments extérieurs, tels que les conditions météo, ce qui rend difficile l'estimation des évolutions en ayant pour seule base les émissions de ces deux années.

Par conséquent, pour enrichir l'analyse, il est proposé de montrer également les évolutions constatées au niveau national. En effet, il existe des historiques de calcul d'émissions depuis les années 1970 pour certains polluants. Ils sont disponibles sur le site du CITEPA : www.citepa.org.

Le tableau suivant présente, pour les principaux polluants, les évolutions entre 2004 et 2007 selon les inventaires Air PACA. Puis les évolutions constatées au niveau national selon les données du CITEPA. Les graphes sont volontairement réduits, seule la tendance d'évolution est étudiée, pas la répartition sectorielle ou les quantités totales d'émissions.

Ce tableau permet notamment de constater que, même si, dans l'ensemble, des tendances à la baisse significatives sont constatées, certains polluants restent problématiques (particules, NOx) : ce sont ceux où les évolutions les moins favorables sont constatées.

Table 1 : Éléments d'appréciation sur l'évolution des émissions

Polluant	Evolution entre 2004 et 2007 en région (Air PACA)	Évolutions constatées au niveau national (historique CITEPA)	
Oxydes d'azote (NOx)	123 kT en 2007 148 kT en 2004 **Evolution *a priori* favorable**	Diminution régulière depuis 1990 (environ -2% par an), mais non suffisante pour atteindre les objectifs de la Directive sur les Plafonds Nationaux d'Émissions (-58% de réduction entre 1990 et 2010). *Chronique 1960 – 2010 →*	
Particules fines (PM_{10})	21 kT en 2007 13 kT en 2004 **Non représentatif**	Diminution régulière depuis 1990 (-36% entre 2009 et 1990) *Chronique 1990 – 2010 →*	
Particules fines ($PM_{2.5}$)	13 kT en 2007 9 kT en 2004 **Non représentatif**	Diminution régulière depuis 1990 (-44% entre 2009 et 1990). Une forte inflexion serait nécessaire pour atteindre les objectifs du Plan Particules (-30% entre 2010 et 2015) *Chronique 1990 – 2010 →*	
Composés organiques volatils non méthaniques	189 kT en 2007 225 kT en 2004 **Évolution favorable**	Nette tendance à la diminution depuis le début des années 1990 (un peu plus de 3% par an), qui devrait permettre d'atteindre les objectifs de la Directive sur les plafonds nationaux d'émissions (-61% de réduction entre 1990 et 2010). *Chronique 1988 – 2010 →*	
Monoxyde de carbone (CO)	396 kT en 2007 547 kT en 2004 **Evolution très favorable**	Nette tendance à la diminution depuis le milieu des années 1970 (-74% entre 1973 et 2008). *Chronique 1960 – 2010 →*	
Dioxyde de soufre (SO2)	89 kT en 2007 90 kT en 2004 **Stagnation** (fortes réductions avant 2004)	Très nette tendance à la diminution depuis le début des années 1980 (émissions divisées quasiment par 10). Les objectifs de la Directive sur les plafonds nationaux d'émissions seront a priori atteints (-72% de réduction entre 1990 et 2010). *Chronique 1960 – 2010 →*	

5.1.4 EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Méthodologies de calcul

Les émissions régionales de gaz à effet de serre présentées ci-après sont extraites de l'outil ENERG'AIR d'Air PACA et font référence à l'année 2007.

Les émissions de GES sont déterminées en prenant en compte :

- Les **émissions d'origine énergétique**, donc liées à la consommation des énergies
- Les **émissions d'origine non énergétique**, liées aux activités correspondantes (cheptel, culture, processus industriels, …) présentes sur le territoire.

Les données ci-après ne présentent pas les émissions de la catégorie UTCF[11]. Celle-ci correspond aux émissions des forêts et de la biomasse qui contribuent à stocker et déstocker du carbone.
Les calculs réalisés actuellement prennent en compte les trois principaux GES du protocole de Kyoto : dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4) et protoxyde d'azote (N_2O).
Ce bilan est établi selon une **approche cadastrale** : il s'agit donc des émissions directes, c'est-à-dire générées à l'intérieur du périmètre géographique du territoire régional. En particulier, les émissions liées à la production d'énergie (électricité notamment) sont comptabilisées sur le lieu de production et non pas sur les territoires où cette énergie est consommée : cela correspond à une **approche production.**
Les émissions sont exprimées selon l'indicateur « Pouvoir de réchauffement global » et selon une même unité (tonnes équivalent CO_2), qui permet de regrouper sous une seule valeur l'effet additionné des trois substances. Les pouvoirs de réchauffement global (PRG) des différents gaz à effet de serre sont présentés dans l'**Annexe 1**.

[11] *UTFC : Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresteries*

Bilan régional par secteur et par GES

Tableau 2 : Bilan régional des émissions de GES pour l'année 2007 (Source : ENERG'AIR)

Secteurs	CO_2	CH_4		N_2O		PRG
	(kt)	*(t)*	*(kt eqCO_2)*	*(t)*	*(kt eqCO_2)*	*(kt eqCO_2)*
Résidentiel-Tertiaire (sans correction climatique*)	4 823	3 944	83	220	68	4 974
Transport (hors aérien et maritime)	11 482	965	20	362	112	11 615
Industrie	16 458	1 379	29	332	103	16 590
Production et distribution d'énergie	9 488	6 459	136	337	104	9 728
Agriculture, Sylviculture et Nature	253	27 626	580	1 899	589	1 422
Traitement des déchets	1 371	91 232	1 916	317	98	3 385
TOTAL	**43 875**	**131 605**	**2 764**	**3 467**	**1 075**	**47 714**

* *Pour rendre possibles les comparaisons entre deux années climatiquement différentes, une correction climatique sur les consommations brutes est effectuée : elle consiste à évaluer, au moyen d'un modèle statistique, le niveau de consommation qui aurait été constaté pour un climat de référence défini a priori. Etant donné qu'il s'agit ici d'un état des lieux pour une année donnée, et non d'une analyse de l'évolution des émissions, il est cohérent de présenter les émissions sans correction climatique.*

Les émissions régionales de GES atteignent **47,7 Mteq CO_2**, soit près de **10 tonnes par habitant**, pour une population régionale de près de 4,8 millions d'habitants en 2007. À titre de comparaison, en 2007, **en France métropolitaine**, le volume des émissions des trois GES considérés (hors UTCF) s'élevait à **8,1 tonnes par habitant.**

Au niveau du **secteur des transports**, l'attribution des **émissions de GES dues aux transports aérien et maritime** dans une approche cadastrale pose des difficultés méthodologiques qui expliquent que **ces émissions ne soient pas intégrées** dans le tableau général ci-dessus. Toutefois, au vu de l'importance de ces modes de transport dans la problématique régionale, des estimations d'émissions peuvent être données ; elles sont calculées par l'ORE à partir des ventes de carburant sur le territoire, hors bilan global :

Tableau 3 : Émissions des secteurs aérien et maritime (non comptabilisées) - (Source : ENERG'AIR 2007)

	CO_2 (kt)	CH_4 (t)	N_2O (t)	PRG (kt $eqCO_2$)
Transports aérien et maritime	2 024	118	10,4	2029

Ainsi, avec cette méthodologie de calcul, les **transports non routiers (aérien et maritime)** contribuent à un peu plus de 2,0 Mteq CO_2 dans les émissions de GES. Cela correspond à **4% des émissions de GES** de l'ensemble des secteurs d'activités, soit une contribution légèrement supérieure à celle du secteur agricole, mais inférieure à celle du traitement des déchets.

Quelques graphes et analyses plus détaillés sont proposés ci-après.

Parts relatives des différents secteurs

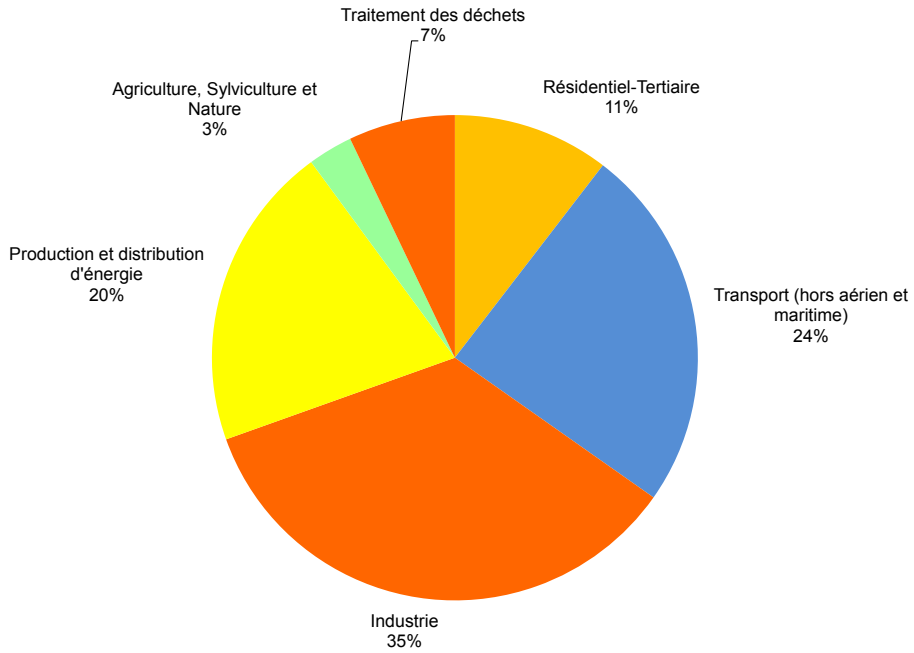


Figure 48 : Contributions des différents secteurs d'activité aux émissions régionales de GES (CO2, CH4, N2O)

Le **secteur industriel** et le **secteur des transports routiers** sont les plus gros émetteurs de gaz à effet de serre avec des contributions respectives de 35% et 24% des émissions régionales. **La production/distribution d'énergie** vient compléter le trio de tête avec une contribution de 20% des émissions des trois GES considérés.

Parts relatives des différents GES au PRG des différents secteurs

Tableau 4 – Part des différents GES au PRG de chaque secteur (source : ENERG'AIR 2007)

Secteurs	CO_2	CH_4	N_2O
Résidentiel-Tertiaire	97,0%	1,7%	1,4%
Transport (hors aérien et maritime)	98,9%	0,2%	1,0%
Industrie	99,2%	0,2%	0,6%
Energie	97,5%	1,4%	1,1%
Agriculture, Sylviculture et Nature	17,8%	40,8%	41,4 %
Déchets	40,5%	56,6%	2,9%
Émissions totales	92,0%	5,8%	2,2%

Les **secteurs résidentiel – tertiaire, industrie et transports** (hors aérien et maritime) émettent quasiment **exclusivement du CO_2**, les parts des émissions de CH_4 et N_2O étant complétement négligeables en comparaison.

Le **secteur agricole** (graphe ci-après) émet principalement du N_2O et du CH_4. Il contribue à 31% des émissions régionales de ces deux GES. Le CO_2 correspond quant à lui à 18% des émissions.

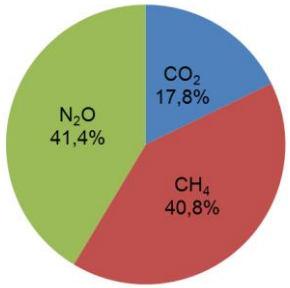


Figure 49 : Répartition des émissions de GES de l'agriculture selon les différentes substances (CO_2, CH_4, N_2O)

Le **secteur des déchets** (graphe ci-après) est le seul à émettre majoritairement du CH_4, avec une contribution de 57% des émissions du secteur. Le CO_2 correspond à la quasi-totalité du reste des émissions avec une contribution de 40,5%.

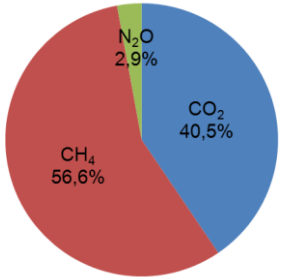


Figure 50 : Répartition des émissions de GES du secteur des déchets selon les différentes substances (CO_2, CH_4, N_2O) →

Au total, le CO_2 est le gaz à effet de serre le plus largement émis. Il représente en effet **92% des GES émis sur la région** en 2007.

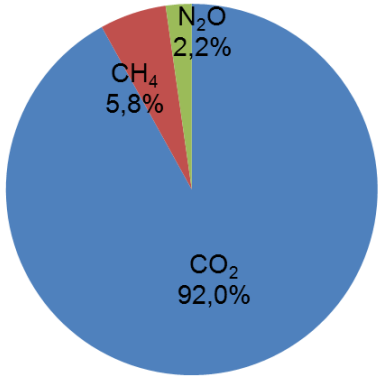


Figure 51 : Pouvoir de réchauffement global par gaz à effet de serre

Part de chaque secteur dans les émissions de chaque GES

Le **CO_2 est principalement émis par le secteur des industries, des transports routiers et de l'énergie** avec des contributions respectives de 38%, 26% et 22% des émissions de CO_2 de la région.

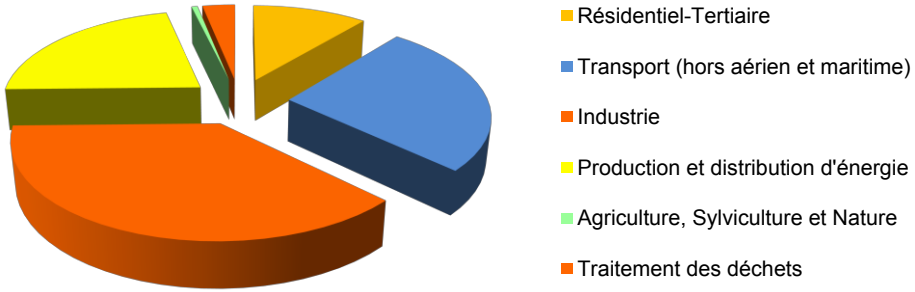


Figure 52 : Répartition des émissions de CO_2 par secteur

Le **CH_4 est principalement émis par le secteur des déchets** qui contribue à **69% des émissions régionales**. L'agriculture contribue à 21% des émissions et le secteur de l'énergie à 5%.

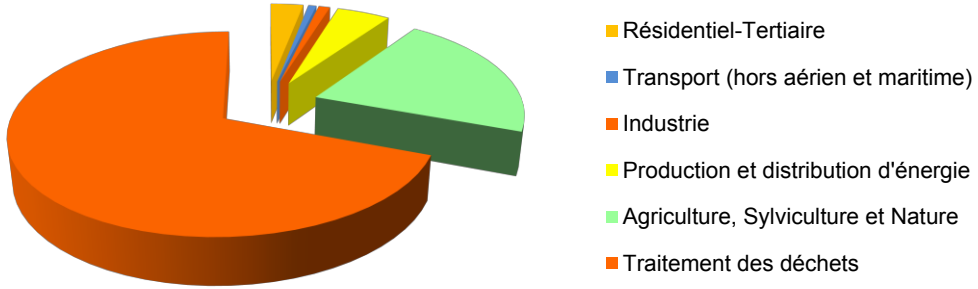


*Figure 53 : Répartition des émissions de CH_4 par secteur**

L'agriculture est le principal secteur contributeur aux émissions de N_2O de la région avec une **contribution de près de 55%**. Les 45% restants sont répartis à peu près équitablement entre les secteurs : chacun contribue à hauteur de 5 à 10% aux émissions totales de N_2O.

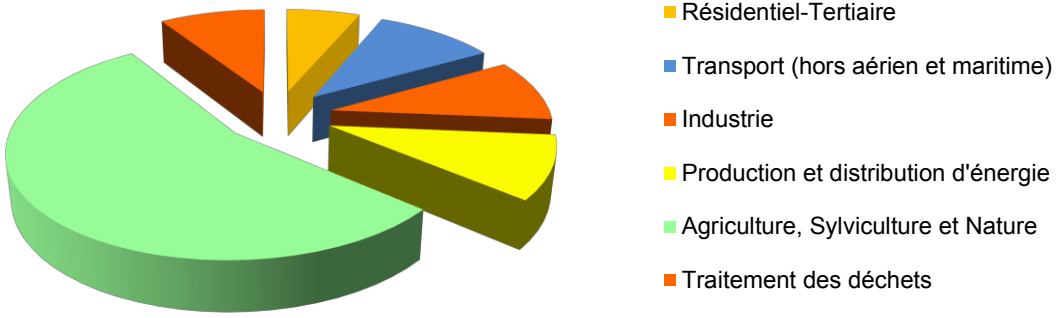


Figure 54 : Répartition des émissions de N_2O par secteur

Focus sur les émissions de GES liées aux sources énergétiques

Ce focus se justifie par le fait que 89% des émissions de GES proviennent de sources énergétiques. De plus, ce type d'émissions propose beaucoup plus de leviers d'action en termes de réduction des émissions que celles issues des sources non énergétiques. Ce paragraphe permet également de faire le lien entre les problématiques énergétiques et les émissions de GES.
Les résultats exploités s'appuient sur les données d'ENERG'AIR pour l'année 2007. Bien que ce bilan soit réalisé périodiquement (données disponibles pour les années 2004 et 2007), il n'est pas possible de donner des évolutions temporelles, en raison de ruptures méthodologiques dans les séries de données. En revanche ces données pourront être reprises dans des indicateurs de suivi.
Tout comme le bilan régional des émissions par GES et par secteur d'activité, les émissions liées aux sources énergétiques sont établies suivant une approche de prise en compte sur le lieu de production. De plus, dans ce paragraphe, les résultats sont donnés sans correction climatique.

Bilan des émissions énergétiques 2007 et répartition par combustible

Les combustibles les plus présents dans le bilan des émissions sont les produits pétroliers représentant 41% du total avec près de 17 Mteq CO_2. Le charbon et le gaz naturel arrivent ensuite en second rang avec environ 11 Mteq CO_2 soit 27% des émissions de GES énergétiques.
Les autres combustibles (déchets, chaleur et froid, biomasse, biogaz, autres combustibles) représente un peu moins de 5% des émissions de GES énergétiques, avec environ 2 Mt eqCO_2/an.

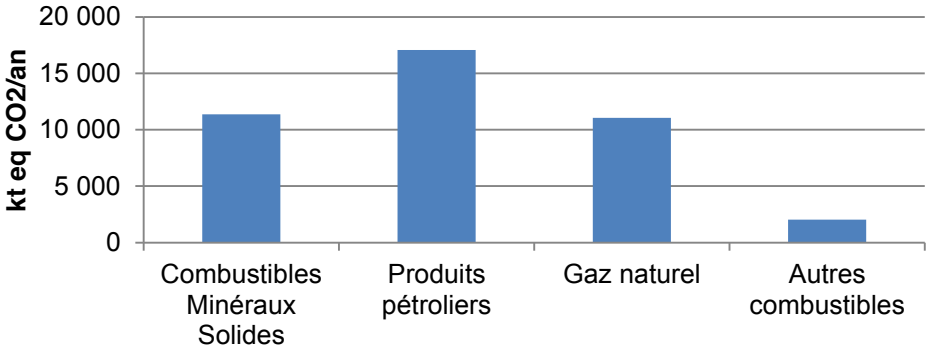


Figure 55 : Emissions de GES par combustible en 2007 en Mteq CO2, d'après des données ENERG'AIR 2007

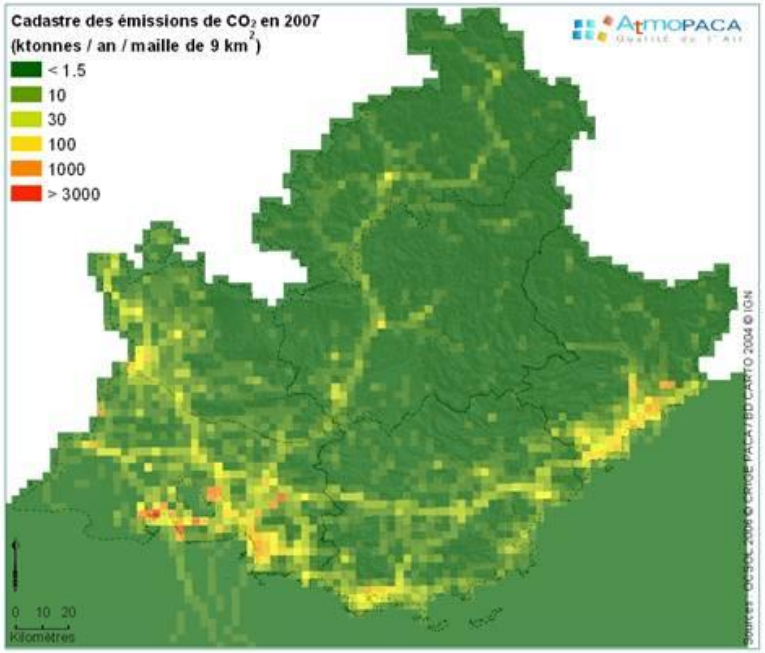
Bilan spatialisé des émissions de GES

Le bilan spatialisé des émissions de GES est réalisé **d'après les données d'Air PACA datant de 2007**. Tout comme le bilan régional des émissions ci-dessus, il est établi selon une méthode cadastrale et avec approche au lieu de production : seules les émissions sont comptabilisées et elles sont affectées au lieu de production.
Cet exercice de spatialisation du bilan a pour but de mettre en évidence des particularités infra-régionales et d'appuyer ainsi les démarches locales liées à l'élaboration des plans climat-énergie territoriaux (PCET).

Émission de dioxyde de carbone (CO_2)

Les **émissions de dioxyde de carbone** (CO_2) représentent **plus de 92% des émissions** de l'ensemble des GES en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les principaux secteurs contributeurs sont le **secteur industriel**, celui des **transports routiers** et le **secteur de l'énergie** qui sont bien mis en évidence sur les cartes ci-contre.

En effet, ces dernières font ressortir les grands axes routiers de la région ainsi que les zones urbanisées les plus importantes (agglomérations de Marseille-Aix, Nice et Toulon). Elles mettent également en évidence les zones industrielles, notamment le pôle industriel de Fos Berre. Selon les données de l'inventaire de 2007 d'Air PACA, le département des Bouches-du-Rhône représente à lui seul 67% des émissions de CO_2 de la région.



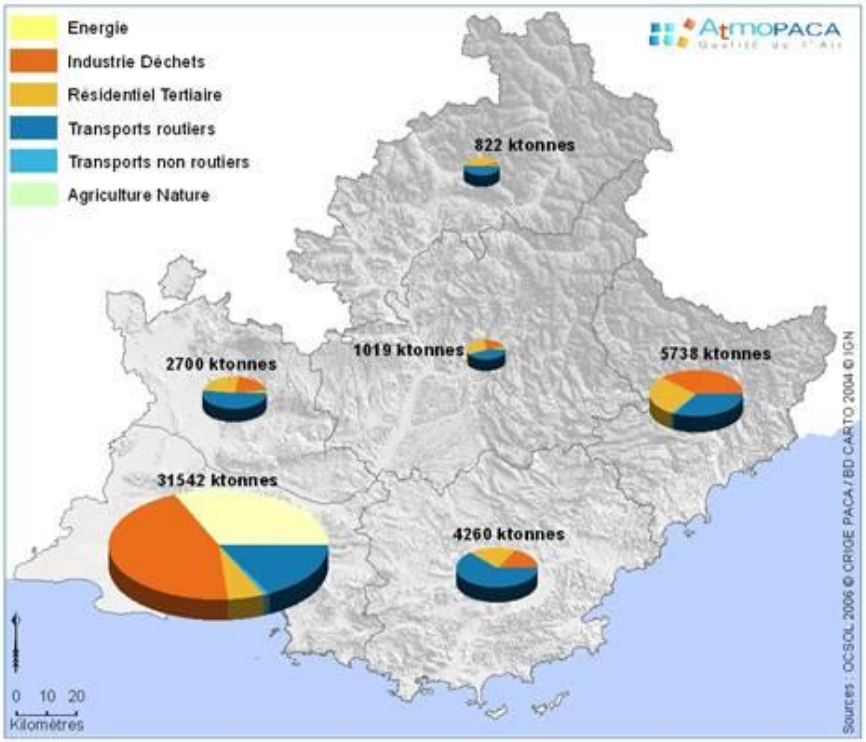


Figure 56 : Cartes des émissions de CO_2 en région (Source : Air PACA)

Émissions de méthane (CH_4)

Le CH4 représente 6% des émissions régionales de GES et le secteur de traitement des déchets est le principal contributeur. Le département des Bouches du Rhône représente 57% des émissions de CH4 de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

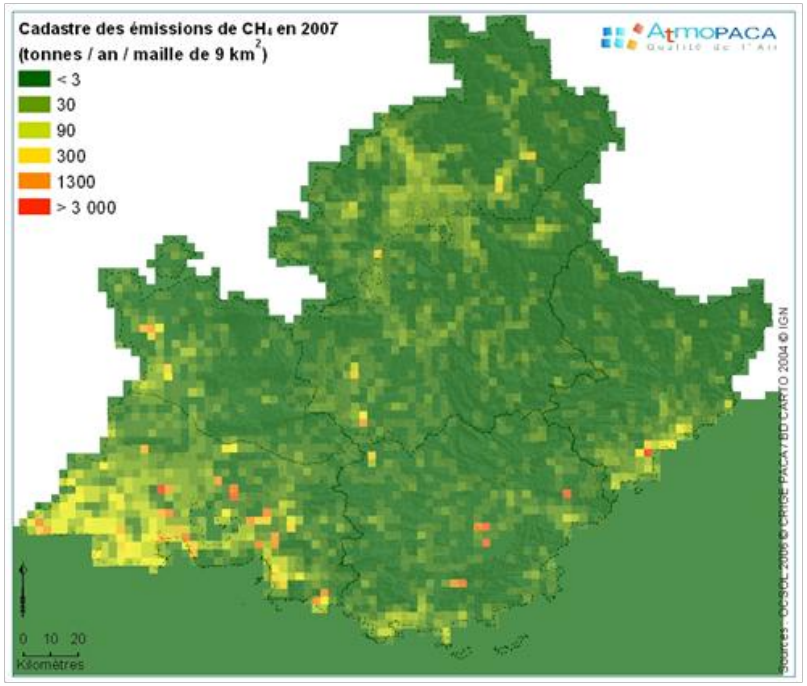


Figure 57 : Carte des émissions de CH_4 en région (Source : Air PACA)

Émissions de protoxyde d'azote (N_2O)

Le N_2O a une faible contribution dans les émissions de GES de la région (2% des émissions régionales). La carte ci-dessous met bien en évidence la **contribution du secteur agricole** dans l'émission de N_2O : les zones qui ressortent sur la carte sont principalement des zones agricoles.

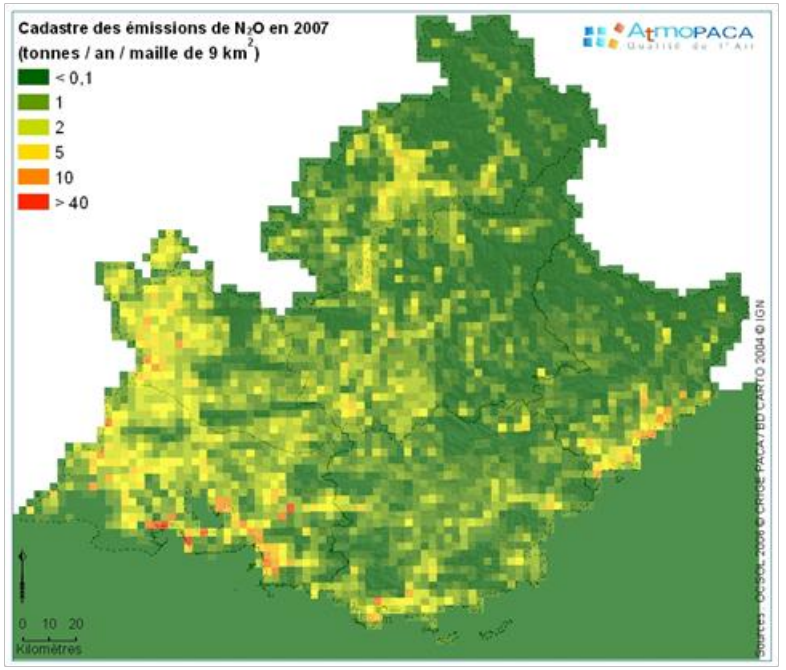


Figure 58 : Carte des émissions de N_2O en région (Source : Air PACA)

Émissions totales des principaux GES (CO_2, CH_4 et N_2O), en équivalent CO_2

Le CO_2 est le gaz à effet de serre le plus largement émis en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ainsi, les cartes des émissions de CO_2 et celles des principaux GES (ci-dessous) présentent des ressemblances évidentes.

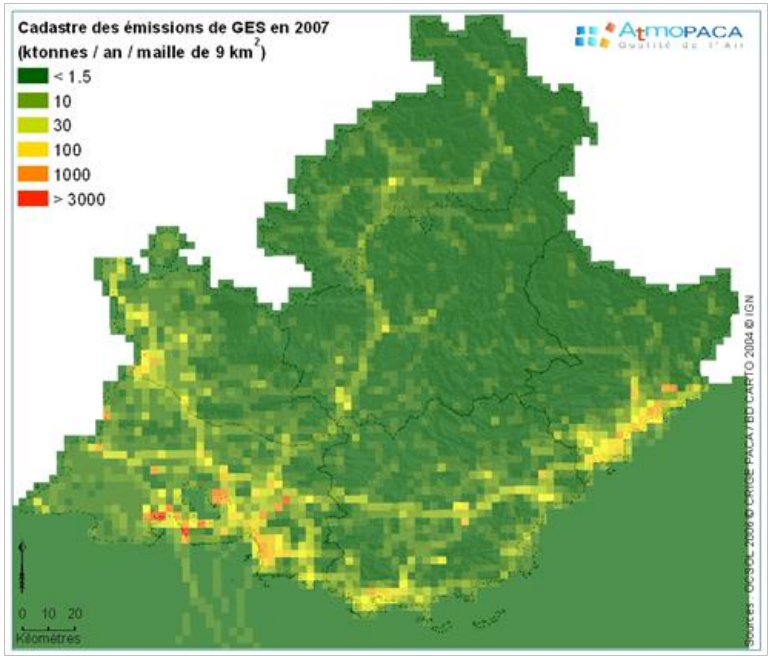


Figure 59 : Carte des émissions totales des principaux GES (CO_2, CH_4 et N_2O), en équivalent CO_2 en région (Source : Air PACA)

Les émissions de gaz à effet de serre sont, comme pour les consommations énergétiques, issues des communes où se concentrent les activités anthropiques : grandes agglomérations, présence de sites industriels, présence d'axes routiers fortement fréquentés.

À titre d'illustration, le tableau ci-dessous présente les pourcentages de répartition des émissions par département pour les GES d'origine énergétique. On constate que les Bouches-du-Rhône sont, de loin, le département concentrant la majorité des sources de GES énergétiques, avec une contribution de 68% au pouvoir de réchauffement global de la région.

Tableau 5 - Répartition des GES énergétiques par département (Source : ENERG'AIR 2007)

Département	% CO_2	% CH_4	% N_2O	% PRG
Alpes de Haute-Provence	2%	6%	3%	2%
Alpes Maritimes	12%	13%	13%	12%
Bouches du Rhône	68%	49%	62%	68%
Hautes-Alpes	2%	7%	3%	2%
Var	10%	16%	11%	10%
Vaucluse	6%	10%	8%	6%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Il faut noter également que l'**ozone** (O_3) est un gaz à effet de serre qui ne rentre pas dans ce bilan, dans la mesure où ce polluant n'est pas émis directement par les sources (il est formé par réaction chimique à partir d'autres polluants, NOx et COV_{NM}) et a une durée de vie limitée dans l'atmosphère. Or, **la région est particulièrement touchée par la pollution à l'ozone**.

5.1.5 COMPLEMENT : APPROCHE AU LIEU DE CONSOMMATION

En matière énergétique, il est possible et intéressant de comptabiliser les GES selon l'approche consommation, ce qui donne une autre vision du territoire régional : les émissions de GES sont affectées au consommateur final. Cela ne change rien pour les combustibles puisque les émissions sont générées au moment et sur le lieu de leur consommation. Par contre, pour l'électricité, les émissions ne sont plus comptabilisées aux lieux de production (centrales thermiques de Meyreuil et Ponteau) mais affectées indirectement aux consommateurs finaux (méthodologie définie par la note cadre de l'ADEME et EDF, 2005).

Cette approche donne une vision plus réaliste de l'impact de chaque secteur sur les émissions de GES entre les différents secteurs et des marges de réduction envisageables.

Cette approche influe peu sur les émissions totales de GES énergétiques : le fait que la région Provence-Alpes-Côte d'Azur ne produise que 38% de l'électricité qu'elle consomme est plus que compensé par le fort contenu carbone de cette électricité produite localement en comparaison de la moyenne nationale (qui a quant à elle un faible contenu carbone en raison de la prédominance du nucléaire).

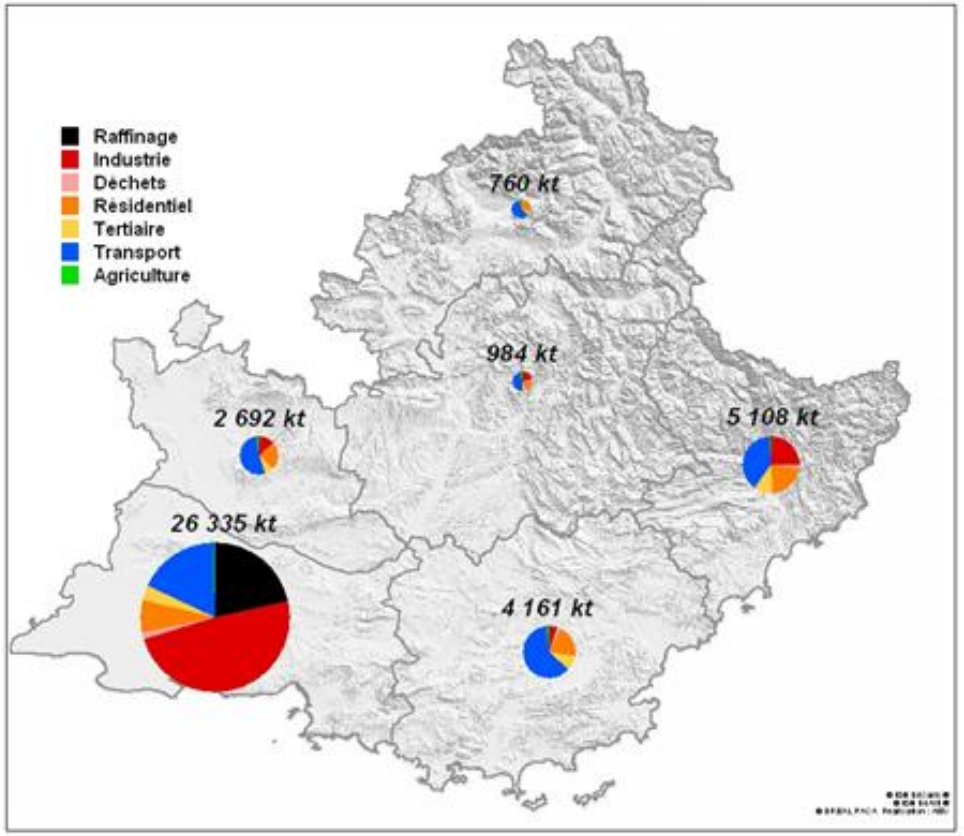


Figure 60 : Émissions des GES avec une approche au lieu de consommation (Source : Air PACA 2007)

5.2 ÉVALUATION DES EFFETS DE LA QUALITE DE L'AIR

Un tableau synthétique attribuant, par polluant, les effets sur la santé, sur le patrimoine naturel et sur le bâti est présenté en **Annexe 3** et vient compléter cette partie.

5.2.1 EFFETS SUR LA SANTE

Définitions préalables

Les polluants atmosphériques agissent sur notre santé, soit directement quand nous les respirons, soit indirectement par la modification de notre environnement (en se fixant sur les sols, via la chaîne alimentaire par exemple…).
De façon générale, ils peuvent agir à **différents niveaux du corps humain** :

- Peau, c'est le cas notamment des vapeurs irritantes (SO_2 par exemple) entraînant l'irritation de la peau ou des phénomènes allergiques du type urticaire ;
- Muqueuses (nez, yeux, gorge…), c'est le cas de nombreux polluants atmosphériques (SO_2, COV, NH_3) ;
- Poumons : c'est le cas de nombreux polluants également (NO_2 et O_3 par exemple) ;
- Système cardiovasculaire : cet effet est démontré pour les particules qui agissent soit directement sur la régulation de la fréquence cardiaque, soit indirectement sur les artères ;
- Organes (reins, système nerveux, foie) : c'est le cas des polluants qui sont véhiculés des poumons jusqu'aux organes par l'intermédiaire du sang et qui s'y accumulent (métaux toxiques particulaires, comme le plomb ou l'arsenic et polluants organiques persistants, comme les dioxines et furannes).

Les polluants produisent des effets à **différentes échelles de temps** suivant la durée et la fréquence d'exposition et suivant la concentration des polluants inhalés :

- Des effets à court terme, pour lesquels l'effet sanitaire se produit dans les heures ou jours suivant l'exposition (exposition dite « aiguë ») ;
- Des effets à long terme, qui font suite à une exposition chronique et qui impactent la santé au bout de plusieurs années.

Chacun des principaux polluants a des effets spécifiques à court ou long terme, ils sont détaillés en **Annexe 3**.
Les effets des polluants sur la santé dépendent de la *Sensibilité* de chaque individu exposé et de la *Dose reçue* :

*• **Sensibilité** : Les sujets a priori les plus sensibles aux effets de la pollution atmosphérique sont : les enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes, les personnes présentant des maladies respiratoires (asthmatiques, insuffisants respiratoires, bronchitiques chroniques) ou cardiovasculaires, les fumeurs, les personnes qui, de par leur profession, sont en contact avec des produits chimiques, les personnes actives à l'extérieur (sportifs, personnes exécutant des travaux ardus)*
*• **Dose** : la dose reçue est la quantité de polluants qui pénètrent dans l'organisme. Elle dépend de trois facteurs : la concentration de polluants dans l'atmosphère, la durée d'exposition et l'activité physique (l'effort physique implique une plus grande ventilation des poumons et donc une plus quantité d'air respirée).*

***Et les gaz à effet de serre ?** Ils n'ont pas d'effet direct sur la santé (le fait de les respirer aux concentrations retrouvées dans l'air ambiant n'entraîne pas de nuisance particulière) ; par contre, les changements climatiques qu'ils impliquent peuvent engendrer des conséquences sanitaires importantes (canicules, migration de certaines maladies…).*

Situation en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Les faits marquants présentés dans ce paragraphe sont issus des conclusions d'un certain nombre d'études sanitaires parmi lesquelles nous citerons :

- **Enquêtes épidémiologiques** sur les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Gardanne, années 1980, Fos Berre, années 1990)
- Le Programme **PSAS9 :** Programme de Surveillance Air et Santé, intégrant un pôle de surveillance épidémiologique à Marseille
- Des **Évaluations d'Impact Sanitaire** (Aix-en-Provence et Martigues (2000), Avignon, Toulon, Nice et Cannes (2003)). Ces études sont en cours d'actualisation par la CIRE.

Ainsi, en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur :

- Depuis les années 1970, la pollution atmosphérique a connu d'importants changements : diminution globale des quantités de polluants émises, accroissement de la part des sources mobiles par rapport aux sources fixes notamment.
- La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est une des régions françaises les plus émettrices de SO_2, de NOx, et de COV_{NM}. Elle se caractérise ainsi par une forte pollution industrielle et urbaine, conséquence d'une forte concentration industrielle, d'un fort taux d'urbanisation, de l'augmentation de l'usage du véhicule individuel, du retard des transports en commun, d'un réseau routier très dense et de la présence de reliefs favorisant la stagnation des masses d'air. Du fait de ses conditions climatiques, elle est également une des régions d'Europe les plus touchées par la pollution photochimique à l'ozone.
- Au sein du territoire régional, le département des Bouches du Rhône et plus particulièrement la zone de l'étang de Berre concentrent les plus fortes émissions de polluants.
- La surveillance de la qualité de l'air montre que, dans certaines zones très urbanisées, il existe une pollution de fond par le NO_2, les particules et le benzène. La région industrielle de l'étang de Berre se caractérise par des pollutions de pointe au SO_2, mais celles-ci semblent en diminution. Le département des Bouches du Rhône est également très touché par les pics de pollution à l'ozone et, selon les vents, cette pollution se déplace vers d'autres zones du territoire régional.
- Bien que les polluants atmosphériques soient inhalés sous forme de mélanges, ils ont des effets différentiés : le SO_2 et le NO_2 sont des gaz irritants ayant un impact sur l'appareil respiratoire ; les particules, dont la toxicité varie avec la taille et la composition chimique, sont suspectées, expérimentalement, d'être cancérigènes, d'avoir des effets néfastes sur le système cardio-vasculaire et de favoriser l'apparition d'une sensibilisation allergique (particules très fines) ; l'ozone provoque de la toux, une gêne respiratoire et potentialise la réponse bronchique consécutive à l'exposition à un allergène chez les personnes sensibles.
- Il est aujourd'hui bien établi qu'à court terme, la pollution atmosphérique aggrave les symptômes des sujets asthmatiques et entraîne un certain nombre de décès anticipés. À long terme, la pollution atmosphérique augmente le risque de décès. Les liens entre pollution atmosphérique, asthme et atopie ne sont pas établis avec certitude, les données épidémiologiques conduisant à des résultats contradictoires. Un " seuil " de pollution collectif moyen en deçà duquel des effets sanitaires ne seraient plus observables n'a pas encore été mis en évidence.
- Dans la région, dans les années 1980, il a été observé que les personnes résidant autour du bassin industriel de Gardanne présentaient plus de problèmes respiratoires que celles habitant dans des zones moins polluées par le SO_2. Dans les années 1990, des études auprès d'enfants vivant dans la zone de l'étang de Berre ont montré une association entre la prévalence de symptômes asthmatiques et la pollution à l'ozone. Par contre, dans ces études, aucune relation n'a été mise en évidence entre le niveau de pollution et la prévalence de la sensibilisation allergique.
- Une évaluation de l'impact sanitaire a été réalisée pour les six principales villes de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Aix-en-Provence, Avignon, Cannes, Nice, Marseille et Toulon), ce qui représente près de la moitié de la population. Chaque année, pour

des niveaux de particules et d'ozone similaires à ceux mesurés en 2004-2006, près de 560 décès anticipés et 1000 hospitalisations cardiorespiratoires chez les personnes âgées de 65 ans plus sont attribuables aux effets à court terme de la pollution de l'air. Une diminution d'environ 20% de la pollution de fond permettrait un gain sanitaire annuel de 160 décès et 260 hospitalisations cardiorespiratoires.

- Une exposition à long terme de la population adulte serait responsable de près de 2 500 décès chaque année.
- Une étude publiée en 2011 sur les hospitalisations des personnes résidant sur le pourtour de l'étang de Berre a retrouvé un excès d'hospitalisation pour infarctus du myocarde, plus important chez les femmes, pour les communes les plus exposées à la pollution industrielle. Un excès d'hospitalisation pour leucémies aiguës chez les hommes a aussi été mis en évidence.

La priorité est donc à donner à la réduction de la pollution de fond plutôt qu'aux seules pointes de pollution car elle apporte davantage de bénéfices d'un point de vue santé publique.

➔ ***À noter** : le Plan Régional Santé Environnement (PRSE I&II), mis en œuvre par l'Agence Régionale de Santé, comprend la détection, l'évaluation et la gestion des risques sanitaires liés aux agents chimiques, biologiques et physiques présents dans les différents milieux de vie, et notamment dans l'air.*

5.2.2 EFFETS SUR LE PATRIMOINE NATUREL ET BATI

Définitions préalables

Si la pollution atmosphérique s'avère nocive pour l'homme, elle peut aussi avoir des effets néfastes sur son environnement. Ces effets dépendent de la nature des polluants, des quantités émises par les sources, de leur concentration dans l'air, du temps et de la fréquence d'exposition des espèces. Les principaux phénomènes impliquant des dégradations accélérées de l'environnement et dont le lien avec la pollution atmosphérique sont avérés sont les suivants :

Tableau 6 : Principaux effets de la pollution atmosphérique sur le patrimoine naturel et bâti

	Principaux effets sur le patrimoine naturel	Principaux effets sur le patrimoine bâti
Les pluies acides	Acidification des lacs et des cours d'eau, perturbation des écosystèmes forestiers.	Les pierres calcaires, à force d'atteintes répétées, peuvent se transformer en surface et se détériorer. Certains métaux sont également vulnérables.
Les dépôts de particules	Certaines substances spécifiques ont la propriété de s'accumuler dans la chaîne alimentaire.	Salissure rapide des matériaux et coûts importants de nettoyage des façades.
La pollution photochimique	Baisse de la productivité des végétaux.	Accélère la détérioration des caoutchoucs et des matières plastiques

Situation en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Pour préserver faune, flore et paysages et maintenir des équilibres naturels menacés, des parcs, des réserves et des conservatoires ont été créés. 23% de la surface de la région est protégée.

- Cinq Parcs naturels régionaux : Luberon, Queyras, Verdon, Camargue, Alpilles.
- Trois Parcs naturels nationaux : Écrins, Mercantour, Port-Cros.
- Des réserves nationales, notamment celles de Camargue, de Crau, de l'archipel de Riou, les réserves géologiques de Haute-Provence et du Luberon, les réserves naturelles régionales.
- D'autres structures comme le Grand Site Concors Sainte Victoire, le Parc Marin de la Côte Bleue, le conservatoire du Littoral, préservent et gèrent des espaces particulièrement fragiles.
- Le réseau Natura 2000 en Provence-Alpes-Côte d'Azur recouvre environ 30% de la superficie régionale, sur 128 sites.
- L'inventaire ZNIEFF (Zone Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique) en Provence-Alpes-Côte d'Azur décrit 828 zones terrestres pour 17 186 km², soit 54% du territoire régional, et 100 zones marines pour 922 km², soit une couverture deux fois plus élevée que la moyenne nationale.

Le sujet des effets de la pollution atmosphérique sur l'environnement fait l'objet de nombreux travaux scientifiques, qui portent souvent sur des questions très précises (un type d'espèces, un certain monument, un polluant en particulier…). Mais les données et les préconisations qui en résultent sont quelques peu dispersées, rendant difficile l'adoption d'une stratégie et d'une surveillance globales et continues.

5.3 ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR

5.3.1 LES MODALITES DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

En France, la surveillance de la qualité de l'air est mise en œuvre par des organismes agréés par l'Etat (les AASQA) couvrant l'ensemble du territoire, regroupées au niveau national au sein de la Fédération ATMO. Chaque AASQA est administrée par un Conseil d'Administration formé par quatre collèges équitablement représentés :

- Les collectivités territoriales,
- Les représentants des activités contribuant à l'émission de substances surveillées,
- Les associations agréées de protection de l'environnement, de défense des consommateurs et des personnalités qualifiées,
- Les représentants de l'État et de ses établissements publics.

Les missions principales des AASQA sont :

- Surveiller la qualité de l'air par des outils de mesures et de modélisation
- Prévoir la qualité de l'air et anticiper les pics de pollution
- Informer au quotidien et en cas d'épisodes de pollution
- Comprendre les phénomènes de pollution en effectuant des études spécifiques et participer ainsi à établir les liens existant notamment entre l'air et la santé, l'air et l'environnement
- Contribuer aux réflexions relatives à l'aménagement du territoire et aux déplacements en fournissant à la fois des éléments d'évaluation, de prospective et des outils d'aides à la décision

Ces missions étaient réalisées jusqu'à fin 2011 par AIRFOBEP sur une zone de compétences correspondant au sud-ouest des Bouches du Rhône (Fos/Berre) et par Atmo PACA sur le reste du territoire.

Depuis le 1er janvier 2012, conformément aux dispositions de la loi Grenelle, une seule association est agréée pour assurer la surveillance de la qualité de l'air à l'échelle régionale. Il s'agit d'Air PACA.

Air PACA déploie et gère une palette d'outils pour assurer la surveillance et la connaissance en temps réel de la qualité de l'air sur l'ensemble de la région : stations de mesures fixes, laboratoires mobiles, matériel de mesure pour des campagnes ponctuelles, outils de calcul et de modélisation à l'échelle régionale, locale et urbaine…

La politique de surveillance d'Air PACA est définie tous les 5 ans à travers l'élaboration d'un **Programme de Surveillance de Qualité de l'Air (PSQA).**

Un contexte réglementaire particulièrement sensible

La France fait actuellement l'objet, dans le cadre de la réglementation communautaire en matière d'air ambiant (Directive 2008/50/CE), de deux procédures d'infraction lancées par la Commission Européenne. Ces procédures font suite aux dépassements des valeurs réglementaires applicables depuis le 1er janvier 2005 dans l'air ambiant :

- pour le **dioxyde de soufre (SO_2)**, principalement en zones industrielles. Ce contentieux est aujourd'hui éteint ;
- pour les **particules en suspension (PM10)**, en divers sites dont une majorité de zones urbanisées.

Les dépassements de **dioxyde d'azote (NO_2)** sont également sous haute surveillance puisque les normes relatives à ce polluant sont juridiquement contraignantes depuis le 1er janvier 2010. Or les mesures réalisées sur le territoire national font état de plusieurs dépassements, essentiellement en situation de proximité du trafic automobile.

5.3.2 EVOLUTION DES NIVEAUX DE POLLUANTS DE 2000 A 2009

Les exigences réglementaires en termes d'émissions polluantes, ainsi que les progrès technologiques et les changements structurels contribuent à l'évolution des niveaux de polluants. Sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, ces évolutions restent cependant contrastées comme l'illustre la figure ci-dessous.

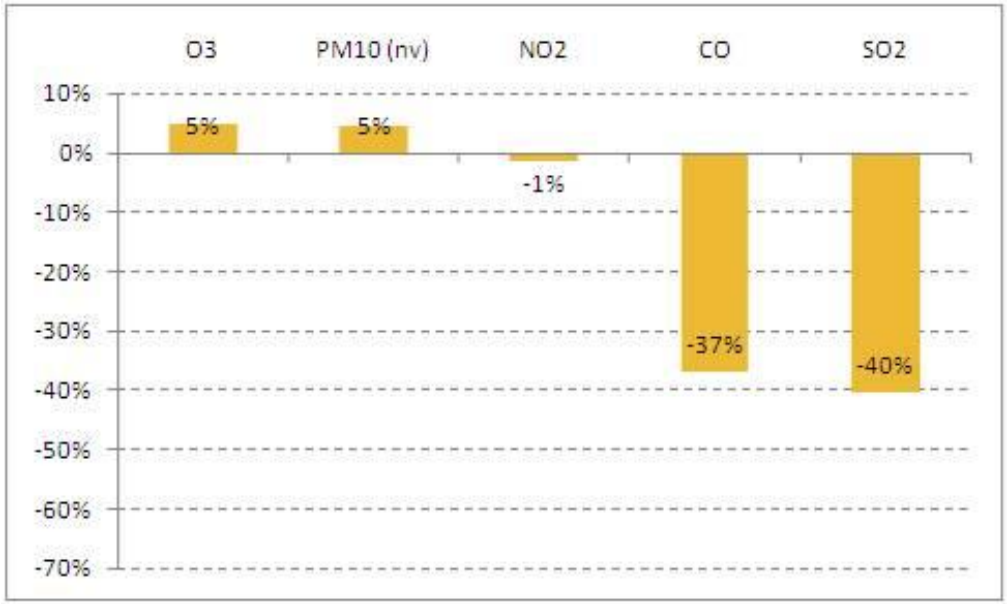


Figure 61 : Évolution moyenne des niveaux de polluants de 2000 à 2009 (Source : Air PACA)

Note : l'évolution sur 10 ans des niveaux de PM_{10} est calculée sur les particules non volatiles, dans la mesure où la part volatile des PM_{10} n'a été mesurée qu'à partir de 2007. Les proportions entre la part volatile et la part non volatile étant relativement stable en moyenne d'une année sur l'autre, cette tendance est probablement proche de la tendance d'évolution des PM_{10} totales.

Une diminution des émissions se mesure en particulier sur le SO_2 (essentiellement émis par la combustion d'énergie fossile et de charbon), depuis une dizaine d'années, et le CO (essentiellement produit par les transports et la sidérurgie).
À l'inverse, le **dioxyde d'azote** (NO_2), principal traceur de la pollution par les transports, ne présente pas d'évolution significative et reste problématique, en particulier en proximité trafic.
Les **particules en suspension** (PM_{10}), polluant pris en compte plus tardivement dans les politiques publiques, ainsi que l'**ozone** (O_3), pollution secondaire issue de la transformation du NO_2 et des COV sous l'effet du rayonnement solaire, sont eux en légère hausse.
Certains polluants faisant l'objet d'une attention particulière en Provence-Alpes-Côte d'Azur (notamment les particules fines $PM_{2.5}$) sont surveillés mais n'apparaissent pas dans cette partie car l'historique de données n'est pas encore suffisamment ancien pour avoir un recul suffisant sur leur évolution depuis 2000. Ces polluants sont traités dans la partie 5.3.4.

5.3.3 SITUATION VIS-A-VIS DES VALEURS REGLEMENTAIRES

Définition des Zones Administratives de Surveillance

La conformité des territoires vis-à-vis des seuils réglementaires se vérifie sur la base des **Zones Administratives de Surveillance** (ZAS), avec pour principe suivant : si une partie d'une ZAS dépasse une valeur réglementaire, toute la zone est considérée comme non conforme.
Le découpage des ZAS a été revu pour les PSQA 2010, avec des règles uniformisées au niveau national :

- Les **Unités Urbaines de plus de 250 000 habitants** forment des ZAS dites « **Zone Agglomération** », ou ZAG. En Provence-Alpes-Côte d'Azur, il s'agit d'**Aix-Marseille**, **Nice**, **Toulon** et **Avignon**.
- Les **Unités Urbaines entre 50 000 et 250 000 habitants** sont regroupées au sein d'une seule ZAS, dite « **Zone Urbaine Régionale** », ou ZUR. En Provence-Alpes-Côte d'Azur, la ZUR regroupe les unités urbaines de **Fréjus/St Raphaël**, **Menton**, **Arles** et **Salon**.
- Les **Zones Industrielles majeures** font l'objet de zones à part entière, les **ZI**. Seuls deux cas en France existent : Rouen-le-Havre et **Fos-Berre** en Provence-Alpes-Côte d'Azur.
- Le **territoire restant** de chaque région constitue les **Zones Régionales**, ou ZR.

Le zonage en vigueur à partir de 2010 est présenté ci-dessous.

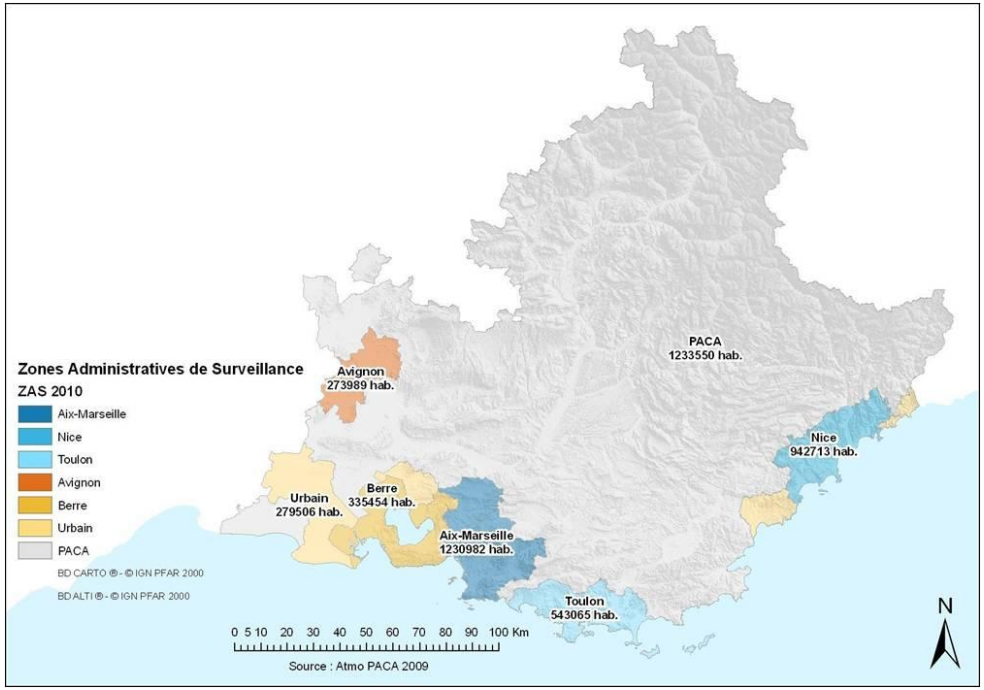


Figure 62 : Zones Administratives de Surveillance (ZAS) pour la période 2010-2014 (Source : PSQA 2009)
Tableau 7 : Descriptif des Zones Administratives de Surveillance (ZAS)

ZAS	Population 2007 (hab)	Surface (km²)	Mots-clefs
Aix-Marseille	1 260 909	1 046	2e agglomération de France en population, bipolaire
Nice	961 709	746	5e agglomération de France en population, relief contraignant
Toulon	555 405	724	9e agglomération de France en population, parc national
Avignon	281 393	509	Centre-ville piéton, vent fréquent
ZI	341 898	794	Forte densité d'industries
ZUR	288 756	1 293	4 parties, très hétérogène : Arles, Salon, Fréjus, Menton
ZR	1 278 493	2 671	De la ville moyenne à la zone naturelle. Mer et montagne

Description des ZAS

- **Aix-Marseille** : deuxième agglomération de France après Paris en termes de population, elle possède deux villes centres : Marseille et Aix-en-Provence. La ZAS correspond à l'Unité Urbaine Marseille-Aix-en-Provence moins quelques communes rattachées à la ZI de Berre. Aubagne, au sud-est, constitue un troisième noyau urbain, plus petit. Les parties sud (997 065 hab.) et nord (263 844 hab.) sont séparées par le Massif de l'Etoile. La partie sud, limitée par la côte et les Massifs des Calanques et de l'Etoile, est caractérisée par une forte densité urbaine.
- **Nice** : cinquième agglomération de France, elle contient un centre, Nice, et plusieurs villes de taille importante : Antibes, Cannes, Grasse et Cagnes-sur-Mer. La ZAS correspond à l'unité urbaine de Nice plus deux communes de la vallée du Paillon. Cette zone est coincée entre le littoral méditerranéen et les premiers contreforts des Alpes, contraignant à une forte densité urbaine.
- **Toulon** : neuvième agglomération de France par la population, elle contient un centre, Toulon, et deux villes secondaires : la Seyne-sur-Mer et Hyères. La zone correspond à l'unité urbaine de Toulon, qui s'étend de la fin du massif des Calanques dans les Bouches-du-Rhône, jusqu'à la presqu'île de Hyères. Le Mont Faron et la rade compriment le centre de Toulon, très dense. La zone inclus le Parc National de Port-Cros, ainsi que plusieurs sites protégés.
- **Avignon** : vingt-et-unième agglomération de France, centrée sur la ville d'Avignon, la zone est plus favorisée du point de vue de la qualité de l'air : l'hyper-centre bénéficie d'une vaste zone piétonne, l'autoroute le plus proche est à plusieurs kilomètres du centre-ville, le relief est faible et les vents y sont fréquents. La ZAS empiète sur le Languedoc-Roussillon avec les communes de Villeneuve-Lès-Avignon et des Angles.
- **Zone Industrielle de Berre** : il s'agit d'une des dernières grandes zones industrielles de France, notamment grâce à l'accès à la Méditerranée qui facilite l'arrivée de matières premières (pétrole…). La zone comporte également plusieurs villes moyennes, comme Martigues et Istres.
- **Zone Urbaine Régionale** : composée de 4 unités urbaines, elle comporte des situations très diverses. Réparties de l'extrême ouest à l'extrême est de la région, ses composantes sont :
  - **Arles** : 19% de la population de la ZAS avec 56 173 hab. Plus vaste commune de France, elle contient la plus grande partie de la Camargue et s'étend sur la Crau, des zones naturelles contenant de vastes espaces protégés. Elle possède un patrimoine historique particulièrement riche. L'unité urbaine empiète sur le Languedoc-Roussillon avec la commune de Fourques.
  - **Salon-de-Provence** : 23% de la population de la ZAS avec 66 082 hab. La zone diffère de l'unité urbaine pour épouser les contours de la ZI de Berre.
  - **Fréjus** : 33% de la population de la ZAS avec 95 359 hab. La zone est très touristique et la population légale est en fait

augmentée de +44% en moyenne sur l'année, avec un maximum en août de +135% (Ministère de l'Économie, donnée 2005). La population de l'unité urbaine ne repasse sous la barre des 100 000 résidents que deux mois par an.

- **Menton** : 25% de la population de la ZAS avec 71 142 hab. La zone fait en fait partie d'une unité urbaine plus vaste débordant sur l'Italie et comprenant Monaco (32 796 hab. en 2008). Là aussi les touristes représentent une part significative de la population, bien que moindre qu'à Fréjus : 17% en moyenne sur l'année, 36% en août.

- **Zone Régionale** : regroupant le reste de la région, cette zone contient des unités urbaines de taille moindre, comme Draguignan, Cavaillon, Orange ou Gap, des grands axes de transports, mais également des zones rurales ou naturelles, dont des zones protégées : parcs nationaux des Écrins ou du Mercantour, parcs naturels régionaux du Luberon, du Verdon et du Queyras, réserves de biosphère…

Évaluation des dépassements des valeurs réglementaires Européennes

Le tableau présente l'état des Zones Administratives de Surveillance entre 2005 et 2009 au regard des Valeurs Limites et Valeurs Cibles définies par la réglementation.

- ***Valeur limite*** *: un niveau à atteindre dans un délai donné et* ***à ne pas dépasser****, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;*
- ***Valeur cible*** *: un niveau à atteindre,* ***dans la mesure du possible****, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;*

Un rappel de cette réglementation, ainsi qu'une évaluation des dispositifs de déclenchement des procédures d'information et de recommandations sur la période 2007/2009 sont disponibles en **Annexe 3**.

Tableau 8 : État des Zones Administratives de Surveillance par rapport aux Valeurs Limites et Valeurs Cibles (2005-2009)

Zone	SO_2	NO_2	PM_{10}	C_6H_6	CO	O_3	ML	BAP	$PM_{2.5}$
	VL nombre de jours	VL moyenne annuelle	VL journalière	VL moyenne annuelle	VL max. sur 8H	VC nb de jours	VC moyenne annuelle	VC moyenne annuelle	VC moyenne annuelle
	Fond/Prox	Fond/Prox	Fond/Prox	Fond/Prox	Fond/Prox	Fond	Fond/Prox	Fond/Prox	Fond/Prox
Aix-Marseille	🙂🙂	☹☹	☹☹	🙂☹	🙂🙂	☹	🙂😐	🙂😐	🙂😐
Nice	🙂🙂	☹☹	☹☹	🙂🙂	🙂🙂	☹	🙂😐	🙂😐	🙂😐
Toulon	🙂🙂	☹☹	☹☹	🙂🙂	🙂🙂	☹	🙂😐	🙂😐	🙂😐
Avignon	🙂🙂	🙂☹	☹☹	🙂🙂	🙂🙂	☹	🙂😐	🙂😐	🙂😐
Zone Urbaine	🙂🙂	🙂☹	🙂☹	🙂🙂	😐😐	☹	😐😐	😐😐	😐😐
Zone Industrielle	🙂🙂	🙂☹	🙂☹	😐😐	🙂😐	☹	🙂😐	🙂😐	😐🙂
Zone Régionale	🙂🙂	😐☹	😐☹	🙂😐	🙂🙂	☹	😐😐	😐😐	😐😐

🙂 Pas de dépassement

☹ Dépassement constaté par mesure de référence, mesure indicative ou modélisation

😐 Évaluation non complète

Que signifient « Fond » et « Prox » ?

Les sites de mesures de la qualité de l'air sont classés selon différentes typologies en fonction de leur emplacement sur le territoire. On distingue les sites de « fond » (FOND) et les sites de « proximité » (PROX). Les sites de proximité sont, comme leur nom l'indique, à proximité de sources directes de pollution : axe routier, site industriel… Ils sont représentatifs de la pollution directement observée à proximité des sources de pollution (axe routier, site industriel…) : les niveaux mesurés sont souvent plus importants, toutefois, la population exposée est moins nombreuse. Alors que les sites de fond, eux, ne sont pas sous l'influence directe des sources de pollution et permettent d'avoir une indication sur la pollution de fond présente même en l'absence d'une source de proximité immédiate. Cette pollution de fond est présente en tout point du territoire, même à distance des sources de pollution. La population impactée est donc potentiellement beaucoup plus importante.

5.3.4 LES AUTRES POLLUANTS FAISANT L'OBJET D'UNE SURVEILLANCE

Plus de 200 molécules sont aujourd'hui suivies à l'échelle régionale, au titre d'une obligation réglementaire ou bien dans l'objectif d'une meilleure connaissance des phénomènes de pollution atmosphérique dans la région.
Le dispositif de surveillance déployé par Air PACA permet également d'améliorer les connaissances relatives à des problématiques plus spécifiques de santé environnementale : pesticides, dioxines / furannes, air intérieur…

➔ **Ces phénomènes et leur gestion relèvent plutôt du Plan Régional Santé Environnement (PRSE), mis en œuvre par l'Agence Régionale de Santé.**

Les pollens
Au-delà du cadre réglementaire du SRCAE, il est également important de prendre en compte la problématique des pollens. Les maladies allergiques respiratoires constituent une priorité de santé publique du fait de leur prévalence élevée (plus de 20% de la population générale pour la rhinite, 5 à 10% pour l'asthme) et en augmentation depuis plusieurs décennies. Il existe des relations triangulaires entre pollution de l'air, pollens et allergie. Cette pollution peut à la fois agir :
- *Sur les pollens, en modifiant leur structure biochimique extérieure et par là même leur allergénicité,*
- *Sur les muqueuses respiratoires de l'homme en modifiant sa sensibilité aux grains de pollens.*

Au niveau national, le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) a été créé en 1996 : il a pour objet principal l´étude du contenu de l´air ambiant en particules biologiques pouvant avoir une incidence sur le risque allergique pour la population.

5.3.5 ZONES SENSIBLES D'UN POINT DE VUE QUALITE DE L'AIR

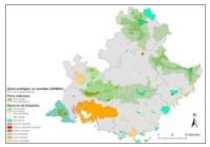
L'état des lieux à réaliser dans le cadre du SRCAE doit définir des « **zones sensibles pour la qualité de l'air** ». **Dans ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à d'éventuelles actions portant sur le climat et dont la synergie avec les actions de gestion de la qualité de l'air n'est pas assurée.**
La définition des zones sensibles en Provence-Alpes-Côte d'Azur a été élaborée par Air PACA à partir de la méthodologie définie au niveau national, appliquée dans toutes les régions élaborant leur SRCAE. Les polluants retenus dans la définition de ces zones sont les particules fines (PM_{10}) et le (NO_2).

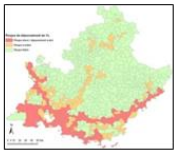
Ces zones sont définies en croisant :

- Les zones où les niveaux d'émissions sont excessifs ;
- Les zones qui, par leur densité de population ou la présence d'écosystèmes protégés, peuvent être jugées plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air.

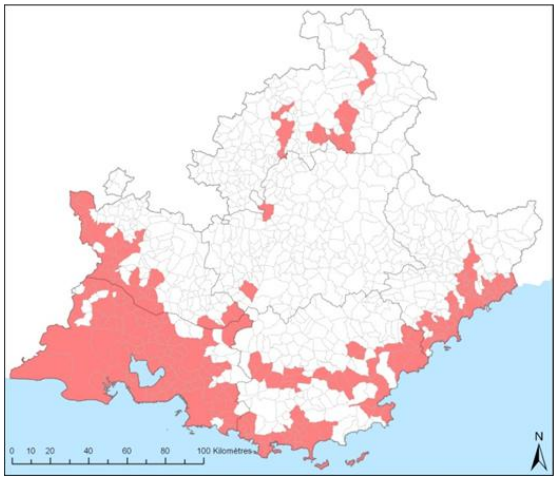
Pollution excessive au dioxyde d'azote ou aux particules fines

Enjeux humains et écologiques





Mailles et communes sensibles



5.3.6 CARTE D'EXPOSITION A L'OZONE

Par ailleurs, sur la base de l'état des Zones Administratives de Surveillance sur la période 2005-2009 et de l'évolution prévisible des niveaux de polluants, une carte de risques de dépassement de la valeur cible (pour l'ozone) a été réalisée par commune sur l'ensemble de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Figure 80).

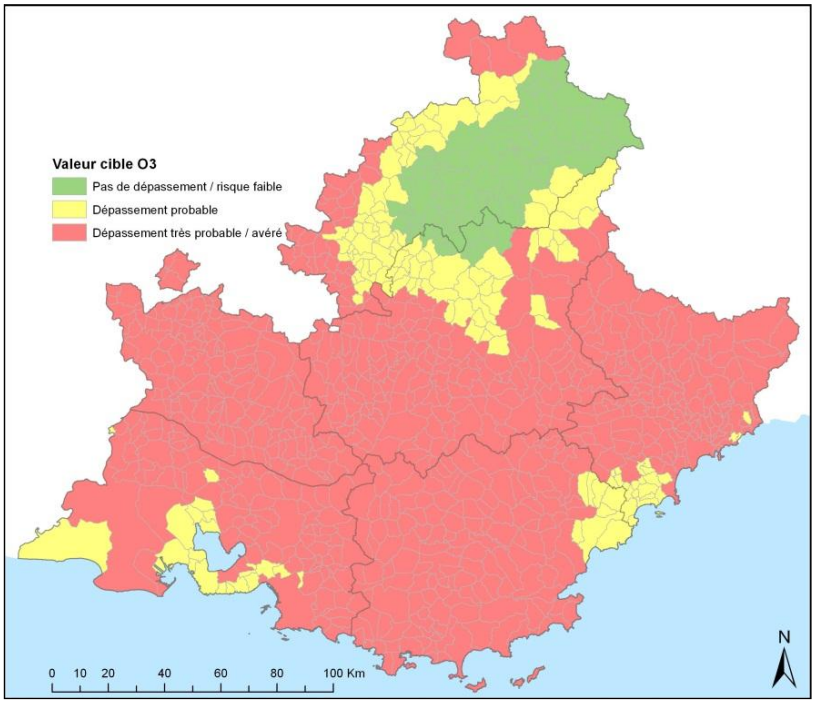


Figure 63 : Risque de dépassement de la valeur cible pour l'ozone

Ces cartographies permettent de mettre en valeur les zones à enjeux en termes de réduction des émissions polluantes et en termes de protection de la santé et de l'environnement.