

ÉVALUATION PROSPECTIVE DES ÉMISSIONS ET DES CONCENTRATIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES À L'HORIZON 2020 EN ÎLE-DE-FRANCE - GAIN SUR LES ÉMISSIONS EN 2015

Révision du Plan de Protection de l'Atmosphère d'Île-de-France

Novembre 2012





AIRPARIF
Surveillance de la Qualité de l'Air
en Ile-de-France

**Evaluation prospective des émissions et des concentrations de
polluants atmosphériques à l'horizon 2020 en Ile-de-France-
Gain sur les émissions en 2015**

**Etude menée dans le cadre de la révision du Plan de Protection de
l'Atmosphère d'Ile-de-France**

Rapport final

Novembre 2012

Etude réalisée par :

AIRPARIF association de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France
7, rue Crillon 75004 PARIS – Tél. : 01.44.59.47.64 - Fax : 01.44.59.47.67 - www.airparif.asso.fr

« Le bon geste environnemental : N'imprimez ce document que si nécessaire et pensez au recto-verso ! »

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	5
SYNTHESE DE L'ETUDE	7
INTRODUCTION	15
I. RESULTATS ATTENDUS	16
II. METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE	17
II.1 RESUME DE LA METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE	17
II.2 REALISATION D'UN CADASTRE DE REFERENCE DES EMISSIONS	19
II.3 REALISATION D'UN CADASTRE DES EMISSIONS AUX HORIZONS 2015 ET 2020 AU FIL DE L'EAU	19
II.4 REALISATION D'UN CADASTRE DES EMISSIONS AVEC LE PPA	20
II.5 ESTIMATION DE LA QUALITE DE L'AIR A L'HORIZON 2020	20
II.5.1 Modélisation des concentrations de fond	21
II.5.2 Modélisation des concentrations à proximité du trafic routier	22
II.5.3 Détermination du risque de dépassement de la valeur limite en PM ₁₀ plus de 35 jours par an	24
III. LES RESULTATS CONCERNANT LES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES	25
III.1 L'INVENTAIRE DES EMISSIONS DE LA SITUATION DE REFERENCE	25
III.1.1 Les émissions de NOx pour l'année 2008	26
III.1.2 Les émissions de particules pour l'année 2008	28
III.1.3 Les émissions de composés organiques volatils pour l'année 2008	34
III.2 LES EVOLUTIONS FIL DE L'EAU 2008/2015/2020 DES EMISSIONS SECTEUR PAR SECTEUR	37
III.2.1 Le secteur du trafic routier	37
III.2.2 Le secteur résidentiel et tertiaire	48
III.2.3 Le secteur aérien	54
III.2.4 L'industrie manufacturière	56
III.2.5 Le secteur de la production d'énergie	60
III.2.6 L'agriculture	61
III.2.7 Le trafic ferroviaire et fluvial	63
III.2.8 Le secteur du traitement des déchets	65
III.2.9 Les émissions naturelles	66
III.3 L'INVENTAIRE DE L'ANNEE 2020 SELON LE SCENARIO FIL DE L'EAU	66
III.3.1 Les émissions de NOx à l'horizon 2020 suivant le scénario fil de l'eau	67
III.3.2 Les émissions de particules à l'horizon 2020 suivant le scénario fil de l'eau	69
III.3.3 Les émissions de composés organiques volatils à l'horizon 2020 suivant le scénario fil de l'eau	73
III.4 IMPACT DE CHAQUE MESURE EVALUABLE DU PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE SUR LES EMISSIONS EN 2015 ET EN 2020	74
III.4.1 Mesure réglementaire n°2 - Imposer des valeurs limites d'émissions pour toutes les installations fixes de chaufferies collectives	75
III.4.2 Mesure réglementaire n°3 - Limiter les émissions de particules dues aux équipements individuels de combustion du bois	77
III.4.3 Mesure réglementaire n°7 - Interdire les épandages par pulvérisation quand l'intensité du vent est strictement supérieure à 3 Beaufort	81
III.4.4 Mesure réglementaire n°10 - Mise en œuvre de la réglementation limitant l'utilisation des moteurs auxiliaires de puissance (APU) lors du stationnement des aéronefs sur les aéroports de Paris Charles-de-Gaulle, Paris Orly et Paris Le Bourget.	81
III.4.5 Objectif n°1 – Réduction de 10 % des émissions de polluants à l'intérieur de l'A86	83
III.4.6 Objectif n°2 - Promouvoir une politique de transports respectueuse de la qualité de l'air et atteindre les objectifs fixés par le (projet de) PDUIF	83
III.4.7 Mesure d'accompagnement n°1 - Sensibiliser les automobilistes franciliens à l'éco-conduite	91
III.4.8 Mesure d'accompagnement n°3 - Former et informer les agriculteurs sur la pollution atmosphérique, notamment par une incitation à l'acquisition de matériels ou installations limitant les émissions de polluants atmosphériques	92
III.4.9 Mesure d'accompagnement n°4 - Réduire les émissions des plates-formes aéroportuaires	94

III.4.10	Mesure d'accompagnement n°5 - Réduire les émissions de particules dues aux chantiers	95
III.5	LES INVENTAIRES 2015 ET 2020 SELON LE SCENARIO PPA	97
III.5.1	Les émissions de NOx aux horizons 2015 et 2020 selon les mesures du PPA	97
III.5.2	Les émissions de particules aux horizons 2015 et 2020 selon les mesures du PPA	100
III.5.3	Les émissions de COVNM à l'horizon 2020 + PPA	104
IV.	BILAN DE LA QUALITE DE L'AIR EN 2020	106
IV.1	HYPOTHESES	106
IV.2	RAPPEL DE LA SITUATION EN 2009 ET DES TENDANCES ACTUELLES	107
IV.3	LA QUALITE DE L'AIR EN 2020 - SCENARIO « 2020 FIL DE L'EAU »	110
IV.3.1	Les concentrations de NO ₂	110
IV.3.2	Les concentrations de PM ₁₀	112
IV.3.3	Les concentrations de PM _{2,5}	115
IV.3.4	Les concentrations en O ₃	116
IV.4	SUPERFICIE ET POPULATION CONCERNEES PAR UN DEPASSEMENT DES VALEURS REGLEMENTAIRES EN 2020	117
IV.4.1	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en NO ₂	117
IV.4.2	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM ₁₀	118
IV.4.3	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite journalière en PM ₁₀	120
IV.4.4	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM _{2,5}	120
IV.5	LA QUALITE DE L'AIR EN 2020 AVEC L'APPLICATION DU PPA	120
IV.5.1	Les concentrations de NO ₂	120
IV.5.2	Les concentrations de PM ₁₀	123
IV.5.3	Les concentrations de PM _{2,5}	125
IV.5.4	Les concentrations d'O ₃	126
IV.6	SUPERFICIE ET POPULATION CONCERNEES PAR UN DEPASSEMENT DES VALEURS REGLEMENTAIRES EN 2020 AVEC L'APPLICATION DU PPA	127
IV.6.1	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en NO ₂	127
IV.6.2	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM ₁₀	128
IV.6.3	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite journalière en PM ₁₀	130
IV.6.4	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM _{2,5}	133
V.	LES MESURES DU PPA : VARIANTE DANS L'HYPOTHESE D'UN PARC MOINS DIESELISE	134
V.1.	EVALUATION DES EMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER A L'HORIZON 2020	134
V.1.1.	Variante au scénario PPA : hypothèse d'un parc moins diésélisé	134
V.1.2.	Les hypothèses relatives aux facteurs d'émissions	136
V.1.3.	Les émissions du trafic routier en 2020 avec les différents scénarios PPA	139
V.2.	LA QUALITE DE L'AIR EN 2020	141
V.2.1.	Les concentrations de NO ₂	141
V.2.2.	Les concentrations de PM ₁₀	143
V.2.3.	Les concentrations de PM _{2,5}	145
V.3	SUPERFICIE ET POPULATION CONCERNEES PAR UN DEPASSEMENT DES VALEURS REGLEMENTAIRES A L'HORIZON 2020	146
V.3.1.	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en NO ₂	146
V.3.2.	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM ₁₀	148
VI.3.2.	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM ₁₀	149
VI.3.3.	Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite journalière en PM _{2,5}	151
VI.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES SUR LE PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE PPA	152
	LES SCENARIOS PPA	152
	LES EMISSIONS DE POLLUANTS AUX HORIZONS 2015 ET 2020	152
	LA QUALITE DE L'AIR EN 2020	153
	PERSPECTIVES	154
ANNEXE		155
1.	Evaluation du modèle en 2009	155
2.	Corrections des concentrations moyennes annuelles	161
3.	Analyse des concentrations moyennes annuelles issues du modèle en 2009 et 2020 par polluant	164
4.	Kilométrages réalisés par chaque catégorie de véhicules en 2020	173

GLOSSAIRE

Organismes :

ACNUSA : Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroporutaires

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ADP : Aéroports De Paris

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile

DRIEA : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Equipement et de l'Aménagement

DRIEE-IF : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile-de-France

IAU : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme

IFSTTAR : Instituts Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.

INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des Risques

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

INRETS : Institut National de Recherche sur les Transports et leur sécurité

STIF : Syndicat des Transports d'Ile-de-France

VNF : Voies Navigables de France

Normes de la qualité de l'air :

Les **objectifs de qualité** sont définis par la réglementation française. Ils correspondent à une qualité de l'air jugée acceptable ou satisfaisante.

Les **valeurs cibles** correspondent à un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Les **valeurs limites** sont définies par la réglementation européenne et reprises dans la réglementation française. Ce sont des valeurs réglementaires contraignantes. Elles doivent être respectées chaque année. Un dépassement de valeur limite doit être déclaré au niveau européen. Dans ce cas, des plans d'actions motivés doivent être mis en œuvre afin de conduire à une diminution rapide des teneurs en dessous du seuil de la valeur limite. La persistance d'un dépassement peut conduire à un contentieux avec l'Union Européenne. La plupart des valeurs limites voient leurs seuils diminuer d'année en année. Pour les particules PM10, les valeurs limites ont atteint leur niveau définitif en 2005. Pour le dioxyde d'azote, les valeurs limites ont achevé leur décroissance au 1^{er} janvier 2010, pour les particules PM2.5 la décroissance se poursuit jusqu'au 1^{er} janvier 2015.

Polluants :

CO₂ : Dioxyde de carbone

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

NH₃ : Ammoniac

NO₂ : Dioxyde d'azote

NOx : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

PM10 : Particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres

PM2.5 : Particules dont le diamètre est inférieur à 2.5 micromètres

Types de véhicules :

VP : véhicule particulier

VUL : Véhicule utilitaire léger

2RM : Deux-roues motorisés

PL : Poids lourd

TC : Transport en commun (bus et cars)

Généralités :

APU : Auxiliary Power Unit. L'APU est un petit réacteur situé à l'arrière de l'aéronef, qui sert lorsque les moteurs sont éteints en escale à générer de l'électricité à l'avion, faire fonctionner la climatisation et le chauffage et faire démarrer les réacteurs.

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère

Modélisation : calcul de la pollution à partir d'outils informatiques

Norme « Euro » : Norme européenne fixant les limites d'émissions en g/km

OMINEA : Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des émissions Atmosphériques en France. Rapport annuel du CITEPA utile pour la réalisation d'inventaires d'émissions.

PPA : Plan de protection de l'Atmosphère

Parc roulant : définit la répartition du parc routier selon les types de véhicules (véhicules particuliers, deux-roues, poids lourd...)

Parc technologique : définit la répartition du parc routier les normes « Euro » associées à chaque type de véhicules.

PDU-IF : Plan de Déplacement Urbain d'Ile-de-France

SDRIF : Schéma Directeur d'Ile-de-France

SRCAE : Schéma Régional Climat Air Energie

UIOM : Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères

VLE : Valeur limite d'émission

Synthèse de l'étude

En Ile-de-France, le premier Plan de Protection de l'Atmosphère, approuvé en 2006, couvrait la période 2005-2010. A l'issue de cette période, les normes sur les concentrations de polluants atmosphériques n'étant pas respectées, il a donc été nécessaire de lancer la révision de ce plan.

L'objectif du PPA concerne à la fois le niveau de réduction des émissions vis-à-vis des objectifs du Grenelle de l'Environnement et des Directives Plafonds européennes (NEC), et celui des concentrations par rapport aux valeurs réglementaires françaises et européennes de qualité de l'air.

Dans le cadre de la révision de ce plan, la DRIEE-IF¹ a confié à Airparif l'évaluation de l'impact sur les émissions de polluants atmosphériques et sur la qualité de l'air en Ile-de-France à l'horizon 2020 de deux scénarii : un scénario « 2020 fil de l'eau » intégrant les mesures nationales et régionales d'ores et déjà prévues ; et un scénario « 2020 + PPA » prenant en compte la mise en œuvre de mesures spécifiques prévues dans le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA).

Un constat : le non-respect actuel des normes de la qualité de l'air

Les niveaux de plusieurs polluants atmosphériques dépassent les valeurs limites² réglementaires applicables, en particulier pour le dioxyde d'azote et les particules PM₁₀ et PM_{2.5}.

S'agissant du dioxyde d'azote (NO₂), la valeur limite annuelle (40 µg/m³) est dépassée dans le cœur de l'agglomération, en situation de fond éloignée du trafic. A proximité du trafic automobile, cette valeur limite est aussi très largement dépassée sur une portion importante du réseau routier de l'Ile-de-France, environ 2 000 km de voiries (soit presque 20 % du réseau modélisé) sont concernés.

Concernant les particules PM₁₀, les valeurs limites journalières et annuelles sont toujours largement dépassées. Les habitants potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière pour les PM₁₀ sont situés essentiellement dans l'agglomération et au voisinage de grands axes de circulation. Leur nombre varie notamment en fonction des conditions météorologiques (3 millions en 2009, plus d'1 million en 2010).

Pour les particules fines PM_{2.5}, l'ensemble des 11,7 millions de Franciliens est potentiellement concerné par le dépassement de l'objectif de qualité. La valeur cible de 20 µg/m³ (valeur limite européenne en 2020) est dépassée en situation de proximité et en situation de fond dans le centre de l'agglomération parisienne.

Concernant l'ozone (O₃), le dépassement de la valeur cible reste probable au vu des données des cinq dernières années.

La méthodologie d'évaluation

Sur la base de ce constat, l'étude d'évaluation de la qualité de l'air a été menée pour les polluants les plus problématiques qui ne respectent pas de façon chronique les normes de qualité de l'air à savoir le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules (PM₁₀ et PM_{2.5}). Les travaux conduits ont visé à évaluer, à l'horizon 2020, le respect ou non des valeurs réglementaires de qualité de l'air pour ces polluants tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier, et à estimer le nombre d'habitants qui seraient encore potentiellement concernés par un dépassement de ces normes.

Pour cela, la première étape du travail a consisté à élaborer les cadastres des émissions des polluants atmosphériques (NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} et COVNM) ; l'année 2008 servant d'année de référence pour les émissions³. Le scénario « 2020- fil de l'eau » correspond à la prise en compte des stratégies de réduction des émissions d'ores et déjà engagées au niveau national et régional. Le scénario « 2020+PPA » correspond à la prise en compte, en plus des évolutions fil de l'eau, des mesures régionales complémentaires de réduction des émissions envisagées dans le cadre du PPA d'Ile-de-France. Un point d'étape à mi-parcours a également été réalisé pour les émissions de NO_x et de PM à l'horizon 2015.

¹ Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie

² La qualité de l'air en Ile-de-France en 2010 – Edition Mars 2011 : http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/bilan_2010.pdf

³ Du point de vue des émissions, la situation de référence est renseignée par l'inventaire régional des émissions le plus récent construit par AIRPARIF à la date de l'étude à savoir l'inventaire de l'année 2008.

A partir des cadastres d'émissions ainsi construits, les étapes suivantes ont porté sur la modélisation et la cartographie des concentrations en NO₂, PM10, PM2.5 et O₃ en situation de fond et à proximité du trafic routier pour 2009 (année de référence correspondant à une situation météorologique défavorable à la dispersion de polluants) ,et pour 2020 (avec les mêmes conditions météorologiques qu'en 2009). Les concentrations de fond ont été calculées via le modèle Chimère. Les mesures aux stations ont été prises en compte et ont permis de corriger les sorties du modèle pour l'année de référence. Les concentrations à proximité du trafic routier ont été calculées à l'aide du logiciel STREET. Un travail cartographique a ensuite été réalisé afin de coupler les deux informations.

Les outils de modélisation possèdent des incertitudes plus importantes que les mesures, mais ils apportent une information spatialisée et prospective. Pour être au plus proche de la réalité, le cas de référence 2009 prend en compte les observations 2009 du réseau de mesures Airparif via des techniques d'assimilation de données. Pour les cas d'étude 2020, la correction apportée par les observations au cas de référence 2009 est appliquée de manière identique

Scénarios	Emissions	Météo
Cas de référence	2008	2009
2020 fil de l'eau	2020 fil de l'eau	2009
2015 + PPA	2015 fil de l'eau + mesures du PPA	Scénario portant uniquement sur les émissions
2020 + PPA	2020 fil de l'eau + mesures du PPA	2009

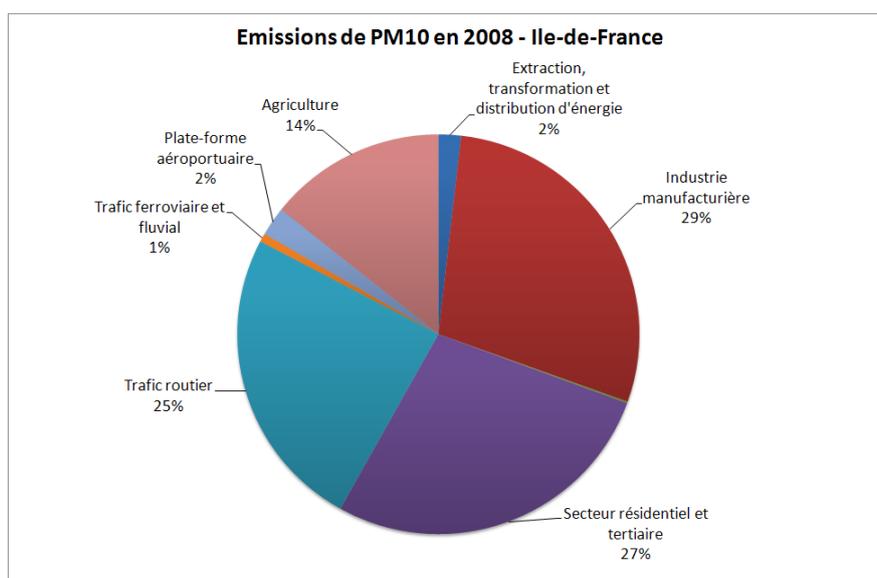
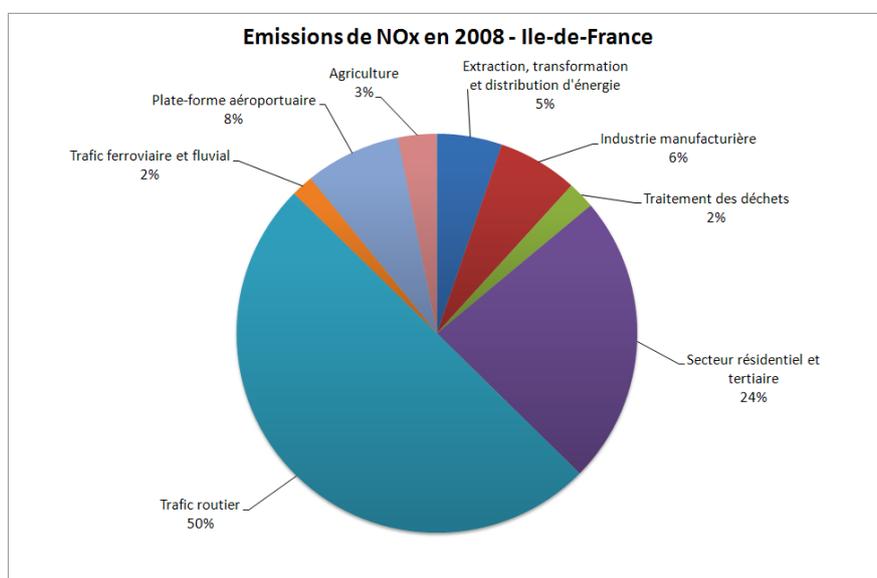
Evolution des émissions entre 2008 et 2020

Emissions franciliennes d'oxyde d'azote, de particules et de composés organiques volatils pour l'année 2008

En 2008, le transport routier apparaît comme le secteur prépondérant dans les émissions régionales de NO_x avec une contribution de 50%. Il représente environ un quart des émissions de particules PM10 et PM2.5.

Le secteur résidentiel et tertiaire est le contributeur principal aux émissions régionales de particules avec respectivement 27 % et 40 % des émissions de PM10 et de PM2.5, la plupart de ces émissions étant dues au chauffage au bois. Ce secteur contribue à hauteur de 24% pour les NO_x.

Enfin, l'industrie manufacturière, notamment les secteurs industriels utilisant de la peinture ou des solvants, est le premier contributeur régional aux émissions de COVNM avec 35%. Environ 30% pour les PM10 mais seulement 6% pour les NO_x. Le détail des sources d'émission d'oxydes d'azote et de poussières est présenté dans les graphiques ci-dessous.



Source : AIRPARIF, inventaire des émissions année 2008

Evolution des émissions à l'horizon 2020 avec le scénario fil de l'eau

Pour ce scénario, les émissions ont été estimées pour l'ensemble de l'Ile-de-France à l'horizon 2020 à partir d'hypothèses d'évolution de l'urbanisation, de développement économique et démographique en Ile-de-France fournies par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile-de-France (IAU, SDRIF⁴), d'hypothèses d'évolution régionales lorsque celles-ci étaient disponibles ; et également d'évolution des activités à l'échelle nationale⁵.

Lorsqu'il s'agit d'hypothèses nationales, c'est le scénario dit AMSO (Avec Mesures Supplémentaires Objectif Grenelle) de l'étude OPTINEC produite par le CITEPA⁶ qui a été pris en compte. Ce scénario permet d'atteindre, au niveau national, les objectifs du Grenelle de l'Environnement.

Quelques exemples d'hypothèses prospectives utilisées dans le scénario fil de l'eau sont présentés ci-dessous :

- **Secteur du transport routier** : Le scénario fil de l'eau considéré est le scénario « statu quo » du Plan de Déplacements Urbains (PDU) d'Ile-de-France. Il conduit notamment à une augmentation de l'usage de la voiture particulière et des deux-roues motorisés, nettement plus forte que celle des transports en commun et des modes actifs. Le parc technologique provient des estimations pour l'année 2020 de l'ADEME/INRETS 2004 réactualisées en 2008.
- **Secteur résidentiel** : Ce scénario⁷ est notamment construit sur des hypothèses de construction et de renouvellement communaux des logements à horizon 2020 (SDRIF), l'application successive de nouvelles réglementations thermiques et l'application des meilleures technologies disponibles pour les installations de combustion.
- **Secteur aérien** : ce scénario prend en compte des hypothèses de la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile) sur l'augmentation du nombre de mouvements aériens sur la plateforme Roissy-Charles-de-Gaulle à l'horizon 2020 ainsi que sur la composition de la flotte avion à cet horizon.

Sur la base de ces hypothèses, les diminutions d'émissions suivantes sont prévues entre 2008 et le scénario « 2020 fil de l'eau » :

- ✓ 34% pour les émissions de NOx.,
- ✓ 22% pour les émissions de PM10
- ✓ 35% pour les émissions de PM2.5

Ces diminutions sont principalement liées au secteur routier via le renouvellement naturel du parc technologique de véhicules et au secteur résidentiel via l'amélioration de l'efficacité passive (rénovations thermiques) du parc logement et de l'efficacité active (rendement énergétique et émissions associées) du parc d'équipements.

⁴ SDRIF : Schéma Directeur d'Ile-de-France, version 2008.

⁵ OPTINEC 4- Scénarii prospectifs climat – air – énergie. Evolution des émissions de polluants en France – Horizon 2020 et 2030 – CITEPA, Edition du 8 Juin 2011.

⁶ CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique.

⁷ Selon le scénario « Grenelle » de l'étude CENTER (IAU - Airparif).

L'évolution des émissions aux horizons 2015 et 2020 avec la mise en œuvre des mesures du PPA

Les mesures complémentaires régionales de réduction des émissions proposées dans le cadre du PPA ont été transcrites dans le cadastre des émissions aux horizons 2015 et 2020. Voici quelques exemples :

- **Pour le secteur du transport routier** : le scénario final du Plan de Déplacement Urbain est pris en compte. Il vise à une augmentation des déplacements en transport en commun et en modes doux au détriment des transports individuels motorisés. Des éléments sur la sensibilisation des franciliens à l'éco conduite ainsi qu'une restriction de circulation dans la zone intra A86 aux véhicules les plus polluants avec un objectif de réduction de 10% des émissions sont également pris en compte.
- **Pour le secteur résidentiel** : la mesure visant à limiter les émissions de particules dues aux équipements individuels au chauffage au bois est prise en compte. Elle interdit notamment dans l'ensemble de l'Ile-de-France l'usage de foyers ouverts aussi bien en mode de chauffage principal qu'en appoint, la mise en place de nouveaux équipements de chauffage au bois est également encadrée.

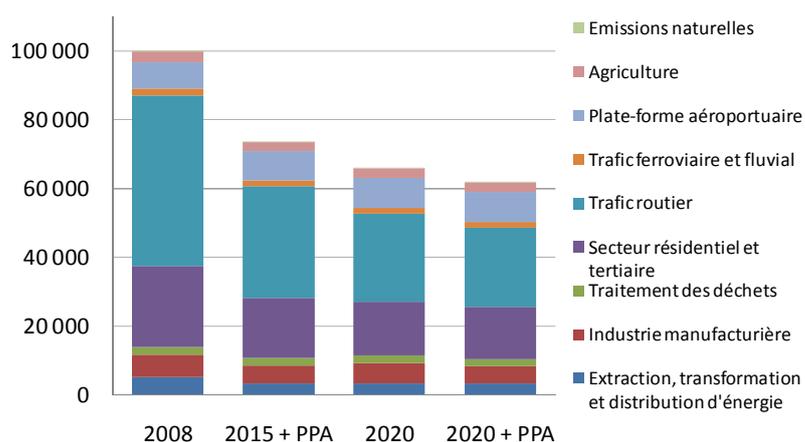
A l'horizon 2020, l'application des mesures du PPA induit une diminution supplémentaire des émissions de polluants par rapport au scénario fil de l'eau de :

- ✓ 6% pour les NOx (soit 38 % par rapport à la situation 2008)
- ✓ 10% pour les PM10 (soit 29 % par rapport à la situation 2008)
- ✓ 13% pour les PM2.5 (soit 43 % par rapport à la situation 2008)

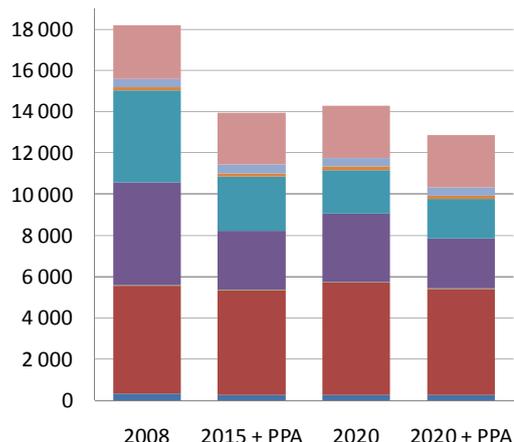
Ces réductions sont principalement le fait des mesures concernant le trafic routier pour les NOx. Concernant les particules et les COVNM, les baisses sont principalement le fait de la mesure réglementant le chauffage au bois.

Avec la prise en compte des mesures du PPA, des baisses des émissions à l'échelle de l'Ile-de-France de 27 % pour les NOx, 23 % pour les PM₁₀ et 33 % pour les PM_{2,5} seraient observées à l'horizon 2015. **L'objectif, fixé par le Grenelle de l'environnement, les Directives Plafonds (NEC) et le Plan Particules, d'une réduction de 30 % des émissions de particules et de 40 % des émissions de NOx à l'horizon 2015 ne serait donc respecté que pour les particules fines (PM2.5) avec l'application des mesures du Plan de Protection de l'Atmosphère.**

Evolutions des émissions de NOx - Ile-de-France



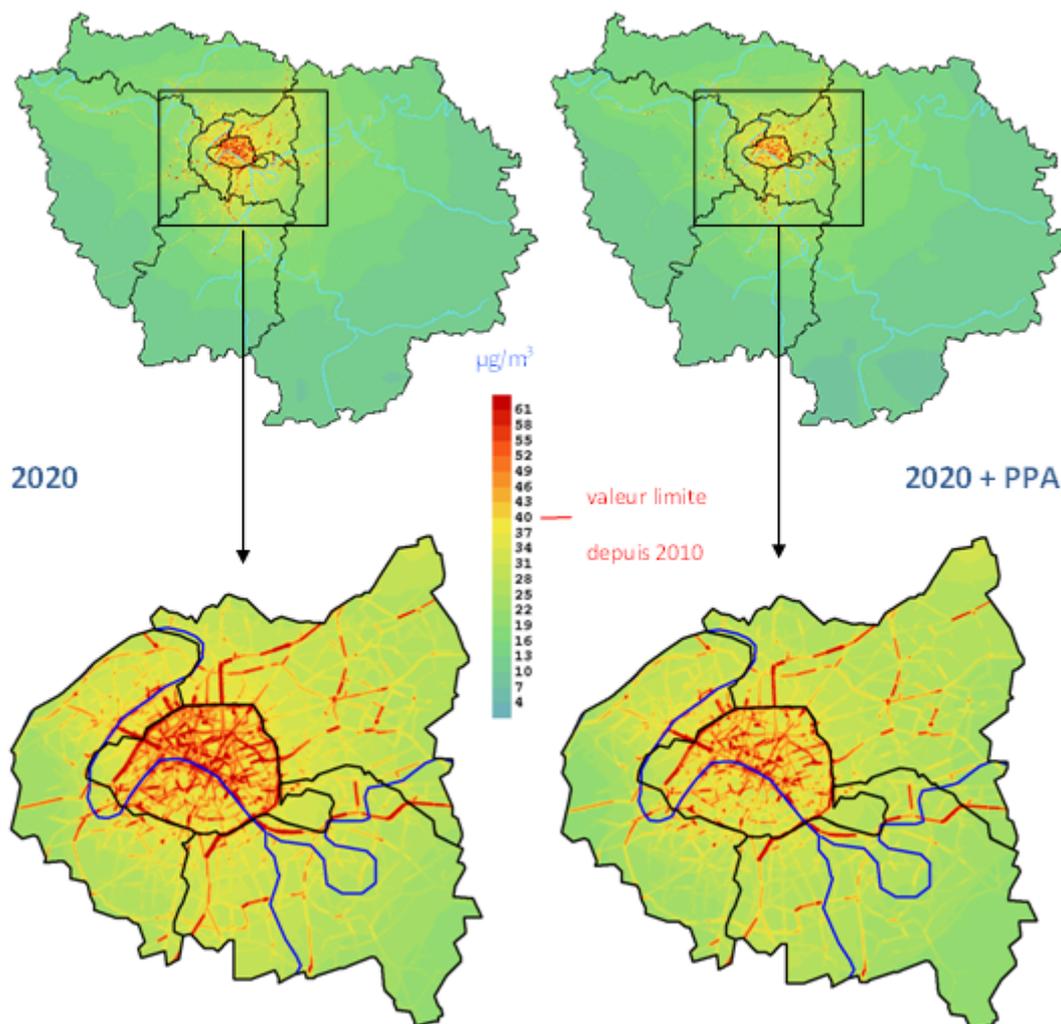
Evolutions des émissions de PM10 - Ile-de-France



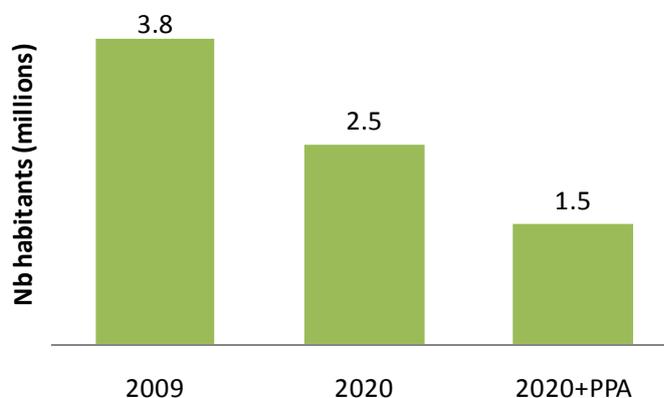
L'évolution de la qualité de l'air à l'horizon 2020

Des dépassements limités à la proximité au trafic routier pour le NO₂ et les PM10 à l'horizon 2020

Cas du NO₂

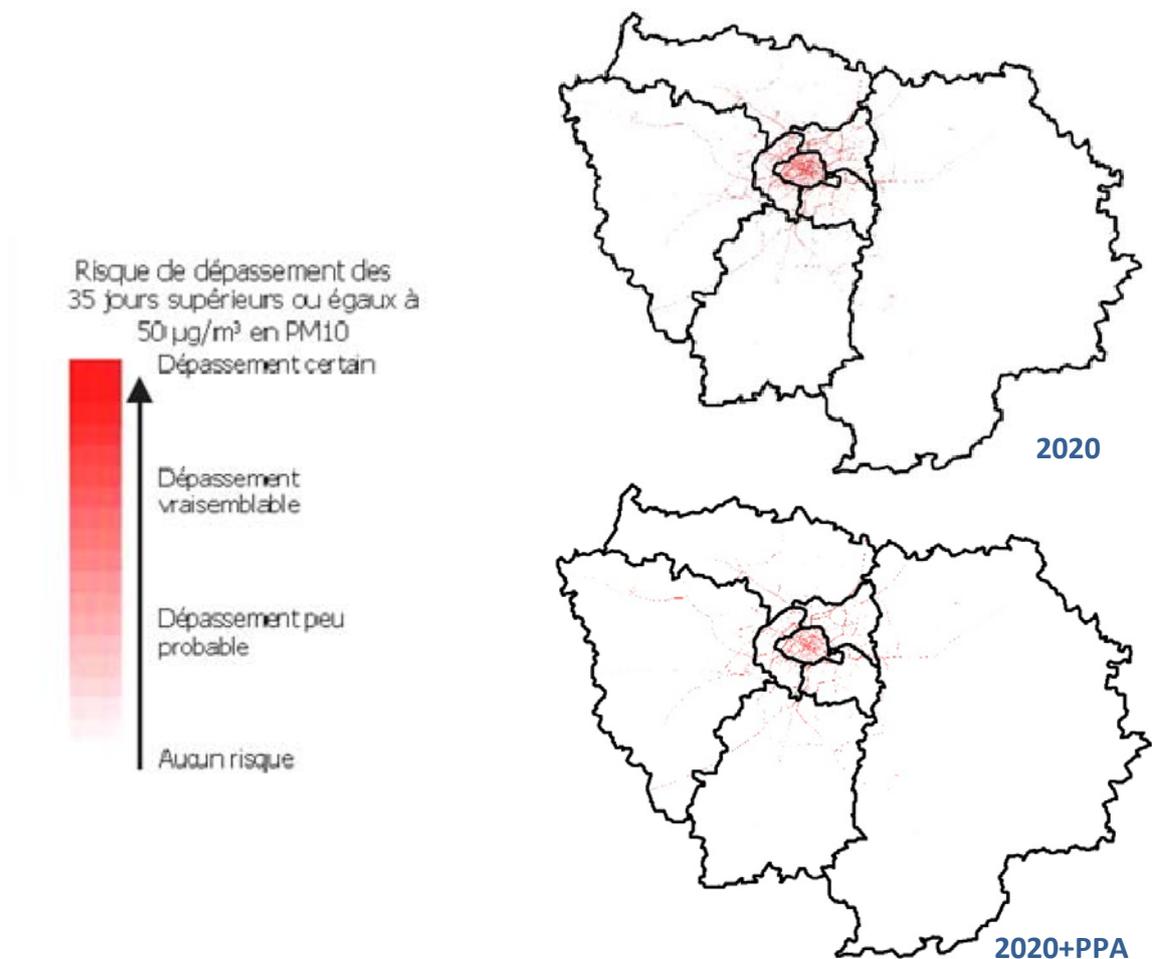


Les dépassements de la valeur limite annuelle en NO₂ (40 µg/m³) ne concerneraient plus la situation de fond mais uniquement le voisinage des axes routiers, et ceci pour les deux scénarios à horizon 2020.

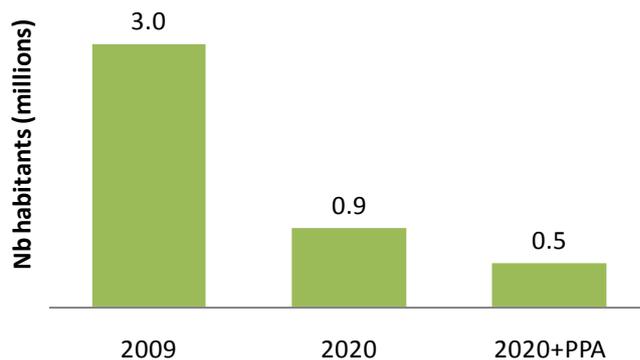


Le nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de cette valeur limite, évalué à 3,8 millions en 2009, passerait à 2,5 millions en 2020 et à 1,5 millions en 2020 avec les mesures du PPA.

Cas des PM10



Le risque de dépassement de la **valeur limite journalière** en PM₁₀, qui correspond à un seuil de 50 µg/m³ qui ne doit pas être dépassé plus de 35 jours dans l'année, *ne concernerait pas la situation de fond mais uniquement le voisinage des axes routiers, et ceci pour les deux scénarios à horizon 2020.*



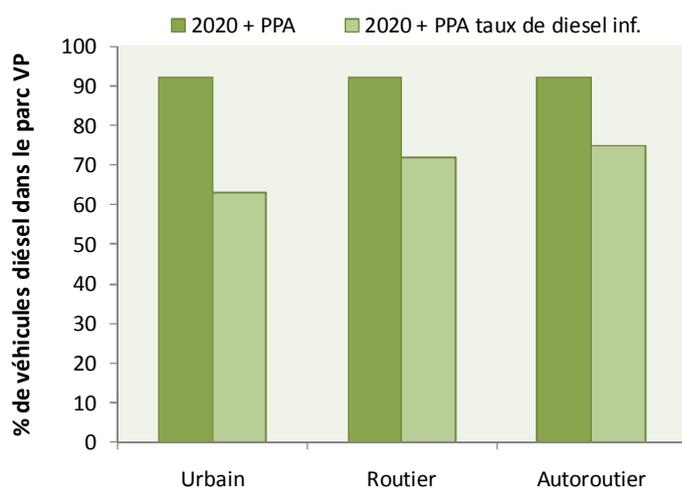
Le nombre d'habitants potentiellement concernés par un dépassement de cette valeur limite diminuerait fortement entre 2009 et 2020 avec le PPA puisqu'il passerait de 3 millions en 2009 à 500 000 en 2020 avec le PPA (900 000 en 2020 suivant le scénario fil de l'eau).

Ainsi, malgré une amélioration importante de la qualité de l'air, certaines zones de l'Île-de-France seront probablement encore soumises à des dépassements de valeurs limites en NO₂ et en particules à l'horizon 2020. Ces dépassements devraient être localisés à proximité directe des grands axes routiers.

Des travaux complémentaires ont montré qu'une diminution supplémentaire de grande ampleur serait requise pour respecter les valeurs limites sur l'ensemble de l'Île-de-France et que la dé-diésélisation du parc est une piste de réduction forte des émissions de NO_x, de NO₂ et de PM.

Variante au PPA : Hypothèse d'un parc moins diésélisé

L'évaluation prospective de l'impact des mesures prévues dans le cadre du projet de Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) a montré que, malgré une très forte baisse des émissions et des concentrations de polluants, les valeurs limites réglementaires seraient toujours dépassées à l'horizon 2020 pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5}. Ces dépassements concerneraient uniquement le voisinage des axes routiers. Ainsi, même en supposant la mise en place des mesures du PPA, 1,5 millions de Franciliens seraient concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ à l'horizon 2020 ; ils seraient 0.5 millions à être concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀.



L'évolution considérée dans le scénario PPA initial fait état d'un taux de diésélisation très fort du parc routier qui repose sur une hypothèse d'évolution tendancielle vers un parc fortement diésélisé (issu d'une étude ADEME/INRETS 2008). Ce scénario PPA initial ne prend pas en compte les véhicules électriques ni les véhicules hybrides.

Une variante à ce scénario dans laquelle un taux de diésélisation moins élevé en 2020 que celui retenu dans le projet PPA initial a été considéré (issu d'une étude CITEPA 2012). Dans cette variante au scénario PPA initial, le taux de pénétration des véhicules hybrides ou des véhicules 100 % électriques correspond à une évolution tendancielle.

Une baisse importante des émissions de NOx et de PM par le trafic routier

Avec le scénario faisant état d'un taux de diésélisation du parc VP moins important, on observe une baisse des émissions de NOx et de particules par rapport aux émissions du scénario « 2020 + PPA », induite par la diminution de la part (et donc du nombre) de véhicules particuliers diesel, toutes normes Euro confondues. En effet, les véhicules essence ont des facteurs d'émission de NOx et de PM plus faibles que les véhicules diesel.

La baisse des émissions de PM₁₀ est plus modérée que celle des émissions de PM_{2,5} car le scénario « 2020 + PPA taux diesel inf. » ne modifie pas les émissions de particules liées à l'abrasion.

Baisse des émissions de polluants entre les scénarios « 2020+PPA taux diesel inf. » et « 2020 + PPA »	NOx	PM ₁	PM _{2,5}	CO ₂
Véhicules particuliers (échappement)	-18%	-21%	+26%	
Tous véhicules (échappement+abrasion)	-10%	-4%	-12%	+13%

Une qualité de l'air nettement améliorée

Avec la variante du scénario « 2020+PPA » initial prenant en compte une hypothèse de diésélisation plus faible du parc des véhicules particuliers, le nombre d'habitants exposé à un dépassement de la valeur limite annuelle du NO₂ serait divisé par 2.5 par rapport au scénario « 2020+PPA » (environ 600 000 Franciliens contre 1.5 millions dans le scénario « 2020 + PPA »). Un taux de diésélisation moins important du parc VP et l'introduction de véhicules hybrides et électriques induisent également une baisse importante des concentrations de PM. Le nombre de personnes potentiellement concernées par un dépassement de la valeur limite journalière est alors de l'ordre de 200 000 personnes, contre 500 000 avec le scénario « 2020 + PPA ».

Ainsi, avec les mesures évaluées (mesures du PPA, prise en compte d'une hypothèse d'un parc moins diésélisé, introduction de véhicules hybrides et électriques) **l'exposition des Franciliens à des concentrations de polluants au-dessus des valeurs limites est fortement améliorée.**

Introduction

En Ile-de-France, le premier Plan de Protection de l'Atmosphère, approuvé en 2006, couvrait la période 2005-2010. Il comportait un ensemble de mesures réglementaires ainsi que des mesures d'accompagnement visant à réduire les émissions franciliennes.

A l'issue de la période de 5 ans, les normes sur les concentrations de polluants atmosphériques ne sont pas respectées. En 2010, comme pour les années précédentes, les niveaux de plusieurs polluants atmosphériques (dioxyde d'azote, particules PM₁₀) dépassent les valeurs limites⁸ réglementaires applicables. Par ailleurs, la valeur cible en PM_{2,5}, qui sera d'ailleurs valeur limite en 2020, est dépassée. Enfin, au vu des données des cinq dernières années, le dépassement de la valeur cible reste probable en ozone.

Aussi la DRIEE-IF⁹ a lancé la révision de ce plan. Elle a officiellement débuté au mois de février 2011.

Dans ce cadre, la DRIEE-IF a confié à AIRPARIF une évaluation prospective des émissions et des concentrations attendues de polluants atmosphériques (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, O₃) à l'horizon 2020, suivant deux scénarios : « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA ». Le premier est un scénario intégrant les évolutions fil de l'eau nationales et régionales sans tenir compte de la mise en œuvre de mesures spécifiques prévues dans le Plan de Protection de l'Atmosphère ; le second « 2020 + PPA » intègre les gains estimés de l'application de chaque mesure envisagée par le PPA.

Attention, les mesures intégrées dans le scénario « 2020+PPA » sont celles décidées lors des travaux d'élaboration du PPA ayant lieu avant les différentes phases de consultation. Certaines mesures du PPA ont pu évoluer depuis.

La méthodologie développée pour l'étude des scénarios 2020 a été appliquée à une année passée dite « de référence » afin de corriger les biais de modélisation et de disposer d'une situation initiale pour l'évaluation des scénarios prospectifs. L'année choisie est 2009, caractérisée par une météorologie plutôt défavorable à la dispersion de polluants atmosphériques. Les scénarios 2020 sont construits avec les mêmes conditions météorologiques.

Les scénarios à l'horizon 2020 sont évalués, en termes d'émissions de polluants et d'impact sur les niveaux de pollution, et comparativement à la situation de référence. Les résultats de cette évaluation permettent de dire si les gains sur les émissions apportés par les mesures décidées dans le Plan de Protection de l'Atmosphère sont suffisants pour abaisser les niveaux de pollution sous les seuils réglementaires.

Une évaluation prospective des émissions de polluants atmosphériques à l'horizon 2015 selon un scénario prenant en compte les mesures du PPA en plus des évolutions tendancielle, a également été réalisée. Cette évaluation permet la comparaison des émissions de polluants prévues à l'horizon 2015 par rapport à la situation de référence (inventaire 2008) et à la situation en 2020 suivant le scénario « 2020 + PPA ». Les résultats de cette évaluation permettent de comparer les gains sur les émissions apportés par les mesures du Plan de Protection de l'Atmosphère aux objectifs nationaux de réduction des émissions pour 2015 de 30 % pour les particules et de 40 % pour les NOx, issus de la Loi Grenelle, des Directives Plafonds (NEC) et du Plan Particules.

Le présent rapport précise la méthodologie et les hypothèses mises en œuvre pour réaliser l'évaluation prospective des scénarios « 2020 fil de l'eau », « 2015 + PPA » et « 2020 + PPA » et présente les résultats concernant les émissions et la qualité de l'air.

⁸ La qualité de l'air en Ile-de-France en 2010 – Edition Mars 2011 : http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/bilan_2010.pdf

⁹ Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile-de-France

I. Résultats attendus

L'objectif de l'étude consiste à produire, pour le NO₂, les PM₁₀, les PM_{2.5} et l'ozone, une évaluation des concentrations à l'horizon 2020 suivant les scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA », en situation de fond comme à proximité du trafic sur l'ensemble de l'Île-de-France. Les évolutions tendanciennes et l'impact des actions du PPA sur les émissions sont évalués sur les particules (PM₁₀, PM_{2.5}), les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COVNM). La démarche suivie est la suivante :

- Evaluation pour chaque secteur d'activité des évolutions tendanciennes des émissions d'ici à 2020 et établissement d'un inventaire des émissions « 2020 fil de l'eau »
- Evaluation de l'impact de chaque mesure PPA, hors mesures d'urgence, sur les émissions 2020 lorsque la source d'activité ciblée est prise en compte dans l'inventaire annuel des émissions d'Airparif et établissement d'un inventaire des émissions « 2020 + PPA »
- Calcul de l'impact global, en moyennes annuelles, des évolutions tendanciennes et des actions PPA sur les niveaux de pollution de fond en 2020 selon une situation météorologique défavorable.
- Calcul de l'impact global, en moyennes annuelles, des évolutions tendanciennes et des actions PPA sur les niveaux de pollution à proximité du trafic routier en 2020 selon une situation météorologique défavorable.
- Calcul du risque de dépassement du 50 µg/m³ en PM₁₀ plus de 35 jours sur l'année pour les deux scénarios 2020 selon une situation météorologique défavorable.
- Calcul du nombre de jours de dépassement par an des 120 µg/m³ sur 8 heures glissantes en O₃ pour les deux scénarios 2020 selon une situation météorologique défavorable.

L'évaluation des dispositions du PPA sur les émissions de polluants atmosphériques porte sur les gains calculés entre le scénario « 2020 + PPA » et l'inventaire des émissions de référence (2008) d'une part, et le scénario « 2020 fil de l'eau » d'autre part. Afin de contribuer à l'atteinte des objectifs nationaux concernant le respect des plafonds d'émissions, les PPA doivent permettre d'atteindre un certain nombre d'objectifs en termes de réduction des émissions de polluants primaires, à l'intérieur de leur périmètre. Les lignes directrices de réduction d'émissions des particules et des NO_x à réaliser entre 2007 et 2015, en cohérence avec la réalisation des objectifs nationaux issus de la Loi Grenelle ou des Directives Plafonds (NEC) sont de 40 % pour les NO_x et de 30 % pour les particules PM₁₀ et PM_{2.5}.

L'évaluation des actions sur la qualité de l'air s'attache en particulier à étudier dans quelle mesure celles-ci permettent ou non d'atteindre les valeurs limites relatives aux moyennes annuelles en particules (PM₁₀, PM_{2.5}) et en dioxyde d'azote (NO₂), la valeur limite journalière en PM₁₀ et les valeurs cibles en ozone (O₃).

Les résultats sont présentés sous forme de cartographies de concentrations en moyenne annuelle pour une météorologie défavorable à la dispersion des polluants. Ces cartographies permettent d'identifier spatialement les zones géographiques où les concentrations sont les plus élevées. Des indicateurs relatifs à la population, la superficie et le kilométrage de voirie potentiellement exposés à des risques de dépassement des valeurs limites annuelles sont également présentés.

II. Méthodologie mise en œuvre

La première étape du travail consiste à élaborer les cadastres des émissions correspondant aux échéances étudiées : le cadastre de référence (2008) ainsi que les cadastres des émissions pour les années 2015 et 2020 pour les scénarios fil de l'eau et PPA.

II.1 Résumé de la méthodologie mise en œuvre

La méthodologie mise en œuvre pour estimer la qualité de l'air à l'horizon 2020 est synthétisée de manière schématique ci-dessous.

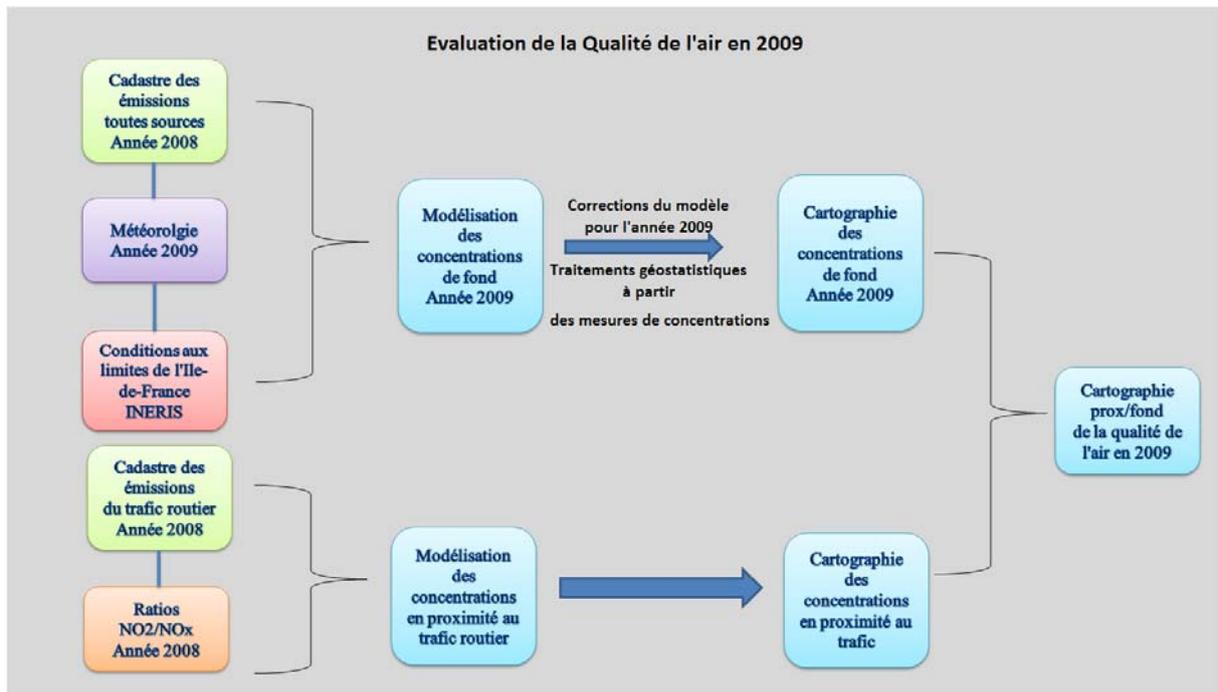


Figure 1 : Schéma de principe de l'évaluation de la qualité de l'air en 2009

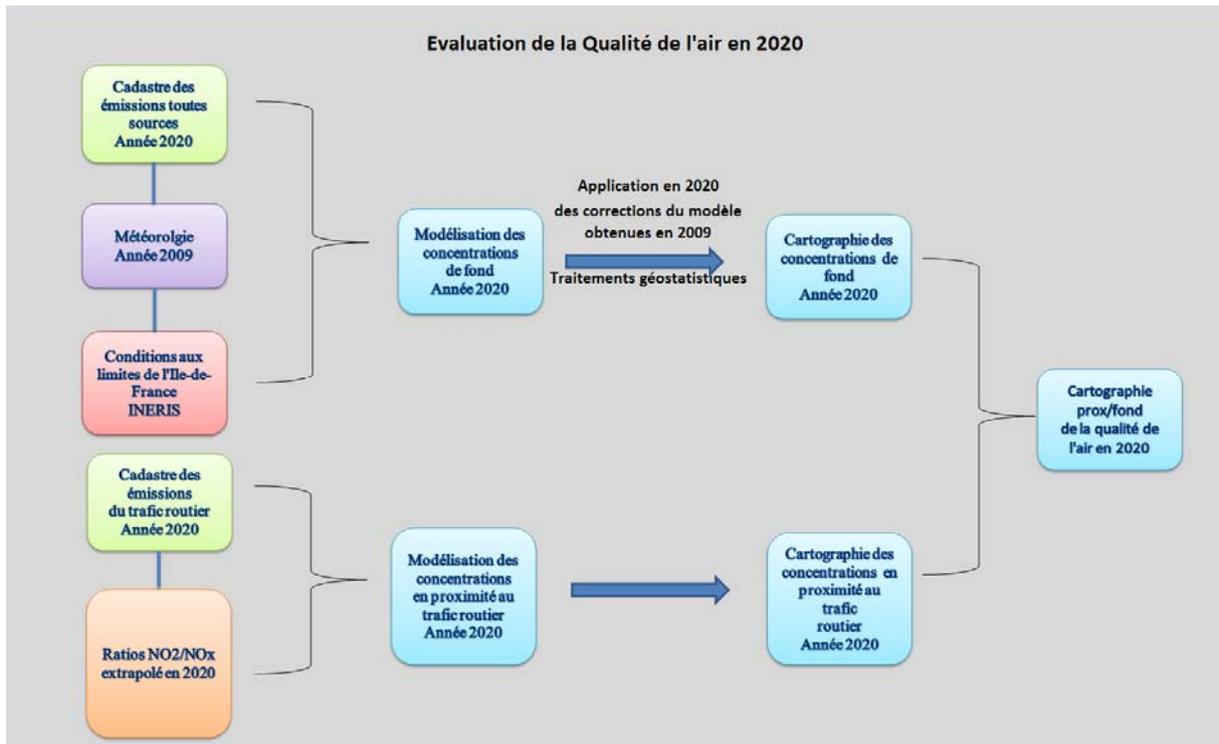


Figure 2 : Schéma de principe de l'évaluation de la qualité de l'air en 2020

II.2 Réalisation d'un cadastre de référence des émissions

Le cadastre de référence est construit à partir des données les plus récentes disponibles, c'est-à-dire pour l'année 2008 sur la base de méthodologies communes à l'ensemble des associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air. Des éléments sur les bilans régionaux d'émissions sont fournis dans le paragraphe III.1.

II.3 Réalisation d'un cadastre des émissions aux horizons 2015 et 2020 au fil de l'eau

La réalisation d'un cadastre des émissions nécessite l'identification et la caractérisation la plus exhaustive possible des sources d'émissions. Il a été décidé de focaliser l'effort sur un ensemble de secteurs d'activités jugés prioritaires par leur importance dans les émissions totales actuellement ou par les enjeux que ces secteurs représentent.

La liste des secteurs prioritaires est détaillée ci-dessous :

Secteurs prioritaires
Grandes Installations de Combustion
Résidentiel
Tertiaire
Chantiers
Trafic routier
Plates-formes aéroportuaires
Agriculture

Ces secteurs ont fait l'objet de groupes de travail mis en place par la DRIEE-IF dans le cadre de la révision du PPA, en parallèle des travaux présentés ici.

Pour chaque secteur d'activité, les émissions ont été estimées pour l'ensemble de l'Ile-de-France à l'horizon 2020 selon le scénario « 2020 fil de l'eau » à partir d'hypothèses d'évolution de l'urbanisation en Ile-de-France fournies par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile-de-France (IAU), d'hypothèses de développement économique et démographique (IAU, SDRIF¹⁰) et également d'évolution des activités à l'échelle nationale¹¹ ou régionale. Le détail des hypothèses retenues dans ce scénario ainsi que leurs sources est donné secteur par secteur dans le paragraphe III.2.

Lorsqu'il s'agit d'hypothèses nationales, c'est le scénario dit AMSO (Avec Mesures Supplémentaires Objectif Grenelle) de l'étude OPTINEC produite par le CITEPA¹² qui a été pris en compte. Ce scénario permet d'atteindre, au niveau national, les objectifs du Grenelle de l'Environnement.

Les émissions de NOx et de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) ont fait l'objet d'un travail fin car ce sont ces polluants qui sont particulièrement visés par le Plan de Protection de l'Atmosphère à venir.

Les émissions de COVNM ont aussi été caractérisées compte tenu de leur rôle dans la formation de l'ozone.

Sur les secteurs jugés moins prioritaires comme le trafic fluvial et ferroviaire, les stations-service ainsi que l'utilisation domestique et industrielle de solvants, les émissions ont été estimées de manière moins fine à partir des réductions attendues à l'échelle nationale.

Les émissions à l'horizon 2015 suivant un scénario fil de l'eau ont également été calculées avec la méthodologie décrite ci-dessus. Les résultats des émissions à l'horizon 2015 suivant ce scénario ne sont généralement pas spécifiés ; seuls les résultats selon le scénario « 2015 + PPA » sont donnés dans la suite de ce document.

¹⁰ SDRIF : Schéma Directeur d'Ile-de-France

¹¹ OPTINEC 4- Scénarii prospectifs climat – air – énergie. Evolution des émissions de polluants en France – Horizon 2020 et 2030 – CITEPA, Edition du 8 Juin 2011

¹² CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

II.4 Réalisation d'un cadastre des émissions avec le PPA

Les inventaires des émissions pour les scénarios prenant en compte les mesures du PPA s'appuient sur les inventaires fil de l'eau régionaux construits préalablement.

Les émissions régionales annuelles estimées avec l'application du PPA remplacent les émissions des scénarios fil de l'eau pour chacun des grands secteurs d'activité concernés par une action du PPA.

Les hypothèses qui sont prises pour la traduction des dispositions prévues par le PPA en émissions sont explicitées dans le paragraphe III.3.

II.5 Estimation de la qualité de l'air à l'horizon 2020

La qualité de l'air à l'horizon 2020 est estimée suivant le scénario fil de l'eau et suivant le scénario intégrant les mesures du PPA.

L'approche utilisée pour estimer les concentrations moyennes annuelles en NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$ et PM_{10} , le risque de dépassement de la valeur journalière en PM_{10} ainsi que le nombre de jours de dépassement des $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures glissantes en O_3 consiste à utiliser des outils de modélisation et de cartographie des concentrations. Les paramètres et les processus influençant les niveaux de pollution sont pris en compte de manière simplifiée mais la plus explicite possible : trafic, émissions, météorologie, dispersion des polluants.

La méthodologie utilisée (représentée de manière schématique dans la Figure 3) repose sur l'hypothèse d'additivité des niveaux de fond et de ceux relevés à proximité du trafic routier ou sous l'influence directe¹³ de ce dernier. Elle a notamment été utilisée dans le cadre de l'étude sur l'évaluation des impacts du PDUIF¹⁴.

La définition retenue pour la notion de « fond »¹⁵ et de « proximité au trafic »¹⁶ est celle du guide de l'ADEME relatif à la classification des stations de surveillance de la qualité de l'air (ADEME, 2002).

Ces outils ont été privilégiés car ils permettent de renseigner la situation au-delà du voisinage des stations. La méthodologie utilisée permet ainsi d'évaluer la concentration moyenne annuelle des polluants liés au trafic routier en tout point de l'agglomération.

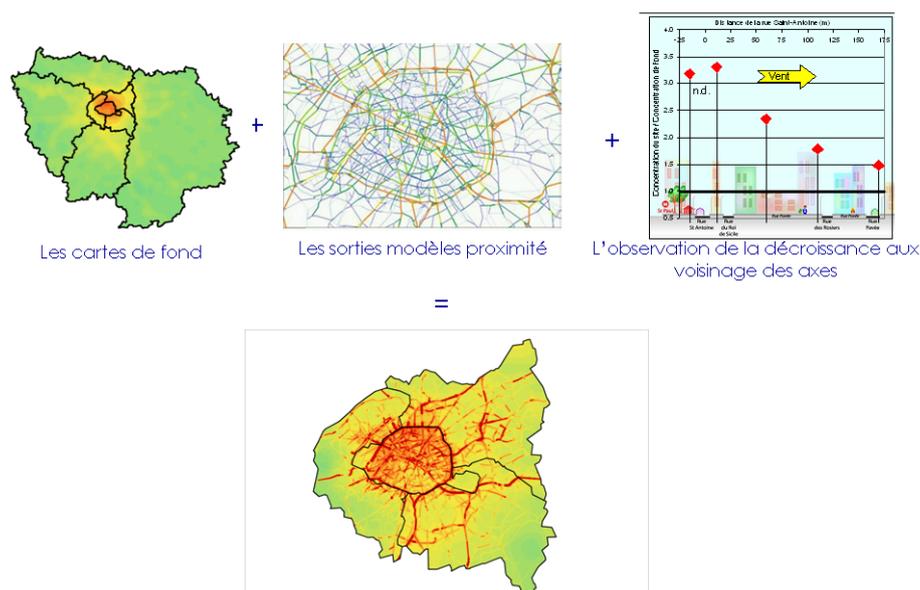


Figure 3 : Principe général de l'approche par modélisation et cartographie des niveaux de polluants

¹³ Le terme « zone influencée » désigne toute zone intermédiaire située entre le fond urbain et la proximité au trafic.

¹⁴ AIRPARIF, Mai 2011 – « Evaluation des impacts du PDUIF sur la qualité de l'air et les émissions de GES en 2020 ».

¹⁵ Une station est dite « de fond » lorsqu'elle est suffisamment loin des sources locales identifiées, comme les axes routiers ou les grandes sources industrielles, pour ne pas être directement influencée par ces dernières. Un niveau de fond caractérise l'ambiance générale de la pollution urbaine d'un secteur et représente une référence basse des concentrations rencontrées, pour un secteur donné.

¹⁶ Une station est dite « de proximité au trafic routier » lorsque celle-ci est implantée à proximité immédiate (moins de 5 mètres) d'un axe routier dont le TMJA ≥ 10000 véhicules/jour ou d'une rue type « rue canyon ».

II.5.1 Modélisation des concentrations de fond

La détermination sur l'ensemble de l'Ile-de-France des concentrations de fond pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5} et l'ozone se décline en trois phases :

- Une phase de modélisation, s'appuyant sur le système de modélisation régionale ESERALDA¹⁷.
- Une phase de cartographie, faisant appel à des outils géostatistiques, permettant de corriger les sorties brutes du modèle.
- Une estimation des indicateurs retenus : moyenne annuelle des concentrations pour NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}, respect de la valeur limite journalière pour les PM₁₀ et nombre de jours de dépassement des 120 µg/m³ sur 8 heures glissantes pour l'ozone.

A- Eléments méthodologiques retenus concernant la chaîne de modélisation déterministe

La plate-forme de modélisation régionale ESERALDA permet d'estimer et de cartographier heure par heure la pollution en O₃, NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}. Les concentrations moyennes annuelles de ces différents polluants ainsi que les autres valeurs réglementaires (nombres de jours de dépassement par exemple) sont facilement déduites des concentrations horaires issues du modèle.

ESERALDA met en œuvre trois types de modèles, dont les entrées ont été adaptées aux besoins de l'étude :

- Le modèle d'émission s'appuie sur les cadastres européens, français et sur les inventaires régionaux pour calculer et spatialiser les quantités de polluants émises par secteurs d'activité. Les données d'émissions en entrée de ce modèle sont les données des inventaires régionaux AIRPARIF 2008, 2020 fil de l'eau et 2020 avec PPA sur la région Ile-de-France ; les émissions extérieures à l'Ile-de-France sont couvertes par les émissions EMEP (2007 et 2020), spatialisées grâce aux données d'occupation du sol CORINE LAND COVER.
- Le modèle météorologique MM5 développé par le NCAR (National Center for Atmospheric Research) permet de calculer les variables météorologiques utiles à la dispersion des polluants (champs de vents, de températures, conditions de stabilité atmosphérique...). Le modèle MM5 est alimenté par des données météorologiques de grande échelle ré-analysées. Les sorties de modèle météorologique GFS (Global Forecast System) utilisées ont été couplées aux observations météorologiques ; les données météorologiques alimentant la plate-forme sont ainsi plus réalistes que les données utilisées quotidiennement dans le cadre de la prévision. Pour rappel, la situation de qualité de l'air de référence (année 2009) et les situations prospectives (année 2020 avec et sans PPA) ont tourné avec une météorologie identique (celle de l'année 2009).
- Le modèle de chimie-transport CHIMERE, développé par l'INERIS, l'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace) et le LISA (Laboratoire Inter-universitaire des Systèmes Atmosphériques), calcule les concentrations de polluant en fonction des conditions météorologiques calculées précédemment (2009 pour les deux années d'étude) et des données d'émissions (2008 et 2020). CHIMERE tourne sur l'Ile-de-France avec une résolution de 3 km. Les conditions aux limites du domaine d'Ile-de-France ont été fournies par l'INERIS, et sont les sorties du modèle CHIMERE alimenté en 2009 par les émissions EMEP 2008 corrigées par le ratio OPTINEC 2009/ EMEP 2008, et en 2020 par les émissions européennes EMEP intégrant les travaux d'OPTINEC sur le territoire français.

L'évaluation des concentrations de fond en 2009 repose sur les simulations ESERALDA sur l'ensemble de l'année 2009. Le modèle a tout d'abord été évalué sur la base des observations réalisées sur le réseau de mesure AIRPARIF sur la même période. L'évaluation a permis de mettre en évidence la capacité du modèle à reproduire l'évolution temporelle des concentrations de polluants et également leur distribution spatiale ; elle a également permis d'évaluer ses faiblesses (biais sur certains polluants, variables en fonction des niveaux de pollution observés). Un premier ajustement des sorties du modèle a été opéré sur la base des observations réalisées aux stations et sur le calcul des erreurs du modèle pour l'année de référence 2009.

Pour l'évaluation des concentrations de fond en 2020, ESERALDA a tourné sur la même année météorologique (2009). Les émissions ont été remplacées par les émissions prospectives de 2020 pour les deux scénarios. Les corrections apportées sur les résultats bruts du modèle pour 2009 ont été reportées sur les résultats pour l'année 2020.

¹⁷ ESERALDA : Plateforme inter-régionale de cartographie et de prévision de la qualité de l'air

La prise en compte des particularités autour des stations n'est effectuée qu'en seconde partie de traitement avec des techniques géostatistiques.

B- Eléments méthodologiques concernant l'élaboration des cartographies de fond

Dans le cas des PM_{10} et des NO_x , les cartes de fond obtenues à partir de la modélisation sont corrigées à partir des concentrations moyennes annuelles mesurées sur les stations du réseau Airparif (pour la situation de référence c'est-à-dire l'année 2009). Les informations aux points de mesure sont ainsi couplées aux niveaux annuels déterminés par la plateforme de modélisation interrégionale ESERALDA. Des méthodes géostatistiques permettent d'associer ces deux types d'informations (mesure et modélisation) et de conjuguer leurs avantages : incertitude plus faible pour la mesure, couverture spatiale continue pour la modélisation.

L'outil géostatistique constitue un moyen classiquement utilisé pour estimer à partir des mesures issues du réseau fixe ou de campagnes ponctuelles la répartition spatiale de la pollution de l'air et pour produire des cartographies des polluants atmosphériques aux échelles urbaine et régionale. Pour être fiable, cette approche nécessite de disposer d'un échantillon de points de mesures suffisamment fourni et d'une bonne représentativité des différents milieux de mesures des polluants (urbain, périurbain, rural, ...), ce qui est assuré par le réseau actuel d'AIRPARIF pour les polluants NO_2 et PM_{10} .

En ce qui concerne les $PM_{2,5}$, le nombre de stations de mesure (quatre stations en 2009) est trop faible pour appliquer cette méthode géostatistique. La carte représentant les concentrations de fond de $PM_{2,5}$ est donc obtenue à partir de la cartographie PM_{10} en situation de fond à laquelle est appliqué un ratio $PM_{2,5}/PM_{10}$. Ce ratio est calculé à partir des concentrations mesurées sur les quatre stations sur lesquelles ces deux polluants sont simultanément mesurés. Il est égal à 0.68 pour l'année 2009 et est relativement constant d'une année sur l'autre et d'une station à l'autre (compris entre 0.65 et 0.70 entre 2008 et 2010).

II.5.2 Modélisation des concentrations à proximité du trafic routier

La détermination sur l'ensemble de l'Ile-de-France des concentrations à proximité du trafic routier nécessite :

- L'estimation des émissions du trafic routier
- La modélisation des concentrations en situation de proximité immédiate au trafic

A- Estimation des émissions du trafic routier : le système HEAVEN

Les données d'émissions du trafic routier produites à AIRPARIF sont issues de la chaîne de calcul développée dans le cadre du projet européen HEAVEN¹⁸ en collaboration avec la Direction de la Voirie et des Déplacements de la Ville de Paris et la DRIEA. Les émissions sont évaluées en combinant :

- les sorties du modèle de trafic AEL-Davis (INRETS) qui fournit heure par heure pour chaque jour de l'année sur chaque brin d'un réseau routier francilien modèle :
 - le flux de véhicules roulants,
 - la vitesse moyenne des véhicules roulants,
 - le pourcentage de véhicules circulant avec un moteur froid.

Le réseau modélisé comprend 40 000 brins, et représente 10 000 km de voirie (20 000 km en prenant en compte les deux sens de circulation). Ce réseau modèle représente le réseau structurant, c'est-à-dire les autoroutes, les nationales, le Boulevard Périphérique et les départementales. Pour comparaison, le réseau communal francilien représente 28 000 km de voies.

- les facteurs d'émissions proposés par le programme COPERT IV. Ces facteurs d'émissions dépendent d'un certain nombre de paramètres, parmi lesquels :
 - le type de véhicule,
 - la vitesse,

¹⁸ <http://www.AIRPARIF.asso.fr/page.php?rubrique=modelisation&article=heaven>.

- le fait que les véhicules circulent « à froid » ou non,
- la température ambiante.

Un exemple de facteurs d'émissions, en fonction de la vitesse et de la norme du véhicule (pré-Euro, Euro 1, Euro 2,...) est présenté pour les NOx en figure 2.

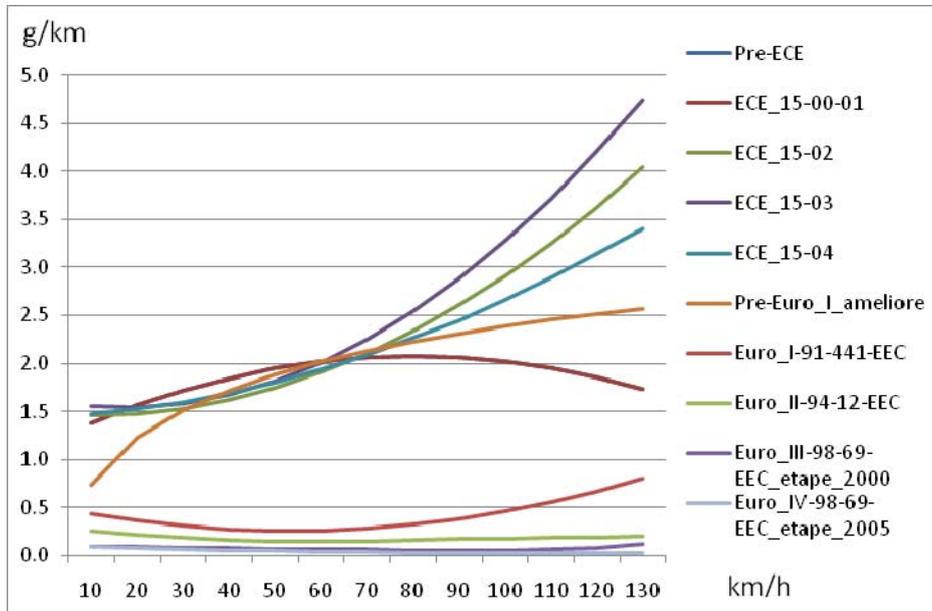


Figure 4 : Comparaison des facteurs d'émission de NOx (en g/km) en fonction de la vitesse (en km/h) pour les véhicules essence de cylindrée inférieure à 1.4l - Source COPERT

La Figure 5 présente le schéma d'évaluation des émissions routières, qui sont de trois types :

- celles liées à la combustion
- celles liées à l'évaporation des carburants (émettrices de COVNM uniquement)
- celles liées à l'abrasion des routes, des pneus et des freins (émettrices de particules uniquement).

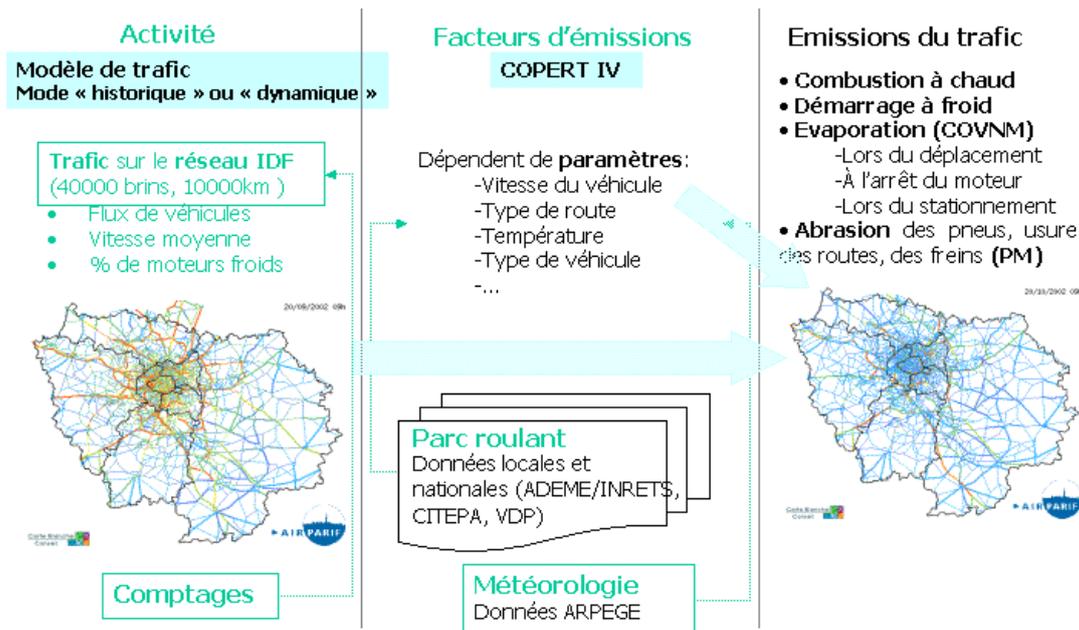


Figure 5 : Schéma de principe de l'évaluation des émissions routières dans le système HEAVEN

B- Modélisation des concentrations à proximité du trafic routier et en zone influencée

La modélisation de rue permet de renseigner les concentrations moyennes annuelles en NO_x, PM_{2.5} et PM₁₀ en situation de proximité immédiate au trafic (« au droit des axes routiers ») grâce à l'utilisation du logiciel STREET. Celui-ci permet d'évaluer de manière simple les concentrations moyennes annuelles de polluants émis par le trafic routier, à proximité immédiate des axes de circulation.

Le logiciel STREET ne tient pas compte des phénomènes locaux qui pourraient intervenir dans des portions complexes de rue (décrochements dans la continuité du bâti). Ainsi, une concentration moyenne est affectée à l'ensemble de la portion d'axe considérée. Le logiciel estime par ailleurs les concentrations pour chaque axe sans tenir compte des axes voisins.

Le logiciel STREET ne permet d'estimer que des concentrations d'espèces primaires passives. Aucune réaction chimique n'est prise en compte ici. Par conséquent, ce logiciel permet d'estimer les concentrations annuelles de NO_x mais pas directement celles de NO₂ qui résultent à la fois de processus primaires et secondaires. A partir des concentrations de NO_x « au droit des axes » évaluées par le logiciel STREET, les concentrations moyennes annuelles de NO₂ sont déduites en appliquant un ratio NO₂/NO_x (cf. IV.1).

Enfin, les concentrations de polluants des zones influencées, intermédiaires entre la proximité immédiate et le fond urbain, sont calculées par modélisation empirique de la décroissance des niveaux. Les lois de décroissance ont été déterminées notamment sur la base de campagnes de mesure temporaires réalisées par Airparif (Airparif, 2004¹⁹ ; Airparif, 2006²⁰ ; Airparif, 2008a²¹) ; elles dépendent du degré d'urbanisation.

La modélisation de rue permet de calculer les concentrations directement en lien avec les émissions du trafic routier, qui dans la méthodologie mise en œuvre, viennent s'ajouter aux concentrations de fond.

II.5.3 Détermination du risque de dépassement de la valeur limite en PM₁₀ plus de 35 jours par an

L'estimation du nombre de jours de dépassement en PM₁₀ est effectuée à partir de la méthodologie employée pour les bilans annuels AIRPARIF.

La méthodologie repose sur l'hypothèse d'additivité des niveaux de fond et de proximité au trafic routier, hypothèse fragile pour ce paramètre.

Le nombre de jours de dépassement en fond est connu par l'étude des sorties de la modélisation des niveaux de fond calculés avec les émissions 2020 et la météorologie défavorable de l'année 2009. La méthodologie est évaluée en comparant le nombre de jours calculé au nombre de jours observé depuis 2007.

Le nombre de jours de dépassement à proximité du trafic routier est estimé à partir d'une relation entre la moyenne annuelle de l'impact (moyenne annuelle des concentrations à proximité du trafic moins moyenne annuelle des concentrations de fond) et le nombre de jours de dépassement (impact). Dans le cadre des bilans annuels, cette relation est construite sur la base des observations des stations de mesure. Pour ce travail prospectif, la relation établie en 2009, cohérente avec la météorologie, est utilisée.

¹⁹ Airparif (2004) Caractérisation de la qualité de l'air au voisinage d'un échangeur autoroutier urbain : l'échangeur entre le boulevard périphérique et l'autoroute A3 au niveau de la Porte de Bagnolet – AIRPARIF – Décembre 2004

²⁰ Etude de la qualité de l'air au voisinage des grands axes routiers essonniers – AIRPARIF – Mai 2006

²¹ Caractérisation de la qualité de l'air à proximité des voies à grandes circulations – premier volet – Campagne de mesure portant sur le boulevard périphérique au niveau de la porte de Gentilly – AIRPARIF – Février 2008

III. Les résultats concernant les émissions de polluants atmosphériques

III.1 L'inventaire des émissions de la situation de référence

Du point de vue des émissions, la situation de référence est renseignée par l'inventaire régional des émissions le plus récent construit par AIRPARIF à savoir l'inventaire de l'année 2008. Il intègre l'ensemble des données d'entrée primaires et facteurs d'émission disponibles pour l'année 2008 et se base sur des méthodologies communes à l'ensemble des associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air à l'échelle nationale.

Les polluants traités dans cet inventaire concernent les oxydes d'azote (NOx), les poussières (PM₁₀, PM_{2.5}), les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM), le dioxyde de soufre (SO₂) et les Gaz à Effet de Serre (CO₂, CH₄ et N₂O). Pour les besoins de cette étude, seuls les émissions d'oxydes d'azote, de poussières et de composés organiques volatils sont présentées.

Les émissions présentées ici par polluant sont dites primaires car il s'agit des émissions à la source sans préjuger des transformations chimiques des polluants gazeux une fois émis dans l'atmosphère. Les espèces chimiques créées ainsi sont appelées polluants secondaires. Du fait de ces transformations chimiques, la contribution des différents secteurs d'activités aux concentrations ambiantes de polluants diffère de la contribution aux émissions.

Le calcul d'émissions est réalisé pour un grand nombre de secteurs d'activités mais les résultats présentés sont agrégés suivant 9 grandes catégories plus explicites et facilement appréhendables. Les catégories sont représentées dans le Tableau 1 ci-dessous :

Nom de la catégorie	Sources émettrices
Trafic routier	Véhicules routiers (combustion), évaporation de carburant, abrasion des pneus, frein et routes ainsi qu'émissions liées aux stations services
Résidentiel et tertiaire	Chauffage des habitations et locaux du tertiaire (et autres usages tels qu'eau chaude...), utilisation domestique de solvants, peinture...
Industrie manufacturière	Combustion et procédés de production dans l'industrie manufacturière, chantiers, carrières...
Agriculture	Engins agricoles, terres cultivées (engrais), bâtiments agricoles (chauffage), opérations sur les cultures (moissons...)
Aérien	Avions (sol + envol) ainsi qu'activités sur les plateformes
Ferroviaire et fluvial	Bateaux et locomotives diesel (combustion)
Traitement de déchets	Usines d'incinération d'ordures ménagères et industrielles, centre de stockage de déchets, usines de traitement des eaux usées
Production d'énergie	Centrales thermiques et raffinerie
Nature	Végétaux et sols non cultivés

Tableau 1 : Catégorie de restitution des émissions de l'inventaire AIRPARIF

III.1.1 Les émissions de NOx pour l'année 2008

Les émissions d'oxydes d'azote totaux (NO_x) en Ile-de-France pour l'année 2008 représentent 100 kt. Les grands types de sources responsables de ces émissions sont présentés sur la Figure 6. A titre de comparaison, les émissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2000 s'élevaient à 135 kt.

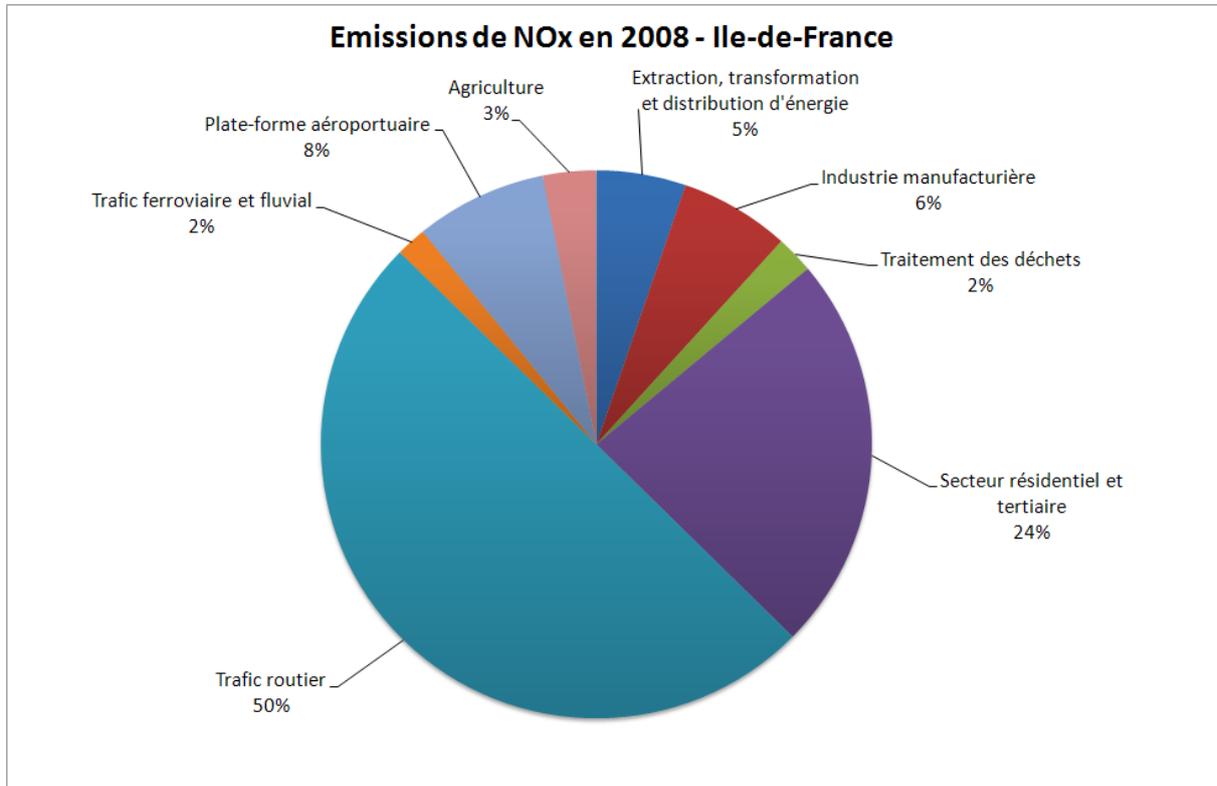


Figure 6 : Emissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2008

Le trafic routier est le principal contributeur aux émissions d'oxydes d'azote avec 50 % des émissions franciliennes.

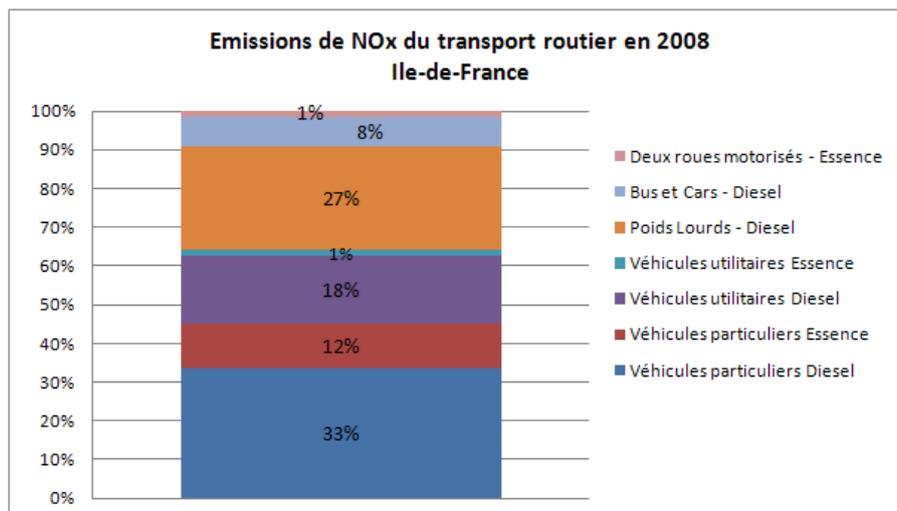


Figure 7 : Contributions par type de véhicule aux émissions de NOx

Les Véhicules Particuliers (VP) représentent 45 % des émissions de ce secteur (dont 74 % uniquement dus aux véhicules particuliers diesel alors qu'ils représentent 59 % des véhicules particuliers), soit 23 % des émissions franciliennes. Les Poids Lourds (PL) sont le deuxième contributeur du secteur transport routier avec 27 % des émissions de ce secteur.

Les émissions de NOx du trafic routier de la zone située à l'intérieur de l'A86 contribuent à hauteur de 30 % aux émissions régionales de NOx de ce secteur. On notera que le Boulevard Périphérique parisien et l'A86 sont chacun responsables de 5 % des émissions du trafic routier.

Le secteur résidentiel et tertiaire (chauffage urbain inclus) contribue pour 24 % aux émissions franciliennes de NOx.

En 2008, les émissions de NOx du secteur résidentiel sont de 14 kilotonnes soit 14 % des émissions régionales. La combustion du gaz naturel est la principale source d'émission de NOx du secteur résidentiel avec une contribution de 69 %, devant les produits pétroliers avec 25 % et le bois avec 6 %.

Les émissions directes du secteur tertiaire sont inférieures aux émissions du secteur résidentiel car la consommation d'énergies fossiles par ce secteur est inférieure de 40 % à celle du secteur de l'habitat, du fait d'une utilisation majoritaire de l'électricité pour le chauffage. Les émissions de NOx du secteur tertiaire représentent 6 % des émissions régionales en 2008 avec 6 kilotonnes.

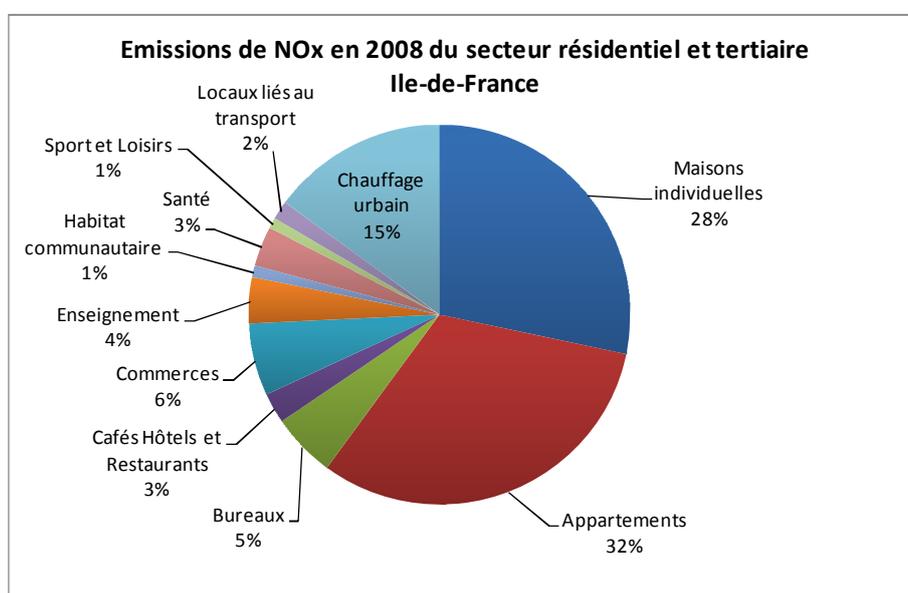


Figure 8 : Contributions par type de bâtiment aux émissions de NOx.

Les émissions dues au chauffage urbain ne peuvent être dissociées par type de bâtiments. On notera également que les émissions indirectes liées à l'utilisation de l'électricité ne sont pas prises en compte ici.

Les émissions de NOx de l'industrie manufacturière représentent 6 % des émissions franciliennes. Les sources sont principalement les installations de combustion utilisées dans les procédés de production industriels ou pour le chauffage des locaux industriels.

Les plates-formes aéroportuaires contribuent pour 8 % aux émissions franciliennes de NOx. Les émissions ont été calculées pour l'aéroport de Roissy-Charles de Gaulle et celui de Paris-Orly ; les données spécifiques au Bourget n'étant pas disponibles. Les émissions des avions atterrissant et décollant sur Roissy-Charles de Gaulle sont responsables de 52 % des émissions de NOx du secteur des plates-formes aéroportuaires. Les émissions de NOx liées aux avions d'Orly sont 3.5 fois moins importantes. Cela est majoritairement lié au nombre de mouvements aériens beaucoup plus faible sur l'aéroport d'Orly.

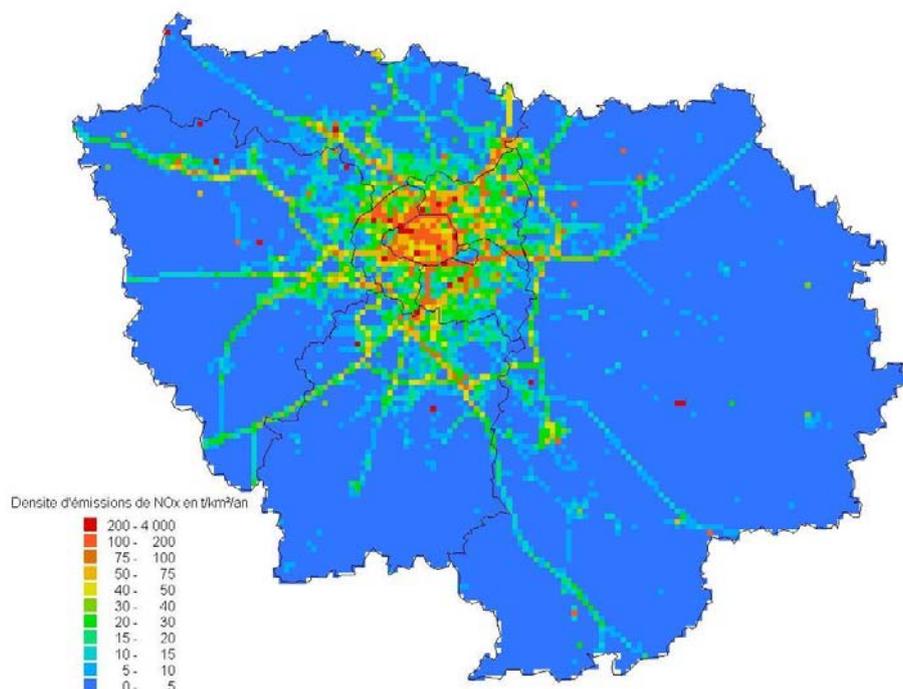


Figure 9 : Cartographie des émissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2008 (résolution 1km²)

La cartographie Figure 9 fait apparaître la contribution importante des grands axes routiers et autoroutiers de la région. La densité d'émissions de NOx est la plus élevée dans Paris et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du cœur de l'agglomération. Les émissions de NOx de l'agglomération parisienne représentent 76 % des émissions franciliennes tandis que Paris contribue à hauteur de 10 % aux émissions régionales. Les principaux contributeurs sont le trafic routier et le secteur résidentiel et tertiaire qui contribuent à eux deux pour presque 80 % aux émissions de NOx de l'agglomération.

III.1.2 Les émissions de particules pour l'année 2008

On distingue à l'émission les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM₁₀) et les particules de diamètre inférieur à 2.5 microns (PM_{2.5}). Il est important de rappeler que les particules présentes dans l'air ambiant sont non seulement des particules primaires mais également des particules secondaires, produites par réactions chimiques, qui représentent de l'ordre de 30 % des PM₁₀ et de 40 % des PM_{2.5} mesurées dans l'air ambiant²².

Les émissions primaires franciliennes de particules PM₁₀ s'élèvent à 18 kt pour la région Ile-de-France en 2008. Le Figure 10 présente la part des différents secteurs dans les émissions de particules PM₁₀ à l'échelle francilienne en 2008. A titre de comparaison, les émissions de PM₁₀ en Ile-de-France pour l'année 2000 s'élevaient à 25 kt.

²² Origines des particules - AIRPARIF - Septembre 2011

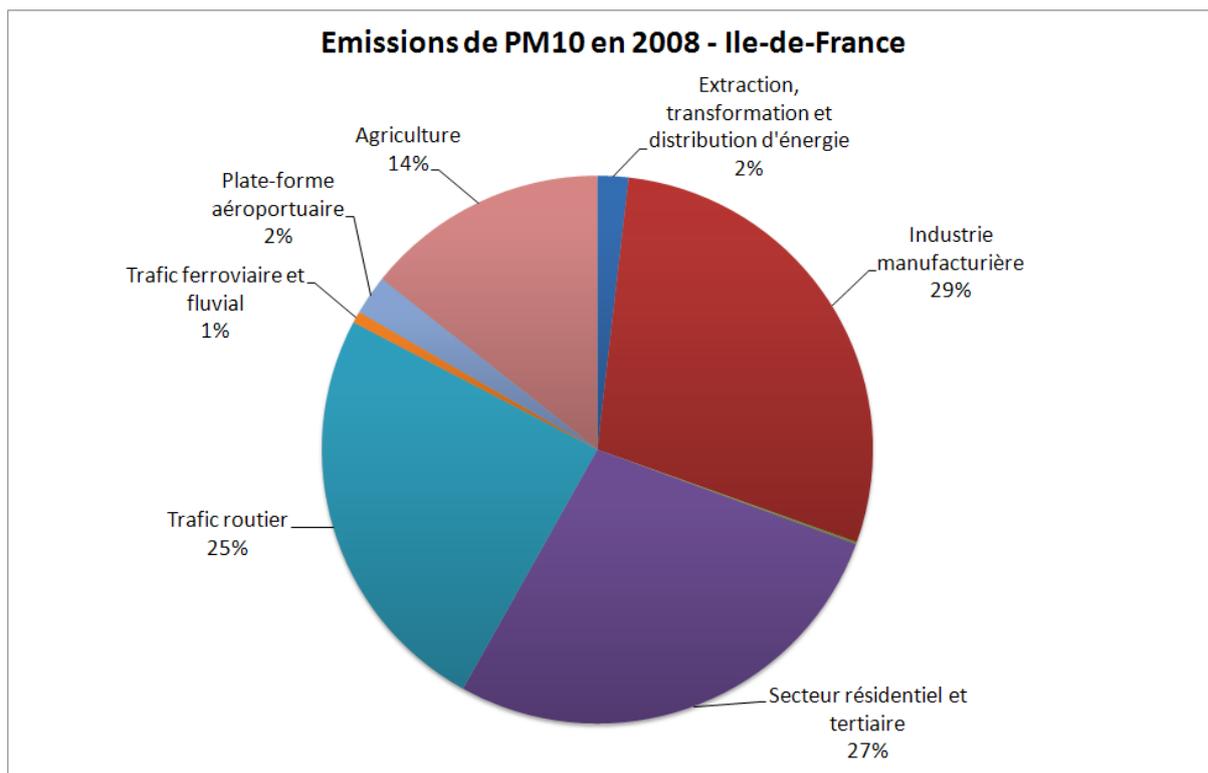


Figure 10 : Emissions de PM₁₀ en Ile-de-France pour l'année 2008

Le secteur de l'industrie manufacturière représente 29 % des émissions de PM₁₀ en 2008. Le principal sous-secteur industriel émetteur de particules PM₁₀ en Ile-de-France est celui des chantiers et travaux du BTP avec 15 % des émissions régionales. Les autres sources sont la combustion pour le chauffage, les procédés de production et l'usage d'engins spéciaux. Il faut noter toutefois que les émissions de certaines activités du secteur industriel sont soumises à de fortes incertitudes, notamment les chantiers et les carrières, qui sont des sources d'émissions diffuses et donc difficilement mesurables. Les facteurs d'émissions sont par conséquent difficilement caractérisables et potentiellement variables d'un site à l'autre.

Des éclairages nationaux récents tendent à montrer que le facteur d'émission (CITEPA) utilisé pour les carrières est élevé au regard notamment des facteurs d'émissions utilisés par les pays européens voisins ce qui impliquerait une surestimation des émissions de particules liées aux carrières. Une étude de l'UNICEM (Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction) est en cours et sera disponible au deuxième semestre 2012. Elle permettra d'affiner les connaissances et de mettre à jour les facteurs d'émission liée aux émissions des carrières. L'estimation actuelle montre que les carrières représentent près de 7 % des émissions franciliennes de PM₁₀.

Le secteur résidentiel et tertiaire contribue à hauteur de 27 % aux émissions franciliennes.

Le secteur résidentiel est un grand contributeur aux émissions de PM₁₀ avec 4 kilotonnes, soit 23 % des émissions régionales. La consommation du bois de chauffage (principal et appoint compris) contribue à hauteur de 86 % aux émissions de particules du secteur résidentiel alors qu'il ne couvre que 4 % des besoins d'énergie pour le chauffage des particuliers (électricité et chauffage urbain inclus). Le chauffage au bois en Ile-de-France émet deux fois plus de PM₁₀ que l'échappement de l'ensemble des véhicules particuliers en 2008. La moitié des consommations de bois provient de l'usage du chauffage d'appoint et d'agrément, il représente seulement 2 % des besoins énergétiques du secteur résidentiel alors qu'il contribue à hauteur de 12 % aux émissions de PM₁₀ régionales toutes sources confondues.

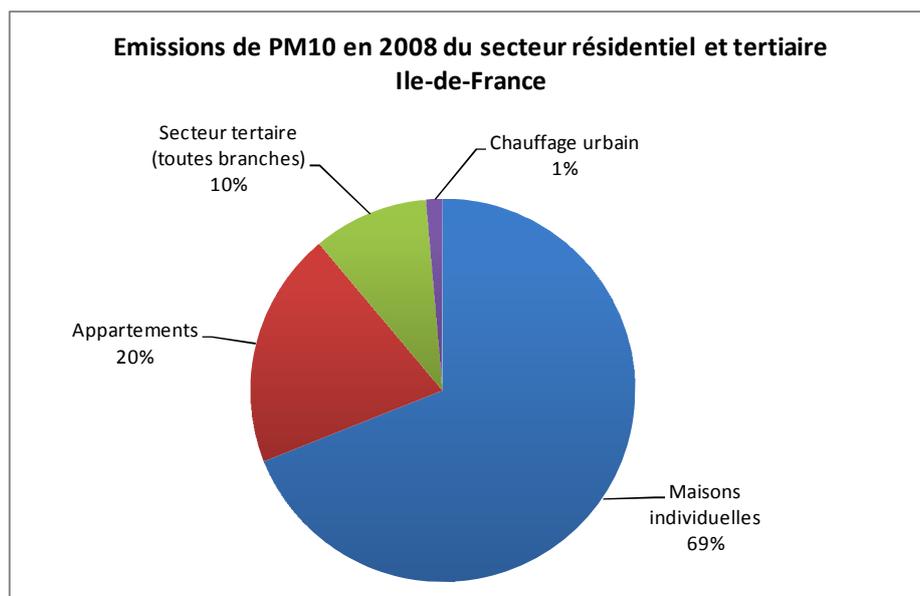


Figure 11 : Contributions par type de bâtiment aux émissions de PM₁₀

La Figure 11 montre que les maisons constituent la source majoritaire de PM₁₀ du secteur résidentiel et tertiaire par la présence de chauffage au bois en chauffage principal ou d'appoint.

Le trafic routier est un des principaux contributeurs aux émissions de PM₁₀ avec 25 % des émissions franciliennes.

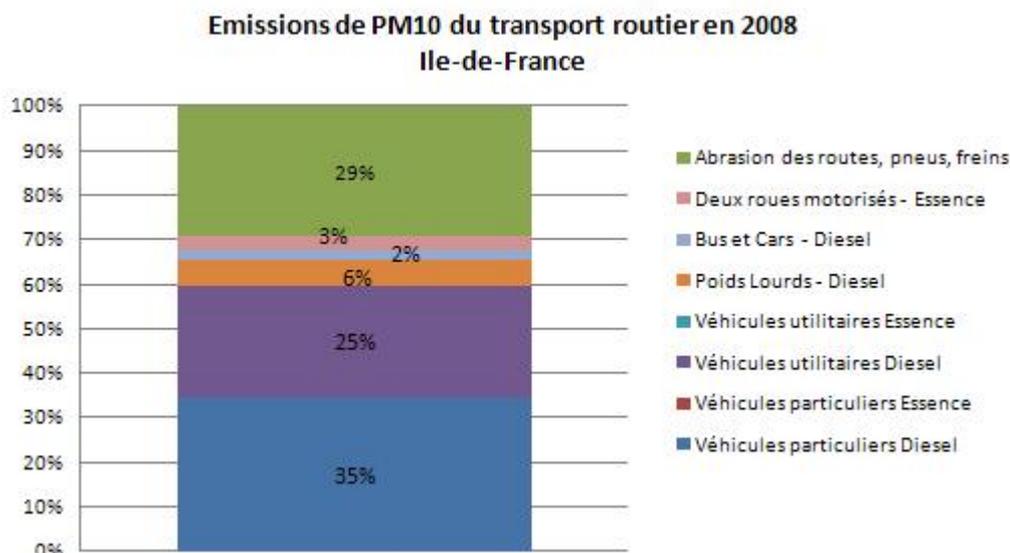


Figure 12 : Contributions par type de véhicule aux émissions de PM₁₀

L'échappement des véhicules particuliers diesel contribue pour 8 % aux émissions franciliennes (35 % des émissions du secteur du transport routier) alors que la contribution des véhicules particuliers essence est inférieure à 1 %, les véhicules utilitaires légers et les poids lourds pour respectivement 6 % et 2 % (soit 25 % et 6 % des émissions du secteur du transport routier). A l'échappement, les véhicules diesels sont responsables de la quasi-totalité des émissions de particules du trafic routier. L'usure des routes, des pneus et plaquettes de freins est responsable de 7 % des émissions franciliennes (29 % des émissions du secteur du transport routier). Il est rappelé que la remise en suspension par le passage des véhicules n'est pas prise en compte dans les calculs d'émissions primaires régionales.

Le secteur agricole contribue à hauteur de 14 % aux émissions de particules PM₁₀ franciliennes. Les émissions agricoles proviennent essentiellement des cultures (labourage, moissons, ...) et de l'utilisation d'engins agricoles.

La contribution des autres transports (trafic ferroviaire et fluvial d'une part et des plates-formes aéroportuaires, d'autre part) est faible, de l'ordre de 1 % à 2 % pour chacun de ces secteurs. Il est à noter que la remise en suspension des particules liées, par exemple, aux passages des trains et métros n'est pas prise en compte dans l'inventaire.

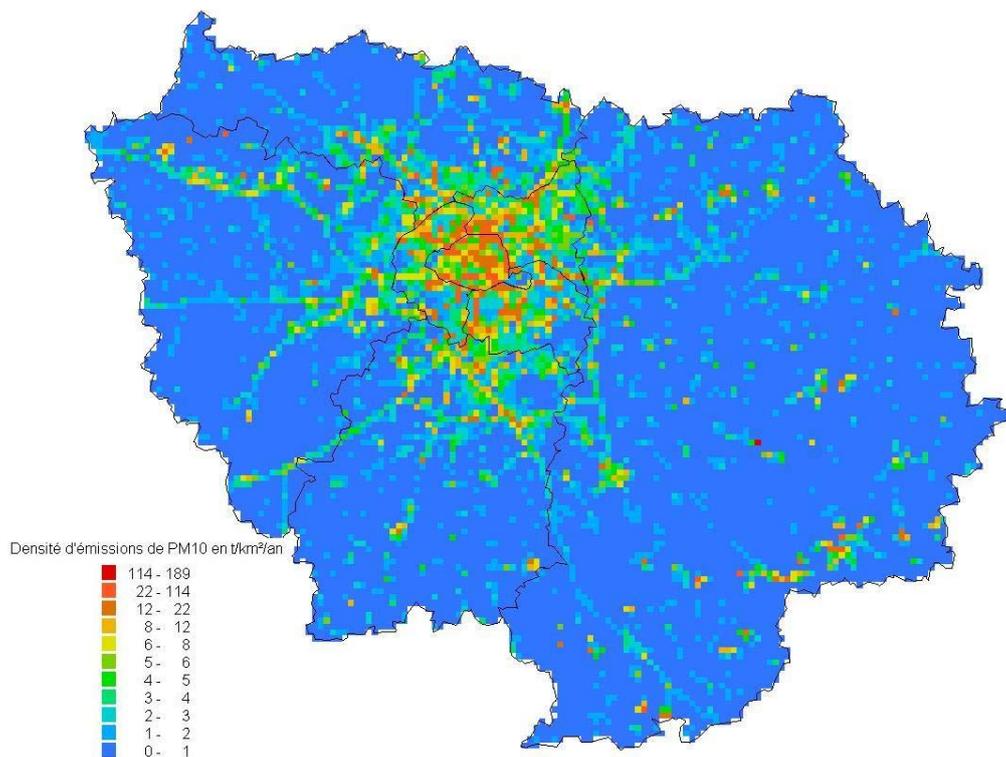


Figure 13 : Cartographie des émissions de PM₁₀ en Ile-de-France pour l'année 2008 (résolution 1km²)

L'agglomération parisienne contribue à 62 % des émissions de PM₁₀ franciliennes. Les principaux contributeurs sont le trafic routier et le secteur résidentiel et tertiaire (notamment chauffage au bois) qui contribuent à eux deux pour plus de 70 % aux émissions de PM₁₀ de l'agglomération, contre 52 % à l'échelle régionale.

Les émissions primaires franciliennes de particules PM_{2.5} s'élèvent à 12 kt pour la région Ile-de-France en 2008. La Figure 14 présente la part des différents secteurs dans les émissions de particules PM_{2.5} à l'échelle francilienne en 2008. A titre de comparaison, les émissions de PM_{2.5} en Ile-de-France pour l'année 2000 s'élevaient à 17 kt.

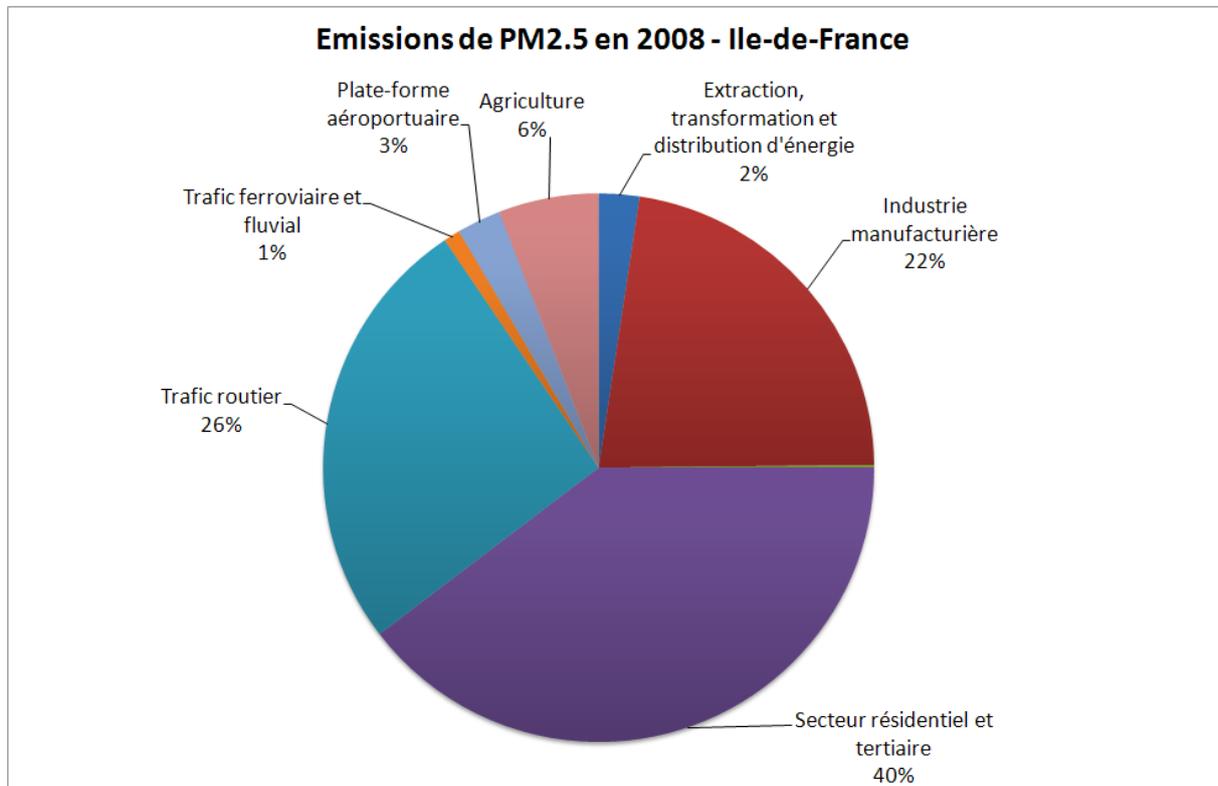


Figure 14 : Emissions de particules PM_{2.5} en Ile-de-France pour l'année 2008

La répartition sectorielle des émissions de PM_{2.5} est très proche de celle observée pour les PM₁₀. On notera une plus grande contribution du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions de PM_{2.5} que dans les émissions de PM₁₀ et à l'inverse une plus faible contribution de l'agriculture et de l'industrie manufacturière. Cette tendance s'explique par la nature des phénomènes prépondérants dans la formation des particules. Il s'agit de la combustion pour les particules les plus fines, à l'image de la combustion pour le chauffage résidentiel et tertiaire. Par ailleurs, les activités émettrices du secteur agricole (labours, moissons et phénomènes d'abrasion pour les engins agricoles) favorisent la formation de particules de tailles plus importantes (PM₁₀).

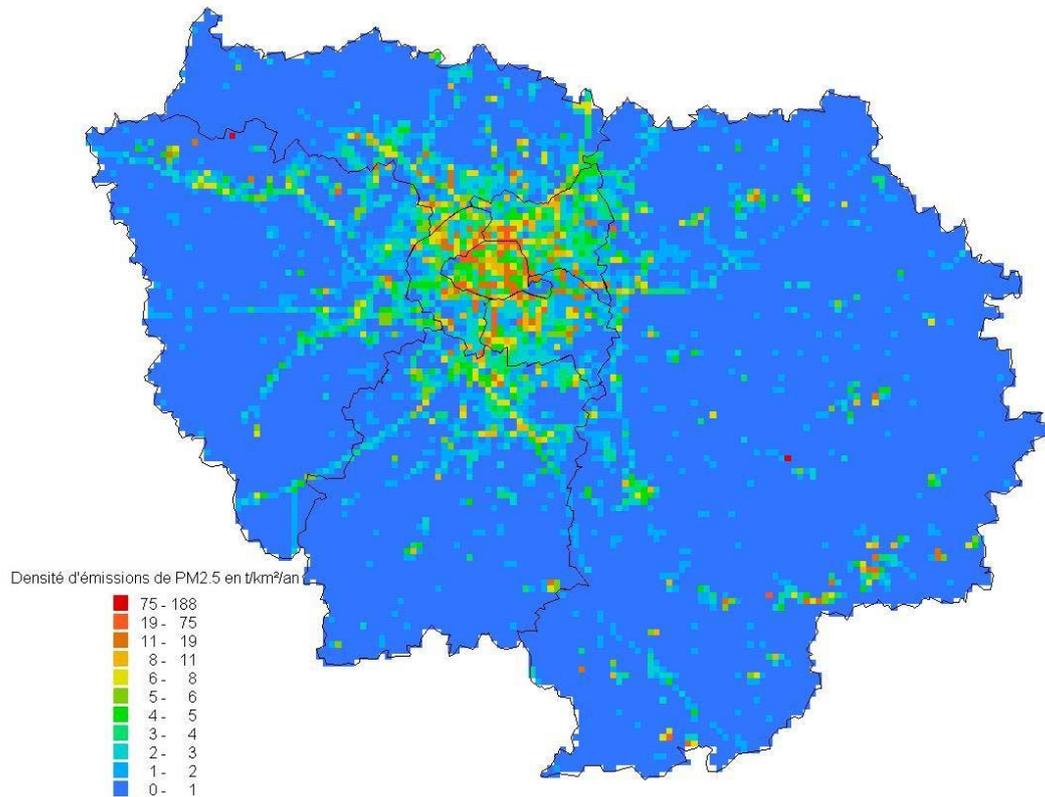


Figure 15 : Cartographie des émissions de PM_{2.5} en Ile-de-France pour l'année 2008 (résolution 1km²)

L'agglomération parisienne contribue à hauteur de 66 % aux émissions de PM_{2.5} franciliennes. Les principaux contributeurs sont le trafic routier et le secteur résidentiel et tertiaire (notamment chauffage au bois) qui contribuent à eux deux pour 74 % des émissions de PM_{2.5} de l'agglomération contre 66 % à l'échelle régionale.

III.1.3 Les émissions de composés organiques volatils pour l'année 2008

Les émissions de composés organiques volatils en Ile-de-France pour l'année 2008 représentent 98 kt. Les secteurs d'activité responsables de ces émissions sont présentés Figure 16. A titre de comparaison, les émissions de COVNM en Ile-de-France pour l'année 2000 s'élevaient à 154 kt.

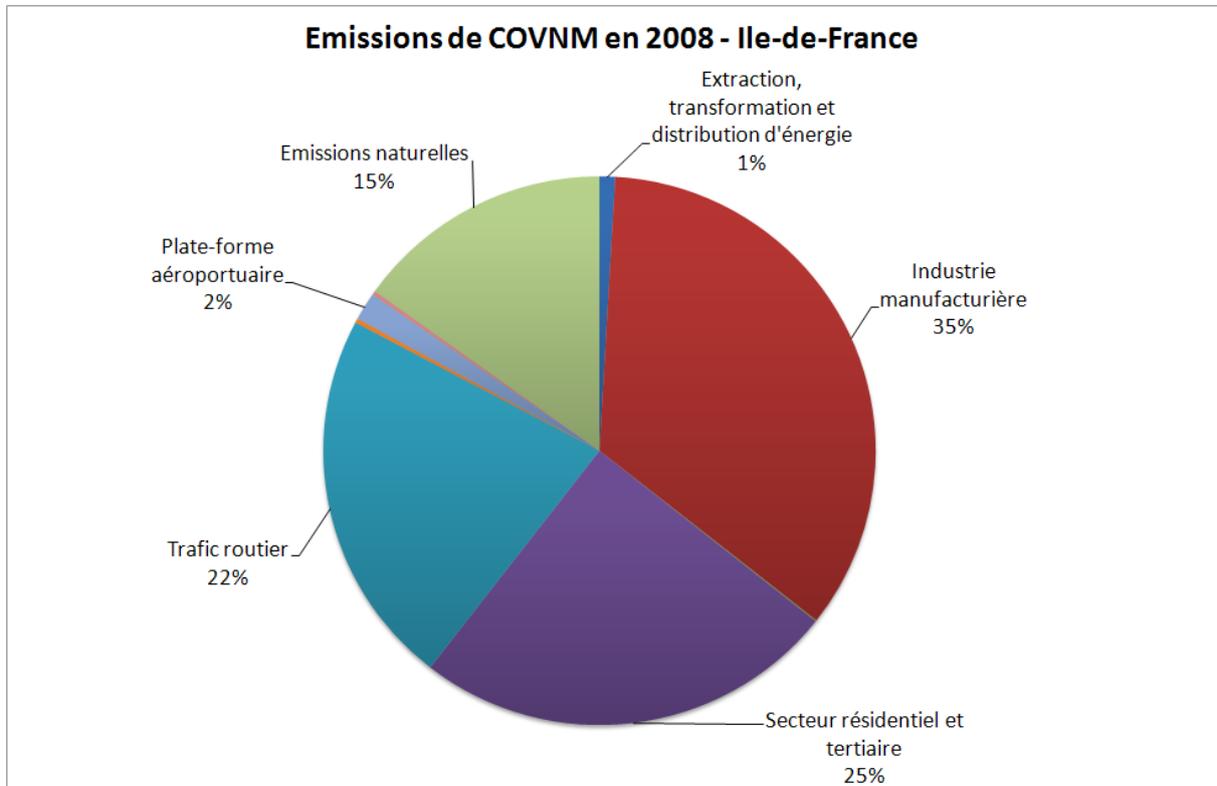


Figure 16 : Emissions de COVNM en Ile-de-France pour l'année 2008

L'industrie manufacturière est le premier contributeur régional aux émissions de COVNM avec 35 %.

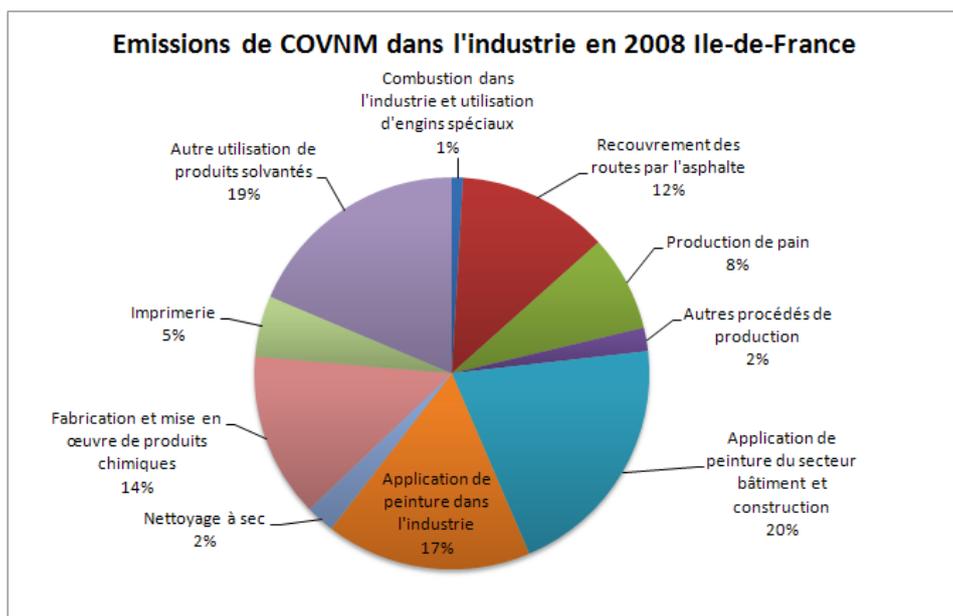


Figure 17 : Emissions de COVNM de l'industrie pour l'année 2008

Les principaux secteurs industriels émetteurs de COVNM sont ceux utilisant des peintures (cf. Figure 17). L'application de peinture lors de la construction ou la rénovation des bâtiments et l'application de peinture dans l'industrie représente respectivement 20 % et 17 % des émissions du secteur de l'industrie (soit 7 % et 6 % des émissions régionales). L'utilisation d'autres produits solvantés représente la quasi-totalité des émissions de COVNM restantes avec une forte contribution de l'industrie chimique (14 %), de l'imprimerie (5 %) et des pressings (2 %). On notera la forte contribution du recouvrement des routes par l'asphalte à hauteur de 14 % des émissions régionales du secteur industriel.

Le secteur résidentiel et tertiaire contribue également fortement aux émissions de COVNM avec 25 % des émissions régionales.

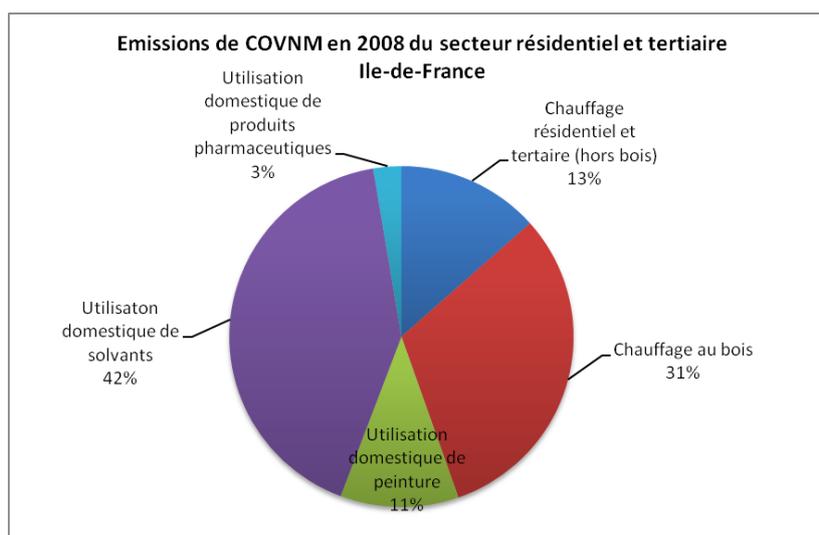


Figure 18 : Emissions de COVNM du secteur résidentiel et tertiaire pour l'année 2008

Les émissions de COVNM du secteur résidentiel et tertiaire (cf. Figure 18) proviennent, d'une part, de la combustion pour le chauffage et la production d'eau chaude et, d'autre part, de l'utilisation domestique de produits solvantés (peintures, solvants, produits pharmaceutiques). En ce qui concerne les émissions des installations de chauffage du secteur résidentiel, le même constat que pour les émissions de particules peut être fait pour les émissions de COVNM du chauffage au bois. Le bois ne représente que 4 % des consommations de combustible pour le chauffage du secteur résidentiel en Ile-de-France toutes énergies confondues, il est cependant à l'origine de plus de 95 % des émissions de COVNM du chauffage résidentiel.

La contribution du trafic routier aux émissions de COVNM régionales est de 22 % en 2008.

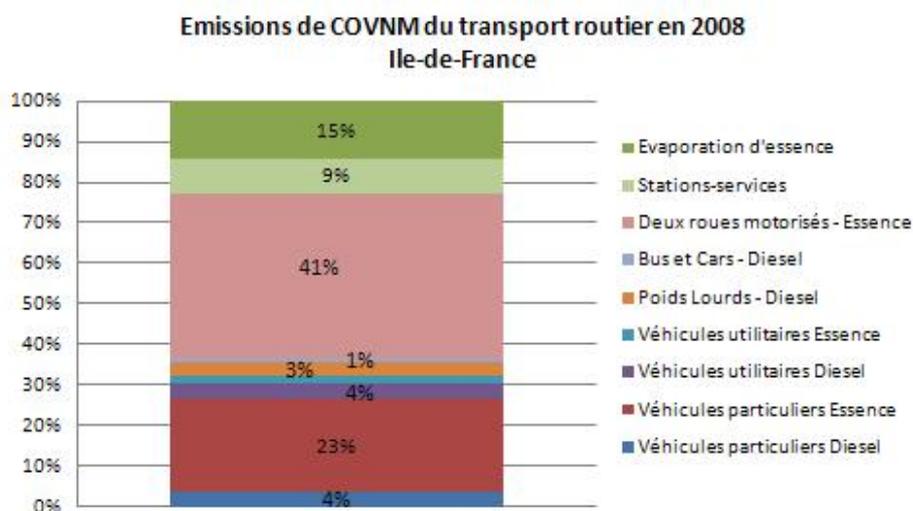


Figure 19 : Contributions par type de véhicule aux émissions de COVNM

La contribution des différents types de véhicules aux émissions de COVNM liées au trafic routier (cf. Figure 19) est différente de celle observée pour les autres polluants. Les émissions de COVNM sont le fait des véhicules fonctionnant à l'essence tandis que les particules et les oxydes d'azote sont principalement émis par les véhicules diesel. Les deux-roues motorisés sont les premiers contributeurs (41 % des émissions de ce secteur soit 9 % des émissions franciliennes) suivi des véhicules particuliers essence (23 % des émissions de ce secteur soit 5 % des émissions franciliennes). L'évaporation d'essence des réservoirs contribue à 15 % des émissions du secteur et la distribution de carburant à hauteur de 9 %.

Notons enfin que les émissions naturelles par les végétaux (arbres, prairies, ...) constituent une part importante des émissions de COVNM : elles représentent 15 % des émissions franciliennes.

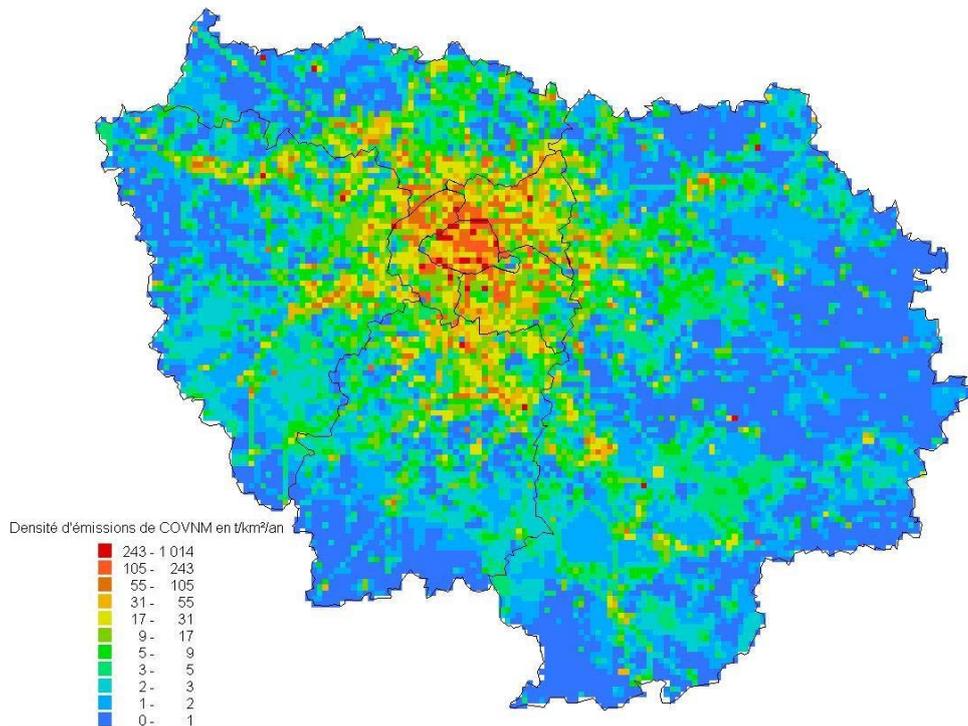


Figure 20 : Cartographie des émissions de COVNM en Ile-de-France pour l'année 2008 (résolution 1km²)

La cartographie présentée Figure 20 fait apparaître une densité d'émissions de COVNM importante dans Paris. Ce département contribue à hauteur de 12 % des émissions de COVNM régionales.

Les émissions de COVNM de l'industrie manufacturière et du secteur résidentiel et tertiaire représentent plus de 2/3 des émissions parisiennes de COVNM.

Les émissions de l'agglomération parisienne contribuent à hauteur de 72 % aux émissions de la région.

III.2 Les évolutions fil de l'eau 2008/2015/2020 des émissions secteur par secteur

Pour chaque secteur d'activité, les émissions du scénario « 2020 fil de l'eau » ont été évaluées. Les hypothèses prise en compte pour les calculs sont présentées ici.

III.2.1 Le secteur du trafic routier

Pour calculer les émissions du trafic routier, il est nécessaire de connaître le *parc roulant*, c'est-à-dire l'évolution horaire de la part relative de chaque catégorie de véhicules (sur l'ensemble des véhicules-kilomètres parcourus pendant l'heure considérée), pour les jours ouvrés, les samedis et les dimanches, et pour chaque axe du réseau routier modélisé. Les catégories de véhicules considérées sont les suivantes :

- VP = Voitures particulières ;
- VU = Véhicules utilitaires légers ;
- PL = Poids lourds ;
- TC = Bus et cars ;
- 2R = Deux-roues motorisés.

Dans le système HEAVEN, le parc roulant et son évolution au cours du temps sont construits, pour les voies de type urbain, sur la base d'enquêtes de la Ville de Paris (enquête 2006) et de boucles de comptages SIREDO pour les voies routières et autoroutières. La Figure 21 présente l'évolution horaire pour un jour ouvré du parc roulant sur Paris :

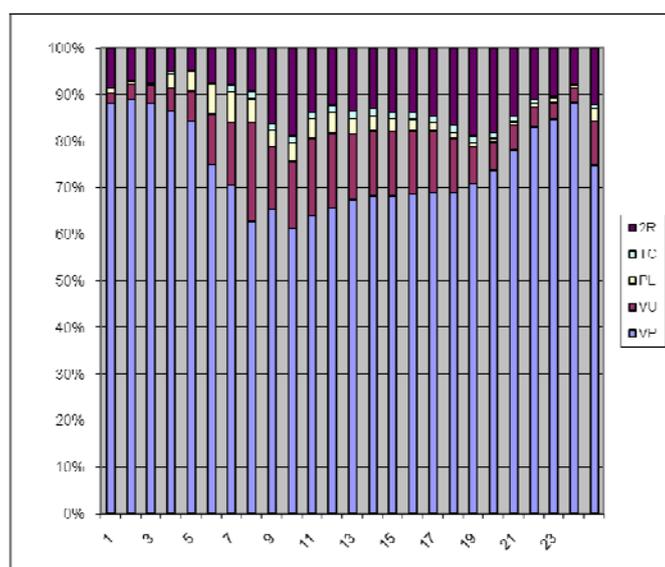
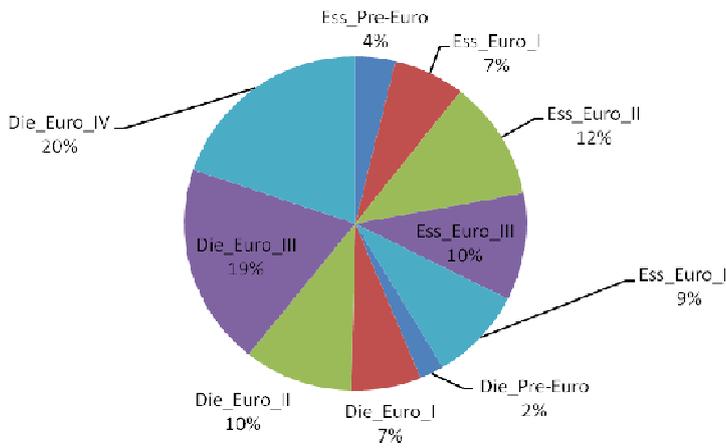


Figure 21 : Evolution horaire pour un jour ouvré du parc roulant sur Paris (pour l'année 2008) en pourcentage du nombre de véhicules.kilomètres

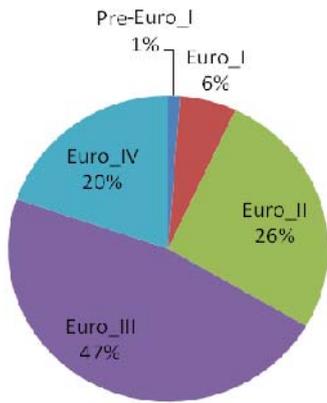
A- Le trafic routier dans l'inventaire 2008

La composition du parc roulant technologique provient, pour l'année 2008, du CITEPA. La Figure 22 présente le parc roulant technologique considéré pour l'année 2008.

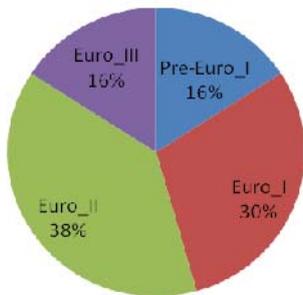
Parc techno VP 2008



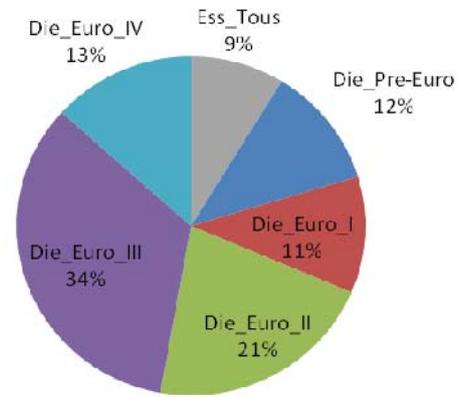
Parc techno PL 2008



Parc techno 2RM 2008



Parc techno VUL 2008



Parc techno TC 2008

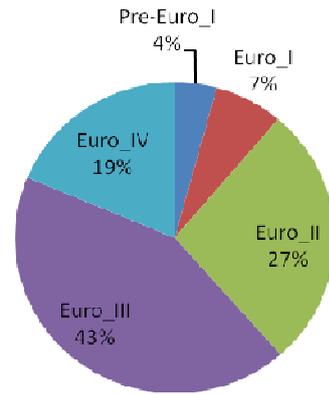


Figure 22 : Parc roulant technologique CITEPA pour l'année 2008 (version 2009)

En 2008, 58 % des véhicules.kilomètres parcourus par des véhicules particuliers le sont par des véhicules diesels. Les diesels de normes Euro III et IV parcourent 39 % des véhicules.kilomètres contre 19 % pour les essences de mêmes normes.

Le parc roulant de véhicules utilitaires légers est constitué dans sa presque totalité de véhicules diesel ; 34 % des véhicules.kilomètres sont parcourus par des VUL de norme Euro III.

En ce qui concerne les véhicules.kilomètres parcourus par les poids-lourds (resp. bus et cars), ils sont réalisés à hauteur de 26 % par des véhicules de normes Euro II (resp. 27 %), de 47 % par des véhicules Euro III (resp. 43 %) et de 20 % par des véhicules Euro IV (resp. 19 %).

Enfin, le parc roulant de deux-roues motorisés est constitué en majorité de véhicules de normes Euro II (les normes Pré-Euro, Euro I et Euro III réalisant le reste des véhicules.kilomètres parcourus).

Les calculs d'émissions ont été réalisés pour les polluants : NOx, COVNM, PM₁₀ et PM_{2.5} selon la méthodologie présentée précédemment (cf. II.5.2)

Pour les particules, une approche simplificatrice a été adoptée : les émissions de particules liées à la combustion sont considérées se produire sous forme de PM_{2.5} ; celles liées à l'abrasion sont considérées comme étant des particules grossières (i.e. les particules de diamètre compris entre 2.5 µm et 10 µm).

B- L'évolution du secteur du trafic routier aux horizons 2015 et 2020

L'évaluation de cette évolution a été faite à partir de l'analyse environnementale du PDU avec notamment les gains entre les scénarios PDU « statu quo » et la situation de référence.

Le scénario « 2020 fil de l'eau » correspond au scénario dit « statu quo » étudié dans le cadre des travaux réalisés pour le compte du Syndicat des Transport d'Ile-de-France (STIF) dans le cadre de la révision du Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France (PDUIF, cf. rapport d'Evaluation des impacts du Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France sur la qualité de l'air et les émissions de Gaz à Effet de Serre à l'horizon 2020, rapport Airparif, mai 2011).

Il prend en compte l'évolution du trafic routier en Ile-de-France, en l'absence de toute action permettant un accroissement du report modal ainsi que l'évolution prévisible du parc technologique résultant de l'application des normes européennes ; ce scénario conduit à une augmentation de l'usage de la voiture particulière et des deux-roues motorisés, nettement plus forte que celle des transports en commun et des modes actifs.

Ce scénario a été établi par le STIF sur la base :

- des projections du développement démographique et économique de la région francilienne : construction de 60 000 logements par an et création de 28 000 emplois par an ; la population de l'Ile-de-France atteindrait alors les 12,1 millions d'habitants (+5 % par rapport à l'année 2008) et le nombre d'emplois 5,8 millions en 2020. « La localisation des populations et des emplois prévue en 2020 résulte de leur répartition actuelle ainsi que de la localisation des secteurs de densification préférentielle et d'urbanisation préférentielle et conditionnelle identifiés par le projet de SDRIF » (source STIF, rapport environnemental du PDUIF).
- des projections des nouveaux déplacements, dont le nombre sur la région devrait croître d'environ 7 % entre 2006 et 2020²³ ;
- des actions sur les infrastructures de mobilité qui accompagneront le développement de la région.

Les évolutions du trafic (en véhicules.km) obtenues sont données pour le scénario « 2020 fil de l'eau » dans le Tableau 2 ci-dessous par rapport à 2005. Il est important de noter ici que 2005 était l'année de référence dans l'exercice d'évaluation du PDU, sur la base de laquelle ont été construites les hypothèses 2020.

²³ Estimation basée sur le modèle de prévision des déplacements du STIF, année de référence 2006, correspondant aux derniers résultats détaillés disponibles du recensement de la population de l'INSEE.

	Mode	Scénario «2020 fil de l'eau» (scénario dit « du statu quo » dans le cadre des travaux PDU)
Trafic externe	Tous	+ 8,1 % au global IDF Hausse répartie 70 % sur Voie Rapide Urbaine (VRU) / 30 % hors VRU
Trafic interne	Voitures Particulières	+ 10,6 % au global IDF Répartis par secteur selon résultats Antonin ²⁴
	2Roues motorisés	+ 10,6 % au global IDF Répartis par secteur selon résultats Antonin (idem VP)
	Poids Lourds	Stable au global IDF Stable sur chaque brin en valeur absolue
	Véhicules Utilitaires Légers	+ 10,6 % au global IDF + 10,6 % sur chaque brin
	Transport en commun	Stable au global IDF Stable sur chaque brin en valeur absolue

Tableau 2 : Hypothèses de construction du scénario trafic fil de l'eau pour 2020 (par rapport à 2005, année de référence du PDU)

Le scénario « 2020 fil de l'eau » est défini par une **évolution du trafic** (déclinée en **trafic externe** et **trafic interne**) sur la région. Le trafic externe correspond à la somme du trafic d'échange (c'est-à-dire le trafic dont l'origine est à l'intérieur de la zone étudiée et la destination est à l'extérieur de la zone) et du trafic de transit (c'est-à-dire le trafic dont origine et destination se situent en dehors de la zone étudiée). Le trafic interne (ou trafic local) correspond au trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

Il est considéré que l'évolution du trafic externe est la même quel que soit le mode de transport ; elle est basée sur l'évolution globale attendue de la population et des emplois sur l'Île-de-France entre 2005 et 2020, à savoir +8,1 % (estimation issue des projections de l'IAU Ile-de-France à l'horizon 2020).

En revanche, l'évolution du trafic interne, entre 2005 et 2020 est différente selon le mode de transport. Pour les véhicules particuliers et les deux-roues motorisés, elle a été estimée par le STIF, par zones géographiques, à l'aide de son modèle multi modal de trafic Antonin. Le modèle fournit la contribution de chaque zone géographique à l'évolution globale du trafic pour le scénario « 2020 fil de l'eau ».

D'un point de vue pratique, les évolutions du scénario « 2020 fil de l'eau » (Tableau 2) ont été introduites dans la chaîne de modélisation HEAVEN, sous forme de corrections apportées au trafic 2005 différenciées selon les catégories de véhicules et les zones géographiques.

En dehors des hypothèses sur le trafic, les hypothèses nécessaires pour le calcul des émissions du trafic routier 2020 sont les suivantes :

- Le parc roulant technologique provient des estimations pour l'année 2020 de l'ADEME/INRETS 2004 réactualisées en 2008. La Figure 23 présente le parc roulant technologique considéré pour l'année 2020.
- Le parc roulant «2020 fil de l'eau» résulte de la modulation du parc roulant 2008 selon les hypothèses du tableau 2.
- Les autres paramètres sont identiques à ceux utilisés pour le calcul des émissions 2008.

²⁴ Antonin est le modèle multi modal de trafic du STIF

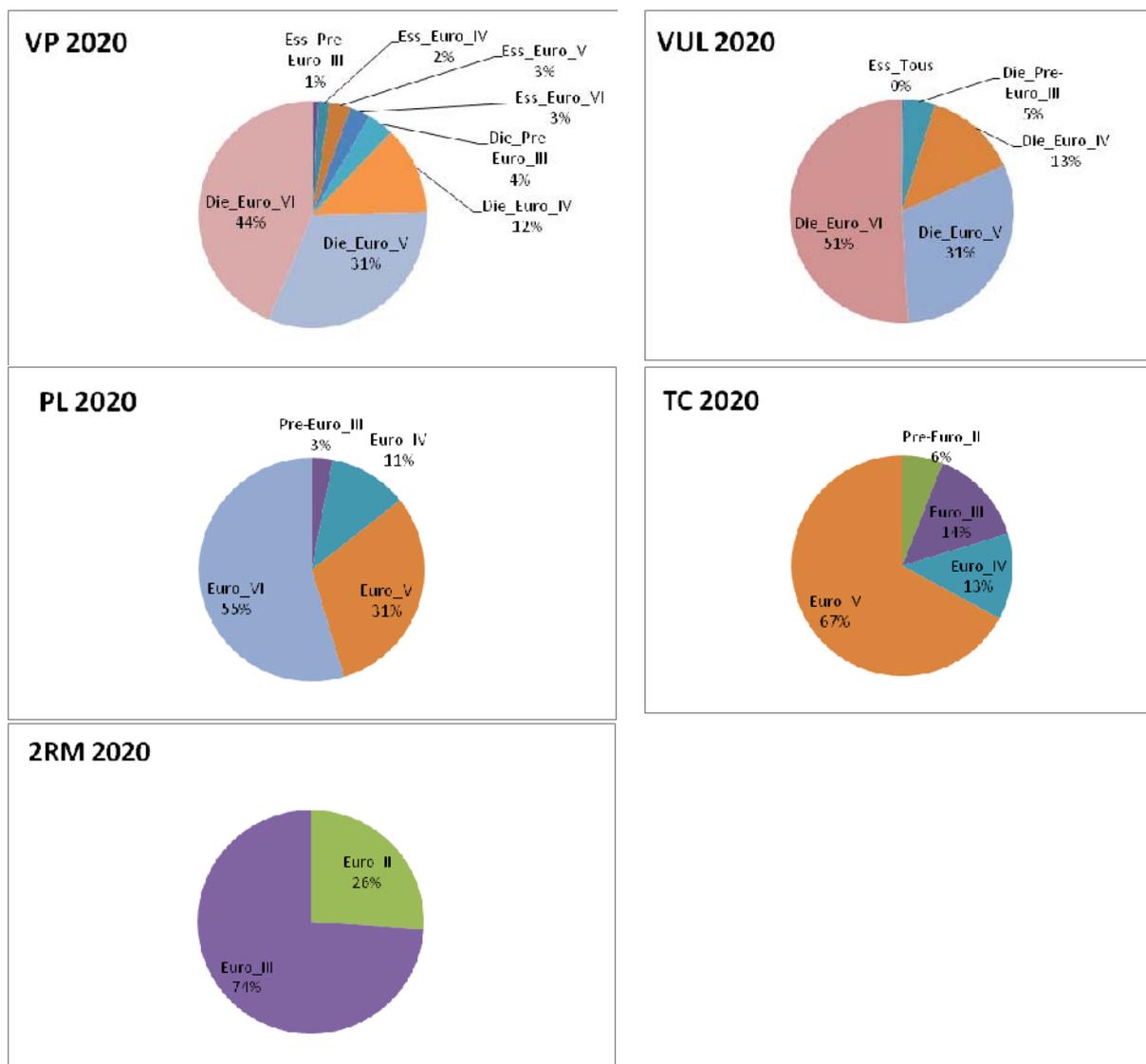


Figure 23 : Parc roulant technologique ADEME/INRETS pour l'année 2020 (mise à jour de 2008, communication INRETS)

En 2020, plus de 90 % des véhicules.kilomètres parcourus par des véhicules particuliers le sont par des véhicules diesels. Les diesels de normes Euro V et VI (respectivement III et IV) parcourent 75 % (resp. 16 %) des véhicules.km contre seulement 6 % pour les essences de mêmes normes.

Le parc roulant de véhicules utilitaires légers est constitué dans sa totalité de véhicules diesels ; 82 % des véhicules.kilomètres sont parcourus par des véhicules utilitaires légers de norme Euro V et VI.

En ce qui concerne les véhicules.kilomètres parcourus par les poids-lourds, ils sont réalisés par des véhicules de normes Euro V (31 %) et VI (55 %). Pour les bus et cars, ils sont réalisés majoritairement par des véhicules de norme Euro V (67 %)

Enfin, le parc roulant de véhicules deux-roues motorisés est constitué en majorité de véhicules de normes Euro III (74 % des véh.km parcourus).

La situation intermédiaire 2015 du parc technologique est présentée Figure 24. Ces données, intégrées au scénario « 2015 + PPA » (cf. III.4.6), sont basées essentiellement sur l'évolution prévisible du parc technologique résultant de l'application des normes européennes. Plus précisément, la composition du parc roulant technologique provient, pour l'année 2015, de « l'enquête plaques » réalisée par la Ville de Paris en juin 2011, redressée par les données de parc du CITEPA (évolution 2011-2015). Cette enquête n'était pas disponible pour les calculs 2020. Les résultats des calculs d'émission diffèrent peu des résultats présentés ici si l'on considère un parc 2015 bâti sur les mêmes données d'entrée que pour les travaux à l'horizon 2020 (IFSTTAR).

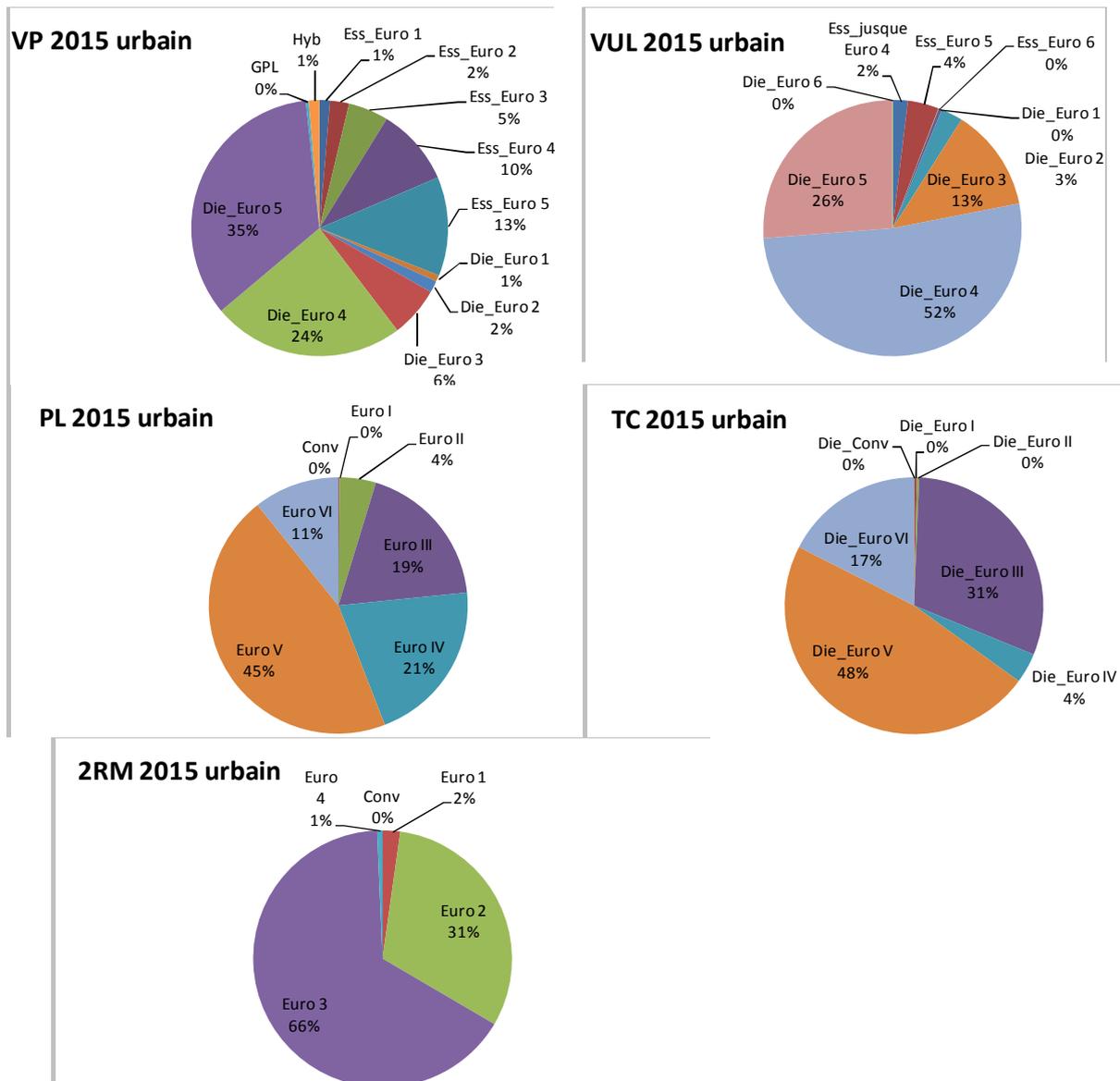


Figure 24 : Parc roulant technologique pour l'année 2015 (données Ville de Paris et CITEPA)

En 2015, 66 % des véhicules.kilomètres parcourus par des véhicules particuliers le sont par des véhicules diesel. Les diesels de normes Euro V (respectivement III et IV) parcourent 35 % (resp. 30 %) des véhicules.km contre seulement 13 et 15 % pour les essences de mêmes normes. Il est à noter qu'en 2015, il n'y a pas encore de véhicules particuliers Euro VI en circulation en 2015.

Le parc roulant de Véhicules Utilitaires Légers est constitué dans sa presque totalité (95%) de véhicules diesel ; 78 % des véhicules.kilomètres sont parcourus par des véhicules utilitaires légers de norme Euro IV (52%) et V (26%).

En ce qui concerne les Poids-Lourds, les véhicules.kilomètres sont réalisés par des véhicules diesel de normes Euro IV (21 %), V (45 %) et VI (11%). Pour les Bus et Cars, ils sont réalisés majoritairement par des véhicules diesel de norme Euro V (48 %).

Enfin, le parc roulant de véhicules deux-roues Motorisés est constitué en majorité de véhicules de normes Euro III (66 % des véh.km parcourus).

C- Le trafic routier en 2020

Dans les Figure 25 et Figure 26, les évolutions du trafic total – toutes catégories confondues - entre 2005 (année de référence du PDU) et l'année 2020 sont présentées pour le scénario « 2020 fil de l'eau ». Dans ces figures, le trafic total 2005 en Ile-de-France est ramené à 100.

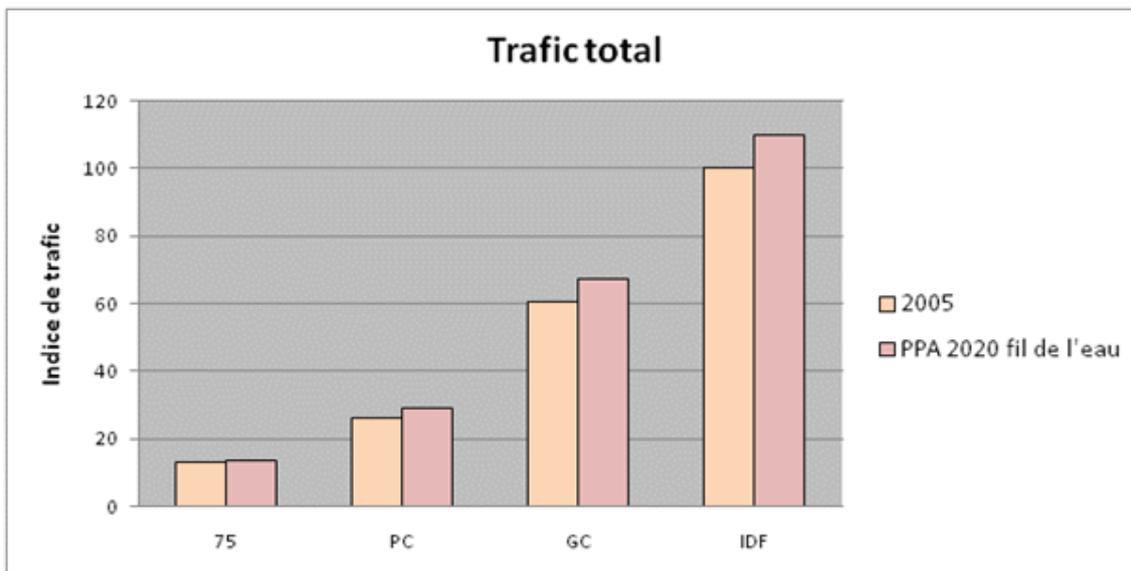


Figure 25 : Trafic total pour Paris, la Petite Couronne et la Grande couronne, pour l'année 2005 et le scénario « 2020 fil de l'eau »

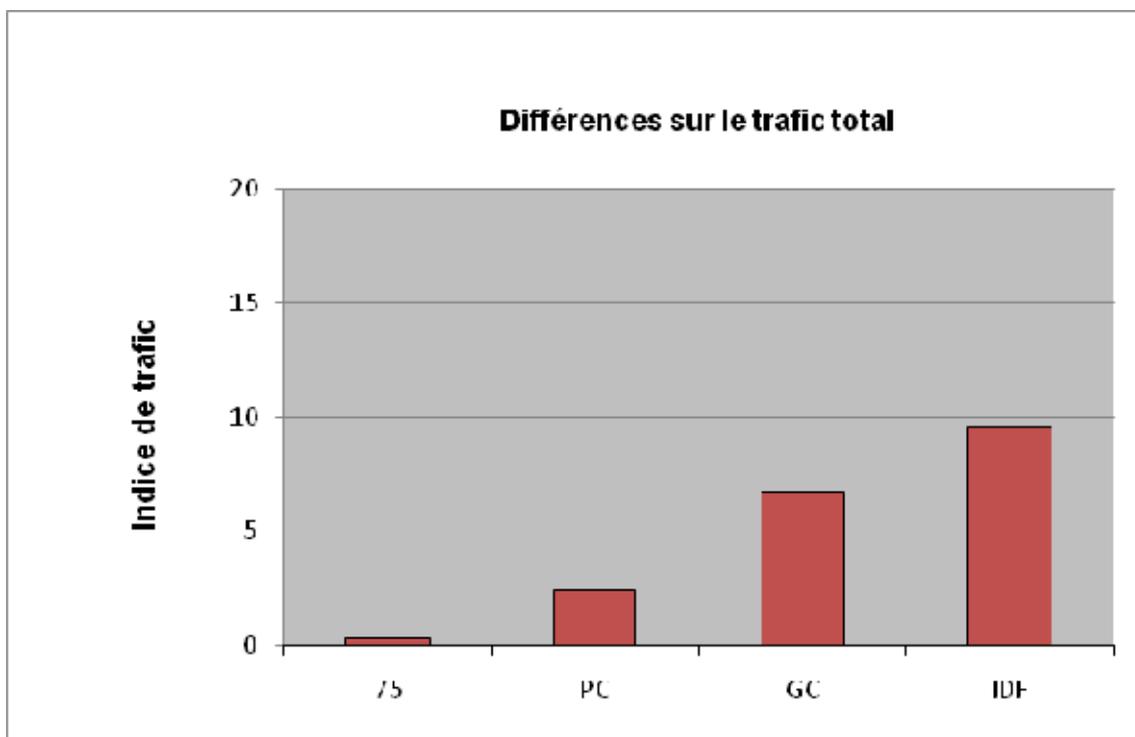


Figure 26 : Différence en valeur absolue entre les volumes de trafic calculés pour le scénario « 2020 fil de l'eau » et pour le trafic 2005

Pour le scénario « 2020 fil de l'eau », le trafic total augmente globalement sur l'ensemble de l'Ile-de-France, de l'ordre de 10 % relativement au trafic en 2005. Cette augmentation globale se décline de la manière suivante : +3 % sur Paris ; de l'ordre de +10 % pour la Petite et la Grande Couronne.

D- Les émissions du trafic routier en 2020

L'évolution des émissions de NO_x, COVNM, PM₁₀ et PM_{2.5} liées au trafic routier entre 2008 et 2020, selon l'hypothèse «2020 fil de l'eau», est présentée dans les Figure 27 et Figure 28.

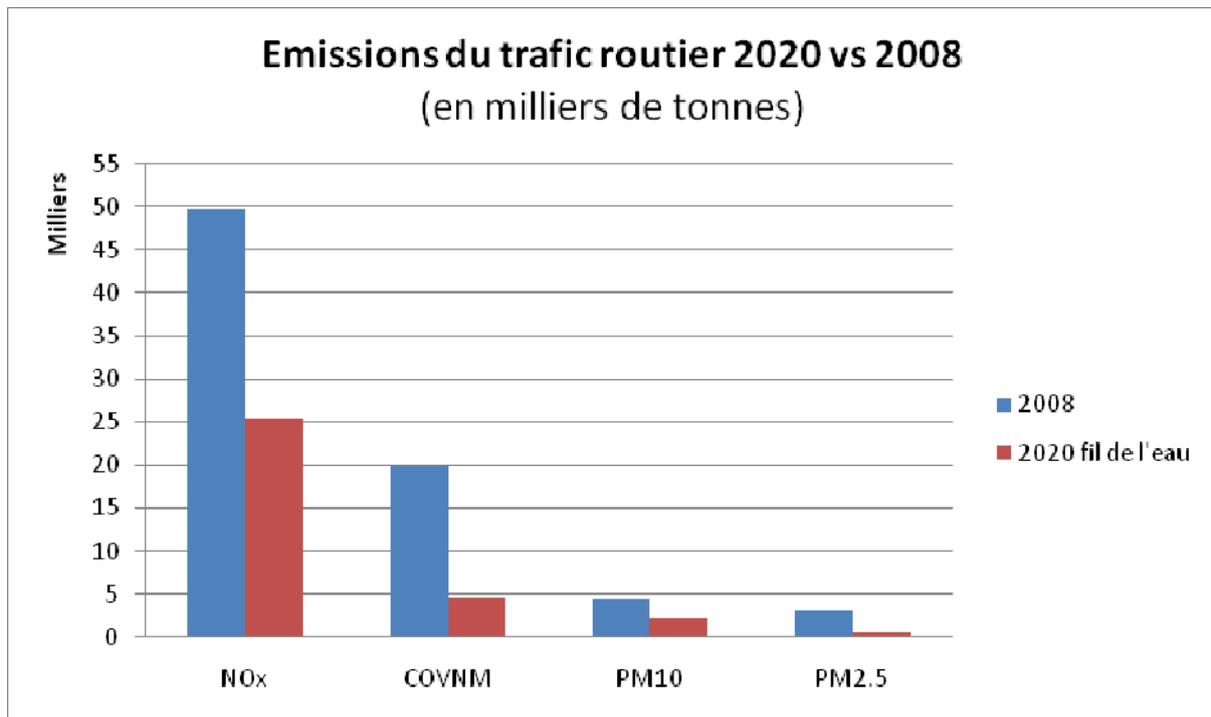


Figure 27 : Emissions de NO_x, COVNM, PM₁₀ et PM_{2.5} du trafic routier sur l'Île-de-France, pour l'année 2008 et le scénario 2020 fil de l'eau

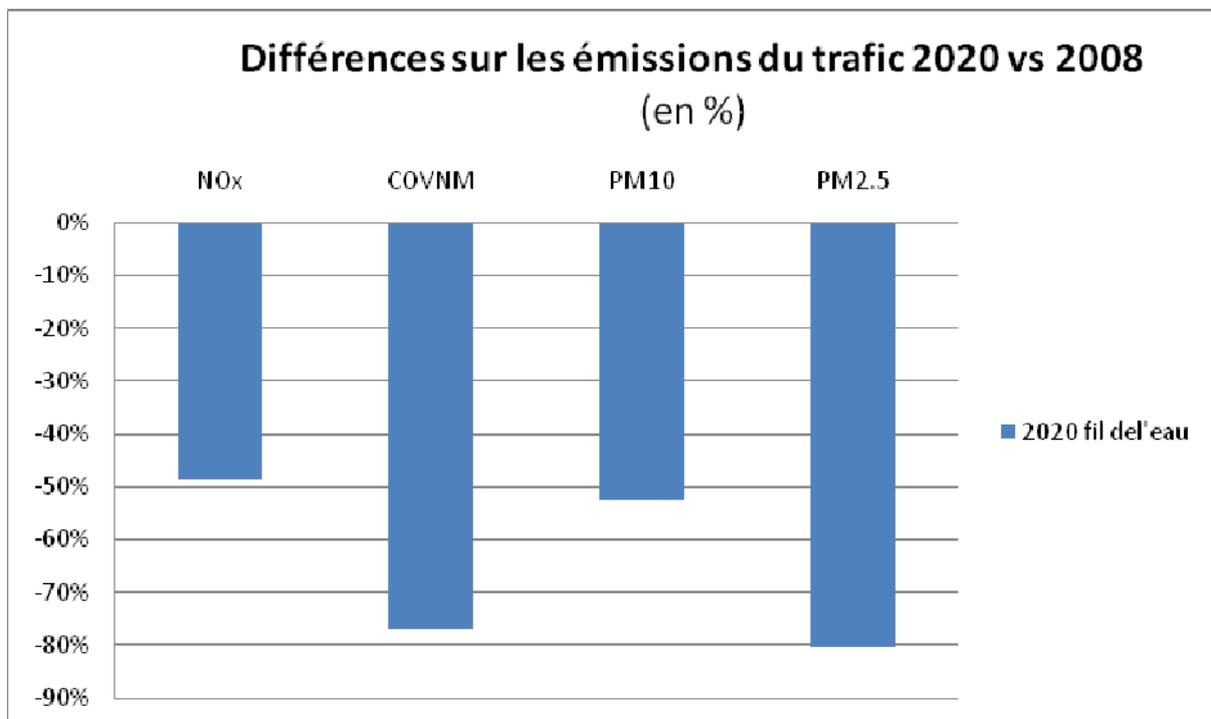


Figure 28 : Différence relative entre les émissions calculées pour le scénario « 2020 fil de l'eau » et l'année 2008

Pour le scénario « 2020 fil de l'eau », les émissions de NOx diminuent globalement sur l'ensemble de l'Ile-de-France, de presque 50 % par rapport aux émissions de NOx en 2008 ; les émissions de COVNM diminuent globalement de plus de 75 % ; celles de PM₁₀ (respectivement PM_{2,5}) de plus de 50 % (resp. 80 %).

La baisse des émissions de NOx et de particules liée à l'évolution technologique du parc roulant est suffisamment importante pour contrebalancer les augmentations locales de trafic. Ailleurs, la baisse « technologique » des émissions s'additionne à celle liée à la diminution locale du trafic.

Les émissions de PM₁₀ diminuent moins fortement que les émissions de PM_{2,5} du fait de l'abrasion : les émissions liées à l'abrasion se produisent dans la fraction grossière des particules (selon notre hypothèse) ; elles représentent 30 % des émissions de PM₁₀ du secteur du trafic routier en 2008. Elles augmentent sous le scénario « 2020 fil de l'eau » par rapport à 2008 (de l'ordre 14 %) du fait de l'augmentation du trafic ; de plus, l'évolution technologique des véhicules n'impacte pas ce type d'émissions.

En ce qui concerne les émissions de COVNM, les émissions diminuent très fortement du fait de l'évolution technologique des véhicules, de la diésélisation du parc. Les véhicules diesel émettent plus de NO₂ et de particules que les véhicules diesel mais moins de COVNM. Les émissions par évaporation représentent 15 % des émissions totales de COVNM en 2008 ; elles diminuent très fortement pour le scénario « 2020 fil de l'eau » par rapport à 2008 du fait de la généralisation des systèmes de contrôle des évaporations ainsi que de la diésélisation du parc de VP et VU entre 2008 et 2020.

Les Figure 29 présente l'évolution des émissions pour chaque polluant par type de véhicules, et type d'émissions (VP, VU, PL, TC, 2R = émissions liées à la combustion des VP, VU, PL, TC, 2R ; EVAP = émissions liées à l'évaporation ; ABR1 = émissions liées à l'abrasion des pneus et freins ; ABR2 = émissions liées à l'abrasion des routes).

Les différences d'évolution des émissions de polluants entre 2008 et 2020 fil de l'eau selon les types de véhicules proviennent de plusieurs facteurs :

- Les avancées technologiques et les taux de renouvellement des véhicules ne sont pas les mêmes selon les polluants et les types de véhicules. Par exemple, l'augmentation entre 2008 et « 2020 fil de l'eau » des émissions de NOx des deux-roues motorisés est liée à la diminution modérée des facteurs d'émissions pour les deux-roues hors cyclomoteurs (deux-roues de cylindrée inférieure à 50cm³), et l'augmentation des facteurs d'émissions pour les cyclomoteurs, de 0.02 g/km pour les normes « conventionnelles » et Euro 1 à 0.26 g/km pour les normes Euro 2 et 3. Autre exemple : les PL se renouvellent plus rapidement que les VP ; les facteurs d'émissions des NOx des PL diminuent de façon plus importante avec les nouvelles normes que ceux des VP.
- La diésélisation du parc : la baisse relative des émissions de NOx est plus faible pour les VP et les VUL que pour les PL du fait de la diésélisation du parc (les facteurs d'émissions des VP et des VUL diesel sont, à norme équivalente, plus élevés que les facteurs d'émissions des VP essence) ; également, les facteurs d'émissions des NOx des PL diminuent de façon plus importante avec les nouvelles normes que les facteurs d'émissions des VP.

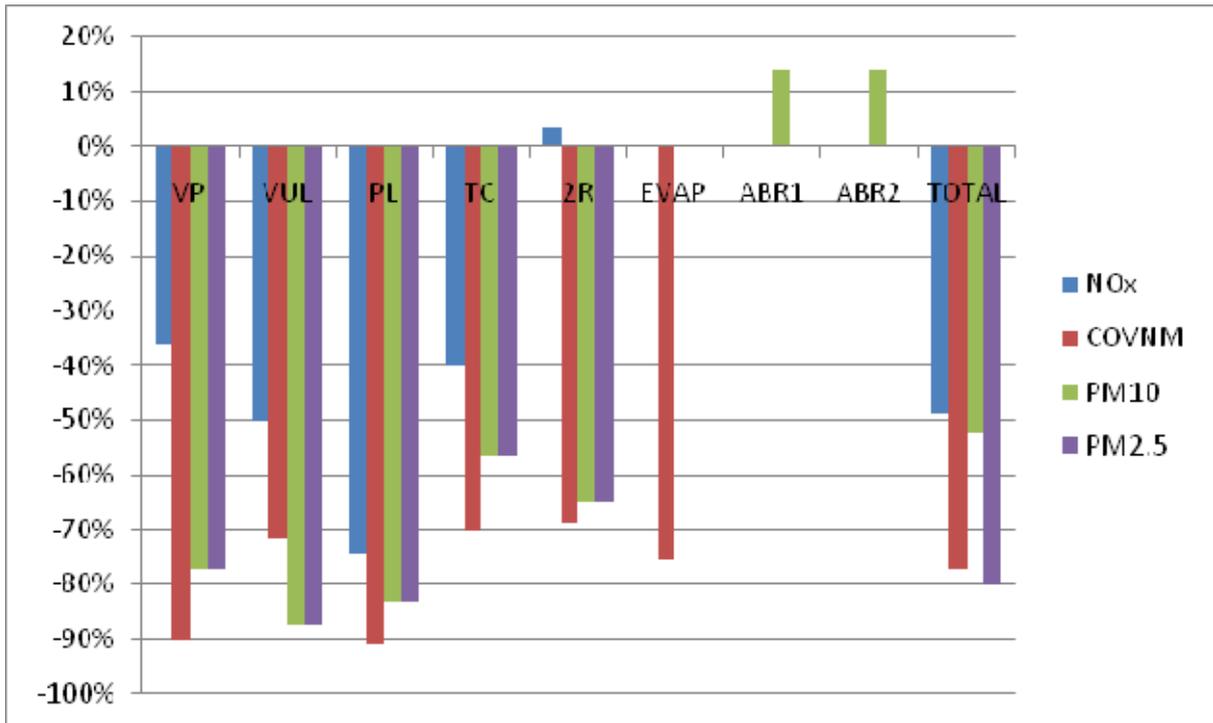


Figure 29 : Différence relative entre les émissions de polluants (NO_x, COVNM, PM₁₀ et PM_{2,5}) sous le scénario PPA fil de l'eau et l'année 2008

Ces différences d'évolution conduisent à une contribution des différents types véhicules au bilan des émissions différente entre 2020 (cf. Figure 30) et 2008.

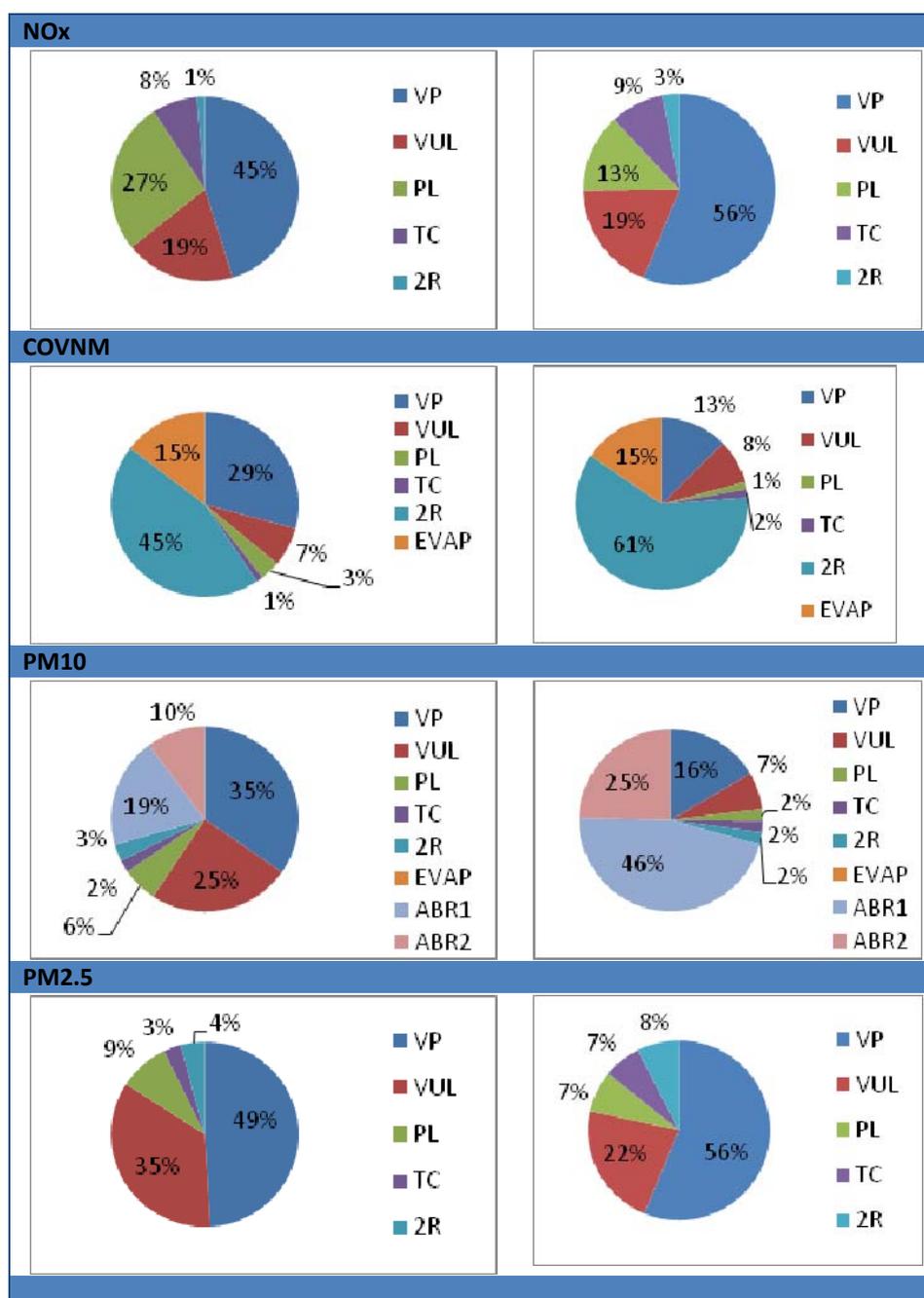


Figure 30 : Contribution des différents types de véhicules aux émissions de polluants (NOx, COVNM, PM₁₀ et PM_{2,5}) sous le scénario PPA fil de l'eau (à droite) et l'année 2008 (à gauche)

La contribution des PL aux émissions de NOx diminue fortement entre 2008 et 2020 sous le scénario « 2020 fil de l'eau » : de presque 30 % à presque 15 %. Celle des VP est en augmentation : de 45 % en 2008 à 56 % en 2020 en raison de la diésélisation du parc.

La contribution des deux-roues aux émissions de COVNM augmente fortement (de 40 % en 2008 à plus de 60 % en 2020) ; celle des VP diminue (de presque 30 % à un peu moins de 15 %). La part de l'évaporation dans les émissions de COVNM reste stable.

La contribution des VUL aux émissions de particules PM_{2,5} diminue (de 35 % en 2008 à un peu plus de 20 % en 2020) ; celle des VP, TC et 2R augmente. La part de l'abrasion dans les émissions de particules PM₁₀ liées au trafic routier passe de presque 30 % en 2008 à un peu plus de 70 % en 2020 sous le scénario PPA-Fil de l'eau.

III.2.2 Le secteur résidentiel et tertiaire

Les émissions de polluants atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire sont calculées selon deux méthodologies adaptées aux données d'entrée disponibles pour chacun de ces secteurs. Les émissions considérées sont issues de la combustion du gaz naturel (GN), du fioul domestique (FOD), du gaz de pétrole liquéfié (GPL) et du bois pour les usages de chauffage principal, de chauffage d'appoint, de production d'eau chaude sanitaire et de cuisson.

Les deux autres sources d'énergie des secteurs résidentiel et tertiaire sont l'électricité et le chauffage urbain. La consommation d'électricité n'est pas directement émettrice de polluants atmosphériques et les émissions des centrales thermiques sont associées au secteur de la production d'énergie. Les émissions liées aux réseaux de chaleur sont traitées distinctement (selon le mode de traitement utilisé pour le secteur de l'industrie) puis associées au secteur résidentiel et tertiaire.

On notera que les consommations énergétiques et par conséquent les émissions 2020 des secteurs résidentiel et tertiaire ont été calculées à climat normal francilien alors que les émissions de la situation de référence 2008 sont présentées à climat réel 2008. Une correction climatique consistant à calculer les consommations énergétiques 2008 à climat normal entraîne des émissions de polluants atmosphériques supérieures de 5 % par rapport aux émissions à climat réel 2008.

A- Le secteur résidentiel dans l'inventaire 2008

La méthodologie de calcul des émissions du secteur résidentiel est construite sur l'approche « bottom up » suivante :

Etape	Traitement	Données d'entrée
1- Description du parc logement 2008	Modélisation du parc logement en 2008 en nombre de logements par iris ou commune selon : le type (maison, appartement), la catégorie (principale, secondaire), le mode de chauffage, le combustible, la surface et la période de construction.	INSEE Detail Logement SITADEL2 Traitement AIRPARIF
2- Calcul des consommations énergétiques 2008	Croisement du nombre de logements avec les consommations unitaires définies pour les usages chauffage, eau chaude et cuisson selon l'ensemble des variables pour chacun des logements.	CEREN Traitement AIRPARIF
3 - Correction climatique	Correction climatique des consommations énergétiques à climat réel francilien	METEO France SOeS Traitement AIRPARIF
4 - Calcul des émissions	Croisement des consommations énergétiques par combustibles avec les facteurs d'émissions associés	CITEPA ADEME Traitement AIRPARIF

Tableau 3 : Méthodologie de calcul des émissions du secteur résidentiel

L'usage du bois en chauffage d'appoint fait l'objet d'un traitement statistique issu des données nationales de probabilité d'usages en fonction du combustible principal du logement (CEREN²⁵). La répartition par type d'équipement pour la combustion du bois est connue à l'échelle nationale (CEREN).

Les consommations énergétiques calculées à l'échelle de la commune par combustible sont mises en cohérence pour l'année considérée avec les statistiques du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (SOeS) disponible à l'échelle régionale.

Les facteurs d'émissions nationaux utilisés (CITEPA, ADEME) sont spécifiques aux polluants, combustibles et équipements de combustion.

²⁵ CEREN : Centre d'Etudes et de Recherches Economiques sur l'Energie

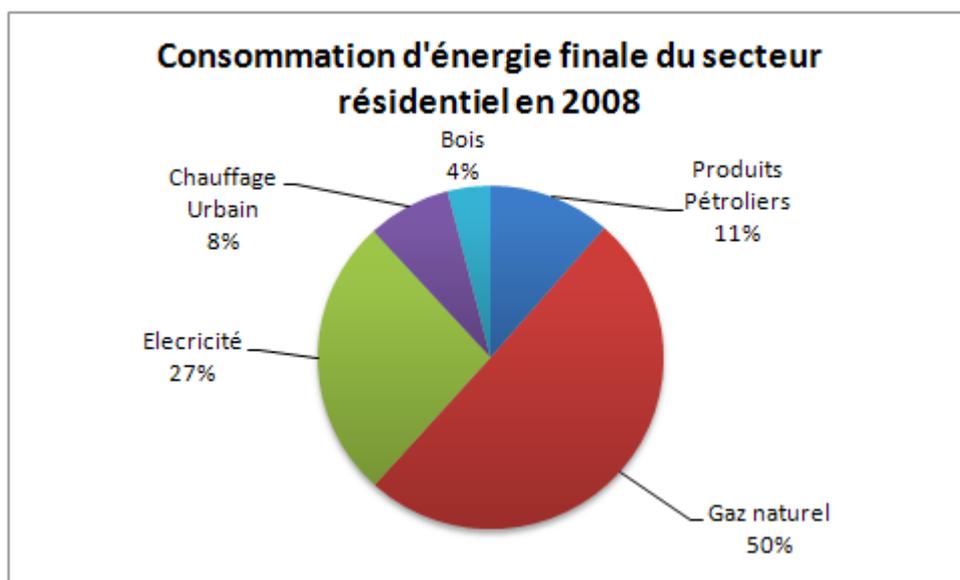


Figure 31 : Consommation d'énergie finale du secteur résidentiel en 2008

Le profil énergétique francilien du secteur résidentiel en 2008 (cf. Figure 31) montre que la moitié des besoins énergétiques du secteur résidentiel (chauffage, eau chaude, cuisson et électricité spécifique) sont couverts par le gaz naturel, un quart par l'électricité. Le dernier quart représente les consommations de produits pétroliers, de bois et de chaleur via le réseau de chauffage urbain.

Emissions du secteur résidentiel en 2008				
Combustible	NOx (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	COVNM (t)
Gaz naturel	9 720	80	80	400
Produits pétroliers	3 560	500	500	60
Bois	780	3 590	3 510	8 550
Total	14 050	4 160	4 090	9 020

Tableau 4 : Emissions du secteur résidentiel (hors utilisation de produits solvantés) en 2008

En 2008, les émissions de NOx du secteur résidentiel sont de 14 kilotonnes soit 14 % des émissions régionales. La combustion du gaz naturel est la principale source d'émission de NOx du secteur résidentiel avec une contribution de 69 %, devant les produits pétroliers avec 25 % et le bois avec 6 %.

Le secteur résidentiel est le plus grand contributeur d'émissions PM_{2,5} avec 4 100 tonnes, soit près d'un tiers des émissions régionales. Il est également responsable d'un quart des émissions régionales de PM₁₀ avec 4 200 tonnes en 2008 avec comme contributeur majoritaire la combustion du bois.

Les émissions de COVNM issues des usages chauffage, eau chaude et cuisson du secteur résidentiel représentent 10 % des émissions régionales avec 9 000 tonnes en 2008. On retrouve des profils par combustible proches de ceux observés pour les particules avec une contribution du bois de 95 % des émissions de COVNM du secteur résidentiel.

Pour les COVNM, la combustion du bois, du gaz naturel et des produits pétroliers ne sont pas les seuls émetteurs du secteur résidentiel. L'utilisation domestique de peinture, de solvants et produits pharmaceutiques représentent 15 % des émissions régionales avec 15 200 tonnes en 2008.

B- L'évolution du secteur résidentiel à l'horizon 2020

La méthodologie « bottom up » mise en place pour l'inventaire des émissions 2008 peut être directement utilisée en mode scénario. Les ajustements méthodologiques ainsi que les hypothèses, hors facteurs d'émissions, proviennent d'un travail préliminaire régional sur la territorialisation des consommations d'énergie dans les bâtiments mené conjointement par AIRPARIF et l'IAU Ile-de-France dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) d'Ile-de-France. Le scénario énergétique retenu dans le scénario 2020 fil de l'eau est le scénario « Grenelle » :

- Prise en compte du Grenelle de l'environnement
- Application successive des réglementations thermiques RT 2005 et RT 2012
- Réhabilitation du parc existant modérée

Sous-secteur concerné	Type d'hypothèses	Organisme fournisseur de l'hypothèse
Parc logement 2020	Prospective communale de construction et renouvellement SDRIF	IAU
Profil énergétique 2020	A partir des profils énergétiques du parc récent (constructions de 1990 à 2005) en fonction du raccordement au réseau gaz naturel et de chaleur de chaque commune. On prévoit un report de l'usage de produits pétroliers sur les autres sources d'énergie.	INSEE VIASEVA GRDF Traitement AIRPARIF
Substitution énergétique	L'application de la RT 2012 entraîne un report de l'électricité sur le gaz naturel à partir de 2016 dans les logements neufs.	
Consommation énergétique unitaire	Application successive des RT 2005 et RT 2012	DRIEA
Efficacité énergétique active	Renouvellements naturels (durée de vie des systèmes de chauffage allant de 15 à 20 ans pour les chaudières et de 15 à 35 ans pour les équipements de chauffage au bois) et gains énergétiques associés (amélioration des rendements selon les meilleures technologies disponibles)	ADEME Plan climat IDF
Efficacité énergétique passive	Taux de réhabilitation annuel (1,5 % pour les maisons, 1 % pour les appartements et 0.8 % à 1,5 % pour le parc social) et gains énergétiques associés (obtention de l'étiquette C du DPE)	DRIEA
Facteurs d'émission 2020	Application des meilleures technologies disponibles pour les installations de combustion du bois et scénario national OPTINEC pour les autres sources d'énergie	ADEME CITEPA

Tableau 5 : Hypothèses prises en compte pour le calcul des émissions du secteur résidentiel pour le scénario 2020 fil de l'eau

Le scénario 2020 « fil de l'eau » ne tient pas compte des hypothèses nationales OPTINEC de consommations énergétiques. Les résultats de l'étude régionale montrent un développement modéré du bois énergie couplé

avec une utilisation des meilleures technologies disponibles en termes de rendement et d'émissions. Ces résultats diffèrent des résultats nationaux qui misent sur un essor de l'usage du bois dans le secteur résidentiel.

Les tableaux suivants présentent les émissions du secteur résidentiel par combustible pour le scénario « 2020 fil de l'eau » et les écarts relatifs avec 2008.

Emissions du secteur résidentiel en 2020				
Combustible	NOx (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	COVNM (t)
Gaz naturel	4 770	50	50	250
Produits pétroliers	2 560	430	430	60
Bois	730	2 040	2 000	4 360
Total	8 070	2 520	2 470	4 660

Tableau 6 : Emissions du secteur résidentiel en 2020 fil de l'eau

Evolutions des émissions du secteur résidentiel entre 2008 et 2020				
Combustible	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	COVNM
Gaz naturel	-51 %	-39 %	-39 %	-39 %
Produits pétroliers	-28 %	-14 %	-14 %	-9 %
Bois	-6 %	-43 %	-43 %	-49 %
Total	-43 %	-40 %	-39 %	-48 %

Tableau 7 : Evolutions des émissions du secteur résidentiel entre 2008 et « 2020 fil de l'eau »

La diminution de 43 % des émissions de NOx entre 2008 et 2020 est en premier lieu la conséquence de la baisse de la consommation énergétique globale de gaz naturel. La diminution de la demande unitaire suite à l'amélioration des efficacités active et passive contribue à abaisser la demande en énergie. Le renouvellement des chaudières gaz vers des chaudières bas-NOx permet une diminution du facteur d'émission moyen de NOx de 30 % sur 12 ans.

Les émissions de particules et de COVNM diminuent respectivement de 40 % et 48 % avec les émissions issues de la combustion du bois, principal contributeur. Ces tendances s'expliquent principalement par l'hypothèse prise, dans l'étude préliminaire régionale sur la territorialisation des consommations d'énergie dans les bâtiments menée dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) d'Ile-de-France, de ne pas miser sur le développement du bois énergie en Ile-de-France pour la combustion individuelle. En effet, la part du bois dans les émissions de particules et les problèmes récurrents de dépassements des valeurs limites journalières en Ile-de-France, ne permettaient pas d'envisager dans le scénario fil de l'eau un essor de ce mode de chauffage. L'approche régionale, considérant un développement modéré du bois de chauffage, conduit à une diminution de 43 % des émissions de particules du chauffage bois par rapport à la situation de référence alors que le scénario national OPTINEC mise sur une diminution de 32 %.

Par ailleurs, les gains associés au renouvellement des installations qui permettent d'abaisser les facteurs d'émissions significativement. Pour exemple, le renouvellement d'un poêle à bois ancien par un poêle performant permet de réduire le facteur d'émission de particules de près de 80 %.

C- Le secteur tertiaire dans l'inventaire 2008

L'approche est dite « top-down » (cf. Tableau 8) car le calcul est effectué à partir de consommations régionales d'énergie par combustible. Ces consommations sont désagrégées à l'échelle géographique de l'iris ou de la commune à l'aide d'une clé de répartition spatiale adaptée à la branche d'activité :

- le nombre d'employés pour les bureaux, cafés-hôtels-restaurants, les commerces, l'habitat communautaire, les établissements de sports et loisirs ainsi que les établissements de transport.
- le nombre de lits pour les établissements de santé,
- le nombre d'élèves pour les établissements scolaires.

Les combustibles pour lesquels les consommations ont été considérées sont le fioul domestique et le gaz naturel pour les usages de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire et de cuisson.

Etape	Traitement	Données d'entrée
1 - Consommation énergétique régionale par combustible et par branche d'activité	Croisement des consommations énergétiques régionales par combustible avec des ratios de consommation par branche d'activité	SOeS CEREN Traitement AIRPARIF
2 - Spatialisation des consommations énergétique à l'échelle géographique de l'iris	Utilisation de base de données emplois, lits ou élèves	IAU
3 - Calcul des émissions	Croisement des consommations énergétiques par combustible avec les facteurs d'émissions associés	CITEPA

Tableau 8 : Méthodologie de calcul des émissions du secteur tertiaire en 2008

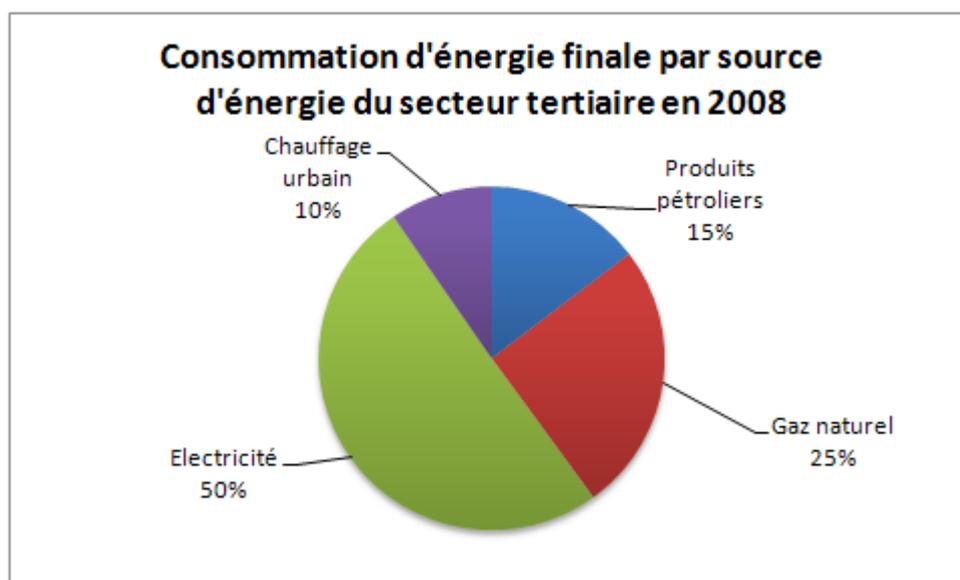


Figure 32 : Consommation d'énergie finale par source d'énergie du secteur tertiaire en 2008

Le profil énergétique francilien du secteur tertiaire en 2008 montre que la moitié des besoins énergétiques du secteur (chauffage, eau chaude, cuisson et électricité spécifique) sont couverts par l'électricité, un quart par le gaz naturel. Le dernier quart représente les consommations de produits pétroliers et de chaleur via le réseau de chauffage urbain. Seules les émissions dues à la combustion des produits pétroliers et du gaz naturel sont traitées dans cette partie, la consommation de bois énergie étant négligeable.

Emissions du secteur tertiaire en 2008				
Combustible	NOx (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	COVNM (t)
Gaz naturel	2 990	20	20	120
Produits pétroliers	2 870	430	430	40
Total	5 850	450	450	170

Tableau 9 : Emissions du secteur tertiaire en 2008

Les émissions de NOx (cf. Tableau 9) issues de la combustion du gaz naturel et des produits pétroliers sont équivalentes alors que le gaz représente 25 % des consommations énergétiques contre 15 % pour les produits pétroliers.

Les émissions de particules du secteur tertiaire représentent 3 % des émissions de PM₁₀ et 4 % des émissions de PM_{2,5} avec comme contributeur unique la combustion des produits pétroliers.

Les émissions de COVNM des usages chauffage et eau chaude du secteur tertiaire ont une contribution négligeable (<1 %) aux émissions régionales.

D- L'évolution du secteur tertiaire à l'horizon 2020

La méthodologie « top down » mise en place pour l'inventaire des émissions 2008 ne permet pas un passage direct en mode scénario. Il est nécessaire de convertir les consommations énergétiques par salarié, lit ou élève calculées en 2008 en consommations surfaciques via les surfaces régionales par branche. Ces consommations unitaires sont alors ajustées pour l'horizon 2020 en fonction des réglementations thermiques appliquées. Le nombre de salarié reste la variable de spatialisation, faute de données sur les surfaces de bâtiments tertiaires à l'iris ou à la commune.

Les ajustements méthodologiques ainsi que les hypothèses, hors facteurs d'émissions, proviennent d'un travail préliminaire sur la territorialisation des consommations d'énergie dans les bâtiments menée conjointement par AIRPARIF et l'IAU Ile-de-France dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) d'Ile-de-France. Comme pour le secteur résidentiel, le scénario énergétique retenu dans le scénario 2020 fil de l'eau est le scénario « Grenelle ».

La méthodologie utilisée pour calculer les émissions du secteur tertiaire en 2020 est présentée par le Tableau 10.

Sous-secteur concerné	Type d'hypothèses	Organisme fournisseur de l'hypothèse
Calcul des consommations énergétiques surfaciques 2008 par branches et combustible	Utilisation des sorties intermédiaires 2008 et des surfaces de bâtiment tertiaire par branche	AIRPARIF CEREN
Consommation énergétique unitaire 2020	Application successive des RT 2005 et RT 2012	DRIEA
Emplois par branche et par commune 2020	Croisement des projections d'emplois SDRIF par commune avec les hypothèses nationales d'évolution par branches.	Schéma Régional Air Climat Energie IAU
Efficacité énergétique active	Renouvellements et gains énergétiques associés des systèmes de chauffage	ADEME Plan climat IDF
Efficacité énergétique passive	Taux de réhabilitation et gains énergétiques associés	DRIEA
Facteurs d'émission 2020	Application des facteurs d'émissions du scénario national OPTINEC	CITEPA

Tableau 10 : Hypothèses prises en compte pour le calcul des émissions du tertiaire à l'horizon 2020

Le scénario énergétique national OPTINEC prévoit une percée du bois énergie dans le secteur tertiaire qui a été écartée dans ce scénario.

Emissions du secteur tertiaire en 2020				
Combustible	NOx (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	COVNM (t)
Gaz naturel	1 960	20	20	100
Produits pétroliers	2 140	400	400	40
Total	4 100	420	420	140

Tableau 11 : Emissions du secteur tertiaire en 2020 fil de l'eau

Evolutions des émissions du secteur tertiaire entre 2008 et 2020				
Combustible	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	COVNM
Gaz naturel	-34 %	-18 %	-18 %	-18 %
Produits pétroliers	-25 %	-7 %	-7 %	-7 %
Total	-30 %	-7 %	-7 %	-15 %

Tableau 12 : Evolutions des émissions du secteur tertiaire entre 2008 et 2020 fil de l'eau

On observe Tableau 11 et Tableau 12 une baisse de 30 % des émissions de NOx du secteur tertiaire entre 2008 et 2020 suite à l'application successive des réglementations thermiques 2005 et 2012, au renouvellement naturel des systèmes de chauffage et une réhabilitation thermique modérée du parc existant de 2 % par an.

E- Evolution des émissions du chauffage urbain

Les émissions du chauffage urbain sont directement connues via les déclarations des exploitants de réseau de chaleur. Il est difficile de désagréger ces émissions entre les secteurs résidentiel et tertiaire et sont donc traitées spécifiquement (cf. industrie).

III.2.3 Le secteur aérien

Les émissions prises en compte dans ce secteur concernent celles liées au trafic des avions et à leurs équipements ainsi que celles liées aux activités sur les plates-formes nécessaires au bon fonctionnement de l'aéroport.

Les plates-formes aéroportuaires de la région parisienne présentent une emprise au sol importante et se caractérisent par des activités anthropiques multiples ne se limitant pas à la circulation des avions. Ces activités peuvent être, soit en relation directe avec le transport aérien (manutention des bagages, utilisation d'engins de service sur les pistes, transports des personnes et des marchandises, entretien et maintenance des avions, ...), soit induites par la plate-forme aéroportuaire (activités logistiques, activités administratives, chauffage des locaux de l'aérogare, entretien des espaces verts, voies d'accès ferrées et routières, parkings, ...). Seuls les aéroports de Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-Orly sont pris en compte ici, faute de données suffisantes sur celui du Bourget.

A- Le secteur aérien dans l'inventaire 2008

Le secteur aérien est, à l'échelle de l'Ile-de-France, le troisième émetteur de NOx en 2008 puisqu'il contribue à hauteur de 8 % aux émissions régionales derrière le trafic routier (50 % des émissions régionales) et le secteur résidentiel tertiaire (24 %). Concernant les émissions de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et de COVNM, il est un émetteur modeste puisqu'il contribue en 2008 à hauteur de 2 à 3 % aux émissions régionales.

Les émissions des avions sont déterminées pour chaque phase du cycle atterrissage – décollage (LTO : Landing Take-Off) défini par l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale) sur les aéroports de Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-Orly.

Le trafic des avions est à l'origine de 75 % des émissions du secteur aérien pour les deux plateformes confondues.

Emissions (trafic aérien+ activités sur plate-forme) Année 2008 Tonnes/an	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM
Paris-Orly + Paris Charles de Gaulle	7690	430	320	1630

Tableau 13 : Emissions calculées pour l'année 2008 pour le secteur aérien

Les émissions des activités sur les plates-formes aéroportuaires hors trafic aérien recensées dans l'inventaire regroupent les activités suivantes :

- Les centrales thermiques : Les plates-formes aéroportuaires parisiennes possèdent leurs propres centrales thermiques afin d'assurer la production d'électricité, d'eau surchauffée et d'eau froide. Pour l'année 2008, les émissions déclarées par les exploitants ont été récupérées via la base de données IREP.
- Les engins d'assistance en escale : Les engins d'assistance en escale sont les engins qui permettent d'assurer la logistique de l'avion lorsque celui-ci est au sol. Il s'agit entre autres des tracteurs d'avion, des chauffantes qui permettent la fourniture d'air climatisé mais également de tous les engins qui assurent le transport des bagages. Les données relatives aux engins d'assistance en escale datent de l'année 2000, faute d'informations plus récentes lors de ces travaux.

- Les unités d'énergie auxiliaires au sol. L'A.P.U (Auxiliary Power Unit) fournit l'énergie à bord des appareils de bord, fait fonctionner la climatisation et permet le démarrage des moteurs principaux de l'avion. Ce moteur est situé à l'arrière des aéronefs. Il est également utilisé lorsque l'appareil est au sol (embarquement des passagers, ...). Les informations utilisées proviennent de la DGAC (Direction générale de l'Aviation civile).

Les contributions des activités au sol (hors avion) pour les émissions de NOx de la plateforme de Roissy sont présentées Tableau 14.

Part (%) des émissions de NOx des activités sur la plateforme Paris Charles de Gaulle (hors émissions avions)	
Centrales thermiques	10 %
Engins d'assistance en escale	45 %
APU	45 %

Tableau 14 : Emissions calculées pour l'année 2008 pour les activités concernant les plateformes aéroportuaires

B- L'évolution des émissions du secteur aérien à l'horizon 2020

Les hypothèses utilisées pour évaluer les émissions à l'horizon 2020 sont les suivantes :

Type d'hypothèses	Organisme fournisseur de l'hypothèse
Nombre de mouvements pour Roissy CDG et Orly à l'horizon 2020	DGAC
Composition de la flotte par type avion pour Roissy CDG et Orly à l'horizon 2020	DGAC
Stabilité des facteurs d'émissions des moteurs d'avion à l'horizon 2020	Hypothèse AIRPARIF validée par la DGAC
Stabilité des émissions sur les plateformes aéroportuaires	Hypothèse AIRPARIF faute de données complémentaires

Tableau 15 : Liste d'hypothèses utilisées pour le calcul des émissions du secteur aérien à l'horizon 2020 fil de l'eau

Dans l'inventaire 2020 fil de l'eau, les émissions du secteur aérien (activités au sol + trafic aérien) représentent 14 % des émissions régionales de NOx, 3 % des émissions régionales de PM₁₀ et 4 % des émissions de PM_{2,5}, 2 % des émissions de COVNM. Le détail des émissions pour chacun des deux aéroports est présenté dans le Tableau 16.

Emissions (trafic aérien+ activités sur plate-forme) en tonnes/an Année 2020		NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM
Orly	+ Roissy Charles de Gaulle	8810	440	340	1720

Tableau 16 : Emissions calculées pour le scénario « 2020 fil de l'eau » pour le secteur aérien

Evolution des émissions du secteur aérien (trafic + activités)

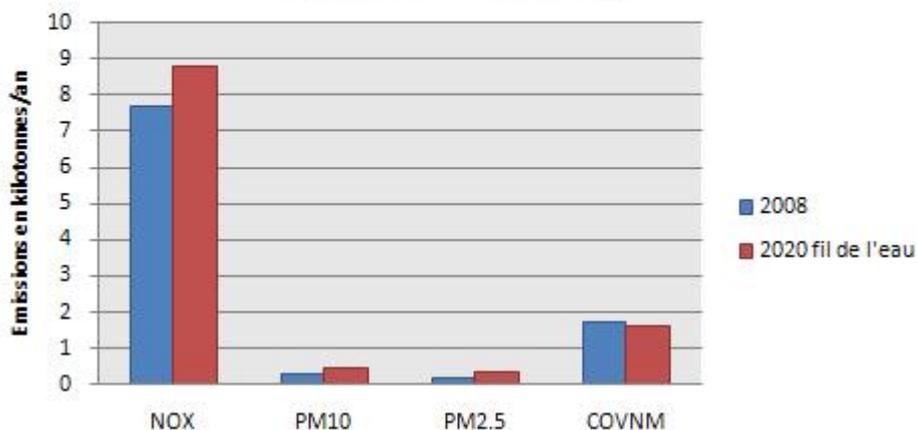


Figure 33 : Evolution des émissions du secteur aérien (trafic + activités) entre 2008 et 2020 fil de l'eau

Une hausse des émissions est prévue par le scénario fil de l'eau entre 2008 et 2020 pour le secteur aérien, quel que soit le polluant considéré, +15 % pour les NOx, +3 % pour les PM₁₀, +7 % pour les PM_{2.5}, +6 % pour les COVNM. L'évolution de la composition du parc d'avions (et donc des moteurs associés) entre 2008 et 2020 ne semble pas jouer le même rôle pour tous les polluants puisque l'augmentation du nombre de mouvements se traduit par des augmentations différentes suivant les polluants.

Cette hausse est à rapprocher de la hausse du nombre de mouvements entre 2008 et 2020 prévue par les scénarios de la DGAC à savoir +13 % sur Paris-Charles-de-Gaulle et une stabilité sur Paris-Orly. Il a été décidé en accord avec la DGAC de ne pas faire varier les facteurs d'émissions des moteurs entre 2008 et 2020. Cette hypothèse semble réaliste du fait des durées de vie relativement longues des appareils et de la relative lenteur de la pénétration des nouvelles technologies des moteurs.

Les émissions au sol ont été considérées comme constantes entre 2008 et 2020 faute de données actualisées disponibles (les scénarios nationaux ne prennent pas en compte les émissions au sol). Les émissions des centrales d'énergie sur les plateformes ont par contre été évaluées à l'horizon 2020 en appliquant les scénarios nationaux documentés pour ce type d'installation.

III.2.4 L'industrie manufacturière

Les émissions prises en compte dans ce secteur sont celles liées aux procédés de production ainsi que celles liées au chauffage des locaux des entreprises. Les procédés industriels pris en compte sont principalement ceux mis en œuvre dans les aciéries, l'industrie des métaux et l'industrie chimique ; les émissions dues aux chantiers, travaux du BTP et aux carrières sont également intégrées, ainsi que celles liées aux utilisations industrielles de solvants (application de peinture, dégraissage, nettoyage à sec, imprimeries, application de colles ...).

A- L'industrie manufacturière dans l'inventaire 2008

En 2008, le secteur de l'industrie manufacturière contribue, à l'échelle de l'Île-de-France à hauteur de 6 % des émissions régionales de NOx. 78 % des émissions régionales de NOx de ce secteur sont liées à la combustion et au chauffage, 20 % des émissions sont liées aux procédés de production tels que ceux mis en œuvre dans les aciéries ou pour la fabrication d'engrais.

Concernant les émissions de particules, le secteur de l'industrie manufacturière est le premier contributeur à l'échelle régionale d'émissions de PM₁₀ avec 29 % des émissions franciliennes et le troisième émetteur de PM_{2.5} (22 % des émissions de l'Île-de-France). Trois-quarts des émissions de PM₁₀ du secteur sont liées aux carrières et aux chantiers et travaux du BTP avec respectivement des contributions de 24 % et 51 % des émissions de l'industrie à l'échelle régionale. Ces deux secteurs contribuent à hauteur de deux tiers des émissions de

particules PM_{2,5} industrielles. Les procédés de production contribuent à hauteur de 12 % des émissions de particules PM₁₀ du secteur (respectivement 16 % pour les PM_{2,5}).

Emissions du secteur de l'industrie (tonnes/an) Année 2008	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM
Combustion	5020	300	150	250
Procédés de production (hors chantiers, carrières)	1230	600	430	7820
Chantiers	0	2670	900	0
Carrières	0	1270	900	0
Autres (Solvants et peinture dans l'industrie + engins)	180	380	380	26305
Total	6430	5220	2730	34375

Tableau 17 : Emissions calculées pour l'année 2008 pour le secteur de l'industrie manufacturière

B- L'évolution du secteur de l'industrie manufacturière à l'horizon 2020

Les hypothèses utilisées pour évaluer les émissions à l'horizon 2020 sont les suivantes :

Sous-secteur concerné	Type d'hypothèses	Organisme fournisseur de l'hypothèse
Combustion	Evolution des émissions nationales entre 2008 et 2020 appliquée au niveau régional	CITEPA : scénario d'émissions nationales OPTINEC 4
Procédés de production	Application des scénarios nationaux	CITEPA : scénario d'émissions nationales OPTINEC 4
Chantiers	Evolution des émissions en fonction de l'évolution de la population régionale ²⁶	CITEPA : scénario d'émissions nationales OPTINEC 4
Carrières	Emissions constantes entre 2008 et 2020	Hypothèse AIRPARIF après consultation du Service Nature Paysage Ressources de la DRIEE-IF
Solvants	Evolution des émissions nationales entre 2008 et 2020 appliquée au régional	CITEPA : scénario d'émissions nationales OPTINEC 4

Tableau 18 : Liste d'hypothèses utilisées pour le calcul des émissions du secteur de l'industrie à l'horizon 2020 fil de l'eau

Une baisse des émissions de NOx du secteur industriel de l'ordre de 8 % est prévue entre 2008 et 2020 selon le scénario fil de l'eau. Cette diminution est principalement liée à l'application du scénario national d'OPTINEC 4 qui prévoit une baisse des émissions de NOx pour le secteur de la combustion industrielle de l'ordre de 7 % à l'échelle de la France.

Concernant les émissions de particules, une augmentation de l'ordre de +5 % pour les PM₁₀ (+2 % pour les PM_{2,5}) est prévue pour le secteur de l'industrie entre 2008 et 2020 selon le scénario fil de l'eau. Cette augmentation est principalement liée à l'évolution des émissions des chantiers (+7 % des émissions de PM₁₀ et

²⁶ Evolution de la population régionale à l'horizon 2020 SDRIF

de PM_{2,5} pour les chantiers entre 2008 et 2020). Le calcul des émissions liées aux chantiers à l'horizon 2020 est basé sur l'évolution de la population telle qu'elle est prévue dans le SDRIF adopté le 25 septembre 2008. Les facteurs d'émissions n'ont pas subi d'évolution entre 2008 et 2020.

Les émissions des carrières, second plus gros émetteur de particules dans le secteur industriel ont été considérées comme constantes entre 2008 et 2020. Cette hypothèse est basée sur le fait qu'aucune action particulière n'est, à notre connaissance, prévue actuellement pour réduire les émissions de particules liées aux carrières en Ile-de-France. L'activité semble stable, l'ouverture de carrières se faisant généralement sur une extension du site existant permettant de le renouveler²⁷. Le facteur d'émission, jugé élevé par les instances nationales a été maintenu, faute d'information complémentaire.

Concernant les émissions de composés organiques volatils, une diminution de l'ordre de 30 % est prévue entre 2008 et 2020 selon le scénario fil de l'eau. Cette baisse est principalement liée à l'application du scénario national d'OPTINEC 4 qui prend en compte de nouvelles dispositions réglementaires plus contraignantes sur les émissions de COVNM dans le secteur de l'industrie. Notamment, ce scénario national prévoit une baisse des émissions de COVNM pour le secteur des solvants et peinture dans l'industrie de l'ordre de 35 % à l'échelle de la France.

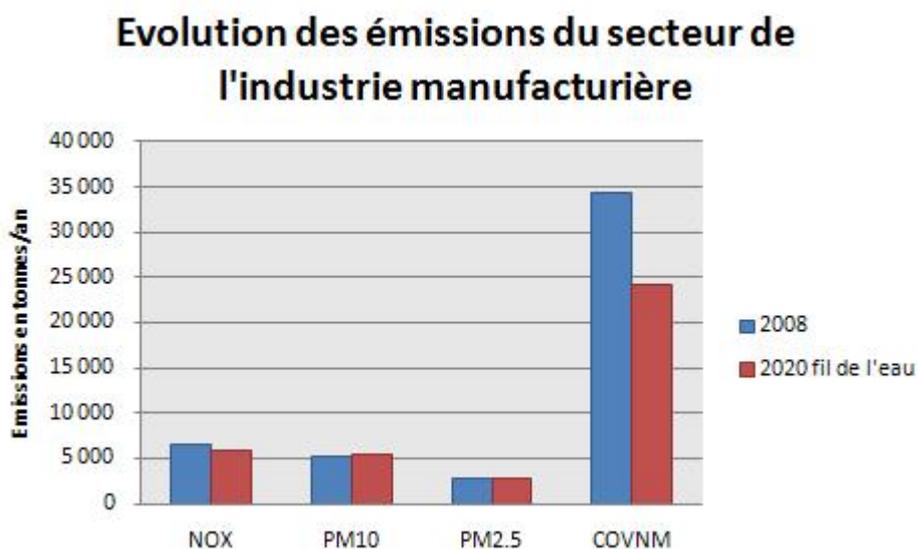


Figure 34 : Evolution des émissions du secteur de l'industrie manufacturière entre 2008 et 2020 fil de l'eau

C- Le chauffage urbain dans l'inventaire 2008

Les émissions du chauffage urbain sont directement connues via les déclarations des exploitants de réseau de chaleur. Dans l'inventaire 2008, 76 installations de chauffage urbain sont recensées. Les émissions sont les suivantes :

Emissions du chauffage urbain (tonnes/an) Année 2008	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM
Chauffage urbain	3500	70	30	50

Tableau 19 : Emissions du chauffage urbain en tonnes/an pour l'année 2008

²⁷ Source Service Nature Paysage Ressources de la DRIEE-IF

D- L'évolution du secteur du chauffage urbain à l'horizon 2020

✓ Les installations de chauffage urbain dérogatoires

En Ile-de-France, des installations de chauffage urbain faisant partie de la classe des Grandes Installations de Combustion (GIC), installations réglementées par la directive n° 2001/80/CE du 23/10/2001 (Directive GIC) bénéficient de dérogation aux valeurs limites d'émissions.

En 2008, elles sont équipées de plusieurs chaudières fonctionnant au fuel lourd, dont la puissance totale varie, selon les chaufferies, de 130 à 550 MW PCI.

Au plus tard fin 2015, les installations doivent être remplacées par des chaudières fonctionnant essentiellement au gaz naturel selon les informations de la CPCU. En 2020, il est donc considéré ici qu'elles fonctionneront toutes au gaz naturel.

La consommation des chaufferies urbaines à l'horizon 2020 n'est pas connue, mais selon des informations de la CPCU, le profil de production des centrales en 2015 et après devrait être équivalent à celui d'aujourd'hui. Les consommations choisies à l'horizon 2020 pour les chaufferies CPCU sont donc équivalentes aux consommations disponibles pour l'année 2008.

Compte tenu des évolutions techniques et réglementaires prévues au plus tard pour fin 2015 pour les chaufferies urbaines, ces installations seront réglementées en 2020 par l'arrêté ministériel du 20 juin 2002 dans lequel sont fixées les valeurs limites d'émissions suivantes, en mg/Nm³ :

Polluant	Gaz naturel	Combustible liquide	GPL
NOx	100	200	200
Particules (TSP)	5	30	5

Tableau 20 : Valeurs limites d'émissions par polluant et combustible définies par l'arrêté ministériel du 20 juin 2002

A consommation énergétique constante, le gain est de l'ordre de 50 % à 70 % pour les NOx et de 70 % à 80 % pour les TSP selon les installations. La répartition par tranche granulométrique (PM₁₀, PM_{2.5}) en pourcentage des TSP qui a été utilisée est celle du guide OMINEA²⁸ du CITEPA. Elle renseigne sur le combustible utilisé et le dispositif de dépoussiérage de l'installation.

✓ Les autres installations de chauffage urbain

Pour les autres installations de chauffage urbain, les émissions à l'horizon 2020 tendanciennes sont établies à partir des scénarios nationaux OPTINEC 4 fournis par le CITEPA.

Sur l'ensemble des installations de chauffage urbain, les **baisses** prévues sont de l'ordre de **8 % sur les NOx**, **26 % sur les PM₁₀**, **25 % sur les PM_{2.5}** et une **augmentation de 32 % sur les COVNM** entre 2008 et 2020.

²⁸ CITEPA : Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France – 8^{ème} édition Février 2011

Evolution des émissions du secteur du chauffage urbain

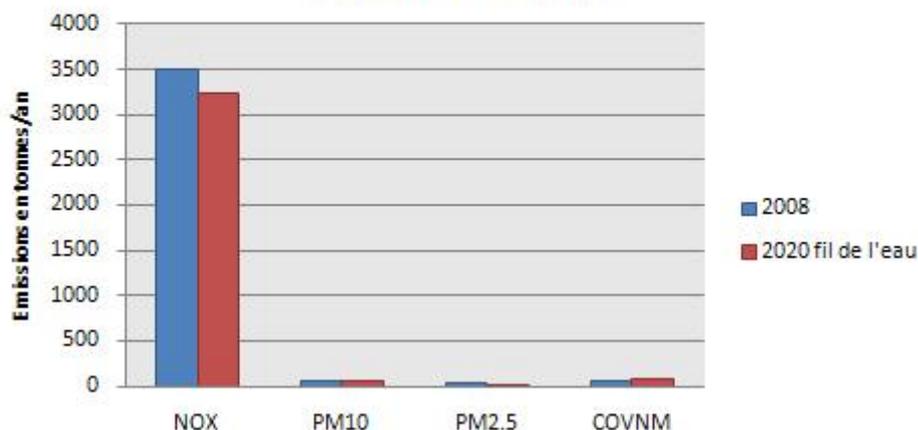


Figure 35 : Evolution des émissions du secteur du chauffage urbain

III.2.5 Le secteur de la production d'énergie

Ce secteur regroupe la production d'électricité, l'extraction et le raffinage de pétrole. Toutes les installations concernées sont de grands sites industriels dont les émissions sont issues directement des déclarations réglementaires des exploitants.

A- Le secteur de la production d'énergie dans l'inventaire 2008

En 2008, le secteur de la production d'énergie est un contributeur modeste à l'échelle de l'Île-de-France puisqu'il représente 5 % des émissions de NOx de la région, 2 % des émissions de particules PM₁₀ et PM_{2,5} et 1 % des émissions de COVNM.

Emissions du secteur de la production d'énergie (tonnes/an) Année 2008	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM
Total production d'énergie	5220	330	290	680

Tableau 21 : Emissions calculées pour l'année 2008 pour le secteur de la production d'énergie

A noter que les émissions de PM₁₀ liées au torchage dans la raffinerie sont également prises en compte dans ce secteur et non dans le secteur du traitement des déchets.

B- L'évolution des émissions du secteur de la production d'énergie à l'horizon 2020

Du fait de l'importance et de la spécificité de chacun des sites, chaque installation a fait l'objet d'un traitement particulier.

Pour les installations réglementées en 2020 par l'arrêté ministériel du 20 juin 2002, l'hypothèse prise est que ces installations respecteront les valeurs limites d'émissions fixées par cet arrêté.

Pour les autres installations, les émissions à l'horizon 2020 ont été calculées à partir des scénarios nationaux fournis par le CITEPA dans le rapport OPTINEC 4.

La répartition par tranche granulométrique (PM₁₀, PM_{2,5}) en pourcentage des TSP qui a été utilisée est celle du guide OMINEA du CITEPA. Elle est définie sur la base du combustible utilisé et du dispositif de dépoussiérage mis en place.

Emissions du secteur de la production d'énergie (tonnes/an) Année 2020	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	COVNM
Total production d'énergie	3340	240	220	560

Tableau 22 : Emissions calculées pour l'année 2020 selon le scénario fil de l'eau pour le secteur de la production d'énergie

Pour le secteur de la production d'énergie dans son ensemble, une diminution des émissions est prévue de l'ordre de 36 % pour les NOx, 28 % pour les PM₁₀, 24 % pour les PM_{2.5} et 17 % pour les COVNM entre 2008 et 2020.

III.2.6 L'agriculture

Les émissions prises en compte dans ce secteur sont celles liées à l'élevage, aux cultures via les épandages d'engrais notamment (NOx), à l'utilisation d'engins agricoles et aux opérations sur les cultures telles que le labour ou la moisson (particules). Les émissions de NH₃, en tant que précurseur de particules, ont également été estimées pour l'application des engrais sur les cultures.

A- Le secteur agricole dans l'inventaire 2008

En 2008, le secteur agricole contribue, à l'échelle de l'Île-de-France, à hauteur de 3 % des émissions régionales de NOx. Les engins agricoles représentent 42 % des émissions de NOx du secteur agricole alors que les émissions par les sols liées ou non aux épandages d'engrais en représentent près de 55 %. Les émissions liées au chauffage des serres et des bâtiments agricoles contribuent au solde restant.

Concernant les particules, il est le quatrième contributeur de PM₁₀ régional avec 14 % des émissions franciliennes. Sa contribution sur les émissions de PM_{2.5} est plus faible puisque le secteur représente 6 % des émissions régionales. Les opérations sur les cultures telles que la moisson et le labour sont génératrices de grosses particules et sont le principal contributeur des émissions de PM₁₀ du secteur (les opérations sur les cultures représentent 84 % des émissions agricoles de PM₁₀) alors que les particules PM_{2.5} sont majoritairement émises à l'échappement des engins agricoles.

Emissions du secteur agricole (tonnes/an) Année 2008	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}
Engins agricoles	1310	420	270
Sols et cultures avec et sans engrais	1700	0	0
Opérations sur cultures (moisson, labour...)	0	2170	430
Chauffage des bâtiments agricoles	80	10	10
Total	3090	2600	710

Tableau 23 : Emissions calculées pour l'année 2008 pour le secteur agricole

B-L'évolution des émissions du secteur agricole à l'horizon 2020

Les hypothèses utilisées pour évaluer les émissions à l'horizon 2020 sont les suivantes :

Sous-secteur concerné	Type d'hypothèses	Organisme fournisseur de l'hypothèse
Engins agricoles	Parc d'engins à l'horizon 2020 identique à 2008	Pas d'autre hypothèse existante
	Evolution de la consommation de carburant entre 2008 et 2020	CITEPA : rapport OPTINEC scénario nationaux à horizon 2020
	Facteurs d'émissions des engins agricoles récents	CITEPA rapport OMINEA édition 2011
Cultures (émissions liées aux engrais et aux opérations sur les cultures)	Evolution de la surface agricole nationale	INRA
	Evolution de la répartition nationale des cultures entre 2010 et 2020	INRA
	Nombre de passages sur les cultures en 2020 identique à 2008	Pas d'autre hypothèse existante
	Facteurs d'émissions identiques à 2008	Pas d'autre hypothèse existante

Tableau 24 : Liste d'hypothèses utilisées pour le calcul des émissions du secteur agricole à l'horizon 2020 fil de l'eau

Les émissions liées aux engins agricoles ont été calculées à l'horizon 2020 sur la base d'un parc d'engins identique à celui de 2008, faute de données prospectives, et de l'évolution des consommations des engins agricoles prévues à l'horizon 2020 à l'échelle nationale. Les facteurs d'émissions les plus récents disponibles dans le guide OMINEA du CITEPA (c'est-à-dire pour les engins achetés en moyenne entre 2004 et 2007) ont été utilisés.

Une baisse des émissions des engins agricoles de 24 % pour les PM₁₀ à 31 % pour les NO_x est prévue par le scénario fil de l'eau entre 2008 et 2020. Cette baisse est liée à la baisse de l'ordre de 30 % des consommations de carburant prévue à l'échelle nationale entre 2009 et 2020 ainsi qu'à la diminution des facteurs d'émissions des engins entre 2008 et 2020.

Les surfaces en prairies et cultures ne varient pas entre 2008 et 2020 en Ile-de-France (source INRA²⁹). Pour chaque culture, le nombre d'opérations appliquées sur cette culture ainsi que le type d'opérations sont également pris en compte. Le nombre d'opérations et leur type est considéré comme constant entre 2008 et 2020 de même que les facteurs d'émissions. Les émissions de particules PM₁₀ et PM_{2.5} liées aux opérations sur les cultures telles que la moisson et le labour sont donc stables entre 2008 et 2020 selon le scénario fil de l'eau.

Concernant les émissions de NO_x et de NH₃ liées aux apports d'engrais sur les cultures, l'apport d'engrais est également considéré comme constant (source INRA). En ce qui concerne l'évolution de l'élevage entre 2008 et 2020, seules des estimations d'évolutions nationales sont disponibles. Ces variations semblent difficilement applicables à la région Ile-de-France, dont la particularité est d'avoir une quantité de bétail très restreinte. Pour les raisons précitées, les émissions de NO_x et de NH₃ liées aux apports d'engrais ou à l'élevage ne devraient pas subir d'évolution notable entre les années 2008 et 2020 selon le scénario fil de l'eau.

²⁹ INRA : Institut National de Recherche Agronomique

Emissions du secteur agricole (tonnes/an) Année 2020	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}
Engins agricoles	900	310	200
Sols et cultures avec et sans engrais	1700	0	0
Opérations sur cultures (moisson, labour...)	0	2170	430
Chauffage des bâtiments agricoles	80	10	10
Total	2680	2490	640

Tableau 25 : Emissions calculées pour l'année 2020 pour le secteur agricole selon le scénario fil de l'eau

D'après les hypothèses citées ci-dessus, seules les émissions des engins agricoles diminuent entre 2008 et 2020 dans le secteur de l'agriculture. Cela entraîne une diminution des émissions pour l'ensemble du secteur de l'agriculture de l'ordre de 13 % pour les NOx, 4 % pour les PM₁₀ et 11 % pour les PM_{2,5}.

III.2.7 Le trafic ferroviaire et fluvial

Les émissions considérées ici sont, pour le transport ferroviaire, liées à la circulation des locomotives diesel du trafic ferroviaire voyageurs et marchandises. Concernant le trafic fluvial, les émissions prises en compte sont celles liées au transport de passagers, au transport de plaisance ainsi qu'au transport de marchandises.

A- Le trafic ferroviaire et fluvial dans l'inventaire 2008

Le secteur du transport ferroviaire et fluvial est un contributeur minoritaire en 2008 puisqu'il contribue à hauteur de 1 à 2 % des émissions franciliennes.

Sur la période 2000-2010, la SNCF a engagé un certain nombre d'actions visant à réduire les émissions conformément à la mesure contractuelle n°1 du PPA 2005-2010³⁰.

D'après la SNCF, ces actions ont permis de baisser de 23 % les émissions de NOx et de 35 % les émissions d'hydrocarbures (assimilés aux COVNM). Les chiffres de l'inventaire 2008 sont construits à partir des émissions de l'inventaire 2000 auxquels ont été appliqués les taux de réduction fournis par la SNCF. La spatialisation des émissions obtenues a été construite à partir d'un document fourni par la SNCF³¹ et d'hypothèses prises par AIRPARIF pour localiser géographiquement les actions globales décrites dans ce document.

Pour l'année 2008, les émissions du trafic fluvial ont été calculées à partir de données de Voies Navigables de France renseignant le trafic de bateaux par canal et le tonnage de marchandises pour les bateaux de marchandises. Les facteurs d'émissions proviennent du guide OMINEA du CITEPA.

³⁰ Réduction de 30 % à horizon 2010 des émissions de NOx des locomotives et automoteurs diesel circulant en Ile-de-France par remotorisation dans le cadre d'une optimisation des conditions d'exploitation »

³¹ « Les actions de la SNCF pour la qualité de l'air sur la période 2000-2010 »

Emissions du secteur ferroviaire et fluvial en tonnes/an Année 2008	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	COVNM
Trafic ferroviaire	680	30	30	60
Trafic fluvial	1100	100	90	180
Trafic ferroviaire et fluvial	1780	130	120	240

Tableau 26 : Emissions calculées pour l'année 2008 pour le secteur ferroviaire et fluvial

B-L'évolution des émissions du trafic ferroviaire et fluvial à l'horizon 2020

Les hypothèses utilisées pour évaluer les émissions à l'horizon 2020 sont les suivantes :

Secteur	Type d'hypothèses	Organisme fournisseur de l'hypothèse
Ferroviaire	Emissions constantes entre 2008 et 2020	Hypothèse SNCF : Scénario du statu quo du fait des difficultés à évaluer les émissions futures. Hypothèse a priori majorante (projets d'électrification, introduction de matériels moins polluants, redistribution des activités, etc...)
Fluvial	Evolution des émissions du secteur fluvial à l'échelle nationale entre 2009 et 2020	CITEPA : Scénario national d'évolution des émissions du secteur

Tableau 27 : Liste d'hypothèses utilisées pour le calcul des émissions du secteur ferroviaire et fluvial à l'horizon 2020 fil de l'eau

Sur la base des hypothèses ci-dessus, le calcul des émissions à l'horizon 2020 pour ce secteur conduit à des émissions représentant une part inférieure ou égale à 3 % des émissions franciliennes, quel que soit le polluant considéré. Cette part est du même ordre de grandeur que pour l'inventaire 2008. Les tonnages émis sont précisés dans le Tableau 28

Emissions tonnes/an Année 2020	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	COVNM
Trafic ferroviaire et fluvial	1750	160	150	200

Tableau 28 : Emissions calculées pour le scénario « 2020 fil de l'eau » pour le secteur ferroviaire et fluvial

Evolution des émissions du secteur ferroviaire et fluvial

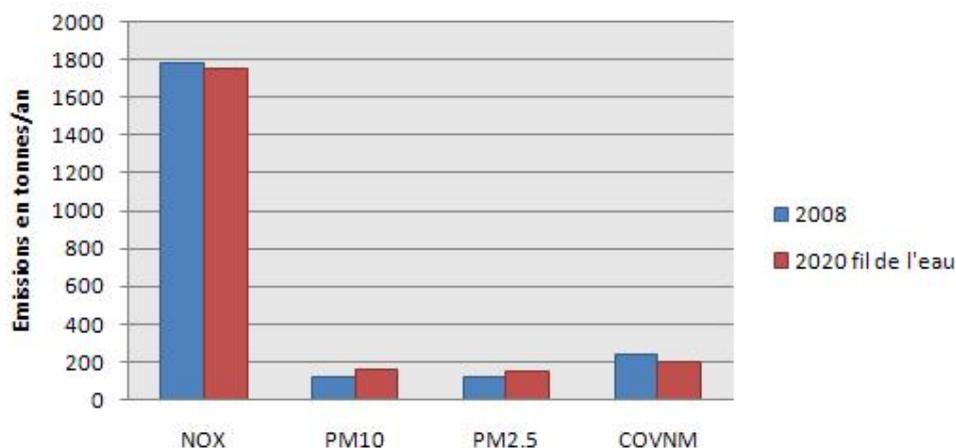


Figure 36 : Evolution des émissions du secteur ferroviaire et fluvial

L'évolution des émissions de ce secteur est liée à l'évolution du secteur fluvial car les émissions du secteur ferroviaire sont constantes, compte tenu des hypothèses prises. L'application des scénarios nationaux sur les émissions régionales du secteur fluvial entraîne une baisse des émissions de NOx et de COVNM entre 2008 et 2020 de 3 % et 22 % respectivement mais une hausse de 36 % des émissions de PM₁₀ et de PM_{2.5}.

III.2.8 Le secteur du traitement des déchets

Les émissions considérées ici sont celles des installations d'incinération d'ordures ménagères et de déchets industriels, des centres de stockage de déchets dits de classe 2 ainsi que des installations de traitement des eaux usées.

A- Le secteur du traitement des déchets dans l'inventaire 2008

En 2008, 22 installations d'incinération d'ordures ménagères, 2 installations d'incinération de déchets industriels, 16 centres de stockage de déchets ultimes ainsi que 7 installations de traitement des eaux usées sont répertoriés dans l'inventaire des émissions d'Ile-de-France.

Suite à l'action du premier PPA, le secteur du traitement des déchets est considéré comme un émetteur minoritaire puisqu'il contribue à hauteur de 2 % des émissions régionales de NOx en 2008, et moins de 1 % des émissions franciliennes pour les émissions de particules et de COVNM.

Emissions du secteur du traitement des déchets (tonnes/an) Année 2008	NOx	PM ₁₀	PM _{2.5}	COVNM
Incinérateurs de déchets ménagers	1560	20	20	50
Incinérateurs de déchets industriels	90	ns	ns	ns
Centres de stockage de déchets ultimes	200	ns	ns	ns
Installations de traitement des eaux usées	370	ns	ns	ns
Total	2210	20	20	60

*ns : non significatif

Tableau 29 : Emissions calculées pour l'année 2008 pour le secteur du traitement des déchets

B- L'évolution des émissions du secteur du traitement des déchets à l'horizon 2020

Les hypothèses utilisées pour évaluer les émissions à l'horizon 2020 sont les suivantes :

Secteur	Type d'hypothèses	Organisme fournisseur de l'hypothèse
Incinérateurs de déchets ménagers	Stabilité des émissions entre 2008 et 2020	CITEPA : rapport OPTINEC 4
Incinérateurs de déchets industriels	Emissions constantes entre 2008 et 2020	CITEPA : rapport OPTINEC 4 DRIEE-IF
Centres de stockage de déchets ultimes	Emissions constantes entre 2008 et 2020	CITEPA : rapport OPTINEC 4 DRIEE-IF
Installations de traitement des eaux usées	Emissions constantes entre 2008 et 2020	CITEPA : rapport OPTINEC 4 DRIEE-IF

Tableau 30 : Liste d'hypothèses fournies pour le calcul des émissions du traitement de déchets à l'horizon 2020 fil de l'eau

En Île-de-France, les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) ont vu leurs émissions de NO_x diminuer fortement ces dix dernières années puisque sur la période 2000-2009, une baisse de 79 % est enregistrée pour ces installations. Cette baisse est liée à la bonne application de la mesure réglementaire n°2 du premier PPA sur les UIOM qui visait à abaisser à 80 mg/Nm³ la concentration en NO_x des émissions des UIOM situées dans le périmètre francilien sensible aux NO_x. Cette mesure provenant du premier PPA était beaucoup plus contraignante que la réglementation nationale.

Pour 2020, le scénario national fourni par le CITEPA sur les émissions des UIOM prévoit une stabilité de la quantité de déchets incinérés et une stabilité des facteurs d'émissions. L'application de ce scénario national aux émissions régionales conduit donc à une stabilité des émissions.

Concernant les émissions des autres installations de traitement de déchets, l'hypothèse d'une activité constante (source DRIEE-IF) est couplée avec l'hypothèse CITEPA de stabilité des facteurs d'émissions et conduit à considérer les émissions de ces installations à l'horizon 2020 identiques à celles de 2008.

III.2.9 Les émissions naturelles

Les émissions considérées ici sont celles des végétaux et des sols des zones naturelles (hors zones cultivées). Il s'agit principalement d'émissions de COVNM. Les émissions naturelles de particules ne sont pour l'instant pas intégrées car il n'existe pas de méthodologies robustes. Elles sont probablement très faibles à l'échelle francilienne (< 0,1 % des émissions franciliennes).

Dans l'inventaire 2008, les émissions naturelles de COVNM représentent 15 % des émissions franciliennes. Ce secteur n'a pas fait l'objet d'évolution pour le scénario 2020 fil de l'eau. Les émissions ont été considérées comme identiques à 2008.

III.3 L'inventaire de l'année 2020 selon le scénario fil de l'eau

L'agrégation des émissions de l'ensemble des secteurs conduit à la réalisation du bilan régional des émissions calculées à l'horizon 2020 suivant le scénario fil de l'eau.

Ce paragraphe détaille, par polluant, les résultats obtenus tous secteurs confondus pour l'année 2020. L'évolution des émissions régionales entre 2008 et 2020 est présentée.

III.3.1 Les émissions de NOx à l'horizon 2020 suivant le scénario fil de l'eau

Les émissions d'oxydes d'azote totaux (NO_x) en Ile-de-France pour l'année 2020 représentent 66 kt. Les grands types de sources responsables de ces émissions sont présentés sur la Figure 37.

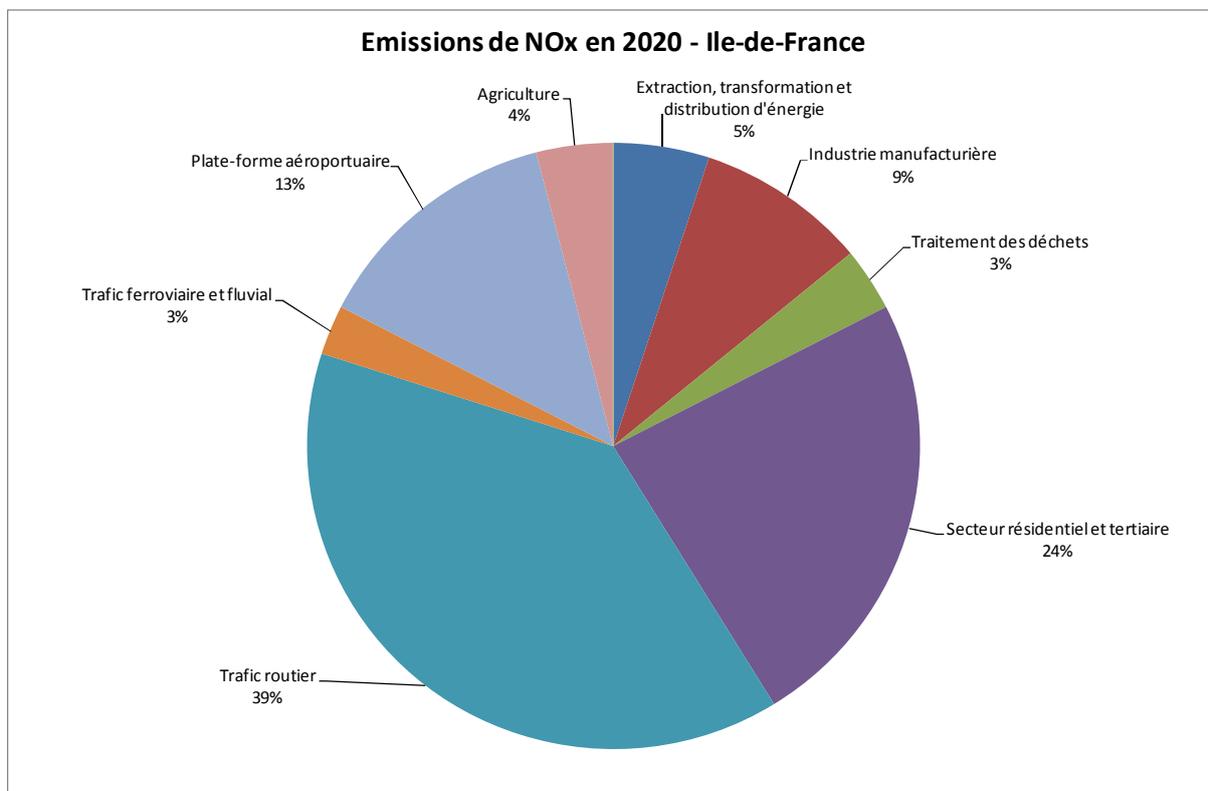


Figure 37 : Emissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2020 fil de l'eau

Les trois principaux contributeurs aux émissions de NOx régionales à l'horizon 2020 sont les mêmes que dans l'inventaire 2008 mais avec des parts respectives différentes :

- **Le trafic routier reste, à l'horizon 2020, le principal émetteur aux émissions d'oxydes d'azote mais sa contribution passe de la moitié des émissions franciliennes en 2008 à 39 % des émissions de la région en 2020.**
- **Le secteur résidentiel et tertiaire représente 24 % des émissions franciliennes en 2008 comme en 2020, sa part est stable.**
- **Le secteur aérien voit sa contribution relative aux émissions de NOx augmenter entre 2008 et 2020 puisque sa part passe de 8 % en 2008 à 13 % en 2020.**

La contribution des différents types de véhicules aux émissions de NOx liées au trafic routier indique que les véhicules particuliers sont, comme en 2008, la catégorie de véhicule routier la plus émettrice avec 14 kt de NOx émis et contribuent à hauteur de 22 % des émissions régionales de NOx. Contrairement à 2008, les véhicules utilitaires légers constituent en 2020 le deuxième émetteur avec 7 % des émissions régionales suivi des Poids Lourds (2^{ème} émetteur du secteur routier en 2008) qui contribuent à hauteur de 5 % des émissions franciliennes.

A noter que le secteur aérien contribue pour 13 % aux émissions franciliennes de NOx en 2020. Ce secteur contribuait à 8 % des émissions régionales en 2008. Cette contribution plus importante aux émissions de l'Ile-de-France s'explique par deux raisons. D'une part les émissions de ce secteur augmentent entre 2008 et 2020 (+15 %) du fait de l'accroissement du nombre de mouvements d'avions qui n'est pas compensé par la pénétration progressive des nouvelles technologies de moteurs. D'autre part, les émissions des principaux contributeurs diminuent entre 2008 et 2020 (routier, résidentiel) ce qui contribue à faire croître la part des autres secteurs.

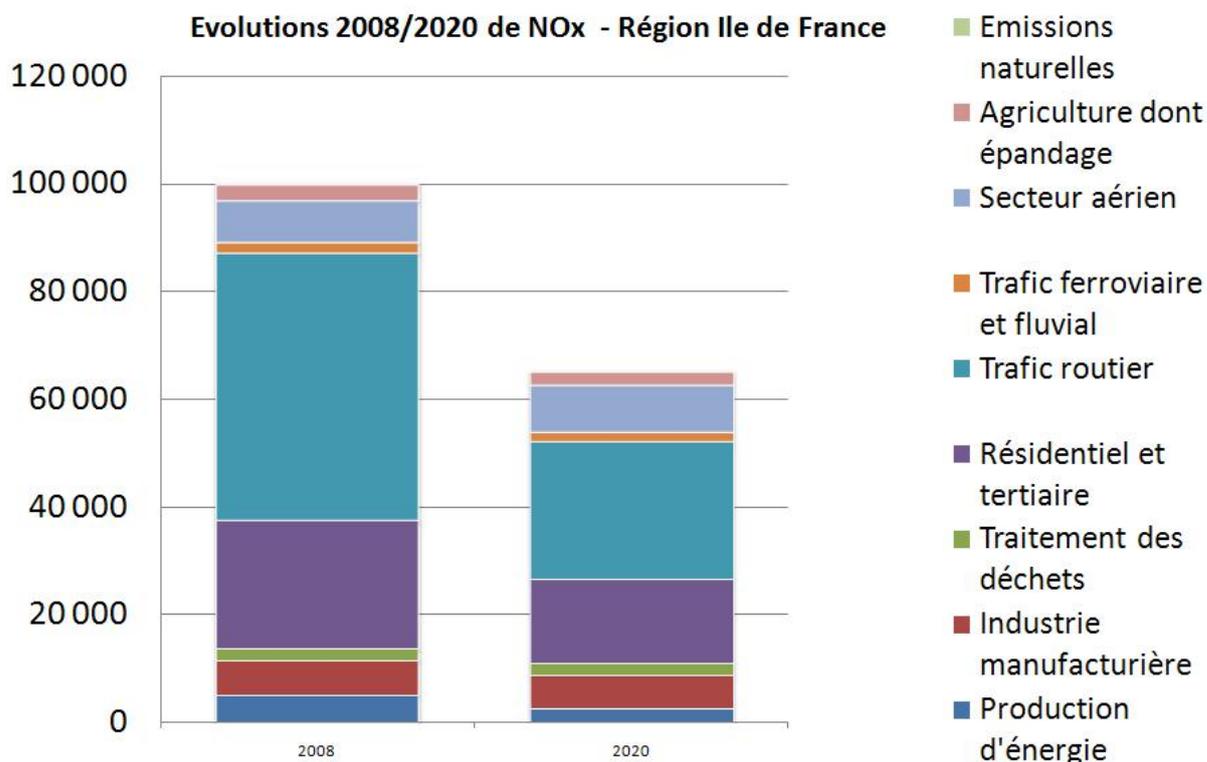


Figure 38 : Evolution des émissions de NOx (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau)

Une diminution de 34 % est prévue sur les émissions de NOx entre 2008 et 2020 tous secteurs confondus. Cette baisse est liée aux diminutions importantes prévues sur les secteurs fortement émetteurs en 2008 tels que le secteur résidentiel et tertiaire (-34 % entre 2008 et 2020) ou le trafic routier (-49 % entre 2008 et 2020). A noter également que des baisses importantes sont prévues sur des secteurs qui ne figurent pas parmi les plus émetteurs. C'est le cas du secteur de la production d'énergie où une baisse de l'ordre de 36 % des émissions de NOx est prévue.

Concernant le trafic routier, les fortes baisses attendues sont principalement liées au renouvellement du parc automobile avec la pénétration dans le parc 2020 des véhicules présentant les normes Euro V et Euro VI et la disparition de véhicules plus anciens. Il est à noter que les facteurs d'émissions des nouveaux véhicules notamment Euro VI sont établis avec des baisses forfaitaires par rapport aux véhicules déjà en service et sont probablement sous-estimés.

III.3.2 Les émissions de particules à l'horizon 2020 suivant le scénario fil de l'eau

Les émissions primaires franciliennes de particules PM₁₀ s'élèvent à 14 kt pour la région Ile-de-France en 2020. La Figure 39 présente la part des différents secteurs dans les émissions de particules PM₁₀ à l'échelle francilienne en 2020.

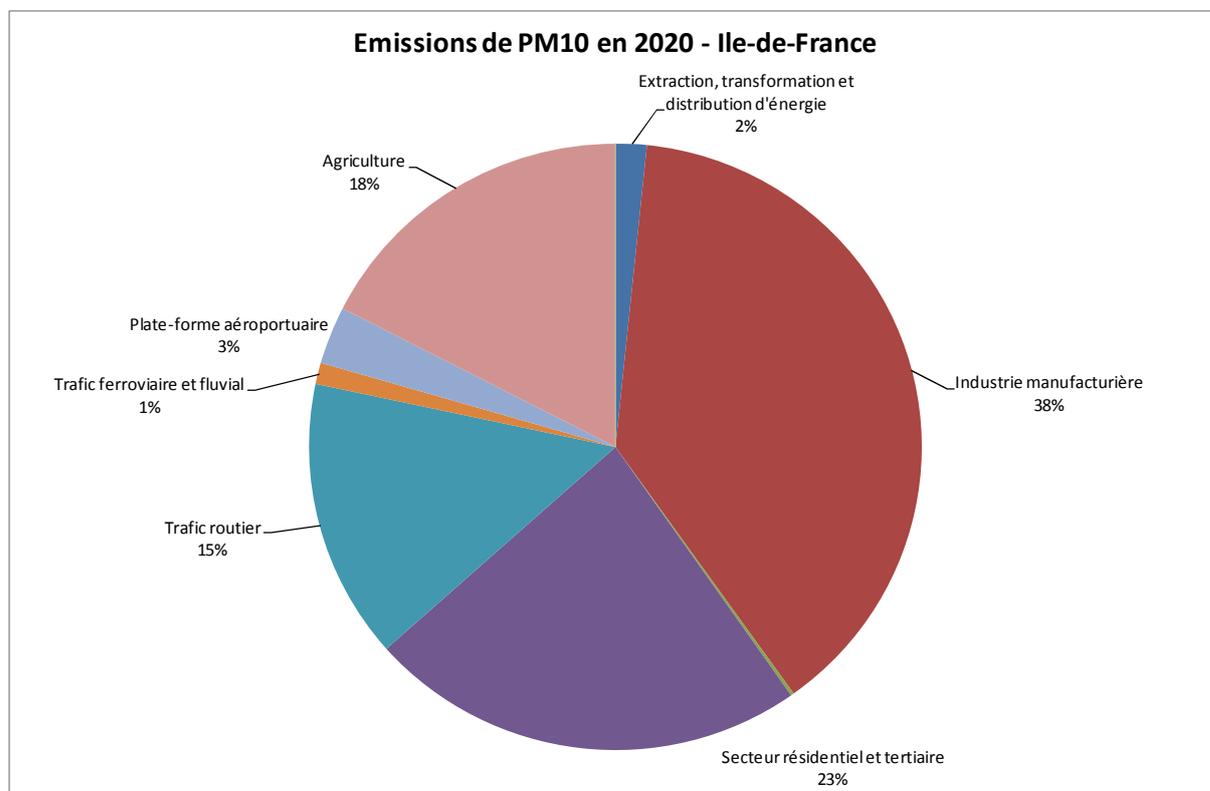


Figure 39 : Emissions de PM₁₀ en Ile-de-France pour l'année 2020 fil de l'eau

Les trois principaux contributeurs aux émissions de PM₁₀ régionales à l'horizon 2020 sont les suivants :

- **L'industrie manufacturière reste le principal contributeur aux émissions de PM₁₀ en 2020 mais sa contribution augmente puisqu'elle passe de 29 % des émissions franciliennes en 2008 à 38 % en 2020.**
- **Le secteur résidentiel et tertiaire représente 23 % des émissions franciliennes en 2020. Sa contribution diminue légèrement (27 % en 2008).**
- **Le secteur de l'agriculture voit sa contribution passer de 14 % en 2008 à 18 % des émissions régionales en 2020. Il devient le troisième secteur principal en Ile-de-France devant le trafic routier qui voit sa contribution chuter (15 % en 2020 contre 25 % en 2008).**

Les principaux sous-secteurs industriels émetteurs de particules PM₁₀ en Ile-de-France restent les chantiers et travaux du BTP ainsi que les carrières. En 2020, ils représentent respectivement 20 % et 9 % des émissions régionales de PM₁₀ (respectivement 15 % et 7 % en 2008). Il est à noter que le facteur d'émission pour les carrières est en cours de révision par les instances nationales. Il est très supérieur aux valeurs utilisées dans d'autres pays d'Europe et est probablement surestimé.

Le secteur résidentiel et tertiaire contribue pour 23 % aux émissions de particules PM₁₀. Le secteur résidentiel en est le principal contributeur (18 % des émissions de PM₁₀ franciliennes).

En ce qui concerne les émissions de particules PM₁₀ du trafic routier, les émissions à l'échappement des véhicules particuliers (VP) contribuent pour 17 % des émissions du secteur du transport routier, celles des véhicules utilitaires légers représentent 7 % des émissions du secteur, celles des autres catégories de véhicules

ne contribuant qu'à 2 % des émissions du secteur. En 2020, du fait des diminutions des émissions à l'échappement, les phénomènes d'abrasion des pneus, freins et routes contribuent à 70 % des émissions du secteur routier contre 29 % en 2008.

A noter que les émissions liées à l'échappement des véhicules particuliers diesel représentent environ 15 % des émissions de PM₁₀ du secteur (contre 35 % en 2008).

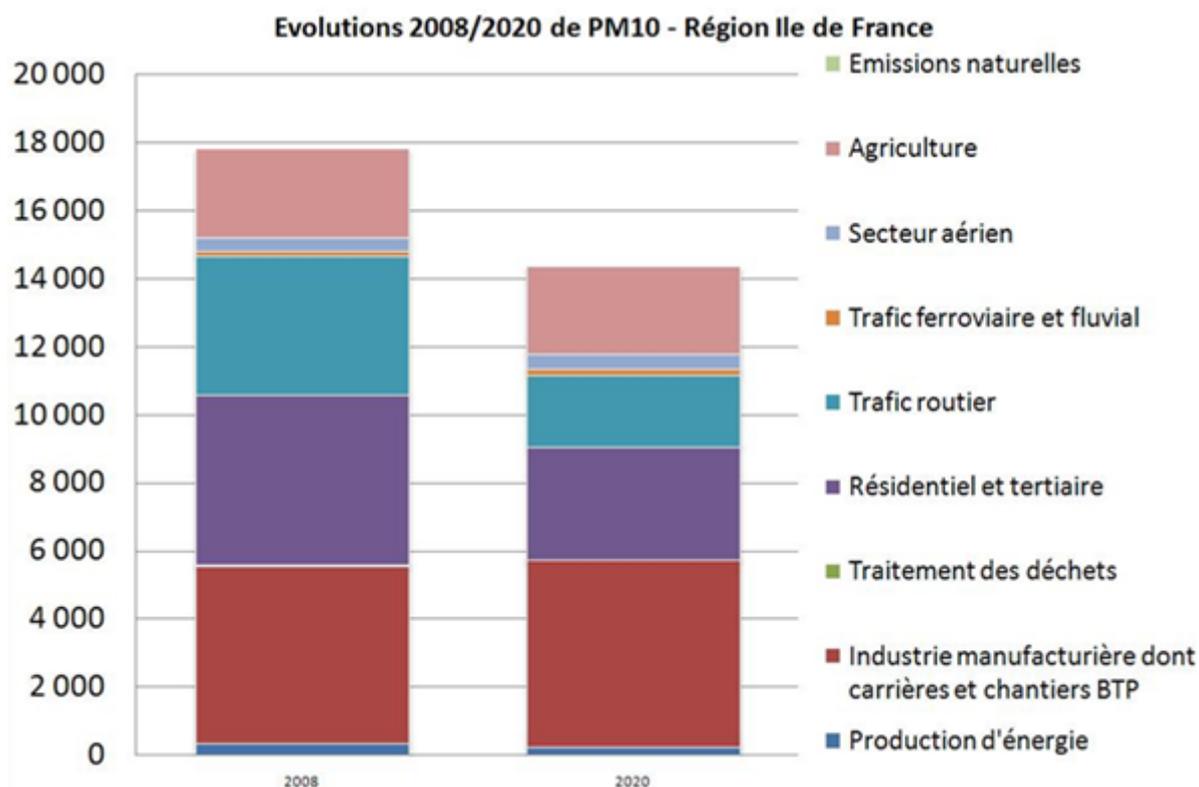


Figure 40 : Evolution des émissions de PM₁₀ (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau)

Une diminution de 22 % est prévue sur les émissions de PM₁₀ entre 2008 et 2020 tous secteurs confondus.

Cette baisse est liée aux diminutions importantes prévues sur les secteurs fortement émetteurs en 2008 tels que le secteur résidentiel et tertiaire (34 % entre 2008 et 2020) ou le trafic routier (53 % entre 2008 et 2020).

Les émissions augmentent pour certains secteurs entre 2008 et 2020 : c'est le cas notamment de l'industrie manufacturière qui voit ses émissions augmenter de 5 % entre 2008 et 2020, cette hausse étant principalement liée à l'évolution des émissions des chantiers et du BTP. Les émissions de l'agriculture sont stables entre 2008 et 2020 par hypothèse.

Concernant le trafic routier, les fortes baisses attendues sont, comme pour les NOx, principalement liées au renouvellement du parc automobile avec la pénétration dans le parc 2020, des véhicules présentant les normes Euro V et Euro VI et la disparition de véhicules plus anciens. Comme précisé précédemment, les facteurs d'émissions des nouveaux véhicules notamment Euro VI sont établis avec des baisses forfaitaires par rapport aux véhicules déjà en service et sont probablement sous-estimés.

Les émissions primaires franciliennes de particules PM_{2.5} s'élèvent à 8 kt pour la région Ile-de-France en 2020. La Figure 41 présente la part des différents secteurs dans les émissions de particules PM_{2.5} à l'échelle francilienne en 2020.

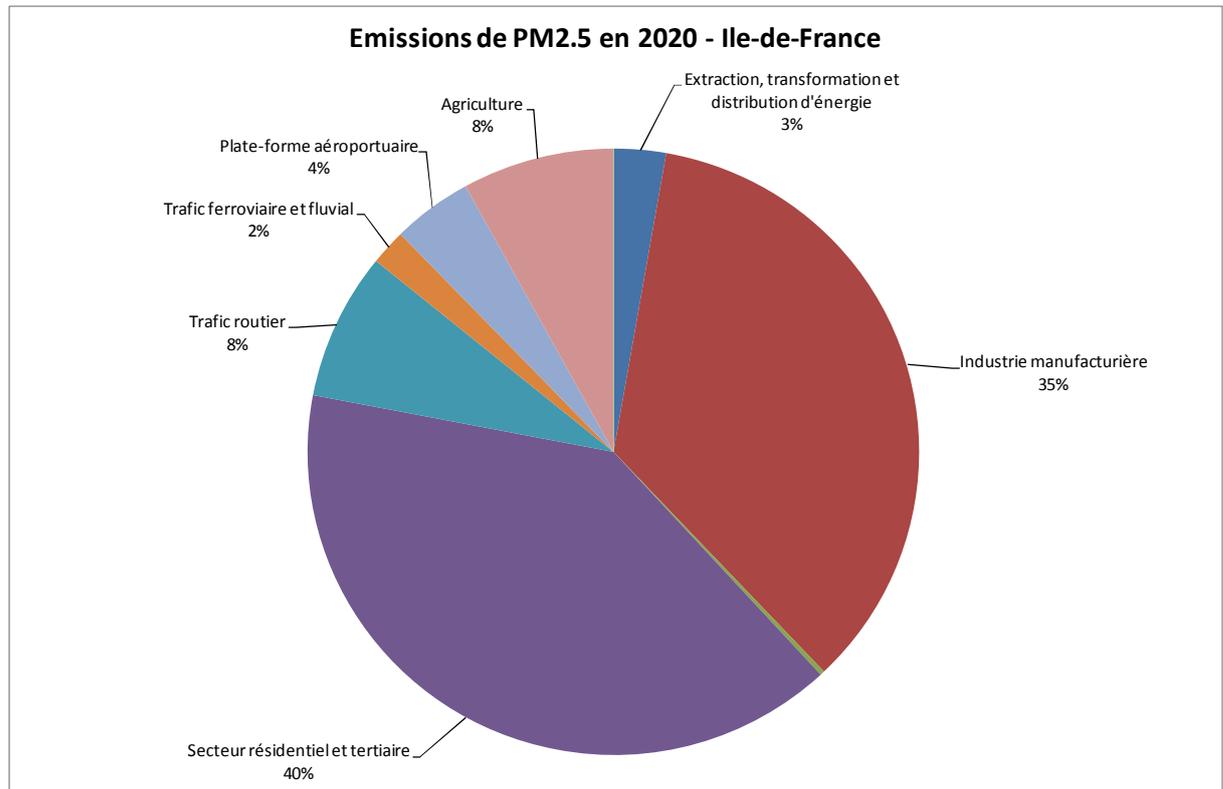


Figure 41 : Emissions de PM_{2.5} en Ile-de-France pour l'année 2020 fil de l'eau

Les principaux contributeurs aux émissions de PM_{2.5} régionales sont les mêmes que pour les PM₁₀ à l'horizon 2020 mais dans un ordre différent :

- **Le secteur résidentiel et tertiaire reste le principal contributeur aux émissions de PM_{2.5} avec 40 % des émissions franciliennes en 2020, sa part reste stable.**
- **L'industrie manufacturière représente 35 % des émissions régionales. Sa contribution régionale augmente (22 % en 2008).**
- **Le trafic routier (26 % en 2008) et l'agriculture contribuent chacun à hauteur de 8 % des émissions régionales**

A noter une plus grande contribution du secteur résidentiel et tertiaire aux émissions de PM_{2.5} (40 % des émissions régionales) qu'aux émissions de PM₁₀ (23 % des émissions régionales) et à l'inverse une plus faible contribution de l'agriculture (8 % pour les PM_{2.5} contre 18 % pour les PM₁₀). Cette tendance, identique à celle de 2008, s'explique par la nature des phénomènes prépondérants dans la formation des particules. La combustion pour le chauffage résidentiel et tertiaire émet davantage de particules fines (PM_{2.5}) alors que les activités émettrices du secteur agricole (labours, moissons et phénomènes d'abrasion pour les engins agricoles) favorisent la formation de particules dans la fraction grossière des particules PM₁₀ (de diamètre compris entre 2.5 µm et 10 µm).

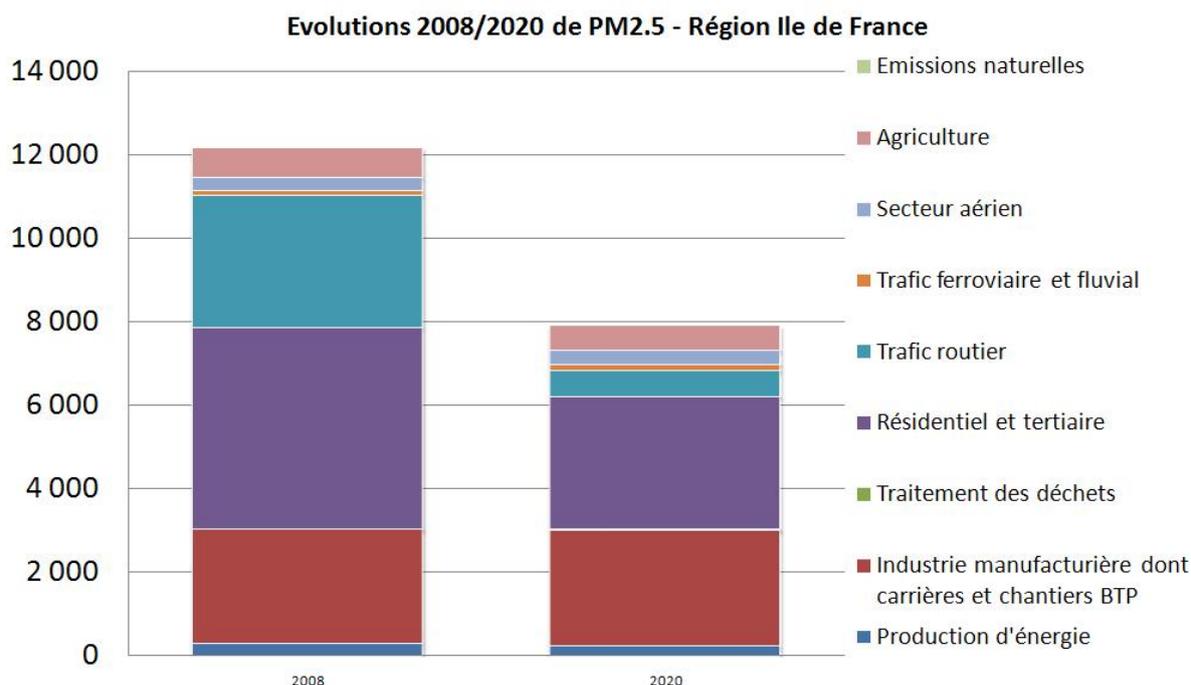


Figure 42 : Evolution des émissions de PM_{2.5} (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau)

Une diminution de 35 % est prévue sur les émissions de PM_{2.5} entre 2008 et 2020 tous secteurs confondus. Cette baisse est plus forte que celle prévue pour les émissions de PM₁₀ (22 %). Cette plus forte diminution s'explique par une chute plus importante des émissions pour le secteur du trafic routier et de l'agriculture. La contribution du secteur résidentiel étant plus importante pour les émissions de PM_{2.5} que pour les émissions de PM₁₀, la mesure relative au chauffage a donc plus d'impact sur les émissions régionales de PM_{2.5}. Les autres secteurs ont des comportements similaires pour les émissions de PM₁₀ et de PM_{2.5}.

Concernant le trafic routier, les émissions de PM_{2.5} baissent de 80 % entre 2008 et 2020 contre 53 % pour les PM₁₀. Les émissions de particules liées au trafic routier sont générées non seulement à l'échappement des véhicules, mais également par l'abrasion des pneus, freins et routes. Ce phénomène d'abrasion génère des particules principalement dans la fraction grossière des particules PM₁₀ (de diamètre compris entre 2.5 µm et 10 µm). Les baisses des émissions à l'échappement par catégorie de véhicules sont similaires pour les PM₁₀ et PM_{2.5} (environ -80 %), mais l'abrasion qui voit sa contribution stable concerne essentiellement les émissions de PM₁₀.

Concernant les émissions liées à l'agriculture, les émissions de PM_{2.5} diminuent de 11 % tandis que les émissions de PM₁₀ diminuent de seulement 4 % entre 2008 et 2020. Cela s'explique par le fait que les émissions de PM₁₀ de l'agriculture sont majoritairement émises par les opérations sur les cultures comme la moisson. Par hypothèse, ces émissions n'ont pas évolué entre 2008 et 2020. A l'inverse, les émissions de PM_{2.5} de l'agriculture sont principalement émises par les engins agricoles. Ces émissions ont diminué entre 2008 et 2020.

III.3.3 Les émissions de composés organiques volatils à l'horizon 2020 suivant le scénario fil de l'eau

Les émissions franciliennes de COVNM s'élèvent à 76 kt pour la région Ile-de-France en 2020 selon le scénario fil de l'eau.

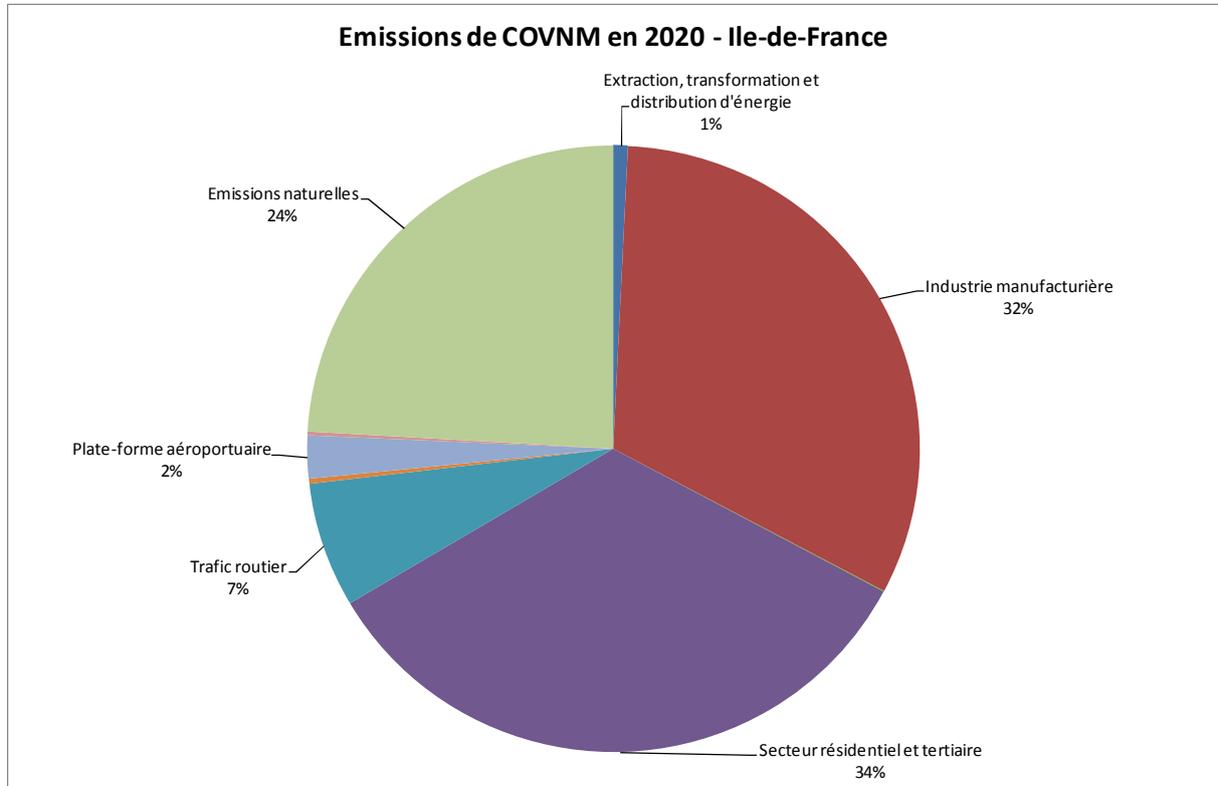


Figure 43 : Emissions de COVNM en Ile-de-France pour l'année 2020 fil de l'eau

Les principaux contributeurs aux émissions de COVNM régionales à l'horizon 2020 sont les suivants :

- **Le secteur résidentiel et tertiaire devient le premier contributeur à l'horizon 2020 avec 34 % des émissions franciliennes (25 % en 2008). Les émissions de ce secteur sont majoritairement liées aux utilisations domestiques de peinture et de solvants qui ne diminuent pas, du fait de l'augmentation de la population à l'horizon 2020.**
- **Le secteur de l'industrie manufacturière représente 33 % des émissions régionales en 2020. Sa contribution diminue légèrement (35 % en 2008)**
- **Les émissions naturelles deviennent le troisième émetteur régional aux dépens du trafic routier qui voit sa contribution passer de 22 % en 2008 à 7 % en 2020.**

La contribution des différents types de véhicules aux émissions de COVNM liées au trafic routier est différente de celle observée pour les autres polluants mais reste cohérente avec celle de 2008 : les deux-roues motorisés sont les premiers contributeurs (62 % des émissions de ce secteur) suivis des véhicules particuliers (13 % des émissions de ce secteur).

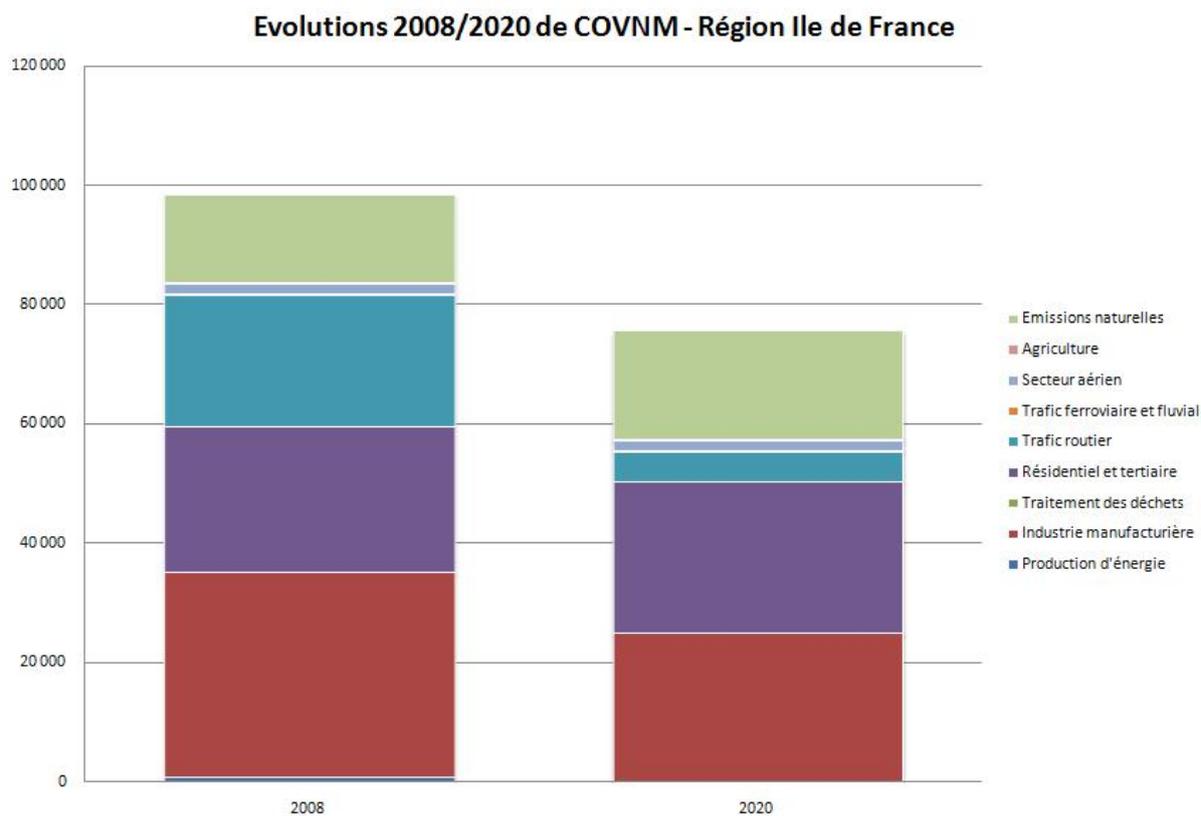


Figure 44 : Evolution des émissions de COVNM (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau)

Une diminution de 23 % est prévue sur les émissions de COVNM entre 2008 et 2020 tous secteurs confondus. Cette baisse est liée aux diminutions importantes prévues sur les secteurs fortement émetteurs en 2008 tels que l'industrie manufacturière (-30 % entre 2008 et 2020) ou le trafic routier (-77 % entre 2008 et 2020). Les utilisations domestiques de solvants et de peinture augmentent, ce qui contribue à stabiliser les émissions du secteur résidentiel et contrebalancent les baisses indiquées plus haut concernant les émissions liées au chauffage des habitations. Les évolutions sur les émissions du trafic routier s'expliquent de la même façon que pour les oxydes d'azote et les particules.

III.4 Impact de chaque mesure évaluable du Plan de Protection de l'Atmosphère sur les émissions en 2015 et en 2020

Seuls les mesures réglementaires, objectifs et mesures d'accompagnements directement évaluables en termes de gain en émissions de polluants atmosphériques sont présentés ici. Les autres dispositions prévues par le PPA conduisent soit à des baisses indirectes d'émissions (i.e. non traduisibles en données d'entrée de l'inventaire des émissions) soit à une meilleure connaissance ou information au public des enjeux de la qualité de l'air.

Attention, les mesures intégrées dans le scénario « 2020+PPA » sont celles proposées pour la phase de consultation des collectivités. Certaines mesures du PPA ont pu évoluer depuis.

III.4.1 Mesure réglementaire n°2 - Imposer des valeurs limites d'émissions pour toutes les installations fixes de chaufferies collectives

A- Description de la mesure

Cette mesure impose des valeurs limites d'émissions (VLE) de NOx et de poussières pour les installations fixes de combustion jusqu'à 2 MW dans les chaufferies collectives, et renforce les VLE existantes pour les installations de 2 MW à 20 MW.

Le contrôle des émissions des installations de 400 kW à 2 MW a été introduit par le décret du 9 juin 2009 relatif au contrôle des chaudières. Les modalités de ce contrôle ainsi que des valeurs d'émissions indicatives sont précisées dans l'arrêté ministériel du 2 octobre 2009, relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kW et inférieure à 20 MW.

Le contrôle des émissions des installations de 2 MW à 20 MW est défini par l'arrêté du 25 juillet 1997 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2910 : combustion. Cet arrêté ministériel est en cours de révision, la nouvelle version imposera des VLE renforcées pour les installations situées dans des zones PPA.

L'arrêté inter-préfectoral du 2 juin 2009 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2910 : combustion, pris en application du premier PPA, fixe les VLE suivantes pour les poussières pour les installations utilisant de la biomasse : 150 mg/m³ entre 300 kW et 2 MW, 30 mg/m³ entre 2 MW et 4 MW et 10 mg/m³ entre 4 MW et 20 MW (à 11 % d'O₂).

Les nouvelles VLE fixées par le PPA pour les chaudières de chaufferies collectives sont définies de la manière suivante :

- pour les installations d'une puissance inférieure à 2 MW utilisant du gaz naturel, du gaz de pétrole liquéfié, du fioul domestique, d'autres combustibles liquides ou des combustibles solides hors biomasse, les valeurs indicatives fixées par l'arrêté du 2 octobre 2009³² deviennent des VLE,
- pour les installations d'une puissance comprise entre 2 MW et 20 MW utilisant du gaz naturel, du gaz de pétrole liquéfié, du fioul domestique, d'autres combustibles liquides ou des combustibles solides hors biomasse, les VLE applicables seront celles définies par un nouvel arrêté ministériel (remplaçant celui du 25 juillet 1997) pour les zones PPA,
- pour les installations neuves utilisant de la biomasse, les VLE poussières (TSP) applicables (à 11 % d'O₂) sont :
 - 60 mg/Nm³ pour les installations de chaufferie collective jusqu'à 2 MW,
 - 10 mg/Nm³ pour les installations d'une puissance comprise entre 2 MW et 20 MW.

Un dispositif de contrôle et de sanctions pour les installations de moins de 2 MW sera mis en place et l'application du dispositif existant pour les installations soumises à déclaration sera renforcée. Ce contrôle est effectué conformément aux dispositions de l'arrêté du 2 octobre 2009 pour les chaudières entre 400 kW et 2 MW (tous les deux ans) et de l'arrêté ministériel ICPE du 25 juillet 1997 (périodicité portée à 2 ans au lieu de 3 ans par l'arrêté interdépartemental du 24 septembre 2007) pour les chaudières entre 2 et 20 MW.

Pour les installations d'une puissance supérieure à 20 MW, ce sont les VLE des arrêtés des 23 juillet 2010, 30 juillet 2003, 20 juin 2002 et 11 août 1999 qui s'appliquent (ces arrêtés sont en cours de révision pour intégrer la nouvelle directive européenne IED). Des VLE plus contraignantes peuvent être fixées par l'arrêté préfectoral d'autorisation pour chacune des installations concernées, en cohérence avec le principe selon lequel plus la

³² Arrêté du 2 octobre 2009 relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kW et inférieure à 20 MW. Pour les NOx, ces valeurs indicatives sont de 150 mg/m³ pour le gaz naturel, 200 pour le fioul domestique et le GPL, 500 pour la biomasse et 550 pour les autres combustibles. Pour les poussières, la valeur indicative est de 150 mg/m³ pour les combustibles solides dont la biomasse.

puissance est élevée, plus les VLE doivent être contraignantes. Ainsi, la valeur limite d'émission des poussières pour une installation soumise à autorisation ne pourra être supérieure à la valeur pour une installation soumise à déclaration.

Enfin, les dispositions prévues par l'arrêté inter-préfectoral du 24 juillet 2007, relatif à la mise en œuvre du Plan de Protection de l'Atmosphère et à la réduction des émissions de polluants atmosphériques en Ile-de-France, concernant les émissions d'oxydes de soufre sont maintenues.

B- Evaluation de la mesure

L'évaluation porte sur l'estimation de l'impact d'une diminution des valeurs limites d'émissions (VLE), exprimée en mg/Nm^3 , directement sur les émissions annuelles ou indirectement via les facteurs d'émissions exprimés en g/GJ .

Scénario	Puissance des installations de combustion		
	400 kW - 2 MW	2 MW - 20 MW	> 20 MW
2020 fil de l'eau	arrêté du 2 octobre 2009	arrêté du 25 juillet 1997	arrêté du 30 juillet 2003 et arrêté du 20 juin 2002
2020 + PPA	arrêté du 2 octobre 2009 avec VLE contraignantes et VLE spécifiques PPA pour la combustion de biomasse	projet de révision de l'arrêté du 25 juillet 1997 et VLE spécifiques PPA pour la combustion de biomasse	arrêté du 23 juillet 2010, directive IED et VLE spécifiques PPA pour la combustion de biomasse

Tableau 31 : Textes réglementaires relatifs aux installations fixes de combustion, pris en compte dans les scénarios 2020

Pour cette évaluation, AIRPARIF a créé un outil de conversion des valeurs limites d'émissions (mg/Nm^3) en facteurs d'émissions (g/GJ) pour les principaux combustibles en intégrant notamment les capacités calorifiques des combustibles et les volumes de fumée calculés avec les corrections usuelles de normalisation.

Pour la combustion dans le secteur résidentiel et tertiaire, les facteurs d'émissions intégrés dans le scénario « 2020 fil de l'eau », issus du croisement des valeurs de l'inventaire des émissions 2008 avec les hypothèses de réduction du scénario national OPTINEC AMSO, ont été convertis en valeurs à l'émission (concentration en sortie de cheminée) pour chacun des combustibles.

La comparaison de ces résultats avec les valeurs d'émissions indicatives de l'arrêté du 2 octobre 2009 présente des écarts très faibles et montre que le scénario national utilisé pour dresser l'horizon 2020 « fil de l'eau » mise sur un respect des valeurs indicatives en 2020. Cette mesure réglementaire, convertissant les valeurs indicatives en valeurs limite, représente donc une mesure contraignant l'application des meilleures technologies disponibles afin de ne pas dévier du scénario « 2020 fil de l'eau » en garantissant son application. Le scénario « 2020 + PPA » n'intègre donc pas d'abattement supplémentaire des émissions pour la combustion dans le secteur résidentiel et tertiaire.

Cette mesure permettra le respect des valeurs limites d'émissions dès 2015. Les facteurs d'émissions « 2020 fil de l'eau » ont par conséquent été intégrés au calcul des émissions tertiaires pour le scénario « 2015 + PPA ».

Pour la combustion dans l'industrie manufacturière, hors procédés de production, l'application de cette nouvelle réglementation a été évaluée selon deux méthodologies adaptées au niveau de connaissance des installations industrielles concernées.

Méthode n°1 : L'impact de la modification des valeurs limites à l'émission en termes d'émissions de NO_x et de $\text{PM}_{2.5}$ a été testé par le CITEPA et présenté dans le rapport OPTINEC 4 pour deux classes de puissances. Ces impacts traduisent les écarts entre les émissions avec mesures additionnelles et les émissions « législation courante » du scénario AMSO utilisé pour le scénario « 2020 fil de l'eau ». Pour le secteur de l'industrie, nous

utilisons les écarts d'une part pour les Grandes Installations de Combustion (GIC) de puissance thermique ≥ 50 MW (hors raffinerie), d'autre part pour les installations de combustion de puissance thermique < 50 MW (hors résidentiel).

Dans le cadre du scénario AMSO, utilisé pour le scénario 2020 fil de l'eau, les écarts d'émissions 2020 + PPA / émissions 2020 fil de l'eau, évalués par le CITEPA, sont les suivants :

Types d'installations	NOx	PM _{2,5}	Mesures additionnelles
Grandes installations de combustion (Puissance thermique ≥ 50 MWth)	-21 %	-25 %	Projet de révision de l'arrêté du 25/07/1997 modifié Projet de révisions des arrêtés du 20/06/2002 et de 30/07/2003
Installations de combustion (Puissance thermique < 50 MW, hors résidentiel)	-12 %	-12 %	Projet de révisions des arrêtés du 20/06/2002 et de 30/07/2003 Directive IED

Tableau 32 : Impacts des réglementations complémentaires sur les émissions des installations fixes de combustion - CITEPA (Ecart 2020 fil de l'eau - 2020 + PPA)

Dans le cas général, ces écarts sont appliqués directement aux émissions 2020 fil de l'eau, pour chaque établissement individuellement, en fonction de sa puissance connue en 2008. Par hypothèse, la puissance par établissement en 2020 est égale à celle de 2008. Pour les PM₁₀, l'écart appliqué est équivalent à celui des PM_{2,5}. L'impact du PPA par rapport aux émissions fil de l'eau est donc celui du tableau ci-dessus.

Méthode n°2 : Pour les installations d'Ile-de-France les plus émettrices d'oxydes d'azotes ou de particules dont les consommations énergétiques, les combustibles et la puissance des installations fixes sont connus, les nouvelles valeurs limites applicables sont converties en facteurs d'émission via l'outil de conversion développé par AIRPARIF. Les émissions « 2020 + PPA » sont ensuite calculées par classe de puissance telles que :

$$E_{2020 + PPA} = FE_{2020 + PPA} * C_{2020}$$

FE_{2020 + PPA} : facteur d'émission en 2020 (en g/GJ), calculé à partir des VLE de la réglementation applicable

C₂₀₂₀ : consommation énergétique en 2020, en GJ. Par hypothèse, C₂₀₂₀ = C₂₀₀₈ lorsque l'information n'est pas disponible

L'application de la mesure réglementaire n°2 relative aux valeurs limites d'émissions pour les installations fixes de combustion a pour impact en 2020 une diminution des émissions totales de l'industrie manufacturière (procédés de production compris) de - 13 % pour les NOx, - 6 % pour les PM₁₀ et de - 4 % pour les PM_{2,5} par rapport au scénario fil de l'eau.

III.4.2 Mesure réglementaire n°3 - Limiter les émissions de particules dues aux équipements individuels de combustion du bois

A- Description de la mesure

Définitions

Une cheminée ou installation est dite à **foyer ouvert** lorsque son foyer brûle librement le bois sans confiner la combustion pour la ralentir et pour récupérer sa chaleur.

Le terme d'**équipement individuel de combustion du bois** recouvre les inserts, les foyers fermés, les poêles, les cuisinières ou les chaudières utilisant de la biomasse comme combustible.

Un équipement est dit **performant** s'il répond à au moins une des conditions suivantes :

- Rendement ≥ 70 % et taux de CO $\leq 0,12$ % (à 13 % d'O₂),
- label Flamme Verte 5 étoiles.

Un équipement est dit **faiblement émetteur de particules** si ses émissions de poussières sont sensiblement réduites par rapport aux équipements classiques de combustion du bois. Un arrêté inter-préfectoral viendra préciser les caractéristiques techniques auxquelles devront répondre ces équipements, suite à des discussions entre les professionnels, l'ADEME et l'administration. Dans l'intervalle, les équipements performants équipés d'un traitement de fumées post-combustion sont réputés répondre à ces critères.

Mesures applicables à l'ensemble de l'Ile-de-France

L'utilisation des foyers ouverts est interdite, même en cas de chauffage d'appoint ou de flambée d'agrément.

Tout nouvel équipement de combustion du bois installé en Ile-de-France doit être performant, qu'il s'agisse d'une nouvelle installation ou du renouvellement d'une installation existante.

Mesures applicables à la Petite Couronne (92, 93 et 94)

Les renouvellements d'installations existantes et les installations d'inserts dans des foyers ouverts existants sont autorisés et même encouragés, dès lors que les appareils installés sont performants.

Dans les autres cas (nouvelles installations), des équipements de combustion du bois ne peuvent être installés que s'ils sont faiblement émetteurs de particules.

Mesures applicables à Paris

L'ensemble des équipements de combustion du bois, neufs ou existants, doivent être faiblement émetteurs de particules pour pouvoir être utilisés, même en cas de chauffage d'appoint ou d'agrément.

Le tableau ci-après résume les différents cas.

Foyer ouvert	Installation existante		Renouvellement d'installation ou installation d'un insert dans un foyer ouvert		Nouvelle installation		
	Paris, Petite et Grande Couronne	Paris	Petite et Grande Couronne	Paris	Petite et Grande Couronne	Paris et Petite Couronne	Grande Couronne
Interdit	Autorisée si l'équipement est faiblement émetteur de particules	Autorisée, mais encouragement au renouvellement	Autorisé si l'équipement est faiblement émetteur de particules	Autorisé si l'équipement est performant	Autorisée si l'équipement est faiblement émetteur de particules	Autorisée si l'équipement est performant	Autorisée si l'équipement est performant

Tableau 33 : Périmètre et définition des restrictions du chauffage au bois selon le PPA

Les installations de moins de 100 kW utilisées dans l'artisanat, lorsque cette combustion est liée au respect de certaines qualités de production, peuvent déroger à ces mesures.

B- Evaluation de la mesure

Les émissions de polluants atmosphériques du secteur résidentiel considérées ici sont issues de la combustion du bois pour les usages de chauffage principal et de chauffage d'appoint. Pour rappel, le secteur résidentiel est le plus grand contributeur aux émissions de PM_{2,5} avec 4 100 tonnes, soit près d'un tiers des émissions régionales. Il est également responsable d'un quart des émissions régionales de PM₁₀ avec 4 200 tonnes en 2008.

L'évaluation de cette mesure est effectuée à partir de l'outil de territorialisation des consommations énergétiques du bâtiment développé pour l'étude CENTER³³ menée par AIRPARIF et l'IAU dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE). Les hypothèses de consommation d'énergie retenues pour le scénario PPA « fil de l'eau » et « 2020 + PPA » sont celles du scénario « Grenelle » de l'étude CENTER. Les facteurs d'émissions franciliens relatifs à la combustion de biomasse ont été réévalués pour intégrer cette mesure réglementaire.

Les hypothèses communes aux scénarios « 2015 fil de l'eau », « 2015 + PPA », « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA » prises en compte dans la scénarisation sont :

- Les consommations énergétiques modélisées pour l'étude CENTER montrent une diminution de 15 % de la consommation de bois par le secteur résidentiel entre 2008 et 2020. Cette diminution est due aux hypothèses retenues dans le scénario « Grenelle » CENTER qui mise sur un taux d'équipement de chauffage au bois constant associé à un renouvellement naturel vers des systèmes à meilleur rendement. Ces résultats diffèrent des résultats nationaux qui misent sur un essor de l'usage du bois dans le secteur résidentiel. L'application des mesures PPA permettra de consolider cette approche francilienne. L'impact direct de la mesure PPA est évalué spécifiquement mais les résultats « fil de l'eau » sont également à mettre au bénéfice du PPA en tant qu'orientation générale de la politique régionale sur le développement du bois énergie dans le secteur résidentiel.

- Les facteurs d'émissions considérés pour les équipements Flamme Verte 5 étoiles sont ceux relatifs aux équipements performants de l'étude "ADEME - Evaluation de la contribution du secteur Biomasse Energie aux émissions nationales de polluants atmosphériques - 2009 ". Ces facteurs d'émissions sont intégrés aux deux scénarios pour tous les équipements mis en service après 2005.

Les hypothèses spécifiques aux scénarios « 2015 + PPA » et « 2020 + PPA » prises en compte dans la scénarisation sont :

- A Paris, le chauffage d'appoint au bois disparaît totalement dès 2013 et le chauffage principal au bois du parc existant est remplacé par du gaz en collectif et par de l'électricité en individuel. Bien que la consommation de bois en chauffage principal à Paris soit déjà interdite, près de 10 000 logements en 2005 déclaraient encore le bois comme source d'énergie principale.

- Dans les départements de Petite Couronne (92, 93 et 94), il est interdit de mettre en service de nouvelles installations de combustion du bois à partir de 2013. La combustion en foyer ouvert est interdite et il est considéré, en accord avec la DRIEE, que l'ensemble des foyers ouverts sont convertis en foyers fermés sans diminution des consommations énergétiques finales.

- Dans le reste de l'Ile-de-France, la combustion en foyer ouvert disparaît des logements et ceux-ci sont remplacés par des foyers fermés.

On notera que l'interdiction de l'usage des foyers ouverts permet d'abattre le facteur d'émissions relatif à l'usage du bois en appoint de plus de 50 % après report des consommations sur des foyers fermés. Les autres équipements pris en compte sont les chaudières, les poêles et les cuisinières (cf. Figure 45)

³³ CENTER : Territorialisation des consommations d'énergie dans les bâtiments - AIRPARIF et IAU

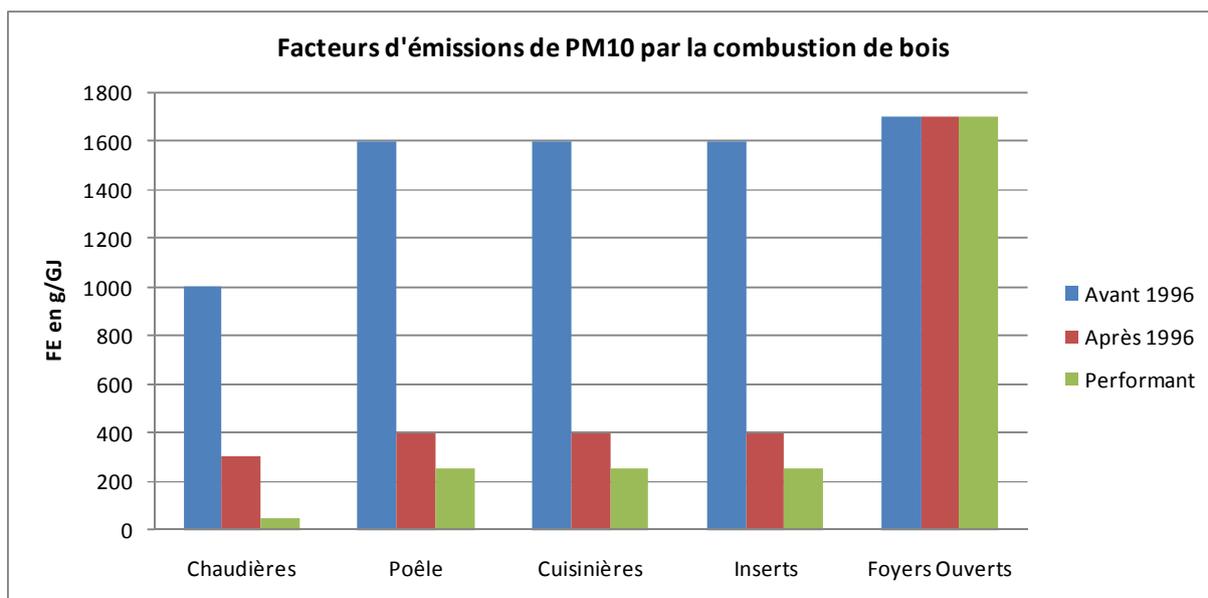


Figure 45 : Facteurs d'émissions de PM₁₀ relatifs la combustion du bois selon le type d'équipement - Source ADEME

Le scénario « 2020 + PPA » conduit à une baisse de 61 % des émissions franciliennes de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) du secteur résidentiel par rapport à 2008 et une baisse de 35 % par rapport au scénario « 2020 fil de l'eau » (cf. Figure 46).

Le scénario « 2015 + PPA » conduit à une baisse de 50 % des émissions franciliennes de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) du secteur résidentiel par rapport à 2008 et une baisse de 31 % par rapport au scénario « 2015 fil de l'eau »

L'impact du renouvellement naturel des équipements de chauffage au bois est à l'origine des diminutions d'émissions de particules observées selon les scénarios « fil de l'eau ».

Le facteur déterminant dans la diminution des émissions de particules entre le scénario « 2015 + PPA » et 2008 est l'interdiction, dès 2013, de l'usage de foyers ouverts. Les gains supplémentaires observés selon le scénario « 2020 + PPA » sont dus au renouvellement naturel des équipements de combustion et aux conditions de mise en service de nouvelles installations permettant notamment d'en limiter le nombre.

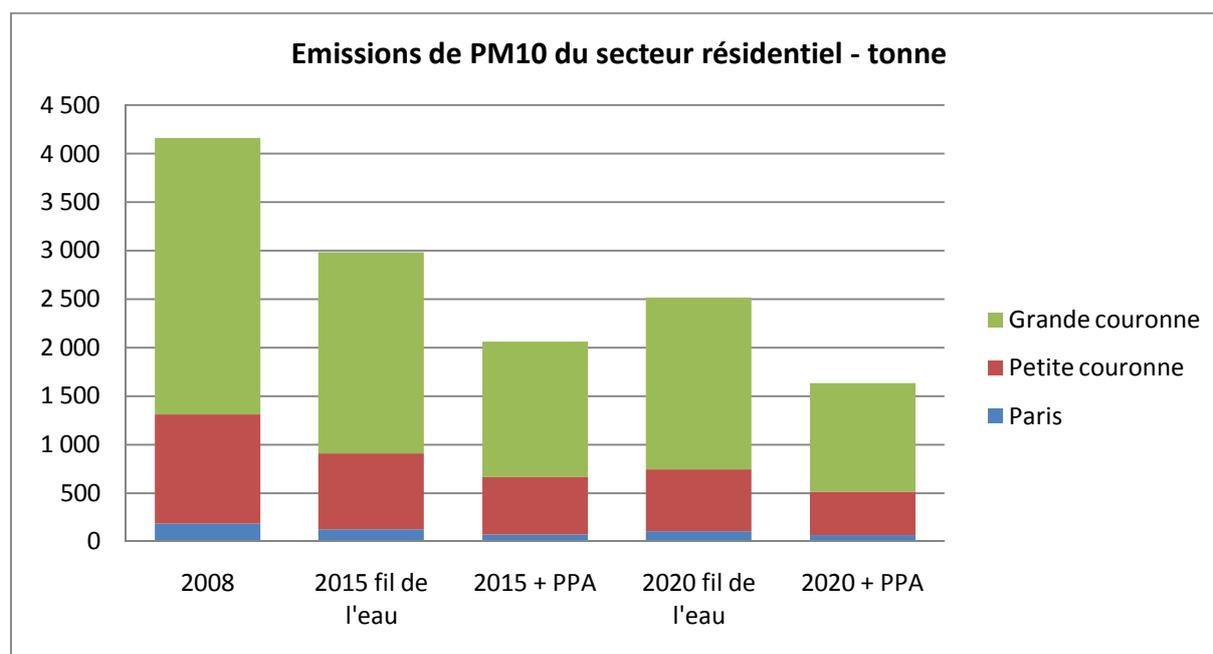


Figure 46 : Emissions de PM₁₀ du secteur résidentiel en 2008, 2020 fil de l'eau et 2020 + PPA

L'impact de la mesure réglementaire est sensiblement le même selon la zone géographique alors que la réglementation est plus contraignante à Paris et dans les départements de la Petite Couronne que dans le reste de l'Ile-de-France. En effet, les logements dans les départements de la grande couronne francilienne sont majoritairement de type maison individuelle dans lesquelles le chauffage d'appoint au bois est particulièrement répandu. L'interdiction de l'usage de foyer ouvert est donc plus impactante dans cette partie de l'Ile-de-France.

La combustion de bois dans le secteur résidentiel est également une source importante de COVNM avec 9 000 tonnes en 2008. Le scénario « 2020 + PPA » présente une baisse de 73 % des émissions franciliennes de COVNM du chauffage résidentiel par rapport à 2008 et une baisse de 47 % par rapport au scénario « 2020 fil de l'eau ».

III.4.3 Mesure réglementaire n°7 - Interdire les épandages par pulvérisation quand l'intensité du vent est strictement supérieure à 3 Beaufort

A- Description de la mesure

L'arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques prévoit que ces produits ne peuvent être utilisés en pulvérisation ou poudrage que si le vent a un degré d'intensité inférieur ou égal à 3 sur l'échelle de Beaufort. En Ile-de-France, cette disposition s'applique également pour tout type d'épandages par pulvérisation afin de limiter les émissions et la dispersion de particules fines.

Cette mesure concerne les agriculteurs, les collectivités ou les organismes en charge de l'entretien des espaces verts.

B- Evaluation de la mesure

L'impact de la mesure n°7 du PPA qui vise à interdire les épandages par pulvérisation quand l'intensité du vent est strictement supérieure à 3 Beaufort est difficile à évaluer sur le bilan annuel des émissions.

Il a été montré que le vent pouvait influencer significativement sur la volatilisation des composés gazeux épandus mais ce facteur météorologique n'est pas pris en compte dans le calcul des émissions.

De plus, l'augmentation du NH₃ gazeux potentiellement induite par un épandage par vent fort pourrait faire accroître les concentrations de particules fines secondaires, mais ces processus de formations des particules à partir du NH₃ ne sont pas encore pris en compte dans le calcul des concentrations de particules.

Bien que la mesure du PPA concernant les épandages agricoles ait probablement tendance à faire diminuer les concentrations de particules, nous ne pouvons estimer quantitativement son impact.

III.4.4 Mesure réglementaire n°10 - Mise en œuvre de la réglementation limitant l'utilisation des moteurs auxiliaires de puissance (APU) lors du stationnement des aéronefs sur les aéroports de Paris Charles-de-Gaulle, Paris Orly et Paris Le Bourget.

A- Description de la mesure

Cette mesure fait suite à la mesure 9 du premier Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) qui prévoyait l'étude des conditions d'un encadrement réglementaire de l'utilisation des moteurs auxiliaires de puissance (APU) sur les plates-formes aéroportuaires de Paris Charles-de-Gaulle, Paris Orly, et la mise en place d'un dispositif de contrôle.

L'objectif de la mesure est de rendre obligatoire l'utilisation des moyens de substitution à l'APU lorsqu'ils existent et qu'ils fonctionnent, et dans le cas contraire, de limiter l'utilisation de l'APU au strict nécessaire sur les aéroports de Paris Charles-de-Gaulle, Paris Orly et Paris Le Bourget.

Par ailleurs, la réglementation prévoit un suivi par les aéroports des équipements de substitution mis à disposition et par les compagnies de leurs pratiques d'utilisation des APU.

Le respect de ces mesures réglementaires sera contrôlé. L'objectif des contrôles est de favoriser la généralisation des bonnes pratiques en sanctionnant les abus.

Les manquements à ces mesures réglementaires sont passibles des sanctions administratives prononcées par l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (ACNUSA), compétente en matière de qualité de l'air, depuis la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

Un certain nombre d'actions sont déjà mises en œuvre pour réduire ces émissions comme par exemple la diffusion au sein des compagnies de consignes visant à limiter au strict nécessaire l'utilisation des APU, par ailleurs très coûteuse.

B- Evaluation de la mesure

La mesure en lien avec l'utilisation de moyens fixes ou mobiles d'électricité et de froid permettant une substitution à l'utilisation des APU, n'a pas été évaluée finement. Un arrêté ministériel encadrant l'utilisation des APU est en cours de rédaction mais il n'est pas encore publié à ce jour. Ainsi aucune donnée précise n'existe pour estimer le temps d'utilisation à prendre en compte suite à cette mesure.

Les APU sont des moteurs auxiliaires situés à l'arrière de l'avion qui permettent à celui-ci de s'alimenter en électricité, froid, climatisation et permettent de faire démarrer les moteurs. Dans l'inventaire 2008, ils représentent 10 % des émissions de NOx (de l'ordre de 5 % pour les PM₁₀) pour l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle.

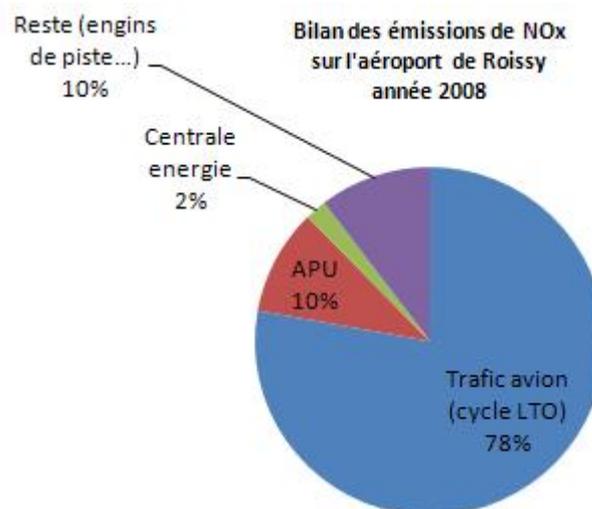


Figure 47 : Bilan des émissions de NOx par catégorie pour l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle (Inventaire 2008 AIRPARIF)

Dans l'hypothèse où la totalité des APU seraient remplacés par des moyens de substitution non polluants comme les branchements 400Hz, un gain maximum de 10 % d'émissions de NOx sur l'aéroport de Roissy serait enregistré soit environ 500 tonnes de NOx.

Mais cette hypothèse n'est pas réaliste notamment parce que les branchements 400 Hz fournissent l'avion en électricité uniquement. Si l'avion a besoin de s'alimenter en air conditionné pour la climatisation, il existe des moyens mobiles de conditionnement d'air mais ils sont très peu utilisés car trop volumineux (risque de choc avion), longs à mettre en place et très bruyants. L'APU reste donc le seul moyen adapté aux compagnies aériennes. Des mesures réalistes consisteront donc à en limiter le temps d'usage et à en encadrer la pratique. De plus, l'APU fonctionne jusqu'à ce que les branchements soient effectués.

III.4.5 Objectif n°1 – Réduction de 10 % des émissions de polluants à l'intérieur de l'A86

A- Description de la mesure

Il est important d'avoir une harmonisation des restrictions de circulation prises à l'intérieur de la zone dense de l'agglomération parisienne, où se concentrent les problèmes de qualité de l'air et de congestion. A cette fin, il est demandé aux collectivités situées dans la zone à l'intérieur de l'A86, de rendre compte des mesures de restriction de circulation. Le PPA fixe comme objectif que ces restrictions de circulation des véhicules les plus polluants permettent d'atteindre :

- Une réduction des émissions de NOx et de PM₁₀ dues au trafic routier à l'intérieur de l'A86 d'au moins 10 % en 2015 par rapport à un scénario d'évolution tendancielle 2015,
- Une réduction des émissions de NOx et de PM₁₀ dues au trafic routier à l'intérieur de l'A86 d'au moins 10 % en 2020 par rapport à un scénario d'évolution tendancielle 2020.

B-Evaluation de la mesure

En l'absence de précisions sur les modalités d'application de cette mesure aux horizons 2015 et 2020, des abattements homogènes des émissions de NOx, de PM₁₀ et de PM_{2,5} de 10 % dans la zone Intra A86 par rapport aux scénarios 2015 et 2020 avec l'application du Plan de Déplacement Urbain (PDU), ont été intégrés respectivement aux scénarios « 2015 + PPA » et « 2020 + PPA ». L'objectif de réduction des émissions devra être réalisé à l'aide de mesures de restriction de trafic routier ou de types de véhicules circulant dans le cœur dense de l'agglomération parisienne. Cet objectif ne préjuge pas de la zone d'action mais fixe un objectif sur la zone intra A86 (hors A86), la zone d'action pouvant être plus restreinte avec un objectif réévalué à la hausse.

On notera également que le scénario qui sera choisi pour répondre à ces objectifs pour l'année 2015 devra soit être plus ambitieux pour 2020 soit être évolutif pour obtenir les objectifs de gains en 2020. Le renouvellement naturel du parc vient en effet atténuer après 2015 le gain des mesures qui seront prises pour l'horizon 2015.

L'impact supplémentaire sur les émissions du trafic routier de cet objectif est détaillé par la suite dans le volet relatif aux objectifs du Plan de Déplacement Urbain en Ile-de-France.

III.4.6 Objectif n°2 - Promouvoir une politique de transports respectueuse de la qualité de l'air et atteindre les objectifs fixés par le (projet de) PDUIF

A- Description de la mesure

Le Plan de déplacements urbains d'Ile-de-France (PDUIF) est en cours de révision. Le projet proposé par le STIF en février 2011 a été arrêté par le Conseil Régional en février 2012. Il appartient ensuite au Conseil Régional de recueillir l'avis des collectivités et de l'Etat, de le soumettre à enquête publique, et enfin d'approuver définitivement le nouveau PDUIF.

L'enjeu et les objectifs du PDUIF

L'enjeu du PDUIF est d'assurer un équilibre durable entre les besoins de mobilité, la protection de l'environnement et de la santé, ce qui doit permettre de favoriser l'attractivité de l'Ile-de-France et de garantir la cohésion sociale de la région.

Pour faire face à cet enjeu, le projet de PDUIF s'appuie sur les objectifs environnementaux fixés par la réglementation en vigueur en 2010 en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de respect des normes de qualité de l'air pour fixer les objectifs suivants en termes d'évolution des pratiques de mobilité d'ici 2020 :

- une croissance de 20 % des déplacements en transports collectifs,
- une croissance de 10 % des déplacements en modes actifs (marche et vélo),
- une diminution de 2 % des déplacements en voiture et deux-roues motorisés.

dans un contexte global de croissance de 7 % des déplacements en Ile-de-France lié au développement urbain de la région.

Les actions du projet de PDUIF

Afin d'atteindre ces objectifs, le projet de PDUIF comprend 34 actions portant notamment sur les transports collectifs, la marche, le vélo, la voiture et les deux-roues motorisés (sécurité routière, stationnement, usages partagés, etc.), le transport de marchandises et le management de la mobilité. Pour améliorer la qualité de l'air en proximité du trafic, les actions permettant un meilleur partage de la voirie, notamment les voies réservées aux transports collectifs, taxis et éventuellement covoiturage constitueront une avancée importante.

Parmi ces actions, seules quelques-unes ont un caractère prescriptif et s'imposent aux documents d'urbanisme et aux décisions prises par les autorités chargées de la police et de la circulation, ainsi qu'aux actes pris au titre du pouvoir de la police du stationnement et aux actes relatifs à la gestion du domaine public routier. Les autres actions sont des recommandations, dont la mise en œuvre repose sur les acteurs locaux (collectivités notamment).

Suivi de la mise en œuvre du PDUIF

Afin d'apprécier l'avancement des actions définies dans le PDUIF, un dispositif de suivi va être mis en place pour faire remonter l'information sur les réalisations des différents acteurs (collectivités locales notamment). Les collectivités sont donc vivement encouragées à participer à ces enquêtes de suivi du PDUIF. Ces éléments permettront également d'informer sur l'avancement du PDUIF dans le cadre du PPA.

B- Evaluation de la mesure

L'évaluation de cette mesure est faite à partir de l'analyse environnementale du PDU avec notamment les gains entre les scénarios PDU "statu quo" et PDU final « PDUIF ».

Le scénario « 2020 fil de l'eau » correspond au scénario « statu quo » étudié dans le cadre des travaux réalisés pour le compte du Syndicat des Transport d'Ile-de-France (STIF) dans le cadre de la révision du Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France³⁴. Le scénario « 2020 + PPA » correspond au scénario final « PDUIF ».

Le scénario « 2020 + PPA » reprend le scénario « PDUIF » qui correspond à une stabilisation du trafic routier sur la région et qui intègre comme le scénario « statu quo » l'évolution prévisible du parc technologique d'ici à 2020 ; ce scénario vise à une diminution globale de l'usage de la voiture particulière (en parallèle d'une augmentation importante de l'usage des transports en commun et des modes actifs). Cette évolution n'est pas uniforme : elle résulte de fortes diminutions des modes de déplacements individuels motorisés dans les zones les plus denses, et d'une croissance dans les secteurs moins denses, plus dépendants de la voiture.

Les évolutions du trafic (en véhicules.km) sous chaque scénario figurent dans le Tableau 34 ci-dessous par rapport à 2005 (année de référence du PDUIF).

	Mode	Scénario « statu quo » (fil de l'eau 2020)	Scénario « PDUIF »
Trafic externe	Tous	+ 8,1 % au global IDF Hausse répartie 70 % sur Voie Rapide Urbaine (VRU) / 30 % hors VRU	+ 8,1 % au global IDF Hausse répartie 70 % sur Voie Rapide Urbaine (VRU) / 30 % hors VRU
Trafic interne	Voitures Particulières	+ 10,6 % au global IDF Répartis par secteur selon résultats Antonin ³⁵	-2 % au global IDF Répartis par secteur selon résultats Antonin ³⁶
	2Roues	+ 10,6 % au global IDF	Stable au global IDF

³⁴ Evaluation des impacts du Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France sur la qualité de l'air et les émissions de Gaz à Effet de Serre à l'horizon 2020, rapport Airparif, mai 2011

³⁵ Antonin est un modèle multi modal de trafic du STIF

³⁶ Antonin est un modèle multi modal de trafic du STIF

motorisés	Répartis par secteur selon résultats Antonin (idem VP)	Stable sur chaque brin en valeur absolue
Poids Lourds	Stable au global IDF Stable sur chaque brin en valeur absolue	Stable au global IDF Stable sur chaque brin en valeur absolue
Véhicules Utilitaires Légers	+ 10,6 % au global IDF + 10,6 % sur chaque brin	Stable au global IDF Stable sur chaque brin en valeur absolue
Transport en commun	Stable au global IDF Stable sur chaque brin en valeur absolue	Stable dans Paris + 20 % sur chaque brin en banlieue sauf sur autoroute/Boulevard Périphérique

Tableau 34 : Hypothèses de construction des scénarios trafic « statu quo » et « PDUIF » pour 2020 (par rapport à 2005, année de référence du PDU)

Comme précisé précédemment, le trafic total augmente globalement sur l'ensemble de l'Île-de-France, de l'ordre de 10 % relativement au trafic en 2005. Cette augmentation globale se décline de la manière suivante : +3 % sur Paris ; de l'ordre de +10 % pour la Petite et la Grande Couronne. En revanche, sous le scénario PDUIF, le trafic total diminue légèrement sur l'ensemble de l'Île-de-France relativement au trafic en 2005. Cette légère diminution globale se décline de la manière suivante : -4 % sur Paris ; de l'ordre de -5 % pour la Petite Couronne et +3 % pour la Grande Couronne.

Les émissions du trafic routier en 2020

L'évolution des émissions de NO_x, COVNM, PM₁₀ et PM_{2,5} liées au trafic routier entre 2008 et 2020, selon les hypothèses « 2020 fil de l'eau » et « 2020 PDU » est présenté dans la Figure 48 et la Figure 49. L'évaluation des mesures PPA relatives au trafic routier, intégrant à la fois les mesures PDU, l'objectif de réduction des émissions de 10 % dans la zone intra-A86 (Objectif 1) et l'éco conduite, est également présentée sous le nom « 2020 + PPA ».

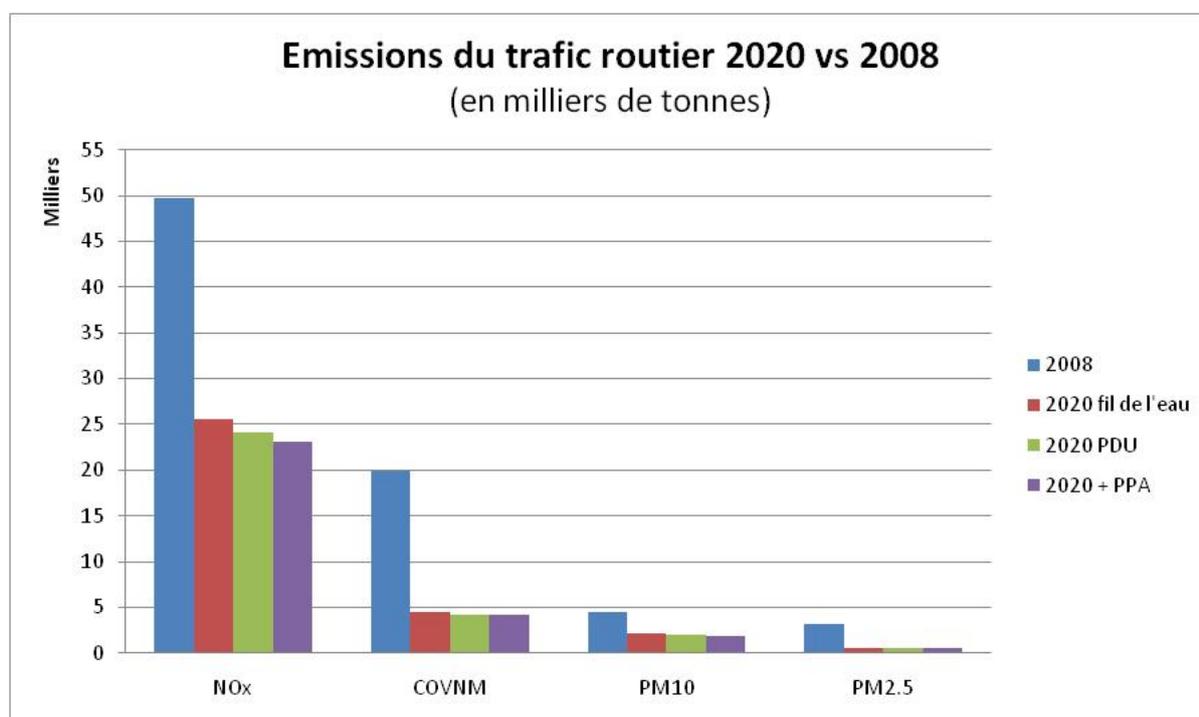


Figure 48 : Emissions de NO_x, COVNM, PM₁₀ et PM_{2,5} du trafic routier sur l'Île-de-France, pour l'année 2008, le scénario 2020 fil de l'eau, le scénario 2020 PDU et le scénario « 2020 + PPA ».

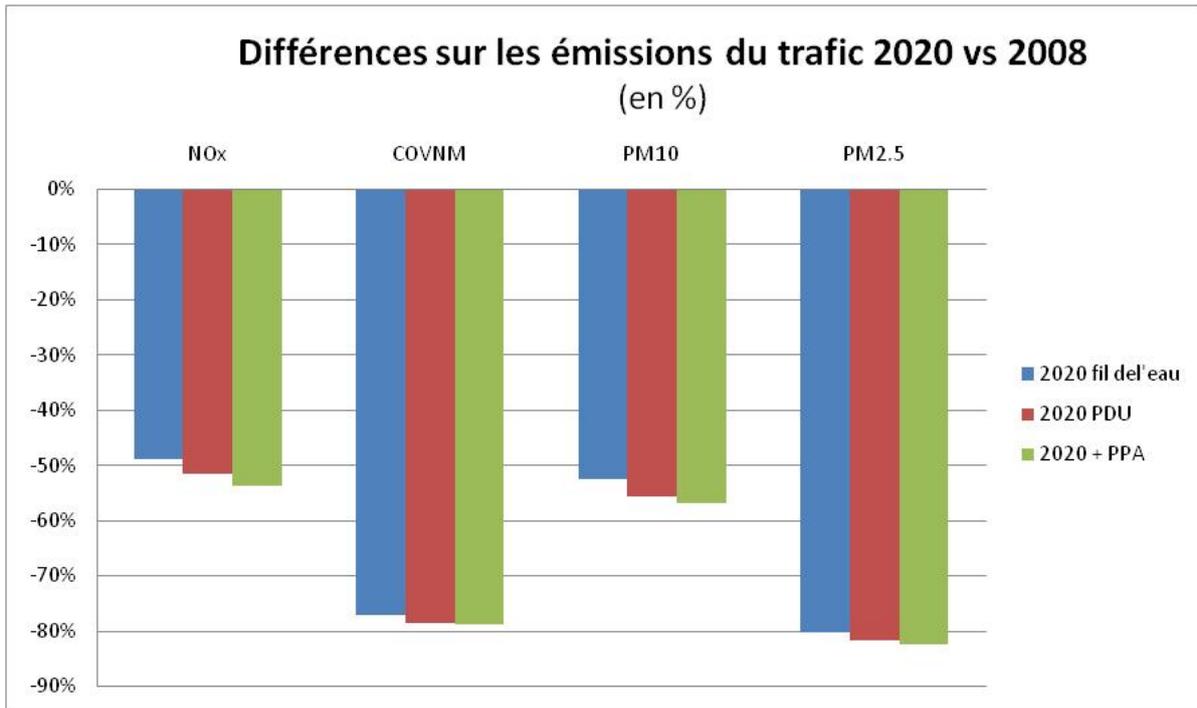


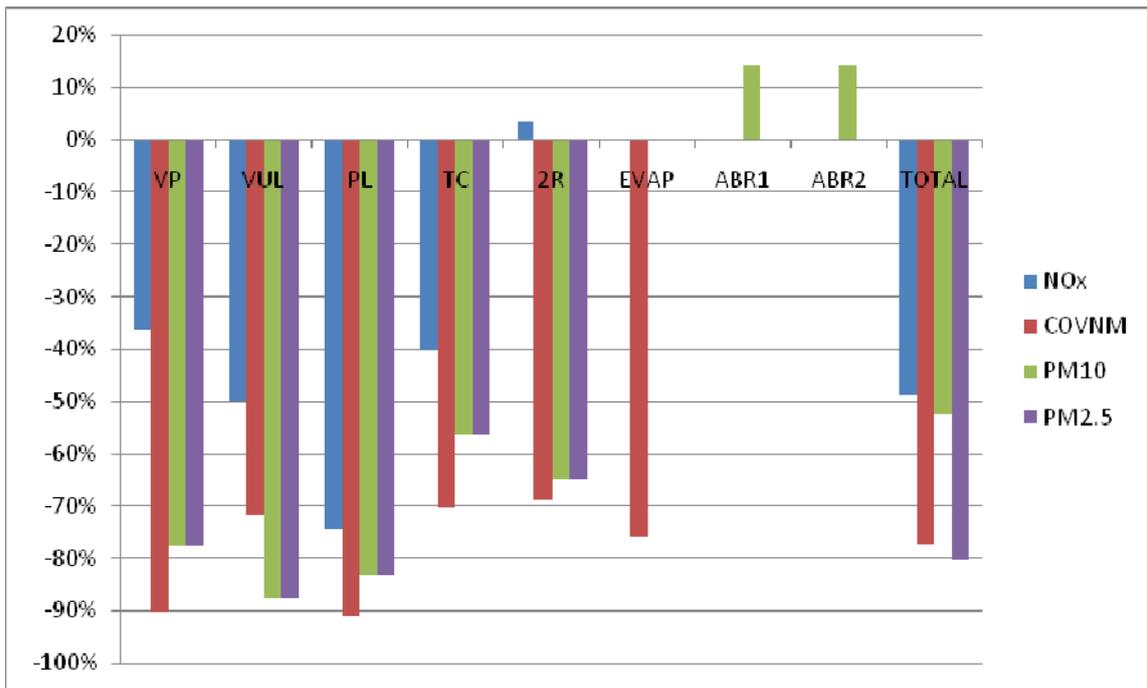
Figure 49 : Différence relative entre les émissions calculées pour les scénarios 2020 fil de l'eau, 2020 PDU et « 2020 + PPA » et l'année 2008

Selon le scénario 2020 fil de l'eau, les émissions de NOx diminuent globalement sur l'ensemble de l'Île-de-France, de presque 50 % par rapport aux émissions de NOx en 2008 ; les émissions de COVNM diminuent globalement de plus de 75 % ; celles de PM₁₀ (respectivement PM_{2,5}) de plus de 50 % (resp. 80 %).

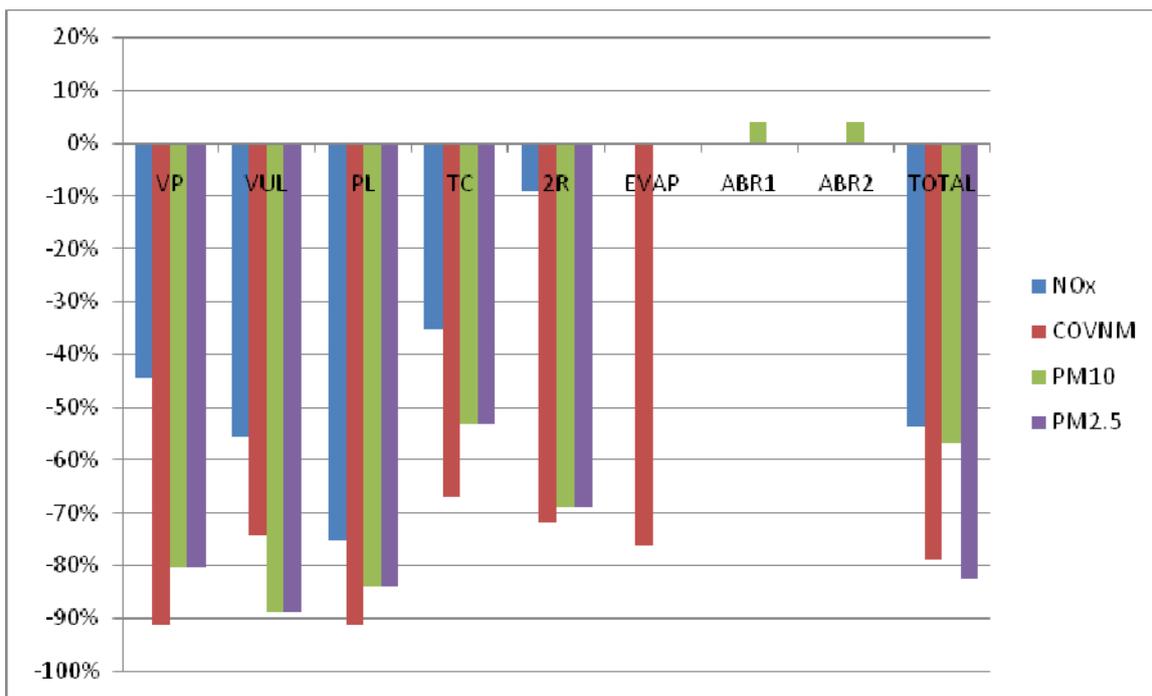
La mise en œuvre des mesures PDU se traduit à l'horizon 2020 par une diminution supplémentaire par rapport au fil de l'eau des émissions de 6 % pour les NOx, les PM₁₀ et les COVNM et de 7 % pour les PM_{2,5}. La mise en œuvre de l'ensemble des mesures préconisées par le PPA, i.e. PDU, Objectif n°1 et éco conduite, entraîne une diminution des émissions par rapport au fil de l'eau de presque 10 % pour les NOx, 8 % pour les COVNM, 9 % pour les PM₁₀ et presque 11 % pour les PM_{2,5}.

Ainsi, selon le scénario « 2020 + PPA », les émissions de NOx diminueraient globalement sur l'ensemble de l'Île-de-France, de presque 55 % par rapport aux émissions de NOx en 2008 ; les émissions de COVNM diminueraient globalement de presque 80 % ; celles de PM₁₀ (respectivement PM_{2,5}) de plus de 55 % (resp. 80 %).

La Figure 50 présente l'évolution des émissions pour chaque polluant par type de véhicules, et type d'émissions (Véhicules Particuliers (VP), Véhicules Utilitaires Légers (VU), Poids-Lourds (PL), Bus et Cars (TC), et Deux-Roues motorisés (2R) = émissions liées à la combustion des VP, VU, PL, TC, 2R ; EVAP = émissions liées à l'évaporation ; ABR1 = émissions liées à l'abrasion des pneus et freins ; ABR2 = émissions liées à l'abrasion des routes).



(a)



(b)

Figure 50 : Différence relative entre les émissions de polluants (NO_x, COVNM, PM₁₀ et PM_{2,5}) sous (a) le scénario « 2020 fil de l'eau » et (b) le scénario « 2020 + PPA » et l'année 2008

Ces différences d'évolution conduisent à une contribution des types de véhicules au bilan des émissions sous les scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA » différente de celle observée en 2008. En revanche, les contributions des types de véhicules au bilan des émissions pour les scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA » sont relativement proches. La Figure 51 présente ces éléments pour 2008 et le scénario « 2020 + PPA ».

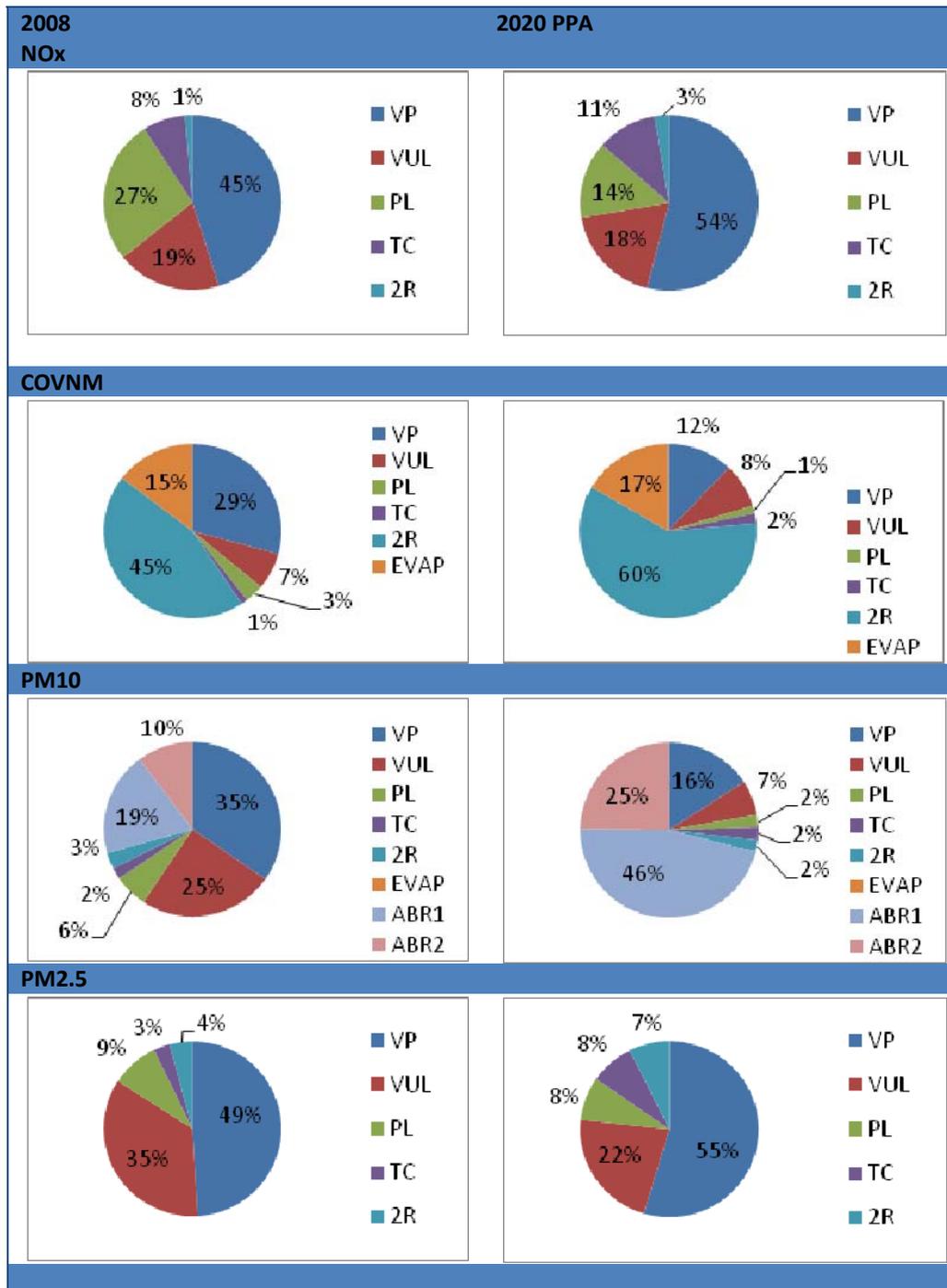


Figure 51 : Contribution des différents types de véhicules aux émissions de polluants (NOx, COVNM, PM₁₀ et PM_{2.5}) pour l'année 2008 et le scénario « 2020 + PPA »

La contribution des PL aux émissions de NOx diminue fortement entre 2008 et 2020 pour le scénario « 2020 + PPA » : de presque 30 % à presque 15 %. Celle des VP est en augmentation : de 45 % en 2008 à 54 % en 2020 en raison de la diésélisation du parc.

La contribution des deux-roues aux émissions de COVNM augmente fortement (de 45 % en 2008 à plus de 60 % en 2020) ; celle des VP diminue (de presque 30 % à 12 %). La part de l'évaporation dans les émissions de COVNM reste stable.

La contribution des VUL aux émissions de particules PM_{2.5} diminue (de 35 % en 2008 à un peu plus de 20 % en 2020) ; celle des VP, TC et 2R augmente. La part de l'abrasion dans les émissions de particules PM₁₀ liées au trafic routier passe de presque 30 % en 2008 à un peu plus de 70 % en 2020 sous le scénario PPA-2020.

Les émissions du trafic routier en 2015

Le scénario 2015+PPA prend essentiellement en compte l'évolution prévisible du parc technologique résultant de l'application des normes européennes. En l'absence d'éléments d'évolution du trafic routier d'ici à 2015, une hypothèse concernant le volume du trafic routier en Ile-de-France à l'horizon 2015 a été prise : il est supposé identique à celui observé en 2008. De même, le parc roulant « 2015+PPA » est supposé identique au parc roulant 2008. Les réductions d'émissions relatives à l'objectifs n°1 et à la sensibilisation des automobilistes à l'éco-conduite ont été prises en compte dans ce scénario « 2015 + PPA ».

L'évolution des émissions de NO_x, PM₁₀ et PM_{2.5} liées au trafic routier en 2008, 2015 et 2020, selon l'hypothèse PPA, est présentée Figure 52. Les émissions estimées à l'horizon 2015 pour les différents polluants sont intermédiaires, en quantité, entre la situation de référence et les estimations à l'horizon 2020. La baisse la plus importante est néanmoins visible entre l'année 2008 et l'année 2015.

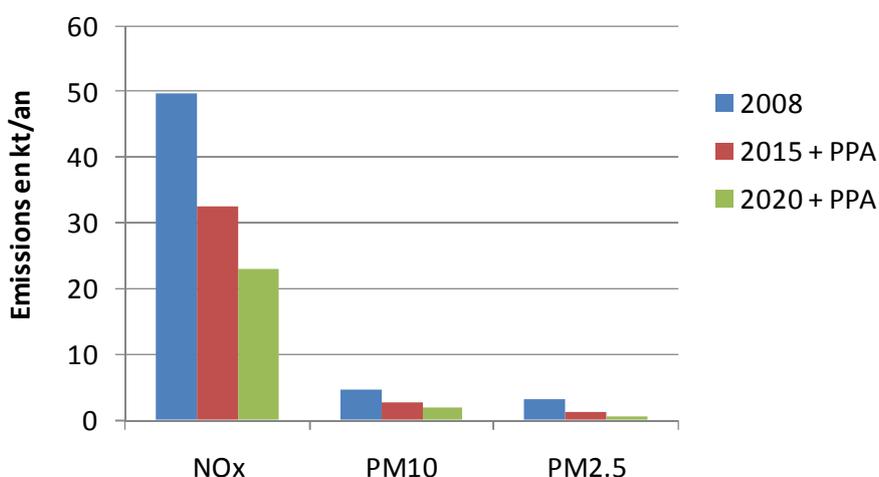


Figure 52 : Emissions de NO_x, PM₁₀ et PM_{2.5} du trafic routier sur l'Ile-de-France, pour l'année 2008 et les scénarios « 2015 + PPA » et « 2020 + PPA »

L'évolution des émissions entre l'année 2008 et l'année 2015, suivant le scénario « 2015 + PPA » est présentée Figure 53.

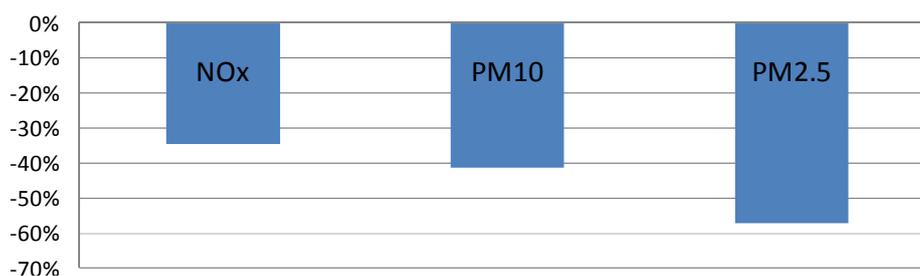


Figure 53 : Différence relative entre les émissions calculées avec le scénario 2015+PPA et le scénario de référence (année 2008)

Avec le scénario 2015 + PPA, les émissions de NO_x liées au trafic routier diminuent sur l'ensemble de l'Ile-de-France de plus de 30 % par rapport à 2008 ; celles de PM₁₀ et de PM_{2.5} respectivement de plus de 40 % et de presque 60 %.

Les Figure 54 et Figure 55 présentent l'évolution des émissions pour chaque polluant par type de véhicules, et type d'émissions (VP, VU, PL, TC, 2R = émissions liées à la combustion des véhicules particuliers, véhicules utilitaires, poids lourds, transports en commun, deux roues ; ABR1 = émissions liées à l'abrasion des pneus et freins ; ABR2 = émissions liées à l'abrasion des routes).

Les différences d'évolution des émissions de polluants entre 2008 et 2015 selon les types de véhicules sont présentées à la Figure 54. Ces différences proviennent de plusieurs facteurs (voir commentaires faits pour les scénarios 2020).

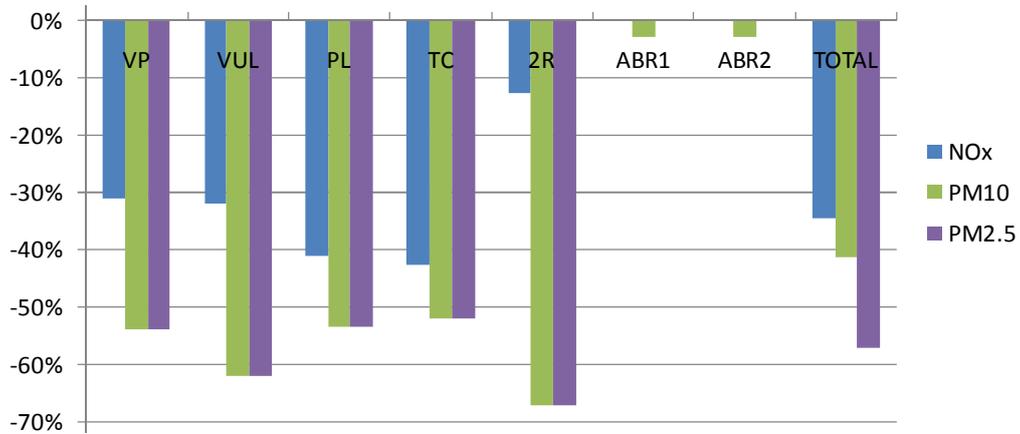
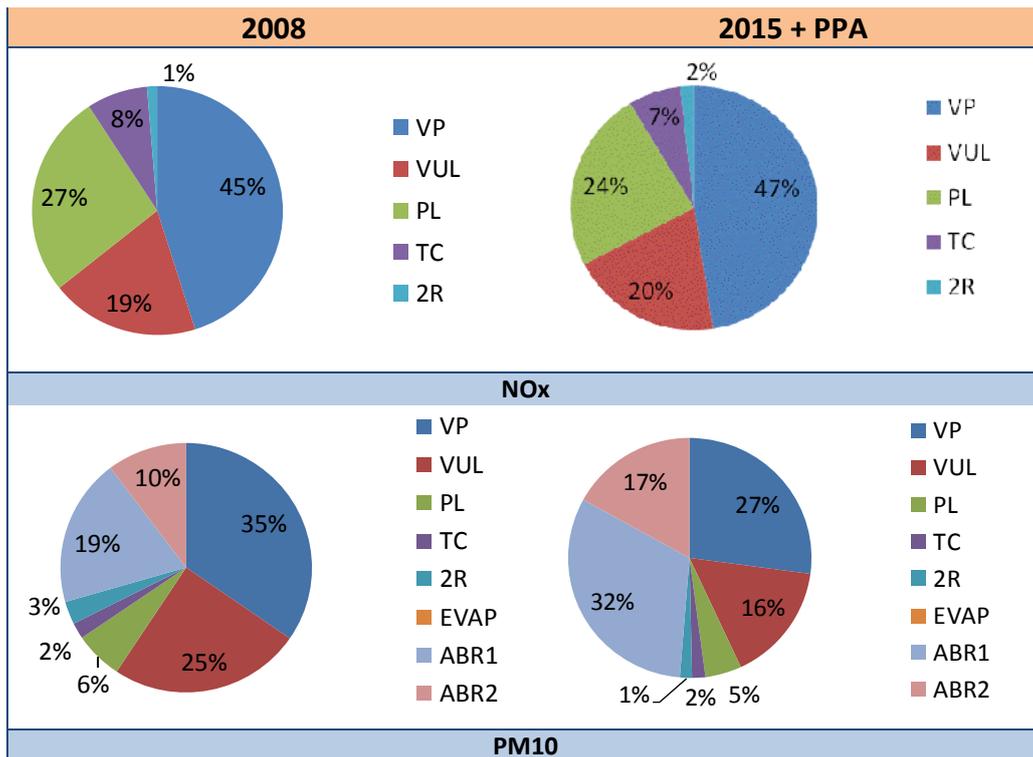


Figure 54 : Différence relative entre les émissions de polluants (NOx, PM₁₀ et PM_{2.5}) sous le scénario 2015+PPA et l'année 2008

Ces différences d'évolution conduisent à une contribution des différents types de véhicules au bilan des émissions différent en 2015 par rapport à 2008.



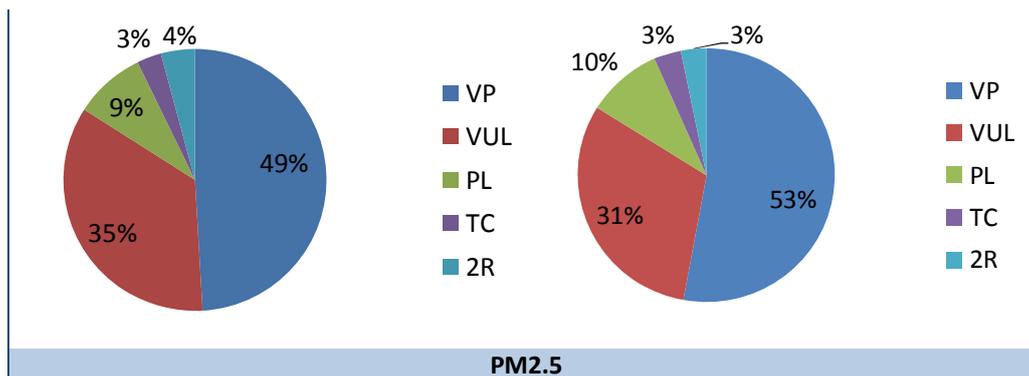


Figure 55 : Contribution des différents types de véhicules aux émissions de polluants (NO_x, PM₁₀ et PM_{2.5}), à gauche : scénario de référence (2008), à droite : scénario « 2015+PPA »

La répartition des émissions de NO_x en fonction du type de véhicules est très similaire entre l'année 2008 et l'année 2015 simulée suivant le scénario 2015 + PPA. Les véhicules particuliers représentent dans les deux cas presque 50 % des émissions de NO_x, les poids lourds étant les deuxièmes contributeurs avec environ un quart des émissions.

La contribution des véhicules utilitaires légers aux émissions de particules PM_{2.5} diminue légèrement entre 2008 et 2015 ; celle des véhicules particuliers et des poids lourds augmente. La part de l'abrasion dans les émissions de particules PM₁₀ liées au trafic routier passe de presque 30 % en 2008 à presque 50 % en 2015 sous le scénario 2015 + PPA. Pour rappel, l'évolution technologique du parc automobile n'impacte pas ce type d'émission.

III.4.7 Mesure d'accompagnement n°1 - Sensibiliser les automobilistes franciliens à l'éco-conduite

A- Description de la mesure

Un support communiquant sur l'éco-conduite sera réalisé sur la base des travaux déjà engagés au sein de l'ADEME. Cela permettra de sensibiliser un nombre croissant de conducteurs franciliens à cette pratique qui permet de réduire les consommations ainsi que les émissions de polluants atmosphériques. L'objectif est que 25 % des automobilistes soient des éco-conducteurs d'ici 2020.

Des formations à l'éco-conduite doivent être développées à destination de certaines professions (taxis, transporteurs, moniteurs d'auto-école, agents de l'État « grands rouleurs ») et à destination du grand public par l'intermédiaire d'actions volontaires des assureurs.

B- Evaluation de la mesure

Les études menées sur l'éco-conduite montrent qu'un conducteur de véhicule particulier a un potentiel moyen de réduction de sa consommation de carburant de l'ordre de 7 à 10 % en usage moyen.

L'étude des sorties du modèle de calcul des émissions du trafic routier HEAVEN a permis de montrer la corrélation des émissions de NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} et COVNM et des consommations de carburants. Le scénario utilisé pour cet exercice est le scénario 2020 avec l'application du PDU. Pour chaque classe de véhicule, et pour chaque polluant, la corrélation émissions de polluants atmosphériques et consommation de carburant a été étudiée sur les 40 000 brins franciliens modélisés.

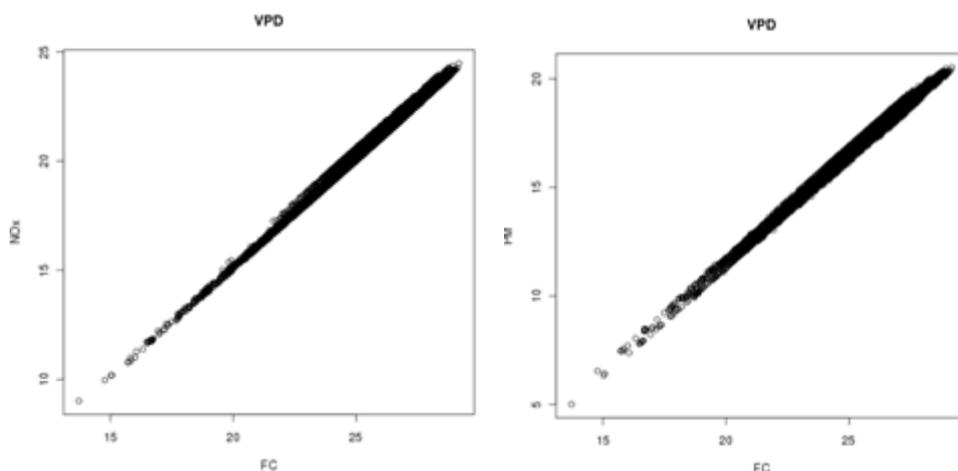


Figure 56 : Emissions de NOx et de Particules des véhicules en fonction de la consommation de gasoil

Les résultats montrent que les réductions de consommations de carburant peuvent être raisonnablement converties directement en gain à l'émission pour les 4 polluants considérés. Selon les hypothèses de la DRIEE Ile-de-France, le chiffre de 7 % de réduction des consommations a été retenu et la cible des automobilistes sensibilisés à l'éco-conduite a été fixée à 25 % en 2020.

L'application de la mesure d'accompagnement relative à l'éco-conduite entraîne respectivement une diminution supplémentaire de 0,7% et de 1,7 % des émissions de NOx, PM₁₀, PM_{2,5} et COVNM du trafic routier par rapport aux scénarios 2015 et 2020 incluant la mise en place de l'objectif n°1 et du PDU.

III.4.8 Mesure d'accompagnement n°3 - Former et informer les agriculteurs sur la pollution atmosphérique, notamment par une incitation à l'acquisition de matériels ou installations limitant les émissions de polluants atmosphériques

A- Description de la mesure

Formation et information

Il est proposé de traiter de la pollution de l'air lorsque des réunions d'information ou des communications sur l'environnement sont réalisées par les chambres d'agriculture ou les DDT. Une plaquette sera réalisée à leur intention par la DRIEE.

De même, la problématique des pratiques agricoles et de la pollution atmosphérique doit être abordée lors de la formation dans les établissements publics locaux d'enseignement et de formation professionnelle agricole. La DRIAFA et les chambres d'agriculture s'assureront que ces sujets sont traités et fourniront les supports de formation nécessaires, en lien avec les DDT, la DRIAFA et la DRIEE.

Le PRAD (Plan Régional pour une Agriculture Durable) prendra en compte les émissions spécifiques de particules dues aux activités agricoles, et proposera des orientations visant à réduire ces émissions.

Cette communication sera également diffusée auprès des entrepreneurs du territoire, les professionnels de l'entretien des forêts et des espaces verts.

Incitation à l'acquisition de matériels performants

Il est proposé :

- d'équiper l'Ile-de-France d'un banc d'essai mobile pour le réglage des moteurs des tracteurs. Ces bancs ont pour but principal de réduire les consommations de carburant des tracteurs ce qui conduit également à une baisse des émissions de polluants atmosphériques (NOx, PM₁₀). Par ailleurs, le passage d'un tracteur sur un banc d'essai peut donner lieu à la délivrance de certificats d'économie d'énergie (fiche IND-UT-06),

- d'aider l'acquisition de matériels d'épandage qui remettent le moins de particules en suspension dans l'air. Ces matériels peuvent être aidés dans le cadre du Plan Végétal Environnement,
- de renforcer les aides aux unités de compostage pour les exploitations agricoles. Ces unités évitent de recourir au brûlage de déchets verts agricoles, pratique qui émet beaucoup de particules dans l'air. Ces unités peuvent être aidées dans le cadre du dispositif PREVAIR (Programme Régional pour l'Élevage, la Valorisation et l'Initiative Rurale, volet 1 ou 2), financé par le Conseil régional et le Fond Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER),
- même si les élevages de porcs sont très peu nombreux en Ile-de-France, il est proposé d'inciter ces exploitations à couvrir leurs fosses à lisier. Une aide est possible dans le cadre du plan de modernisation des bâtiments d'élevage. Par ailleurs, le seul élevage porcin de taille significative qui devrait subsister à terme prépare un projet de méthanisation (financé par PREVAIR).

B- Evaluation de la mesure

Le volet de cette mesure d'accompagnement évalué ici est l'équipement de l'Ile-de-France d'un banc d'essai mobile pour le réglage des tracteurs. Le nombre de tracteurs s'élevait à 15 000 sur l'Ile-de-France en 2005 (source AGRESTE³⁷) et les émissions calculées pour l'Ile-de-France en 2008 représentent 1.3 % des émissions franciliennes de NOx et 2.3 % pour les PM₁₀ (0.6 % en ne considérant que la combustion moteur, hors abrasion des pneus et des freins).

L'évaluation de la réduction des émissions de NOx et de particules liées à la combustion de carburant est effectuée à partir du scénario « 2020 fil de l'eau » et de l'étude des retours d'expériences des régions disposant déjà d'un banc d'essai mobile.

Deux retours d'expériences ont été étudiés, la mise en place d'un banc d'essai en 2008 sur la région Aquitaine et en 2006 sur la communauté de communes l'Argonne Ardennaise (Département 08). Les principaux résultats montrent :

- la possibilité de régler jusqu'à 40 tracteurs par semaine
- un agriculteur sur deux a changé ses pratiques
- un gain après réglage et sensibilisation de 200 litres de fioul par an et par tracteur

Les hypothèses prises en compte pour l'application dans la région Ile-de-France sont :

- Mise en service d'un banc d'essai mobile en 2014
- En accord avec la DRIEE le nombre de tracteurs visés par an est de 1000 au lieu du double en maintenant un rythme de 40 tracteurs par semaine sur l'ensemble de l'année. Ce chiffre tient compte de l'avis de la DRIAF concernant le parc de tracteurs en Ile-de-France qui est très récent (100 % des tracteurs ont moins de 10 ans), le passage sur un banc d'essais moteur aura en moyenne un effet moindre que dans d'autres régions. Le nombre potentiel de tracteurs visé à donc été borné à 50 % du parc en 2020.
- La réduction de consommation moyenne de 200 litres de fioul par tracteur et par an, appliquée au parc francilien par classe de puissance, représente un gain moyen de consommation énergétique de 8 %.

Les résultats de l'évaluation du volet relatif au réglage des tracteurs montrent, à l'horizon 2020, un gain de 3 % des émissions régionales de NOx et de particules dues à l'échappement moteur de l'ensemble des engins spéciaux agricoles (tracteurs, moissonneuses batteuses et autres engins spécifiques).

La mise en place d'un banc d'essai en 2014 a un effet limité sur les émissions des engins spéciaux agricoles en 2015, le gain estimé par rapport au scénario fil de l'eau est de 1% sur les polluants émis à l'échappement par l'ensemble des engins agricoles franciliens.

³⁷ AGRESTE : La statistique, l'évaluation et la prospective agricole du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire

III.4.9 Mesure d'accompagnement n°4 - Réduire les émissions des plates-formes aéroportuaires

A- Description de la mesure

L'objectif de cette mesure est de définir, conjointement avec les acteurs du secteur aéroportuaire (ADP, Fédération Nationale de l'Aviation Marchande et la DGAC) des mesures ou des objectifs permettant de réduire les émissions polluantes sur les plates-formes aéroportuaires, notamment en ce qui concerne :

- les émissions pendant le roulage des avions,
- l'utilisation de moyens de substitution fixes ou mobiles aux auxiliaires de puissance des avions (APU) (conformément à l'arrêté ministériel sur le sujet),
- gestion des flottes (véhicules et engins au sol),
- Plan de Déplacements entreprises (PDE) et Inter-Entreprises (PDIE),
- l'information sur les transports en commun à destination des voyageurs,

Ces mesures et objectifs sont réunis à travers un engagement collectif signé par les acteurs aéroportuaires (ADP, FNAM, DGAC) pour l'amélioration de la qualité de l'air en Ile-de-France.

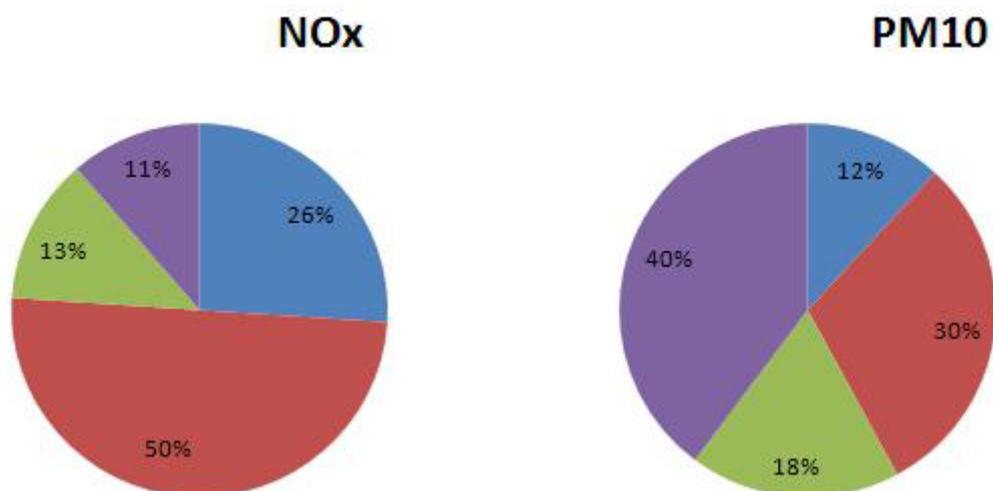
Par ailleurs, en complément des indicateurs relatifs aux émissions de gaz à effet de serre déjà communiqués, il est demandé d'introduire des indicateurs relatifs aux émissions de polluants atmosphériques locaux dans les études et projets soumis à l'avis des commissions consultatives de l'environnement (CEE) des aéroports franciliens ou de l'ACNUSA. Pour les projets de circulation aérienne, seules les modifications de circulation aérienne en dessous de 3 000 pieds sol sont concernées.

Cette indication ne modifie pas la priorisation existante à ce jour qui est de limiter les nuisances sonores pour améliorer la qualité de vie des riverains, avant toute action de diminution des émissions atmosphériques.

B- Evaluation de la mesure

Seuls les volets de la mesure concernant les émissions dues au roulage des aéronefs et aux APU ont été évaluées. Concernant les APU, il convient de se reporter au paragraphe relatif à la mesure réglementaire n°10.

Dans l'inventaire 2008, la part des émissions liées au roulage des avions par rapport aux émissions du cycle LTO (landing-take off cycle) total représentent environ 95 % des émissions de COVNM, 40 % des émissions de particules et 11 % des émissions de NOx.



COVNM

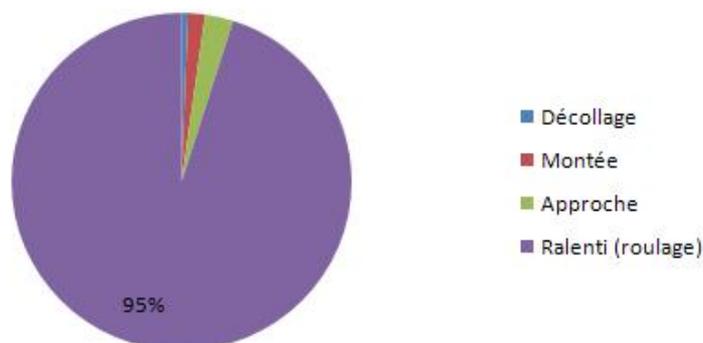


Figure 57 : Part des émissions liées à chacune des phases du cycle LTO pour l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle (Inventaire 2008 AIRPARIF)

L'introduction d'une mesure concernant la réduction du temps de roulage des avions aura donc un effet plus important sur les émissions de COVNM que sur les NOx liées au trafic aérien.

Dans le cadre de l'élaboration du scénario fil de l'eau, un abaissement de 10 % du temps de roulage a été intégré par rapport au temps de roulage utilisé dans l'inventaire 2008. Cette baisse de 10 % du temps de roulage correspond à un engagement d'ADP pris pour la plateforme Roissy Charles de Gaulle dans le cadre de la Convention du 28 janvier 2008. ADP s'est en effet engagé à réduire de 10 % le temps de roulage sur la plateforme de Paris CDG avant 2015 par la mise en œuvre de la Gestion Locale des Départs Collaborative.

Dans le cadre du scénario « 2020 + PPA », la DGAC prévoit un abaissement supplémentaire de 10 % du temps de roulage sur la période 2015 -2020 pour l'aéroport de Roissy Charles Gaulle. Concernant l'aéroport d'Orly aucune modification sur le temps de roulage n'a été introduite entre 2008 et les deux scénarios testés à l'horizon 2020, faute d'information.

Les résultats de l'évaluation de la baisse du temps de roulage sur l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle montrent un gain, à l'horizon 2020, de 2 % sur les émissions de NOx (soit environ 100 tonnes de gain), 6 % sur les émissions de PM₁₀ (soit environ 10 tonnes) et 18 % sur les émissions de COVNM (soit environ 100 tonnes) liées au trafic aérien sur la plateforme par rapport au scénario fil de l'eau.

A l'horizon 2015, seule la baisse de 10% du temps de roulage entre 2008 et 2015 est prise en compte. Cette baisse permet d'obtenir des gains en 2015 de 1% sur les émissions de NOx, 2% sur les émissions de PM₁₀ et 10% sur les émissions de COVNM liées au trafic aérien sur la plateforme de Roissy-Charles-de-Gaulle par rapport au scénario fil de l'eau 2015.

III.4.10 Mesure d'accompagnement n°5 - Réduire les émissions de particules dues aux chantiers

A- Description de la mesure

Les chantiers sont des contributeurs importants aux émissions de particules, tant par la mise en suspension de poussières que par les émissions des engins de chantiers qu'ils génèrent. Des dispositifs existent pour limiter ces émissions : pulvérisation contrôlée d'eau, concassage de matériaux par pression et non par choc, équipement des installations de concassage et des silos de matériaux d'un dispositif de dépoussiérage, protection des dépôts de gravats du vent, humidification et limitation de la vitesse sur les pistes de chantier, nettoyage des roues des engins sortant du chantier, utilisation d'engins électriques ou équipés d'un filtre à particules, système de consigne des palettes pour éviter leur brûlage à l'air libre...

Il est proposé :

- que les marchés de travaux publics comportent un Schéma d'Organisation Environnementale (SOE), dont un des documents est le SORAC (Schéma d'Organisation du Respect de l'Air par le Chantier). Concrètement, cela implique que le Règlement de Consultation impose que le candidat présente dans son offre les moyens qu'il compte mettre en œuvre pour limiter les émissions de poussières. Dans le CCTP, un article spécifique doit être consacré au SOE, et indiquer notamment l'ensemble des points qui devront être analysés par l'entreprise et le maître d'œuvre dans le but de réduire leurs émissions de poussières (selon un guide à élaborer),
- que les engins de chantiers employés dans la zone sensible (agglomération parisienne), dans le cadre de marchés publics, soient équipés d'un filtre à particules répondant à la réglementation sur les Engins Mobiles Non Routiers.

Les maires pourront utilement prendre des arrêtés municipaux pour imposer ces dispositions.

Par ailleurs, les études d'impact des projets franciliens doivent comporter un chapitre consacré aux mesures de réduction des émissions de poussières lors du chantier.

B- Evaluation de la mesure

Seules les émissions de poussières générées par les activités de chantiers sont prises en compte dans l'inventaire des émissions. Un facteur d'émission national (CITEPA) permet d'estimer la quantité de particules émises par unité de surface de chantier. Les émissions liées à la combustion (engins, groupes électrogènes ou brûlage à l'air libre) ne sont pas estimées, faute de données.

Les guides de bonnes pratiques qui peuvent être mises en place sur les chantiers pour réduire les émissions de polluants atmosphériques, et en particulier de particules, rendent compte d'un nombre important de mesures qui ont été adoptées en Suisse et dans la ville de Londres.

Ces mesures sont variées et concernent l'ensemble des étapes responsables des émissions de particules : concassage de matériaux par pression et non par choc, protection des dépôts de gravats du vent, pulvérisation contrôlée d'eau...

Cette étude bibliographique n'a pas permis d'estimer les gains attendus en termes de réduction des émissions. Les émissions de particules dues aux activités de chantiers sont diffuses (non canalisés) et sont donc difficilement mesurables. En l'absence d'éléments quantitatifs probants et en accord avec la DRIEE-IF, il a été décidé d'affecter à cette mesure, comportant plusieurs actions, un objectif de réduction de 10 % des émissions de PM₁₀. Cette réduction est considérée comme effective dès 2015.

III.5 Les inventaires 2015 et 2020 selon le scénario PPA

III.5.1 Les émissions de NOx aux horizons 2015 et 2020 selon les mesures du PPA

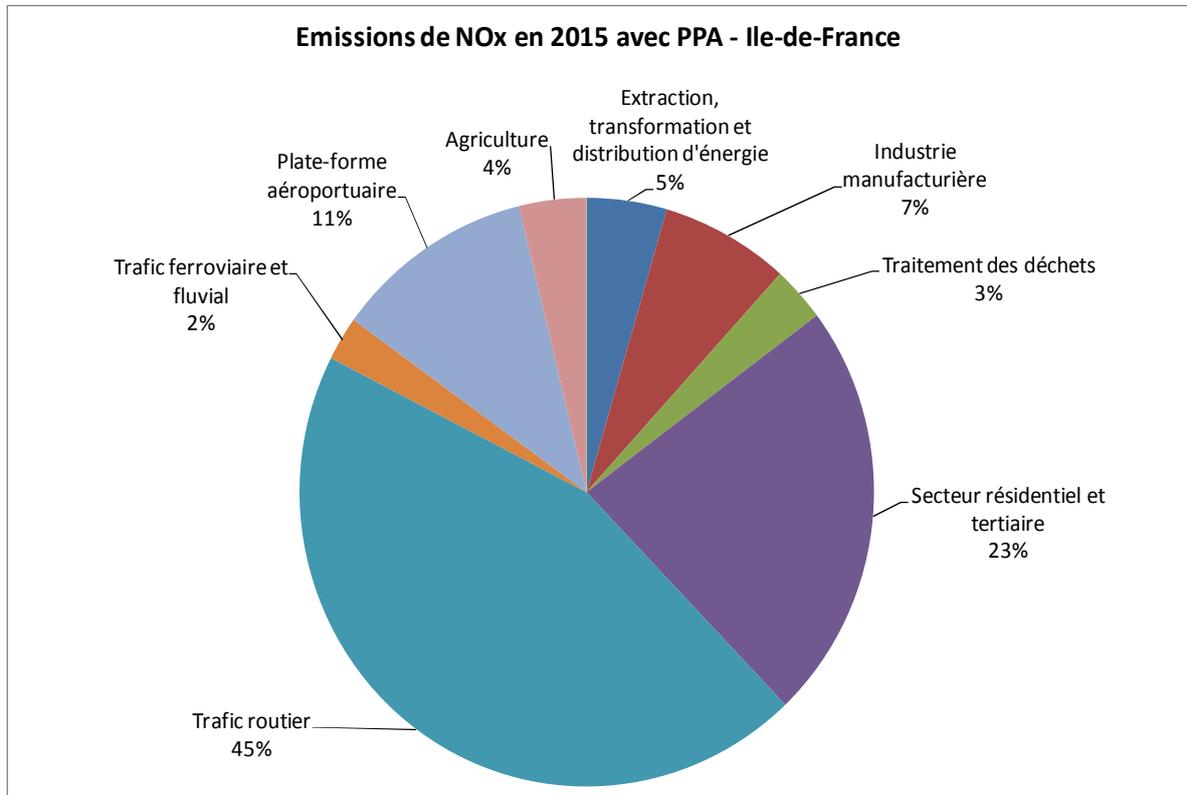


Figure 58 : Emissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2015 selon le scénario « 2015 + PPA »

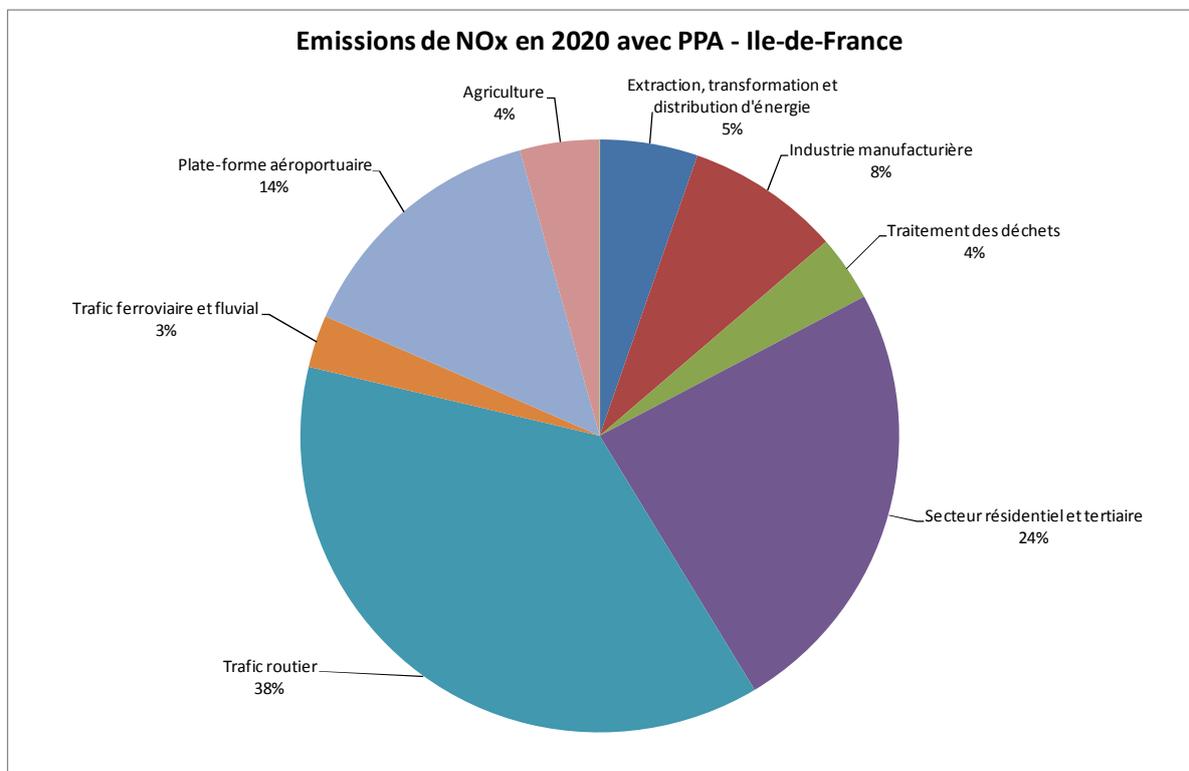


Figure 59 : Emissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2020 selon le scénario « 2020 + PPA »

Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) en Ile-de-France représentent 74 kt en 2015 et 62 kt en 2020.

Les sources de NO_x présentent des répartitions très similaires entre 2015 et 2020 lorsque les mesures du PPA sont prises en compte (Figure 58 et Figure 59). La principale différence concerne la quantité totale de NO_x émise qui diminue fortement entre ces deux années.

En 2020, avec les mesures du PPA, la répartition des émissions de NO_x, à l'échelle régionale, par source d'activité évolue peu par rapport au scénario « 2020 fil de l'eau » (Figure 59).

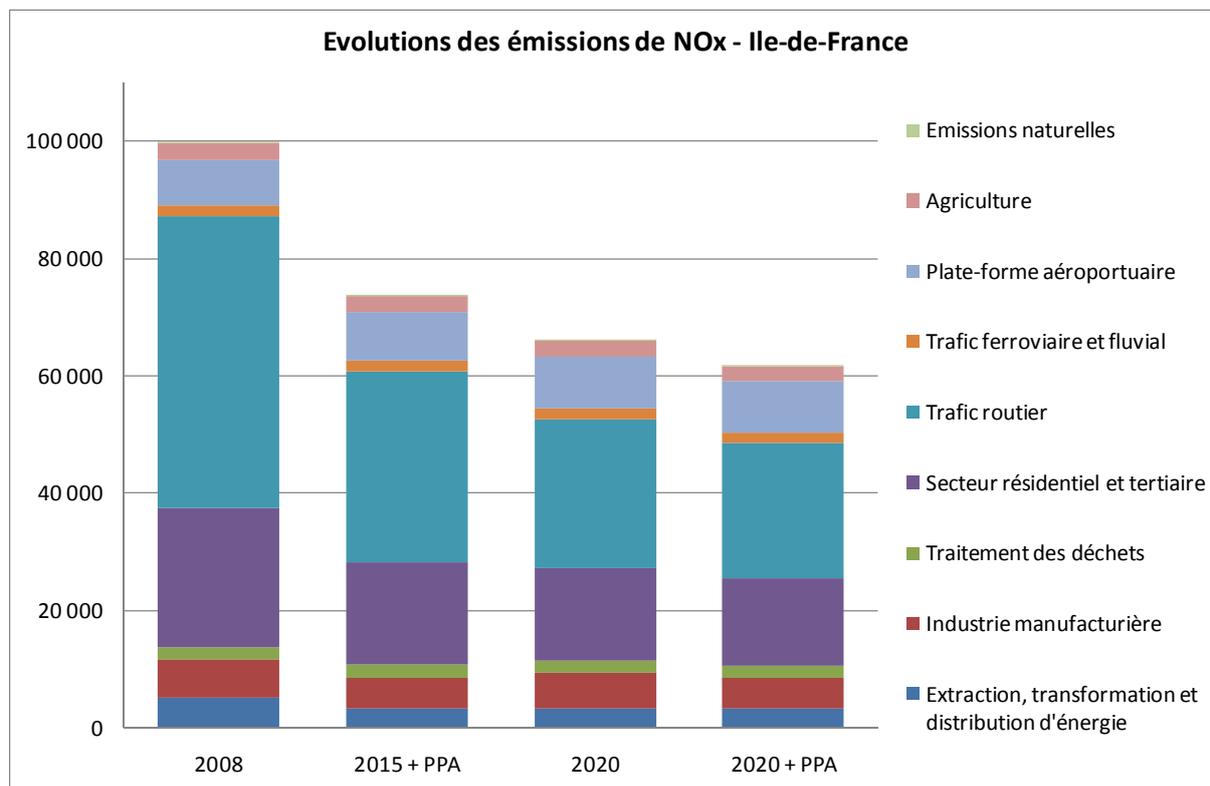


Figure 60 : Evolution des émissions de NO_x (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau et PPA) – Point d'étape en 2015 avec le scénario PPA.

Les émissions de NO_x franciliennes calculées selon le scénario « 2020 + PPA » montrent une diminution de 6 % par rapport au scénario « 2020 fil de l'eau » et de 38 % par rapport à la situation de référence 2008. En 2015, avec le scénario « 2015 + PPA », une diminution de l'ordre de 27 % par rapport à 2008 est observée (Figure 60). Le scénario « 2020 + PPA » apporte donc une baisse supplémentaire de 15 % par rapport au scénario « 2015 + PPA ». La baisse la plus forte a lieu entre 2008 et 2015 car plusieurs mesures du PPA doivent être effectives dès 2015.

Ces baisses d'émissions prévues à l'horizon 2015 ne permettent pas de respecter, sur l'Ile-de-France, l'objectif fixé d'une réduction de 40 % des NO_x à l'horizon 2015, par le Grenelle de l'environnement des Directives Plafonds (NEC) et le Plan Particules (réductions applicables aux émissions françaises).

Pour les deux échéances considérées, 2015 et 2020, les secteurs d'activité pour lesquels les réductions des émissions sont les plus importantes sont le trafic routier et l'industrie manufacturière. Pour ces deux secteurs, lorsque les mesures du PPA sont prises en compte, la baisse la plus importante a lieu entre 2008 et 2015. Cette diminution est moins forte entre 2015 et 2020.

Une comparaison entre les émissions à l'horizon 2020, avec le scénario fil de l'eau, d'une part, et avec le scénario « 2020+PPA » d'autre part, permet d'estimer l'impact des mesures du PPA à l'horizon 2020. Ainsi,

avec les mesures du PPA, les émissions régionales de NOx du trafic routier baissent de 10 % par rapport au scénario fil de l'eau 2020. Cette réduction intègre les objectifs du PDUIF, la mise en place de restriction de circulation des véhicules et de la mesure d'accompagnement relative à l'éco-conduite. L'objectif fixé par la mise en place de restriction de circulation des véhicules les plus polluants dans le cœur dense de l'Île-de-France permet d'atteindre, en complément des autres actions, une réduction de 15 % des émissions de NOx dans la zone Paris et Petite Couronne. Les émissions de NOx de l'industrie manufacturière baissent de 13 % par rapport au scénario fil de l'eau grâce à la mise en œuvre de la mesure réglementaire relative aux installations fixes de combustion.

Tous secteurs confondus, la baisse des émissions de NOx induites à l'horizon 2020 par les mesures du PPA, atteint 6 % pour l'échelle régionale, et 10 % pour l'échelle de Paris et la Petite Couronne.

III.5.2 Les émissions de particules aux horizons 2015 et 2020 selon les mesures du PPA

Les émissions PM₁₀ en Ile-de-France pour les années 2015 et 2020 avec l'application du PPA, représentent respectivement 14 kt et 13 kt.

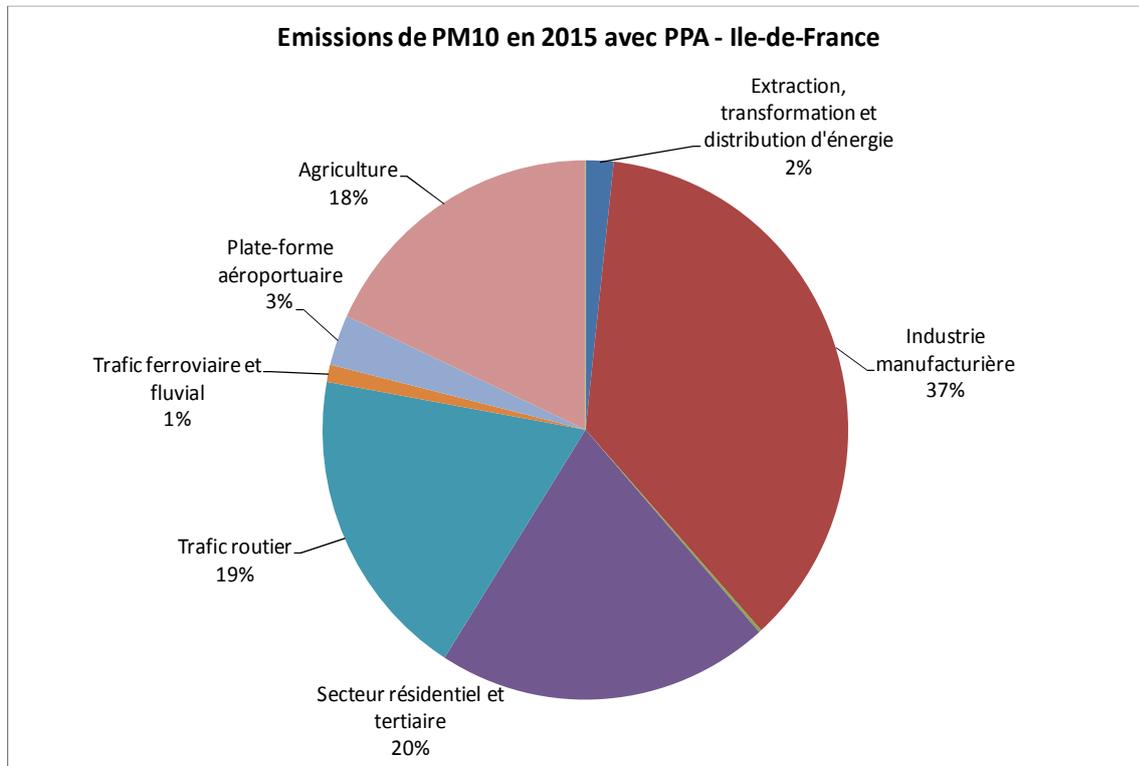


Figure 61 : Emissions de PM₁₀ en Ile-de-France pour l'année 2015 selon le scénario « 2015 + PPA »

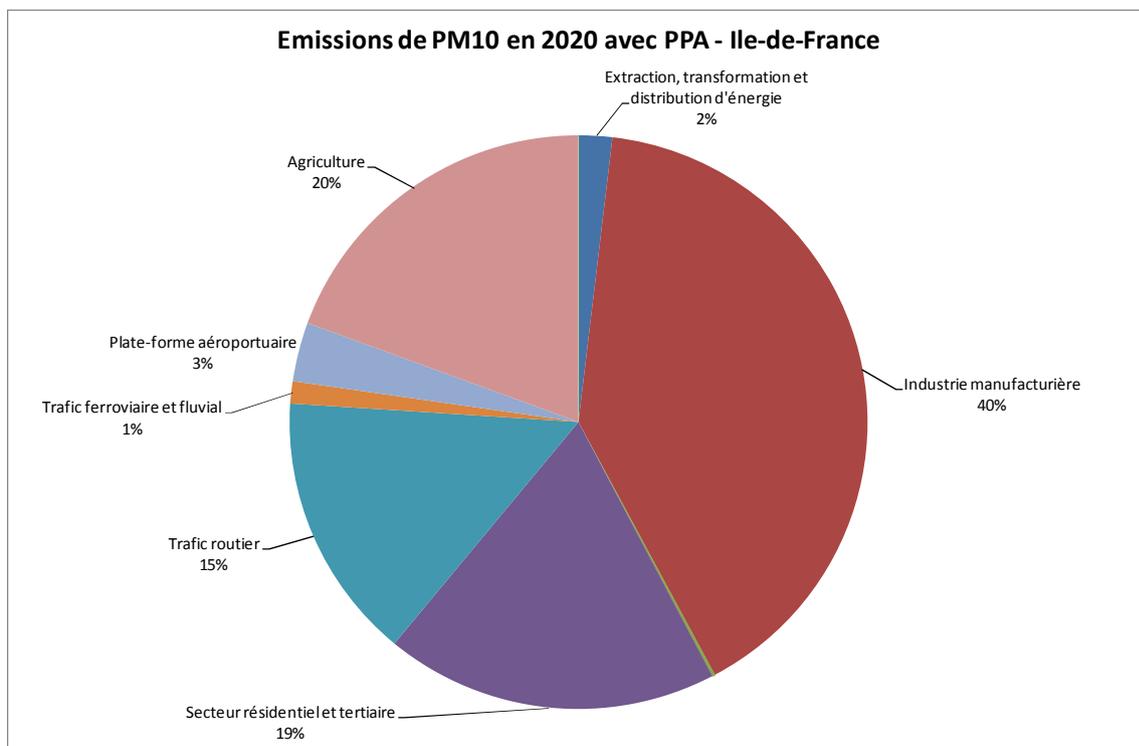


Figure 62 : Emissions de PM₁₀ en Ile-de-France pour l'année 2020 selon le scénario « 2020 + PPA »

Les émissions $PM_{2.5}$ en Ile-de-France pour les années 2015 et 2020 avec l'application du PPA, représentent respectivement 8 kt et 7 kt.

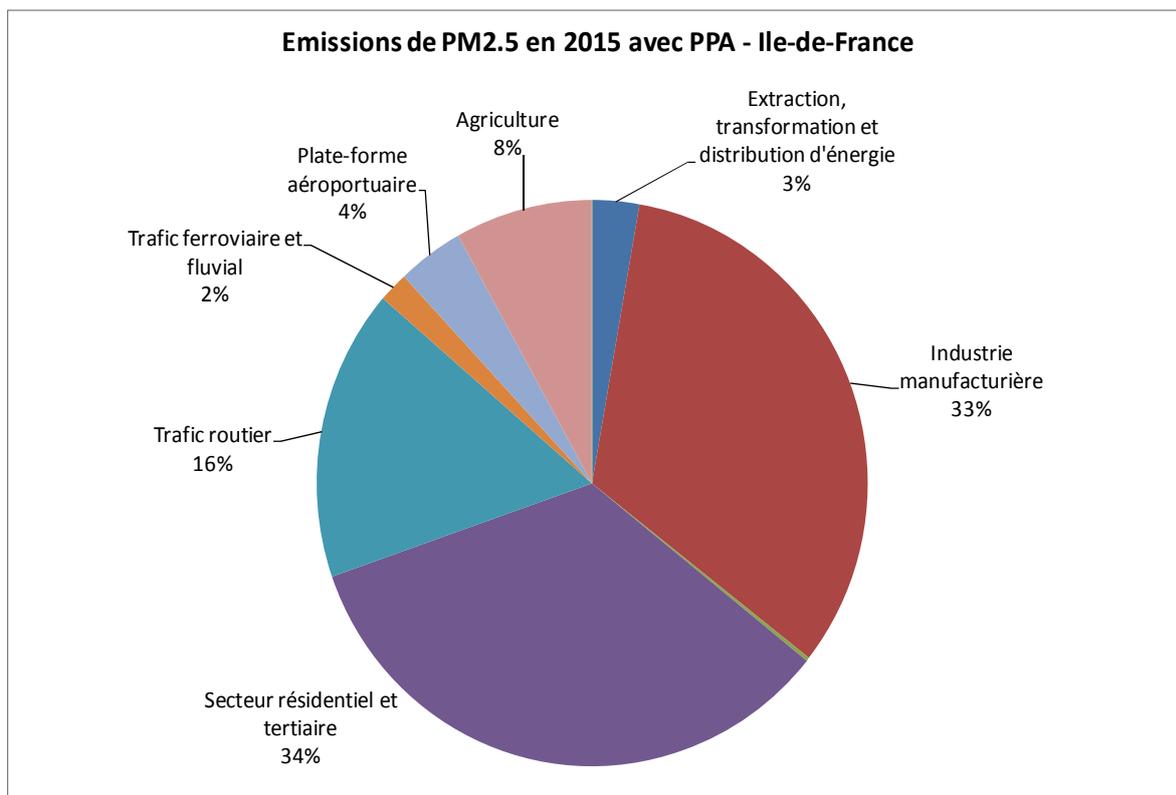


Figure 63 : Emissions de $PM_{2.5}$ en Ile-de-France pour l'année 2015 selon le scénario « 2015 + PPA »

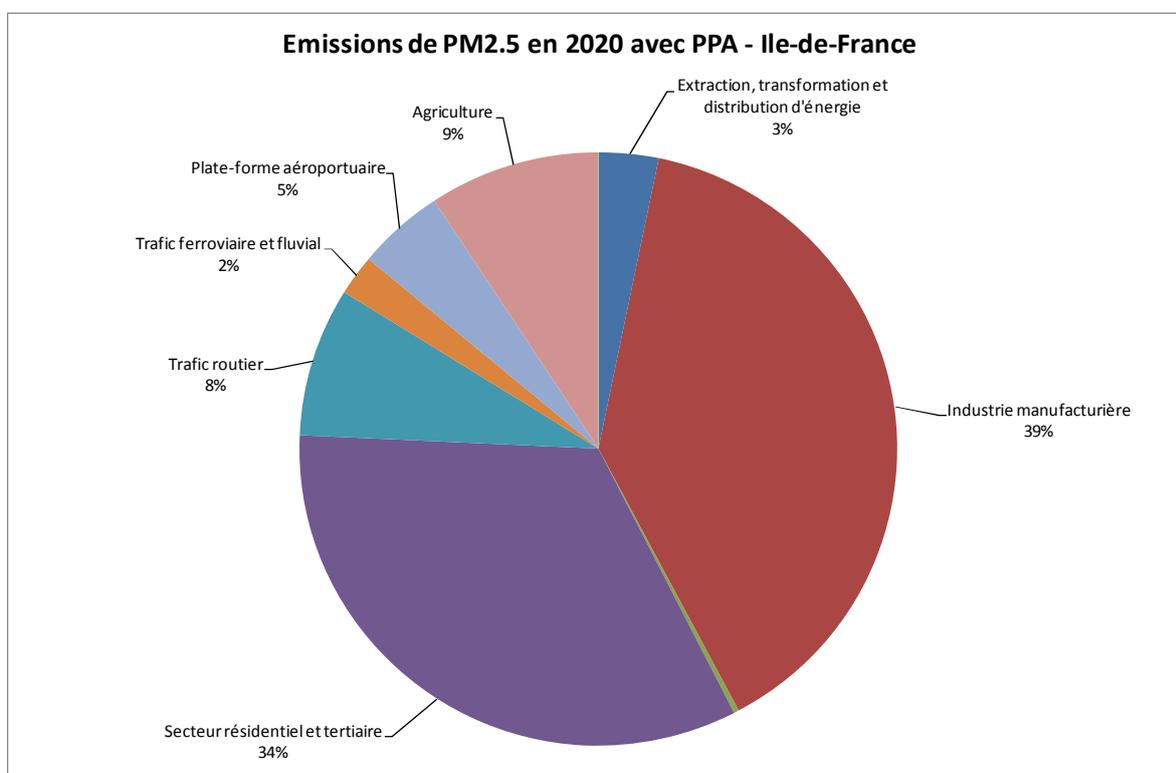


Figure 64 : Emissions de $PM_{2.5}$ en Ile-de-France pour l'année 2020 selon le scénario « 2020 + PPA »

Les émissions franciliennes de PM₁₀ calculées selon les scénarios « 2015 + PPA » et « 2020 + PPA » diminuent respectivement de 23 et 29 % par rapport à la situation de référence 2008. Entre les scénarios « 2015 + PPA » et « 2020 + PPA » la baisse des émissions de PM₁₀ est de l'ordre de 8 %. En ce qui concerne les PM_{2.5}, la baisse des émissions atteint 33 % entre les scénarios « 2015 + PPA » et l'année de référence 2008. Une baisse supplémentaire de 15 % est observable entre les années 2015 et 2020 lorsque les mesures du PPA sont prises en compte.

Les émissions de particules subissent une baisse très importante entre 2008 et 2015, lorsque les mesures du PPA sont appliquées ; ceci est particulièrement vrai pour le secteur résidentiel et tertiaire et le trafic. Dans le cas du secteur résidentiel, certaines mesures contraignantes sont applicables dès 2013 comme l'interdiction de mise en service de nouvelles installations de combustion de bois à partir de 2013 ; d'où une diminution importante des émissions de particules dès 2015.

Mais, les baisses des émissions prévues à l'horizon 2015 à l'échelle de l'Île-de-France (23 % pour les PM₁₀ et 33 % pour les PM_{2.5}) par rapport à l'inventaire 2008 ne permettent pas de respecter l'objectif fixé d'une réduction de 30 % des émissions de particules à l'horizon 2015, par le Grenelle de l'environnement des Directives Plafonds (NEC) et le Plan Particules (réductions applicables à l'échelle française).

Avec le scénario « 2020+PPA », la répartition régionale des émissions de PM₁₀ par grands secteurs d'émissions montre un net recul de la contribution du secteur résidentiel et tertiaire par rapport au scénario 2020 fil de l'eau. Les émissions de PM₁₀ de ce secteur ne représentent plus que 19 % contre 23 % pour le scénario fil de l'eau des émissions franciliennes (Figure 65).

Cette tendance est plus significative pour les émissions de PM_{2.5} où la contribution du secteur résidentiel et tertiaire passe de 40 % pour le scénario fil de l'eau 2020 à 34 % pour le scénario 2020 avec PPA (Figure 66). Pour rappel, les émissions de PM_{2.5} sont principalement issues de la combustion contrairement aux PM₁₀ qui sont émises par un spectre plus large de sources avec notamment l'abrasion due au trafic routier. L'impact de la mesure du PPA réglementant la combustion de biomasse est donc plus visible sur les émissions régionales de PM_{2.5}.

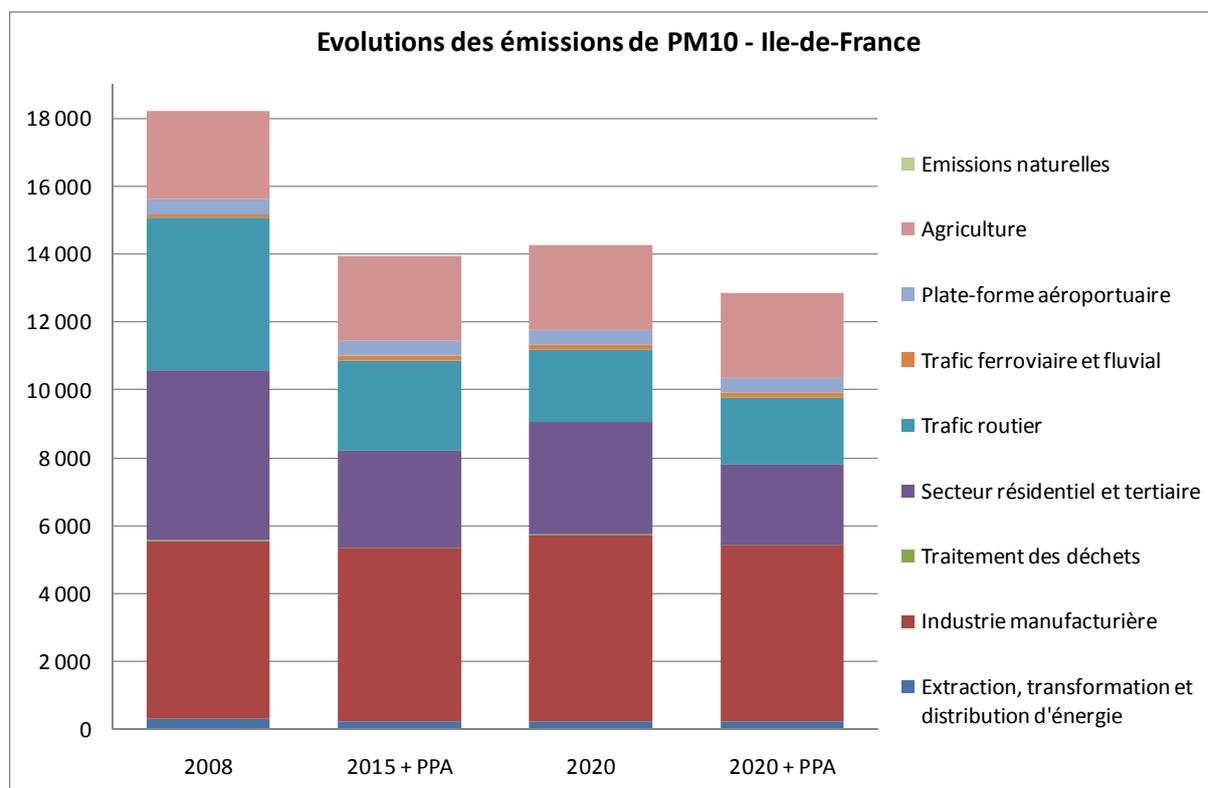


Figure 65 : Evolution des émissions de PM₁₀ (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau et PPA) – Point d'étape en 2015 avec le scénario PPA.

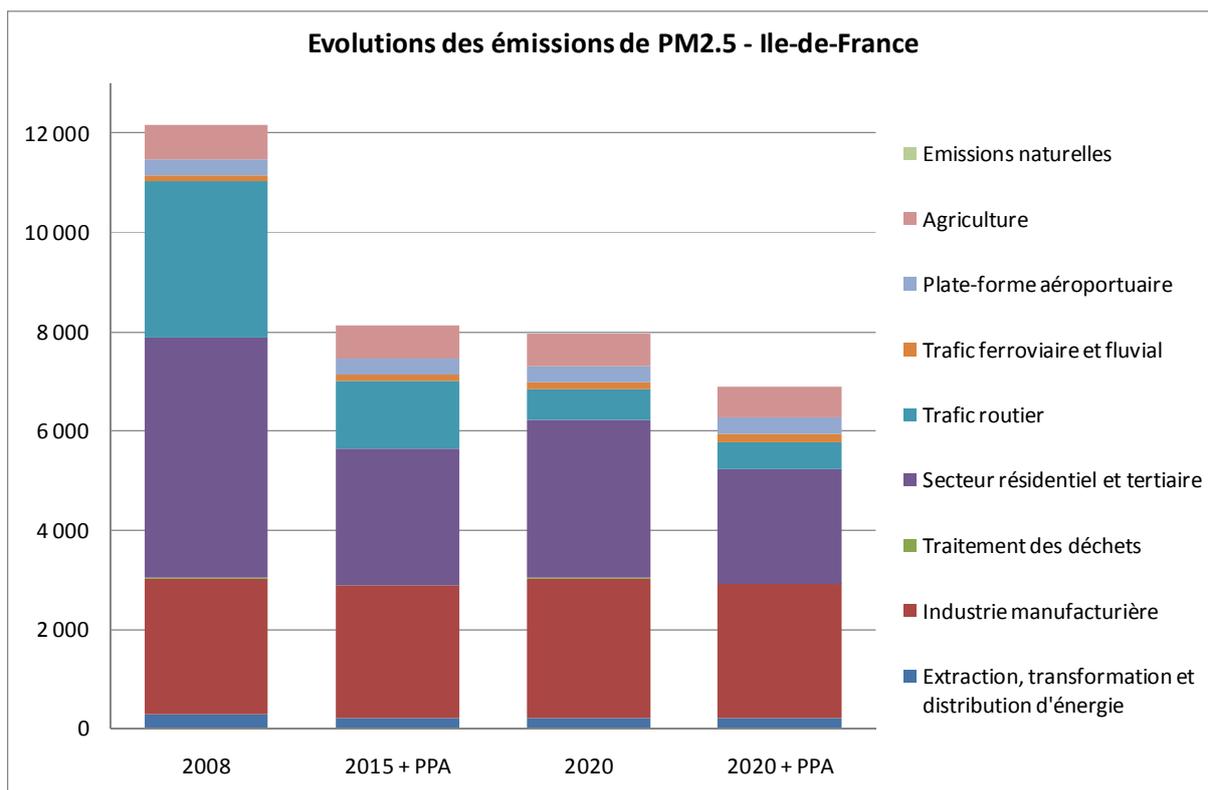


Figure 66 : Evolution des émissions de PM_{2.5} (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau et PPA) – Point d'étape en 2015 avec le scénario PPA.

Les émissions franciliennes de PM₁₀ et de PM_{2.5} calculées selon le scénario « 2020 + PPA » diminuent respectivement de 10 % et 13 % par rapport au scénario « 2020 fil de l'eau » et de 29 % et 43 % par rapport à la situation de référence 2008.

La mesure réglementaire relative au chauffage au bois permet de 60 % de la diminution des émissions de PM₁₀ régionales par rapport au scénario fil de l'eau. Ce chiffre monte à 80 % pour les émissions de PM_{2.5}. Les gains complémentaires sont à mettre au crédit des mesures relatives au trafic routier et aux valeurs limites d'émission des installations fixes.

III.5.3 Les émissions de COVNM à l'horizon 2020 + PPA

Les émissions de composés organiques volatils (COVNM) en Ile-de-France pour l'année 2020 représentent 73kt.

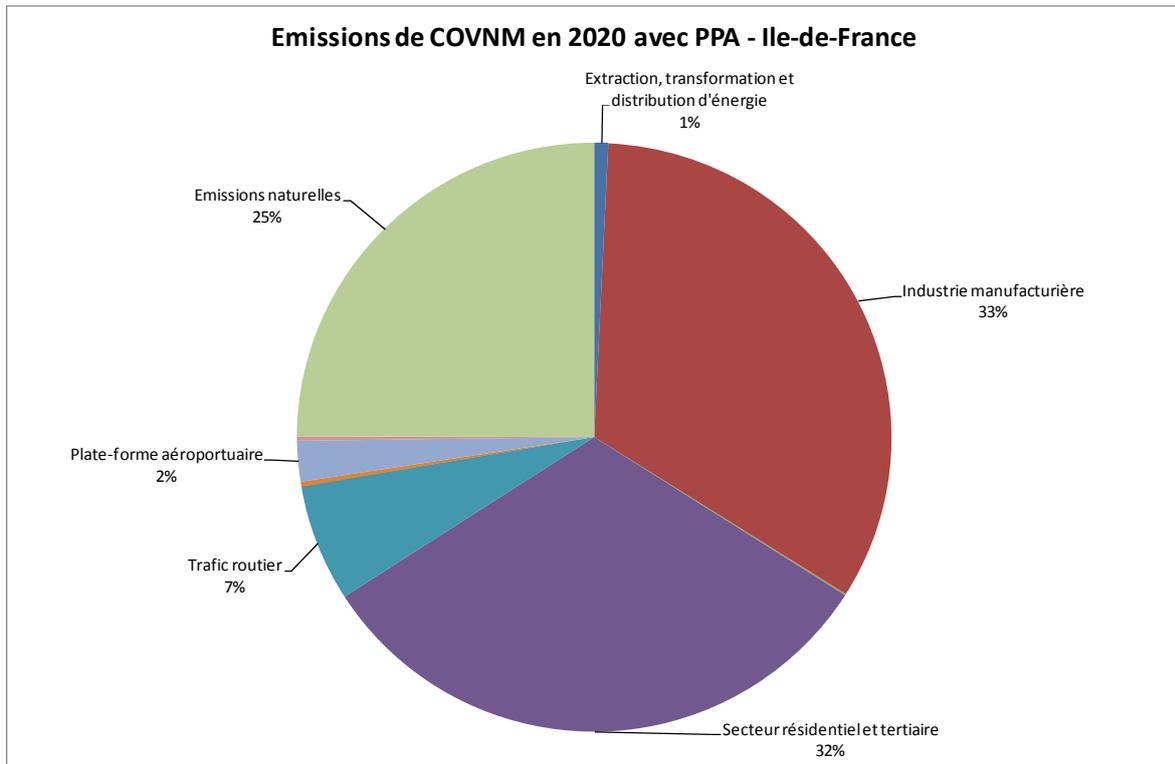


Figure 67 : Emissions de COVNM en Ile-de-France pour l'année 2020 selon le scénario « 2020 + PPA »

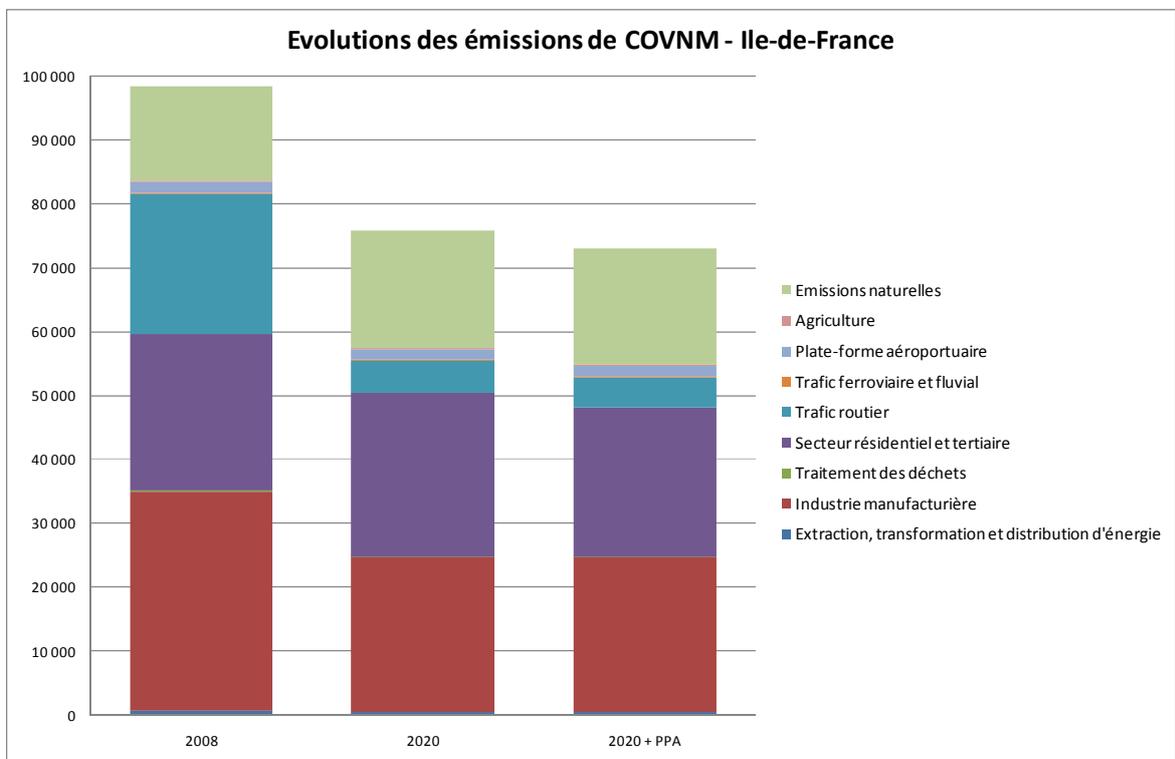


Figure 68 : Evolution des émissions de COVNM (tonnes/an) en Ile-de-France entre 2008 et 2020 (scénario fil de l'eau et PPA)

Les émissions de COVNM franciliennes calculées selon le scénario « 2020 + PPA » montrent une diminution de 4 % par rapport au scénario « 2020 fil de l'eau » et de 26 % par rapport à la situation de référence 2008.

Les émissions de COVNM n'étaient pas spécifiquement ciblées dans les mesures du PPA. Cependant la diminution de 4 % par rapport au scénario fil de l'eau est à mettre au crédit de la restriction de l'usage du bois de chauffage. Cette mesure du PPA permet de réduire les émissions de COVNM de plus de 2 000 tonnes par an. En effet, la combustion du bois en foyer ouvert est non seulement fortement émettrice de particules, mais également de COVNM.

IV. Bilan de la qualité de l'air en 2020

La qualité de l'air a été estimée en 2020 à partir du scénario fil de l'eau et du scénario prenant en compte les mesures du PPA ; elle n'a pas été déterminée à l'horizon 2015.

IV.1 Hypothèses

Hypothèses retenues pour la modélisation des concentrations en situation de fond

Comme indiqué au Chapitre II, la cartographie des niveaux de fond est obtenue à partir des données de modélisation issues de la plateforme Esmeralda corrigées par les concentrations annuelles mesurées sur les différents sites du réseau de mesure.

En situation prospective (horizon 2020), la difficulté est de ne pas disposer d'observations. Une correction est néanmoins appliquée sur ces cartes à l'horizon 2020 en utilisant les ratios obtenus à partir des simulations avec et sans observations pour l'année de référence. Les ratios correctifs sont calculés pour chaque maille des cartes de l'année de référence (carte de 50 x 50m) et appliqués aux cartes 2020. L'hypothèse principale est que le modèle se trompe de manière identique à niveaux de pollutions comparables. Cette hypothèse est raisonnable compte tenu du fait que les concentrations de polluants restent dans la même gamme de valeurs. Des compléments sur l'évaluation du modèle et des facteurs correctifs apportés directement en sortie de la modélisation sont donnés en annexe.

Afin de tracer les cartes de $PM_{2.5}$ en situation de fond, le ratio $PM_{2.5}/PM_{10}$ calculé à partir des données du réseau de mesure, est nécessaire. Comme ce ratio ne peut être calculé en 2020, la valeur de 0.68, calculée pour 2009, est utilisée pour réaliser les cartes de $PM_{2.5}$ en 2020. Ce ratio étant très constant d'une année sur l'autre et d'une station à l'autre, il est considéré que cette hypothèse n'induit pas de biais important.

Hypothèses retenues pour la modélisation des concentrations en proximité du trafic routier

Les concentrations moyennes annuelles en NO_x « au droit des axes » étant estimées par le logiciel STREET à partir des émissions de NO_x calculées par le système HEAVEN pour l'année 2020, le passage aux concentrations en NO_2 nécessite de connaître l'évolution du rapport NO_2/NO_x à proximité du trafic routier d'ici à 2020. Ce ratio NO_2/NO_x est calculé sur la base des concentrations relevées sur les stations trafic en Ile-de-France, après avoir retranché les teneurs de fond, ceci pour se rapprocher le plus possible du ratio NO_2/NO_x à l'émission. Le ratio NO_2/NO_x en 2020 est obtenu par extrapolation linéaire de la tendance observée entre 1998 et 2008. Selon ces estimations issues des mesures, alors que le ratio NO_2/NO_x à proximité du trafic représentait moins de 10 % en 1998, celui-ci a plus que doublé en 10 ans (23,4 % en 2010) ; le ratio NO_2/NO_x en proximité au trafic serait égal à environ 39 % en 2020 (Tableau 35).

Année	Ratio NO_2/NO_x	Type d'estimation
1998	0.0921	Mesures
1999	0.096	Mesures
2000	0.1108	Mesures
2001	0.1166	Mesures
2002	0.1313	Mesures
2003	0.1518	Mesures
2004	0.1604	Mesures
2005	0.1733	Mesures
2006	0.1988	Mesures
2007	0.2154	Mesures
2008	0.2211	Mesures
2009	0.2240	Mesures
2010	0.2340	Mesures
2020	0.3879	Extrapolation linéaire

Tableau 35 : Evolution 2000 – 2008 du ratio NO_2/NO_x à proximité du trafic routier ; extrapolation à 2020

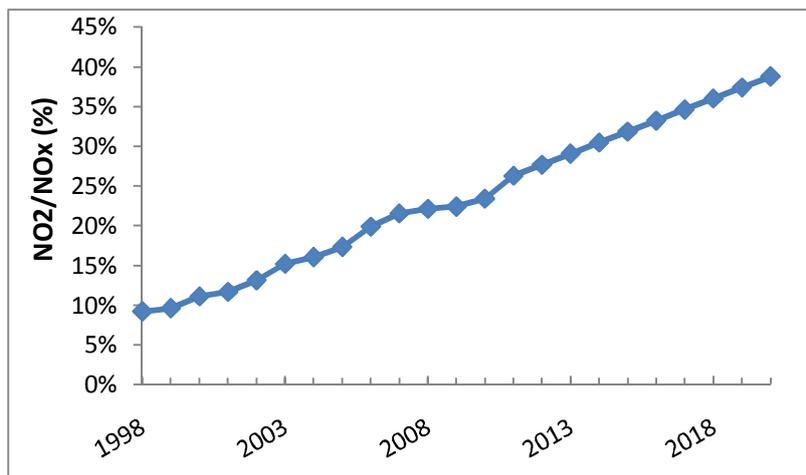


Figure 69 : Ratio des concentrations NO₂/NO_x, une fois les teneurs de fond retranchées, en moyenne sur les stations de proximité au trafic routier en Ile-de-France de 1998 à 2020 ; les valeurs calculées pour 1998-2010 sont extrapolées linéairement jusqu'à 2020

Il est à noter que la méthodologie COPERT propose une spéciation des NO_x, mais la plage des valeurs possibles pour le ratio NO₂/NO_x pour les véhicules diesel particuliers de normes Euro 5 et 6 varie entre 5 et 70 %. Cette très grande variabilité du ratio s'explique par le fait que celui-ci est hautement dépendant de l'utilisation des filtres à particules catalysés, dont le taux de pénétration dans le parc de véhicules particuliers actuel et futur n'est pas connu. (Voir à ce sujet AFSSET, 2009).

L'augmentation entre 2000 et 2008 de la part du NO₂ dans les émissions de NO_x est cohérente avec la stabilité des niveaux de NO₂ en proximité au trafic observée depuis quelques années (cf. Bilan 2010 de la qualité de l'air en Ile-de-France d'Airparif) ; cette stabilité serait attribuable à l'effet conjugué de divers facteurs tels que l'augmentation des niveaux d'ozone de fond et l'utilisation de filtres à particules catalysés pour les véhicules diesels. Ces deux facteurs augmentent le ratio NO₂/NO_x en proximité au trafic.

Des observations similaires sont faites depuis plusieurs années dans d'autres agglomérations européennes comme Londres. Ce phénomène pourrait expliquer pourquoi les niveaux de NO₂ de fond ne diminuent plus comme par le passé.

L'ensemble de ces hypothèses a permis d'estimer les concentrations en NO₂, PM_{2.5} et PM₁₀ pour l'horizon 2020.

IV.2 Rappel de la situation en 2009 et des tendances actuelles

L'année 2009 est marquée par une stabilité globale des niveaux de dioxyde d'azote (NO₂) dans l'agglomération parisienne, tant en fond qu'en proximité au trafic, avec de légères hausses ponctuelles liées à une météorologie moins favorable en 2009 que celle relevée en 2008 et en 2010. **La valeur limite (40 µg/m³) est dépassée dans le cœur de l'agglomération, en situation de fond éloignée du trafic.**

A proximité du trafic, les niveaux sont toujours globalement stables d'une année à l'autre. Ils sont en moyenne deux fois supérieurs à la valeur limite annuelle. **La valeur limite est ainsi très largement dépassée sur une portion importante du réseau routier de l'Ile-de-France, puisque plus de 2 000 km de voiries sont concernés.** Si certains sites voient leurs niveaux se stabiliser, d'autres au contraire continuent de progresser, c'est le cas par exemple le long du boulevard périphérique.

Au total, près de 3,8 millions de Franciliens sont potentiellement exposés en 2009 au dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ (40 µg/m³). Les concentrations les plus importantes en dioxyde d'azote sont relevées dans le cœur de l'agglomération parisienne et au voisinage des grands axes routiers (Figure 70).

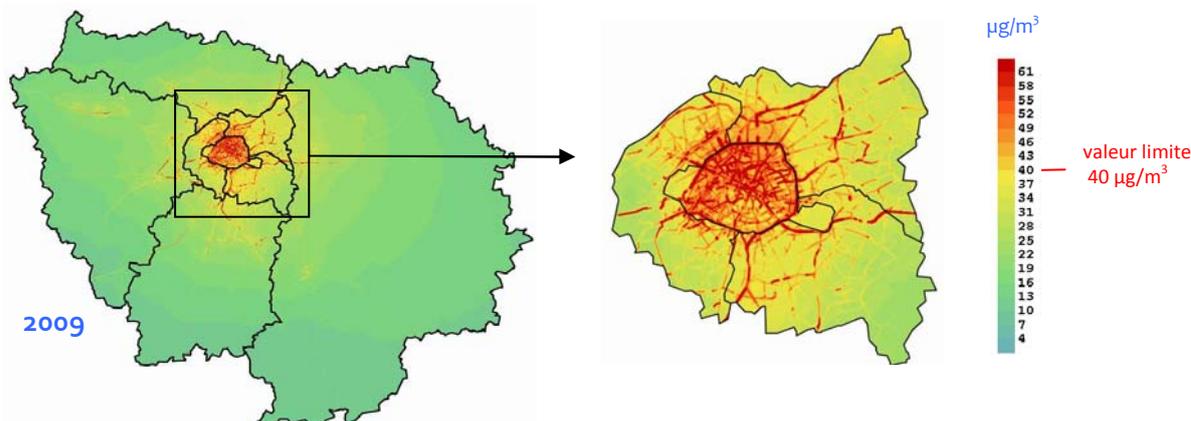


Figure 70 : Concentration moyenne annuelle en 2009 de dioxyde d'azote (NO₂) en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, zoom sur Paris et la Petite Couronne parisienne

Il semble que la baisse des niveaux de fond de dioxyde d'azote soit de plus en plus réduite dans l'agglomération (cf. Figure 71).

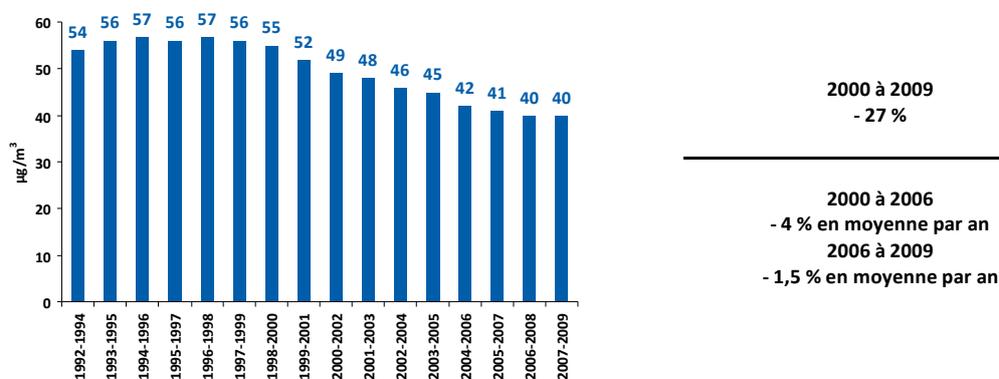


Figure 71 : Evolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO₂) dans l'agglomération parisienne de 1992-1994 à 2007-2009

Les exigences croissantes en matière de véhicules moins polluants constituent certes un facteur favorable, mais les normes en matière d'émission sont basées sur les NO_x et non sur le NO₂. **Un des enjeux majeurs des évolutions des niveaux de dioxyde d'azote, tant en situation de fond qu'en proximité au trafic routier, est probablement lié aux émissions primaires de NO₂ des véhicules diesel.**

Concernant les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, l'année 2009 enregistre une remontée significative de leurs concentrations liée aux conditions météorologiques. A proximité du trafic routier, les valeurs limites journalières et annuelles pour les particules PM₁₀ sont toujours largement dépassées. Au total en 2009, **ce sont environ 3 millions d'habitants situés dans l'agglomération et au voisinage de grands axes de circulation qui sont potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière pour les particules PM₁₀.** A l'inverse du dioxyde d'azote, le nombre de franciliens concernés par un dépassement de la valeur limite en PM₁₀ fluctue de manière importante suivant les années et les conditions météorologiques (Figure 72).

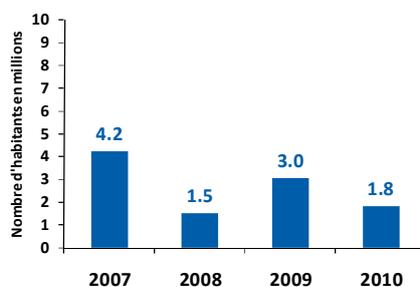


Figure 72 : Evolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ en Ile-de-France de 2007 à 2010

Pour les particules fines $PM_{2,5}$, l'ensemble des 11,7 millions de Franciliens sont potentiellement concernés en 2009 par le dépassement de l'objectif de qualité. La valeur cible de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite européenne en 2020) peut être dépassée en situation de proximité et en situation de fond dans le centre de l'agglomération parisienne comme l'illustrent les observations sur les stations fixes d'Airparif (Figure 73).

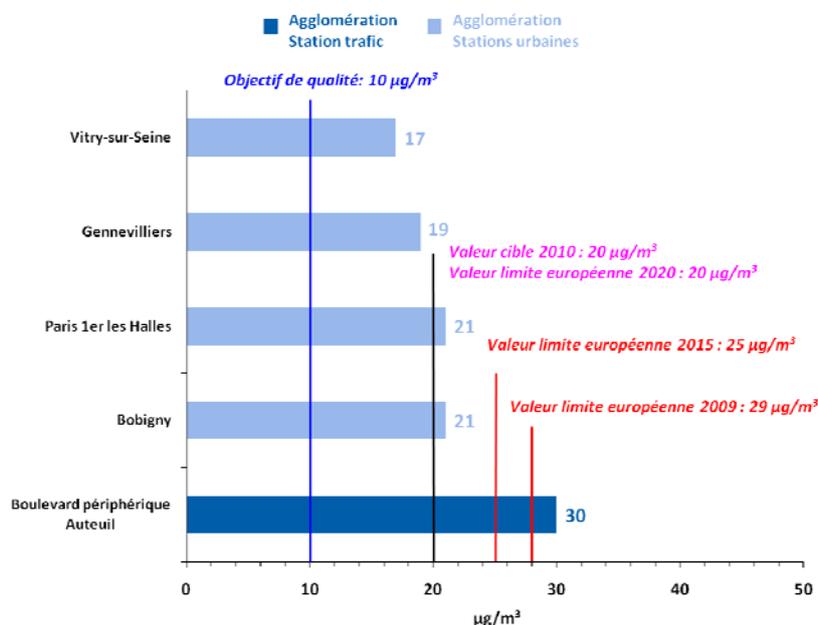


Figure 73 : Concentrations moyennes annuelles de particules fines $PM_{2,5}$ en Ile-de-France en 2009

S'agissant de l'ozone, l'ensemble de l'Ile-de-France connaît, comme tous les ans, des dépassements de l'objectif de qualité de l'air pour ce polluant, plus particulièrement dans les zones périurbaines et rurales. Sur le plan météorologique, l'été 2009 a été plutôt favorable à la qualité de l'air, avec un début de période estivale particulièrement nuageux. Seul le mois d'août a connu de belles journées chaudes ayant conduit à une hausse significative des niveaux d'ozone. La valeur cible, établie en moyenne sur 3 ans, n'est pas dépassée sur la période 2007-2009 suite à la succession de trois étés peu propices à des forts niveaux d'ozone (Figure 74).

De fortes fluctuations interannuelles sont observées pour cet indicateur très impacté par les conditions météorologiques. La moyenne sur 3 ans est donc susceptible d'une évolution significative dans le temps. Au vu des données des cinq dernières années, le dépassement de la valeur cible reste probable sur le long terme, plus particulièrement en zone rurale et périurbaine de l'Ile-de-France.

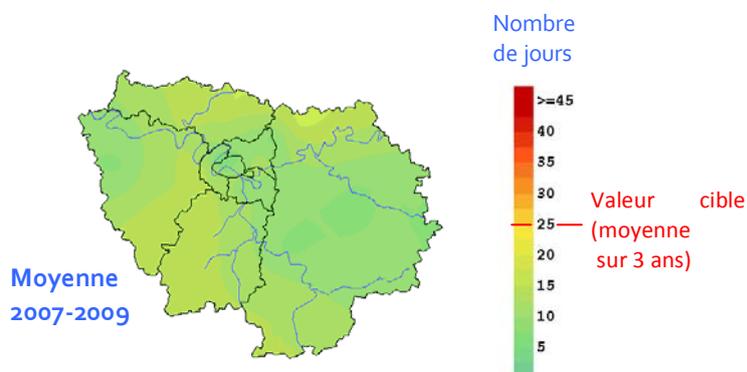


Figure 74 : Valeur cible en ozone (O_3) pour la santé (seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) en Ile-de-France – période 2007-2009

Le Tableau 36 résume les tendances relevées sur la dernière décennie et les cinq dernières années pour les polluants étudiés dans le cadre du PPA. Pour être le plus exhaustif possible, la situation au regard des seuils

réglementaires européens (valeurs limite et cible) est aussi rappelée en considérant les cinq dernières années et les valeurs réglementaires imposées pour l'année 2010. Dans l'état actuel, seule la valeur limite en PM_{2.5} (29 µg/m³) est amenée à évoluer au cours des prochaines années pour atteindre 25 µg/m³ en 2015 et 20 µg/m³ en 2020 (valeur cible actuelle).

	Tendance				Normes à respecter		Normes non contraignantes	
	2000-2010		2006-2010		Valeur limite		Valeur cible	
	Loin du trafic	Le long du trafic	Loin du trafic	Le long du trafic	Loin du trafic	Le long du trafic	Loin du trafic	Le long du trafic
PM10	→	→	→	→	Dépassement occasionnel	Dépassée tous les ans		
PM2.5	→	→	→	→	Respectée	Dépassée tous les ans	Dépassement occasionnel	Dépassée tous les ans
NO₂	↘	→	→	→	Dépassée tous les ans	Dépassée tous les ans		
O₃	↗		→				Dépassement occasionnel	

Tableau 36 : Bilan des tendances concernant la qualité de l'air en Ile-de-France

IV.3 La qualité de l'air en 2020 - scénario « 2020 fil de l'eau »

Les éléments de qualité de l'air pour le scénario « 2020 fil de l'eau », présentés dans cette partie, sont des sorties de modélisation relatives à l'année 2020. Des éléments d'évaluation de ce modèle, issus de l'étude des sorties de modèle pour l'année 2009 en comparaison des observations, sont présentés dans l'annexe.

IV.3.1 Les concentrations de NO₂

La Figure 75 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles de NO₂ en 2009, à titre de référence, et en 2020 telles qu'estimées à partir des hypothèses précitées pour le scénario fil de l'eau. Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact du trafic dans les deux situations.

Entre les deux années simulées, 2009 et 2020, les cartes de concentrations de NO₂ présentent les mêmes caractéristiques : les concentrations les plus élevées sont toujours observées au droit des axes majeurs et dans le cœur dense de l'agglomération parisienne, en revanche, l'ampleur des niveaux varie significativement.

En cohérence avec la construction du scénario présenté, les cartes réalisées à l'horizon 2020 présentent des concentrations en NO₂ en baisse importante par rapport à 2009. **Toutefois, la valeur limite réglementaire annuelle (VL_{NO2} = 40 µg/m³) serait toujours dépassée en 2020**, Ces dépassements ne concerneraient plus que le voisinage des axes routiers. Sur les cartes représentant la Petite Couronne, on note que l'extension spatiale des zones concernées par les dépassements serait fortement réduite en 2020 par rapport à 2009.

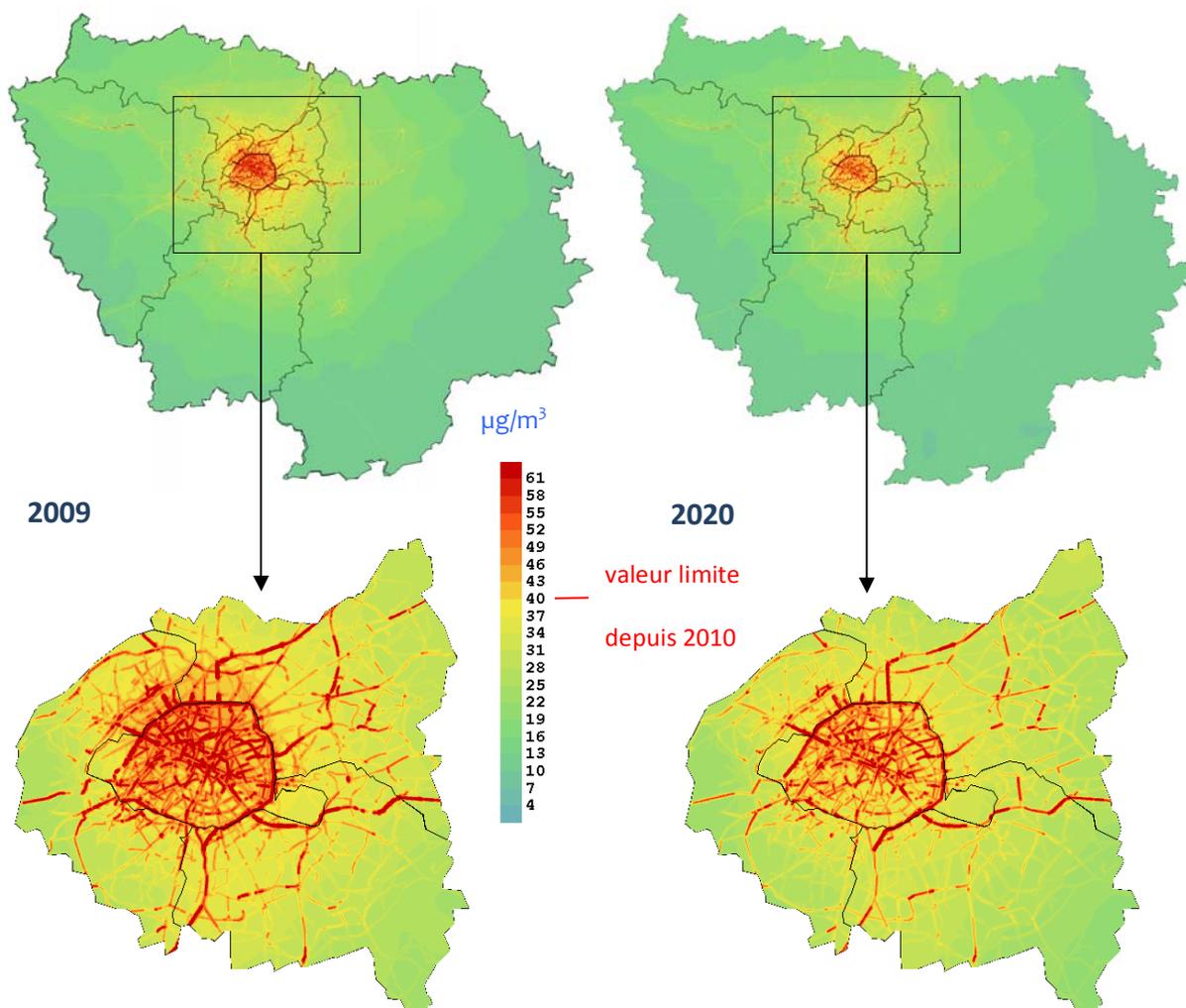


Figure 75 : Concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote NO₂ en Ile-de-France, fond et proximité du trafic routier, zoom sur la Petite Couronne parisienne en 2009 et en 2020 fil de l'eau

Les zooms sur la Petite Couronne mettent en évidence une baisse significative des concentrations en situation de fond et le long des axes routiers les moins importants.

La diminution des concentrations en fond a été quantifiée par zone géographique. L'évolution entre 2009 et 2020 des concentrations moyennes en fond sur Paris, Paris et la Petite Couronne, l'agglomération parisienne et la région est présentée sur la Figure 76.

Comme il a été mentionné plus haut, les niveaux de fond du dioxyde d'azote subiraient une baisse significative entre les années 2009 et 2020. Ainsi, la baisse des concentrations moyennes annuelles dépasse 10 % entre 2009 et 2020 aux différentes échelles géographiques. En moyenne sur la capitale, la concentration annuelle est proche de la valeur limite en 2009, elle se situerait en-dessous de 35 µg/m³ en 2020. Cependant, les maxima annuels en fond atteindraient en 2020, 39 µg/m³ sur Paris et seraient très proches de la valeur limite.

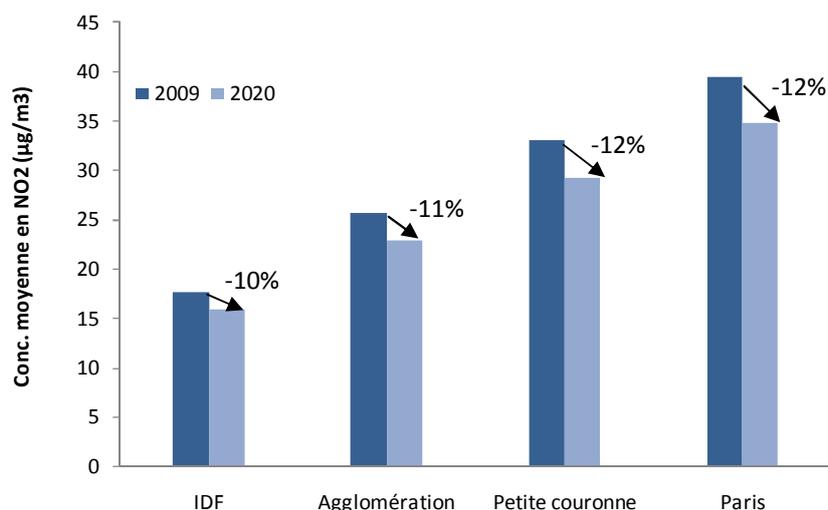


Figure 76 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en NO₂ en situation de fond entre 2009 et 2020 fil de l'eau sur Paris, Paris-Petite Couronne, la zone agglomérée (ZAS-ZAG 2010) et la région Ile-de-France

Des réserves doivent toutefois être apportées sur les baisses attendues entre 2009 et 2020. En effet, ces baisses importantes ne sont pas dans la lignée des tendances constatées sur les dernières années. Pour rappel, entre 2005 et 2010, on observe une atténuation forte de la baisse des concentrations de fond relevée au début des années 2000.

Les outils de modélisation permettent d'estimer les concentrations annuelles pour environ 11 000 kilomètres de réseau routier francilien comportant les principaux axes de la région. L'ampleur du dépassement de la valeur limite du NO₂ en 2020 diminuerait nettement par rapport à 2009 mais concernerait toujours environ 1200 km de voiries, soit plus de 10 % du réseau francilien modélisé (Figure 77). En 2020, comme en 2009, la quasi-totalité du réseau routier dépassant la valeur limite est située dans l'agglomération parisienne. A Paris, 520 km seraient toujours concernés par un dépassement de la VL, ce qui représente 70 % du réseau parisien modélisé.

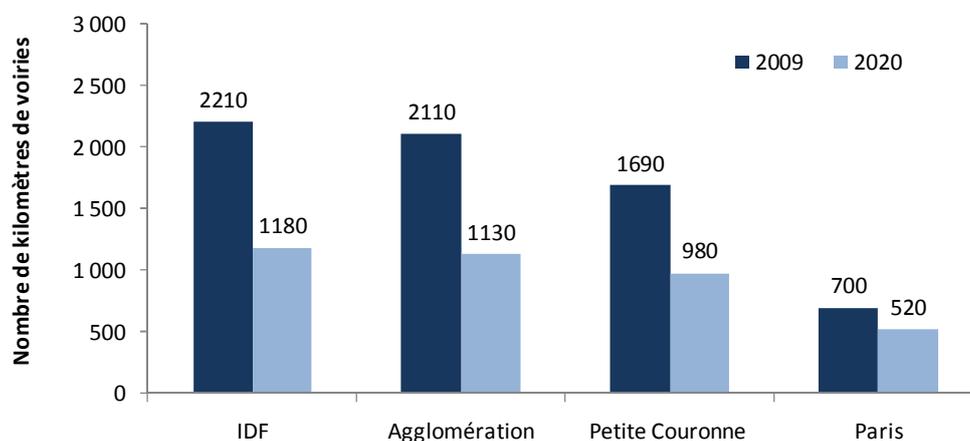


Figure 77 : Kilométrages cumulés de voiries dépassant la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en dioxyde d'azote (NO₂) sur l'Ile-de-France, l'Agglomération Parisienne, la Petite Couronne et Paris en 2020 fil de l'eau

IV.3.2 Les concentrations de PM₁₀

La Figure 78 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ en 2009, à titre de référence, et en 2020 telles qu'estimées à partir des hypothèses précitées pour le scénario « 2020 fil de l'eau ». Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact du trafic dans les deux situations.

Les concentrations de PM₁₀ en situation de fond diminuent légèrement entre 2020 par rapport à 2009. En 2020 comme en 2009, les zones concernées par des dépassements de la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³) se situeraient en proximité immédiate des axes routiers mais le linéaire d'axes concernés serait fortement réduit par rapport à 2009. Seule la proximité immédiate des axes les plus importants serait encore soumise en 2020 à un dépassement de la valeur limite.

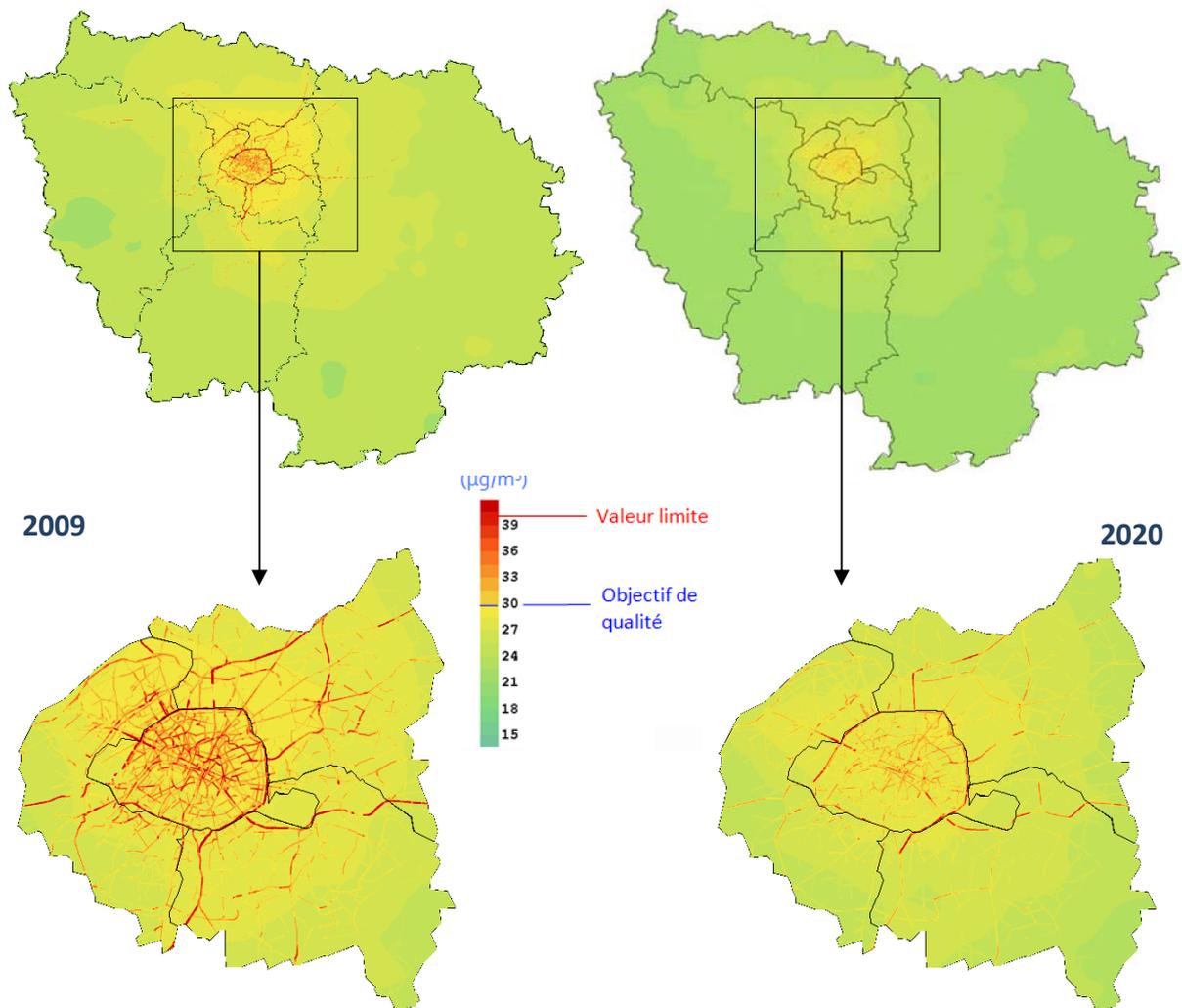


Figure 78 : Concentrations moyennes en PM₁₀ en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, zoom sur la Petite Couronne parisienne en 2009 et en 2020 fil de l'eau

Les concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ en situation de fond sont présentées en Figure 79 aux principales échelles géographiques : Paris, l'Agglomération Parisienne, la Petite Couronne et la région, pour les années 2009 et 2020.

Comme pour le NO₂, ces figures mettent en évidence, à toutes les échelles considérées, une diminution des niveaux de polluants entre 2009 et 2020, de l'ordre de 3 % pour Paris et de 5 % pour les autres échelles géographiques. Ces diminutions sont moins importantes que celles observées pour le NO₂ mais représentent un gain significatif au regard de la difficulté récurrente pour abaisser les niveaux en fond en particules du fait de la part importante de l'import extra-régional.

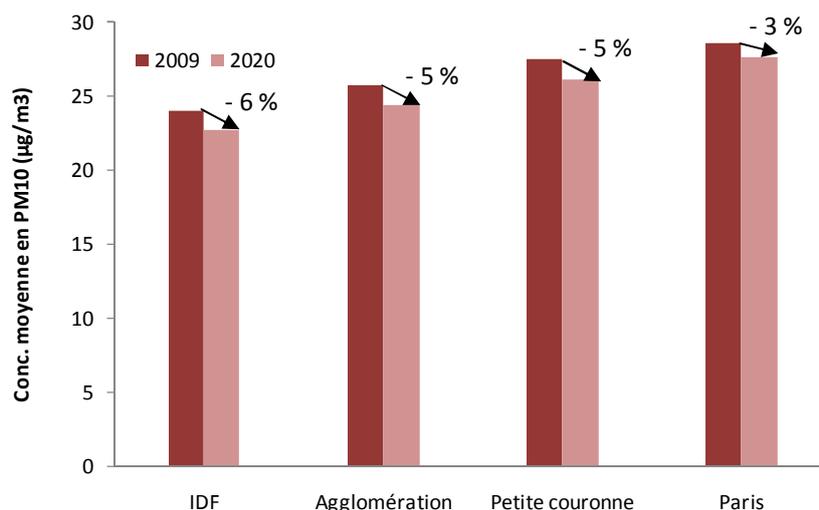


Figure 79 : Evolution des concentrations moyennes en PM₁₀ en situation de fond entre 2009 et 2020 fil de l'eau sur Paris, Paris-Petite Couronne, la zone agglomérée (ZAS-ZAG 2010) et la région Ile-de-France

Les outils de modélisation permettent d'estimer les concentrations annuelles pour l'ensemble du réseau routier francilien. En 2020, le dépassement de la valeur limite des PM₁₀ devrait concerner environ 470 km de voies en Ile-de-France, c'est-à-dire environ 4 % du réseau Francilien modélisé. Ceci représente une très forte baisse puisqu'en 2009, 2510 km de voirie étaient concernés. En 2020 comme en 2009, la quasi-totalité des dépassements ont lieu dans l'agglomération parisienne. A Paris, plus de 30 % des axes parisiens modélisés seraient concernés par un dépassement de la valeur limite en 2020. En 2009, ce pourcentage atteignait 80 %. Ces valeurs doivent être considérées comme des ordres de grandeur, en particulier pour le mode prospectif, la modélisation de ce paramètre étant délicate, compte-tenu des origines multiples des particules (émissions locales, remise en suspension, transport longue distance notamment).

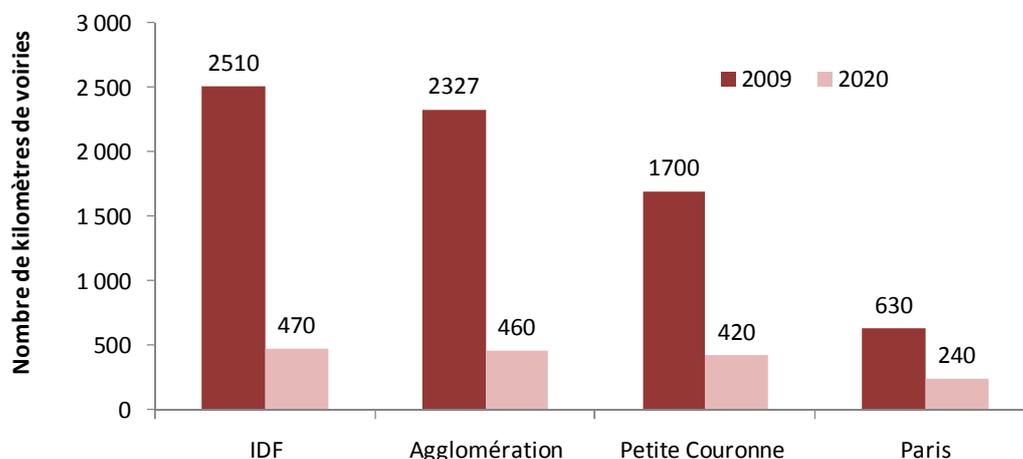


Figure 80 : Kilométrages cumulés de voiries dépassant la valeur limite (40 µg/m³) en PM₁₀³⁸ en Ile-de-France, la zone agglomérée (ZAS-ZAG 2010), sur la Petite Couronne et à Paris en 2020 fil de l'eau

³⁸ Il s'agit d'une estimation (nombre d'habitants, superficie ou nombre de kilomètre de voirie qui dépassent la VL) réalisée à partir de l'objectif de qualité (30 µg/m³). Ces données sont utilisées pour renseigner le dépassement de la valeur limite pour les PM₁₀ (40 µg/m³) en raison de la sous-estimation des concentrations par la modélisation en proximité au trafic pour les particules.

IV.3.3 Les concentrations de PM_{2.5}

La Figure 81 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} en 2009, à titre de référence, et en 2020 telles qu'estimées à partir des hypothèses précitées. Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact du trafic dans les deux situations.

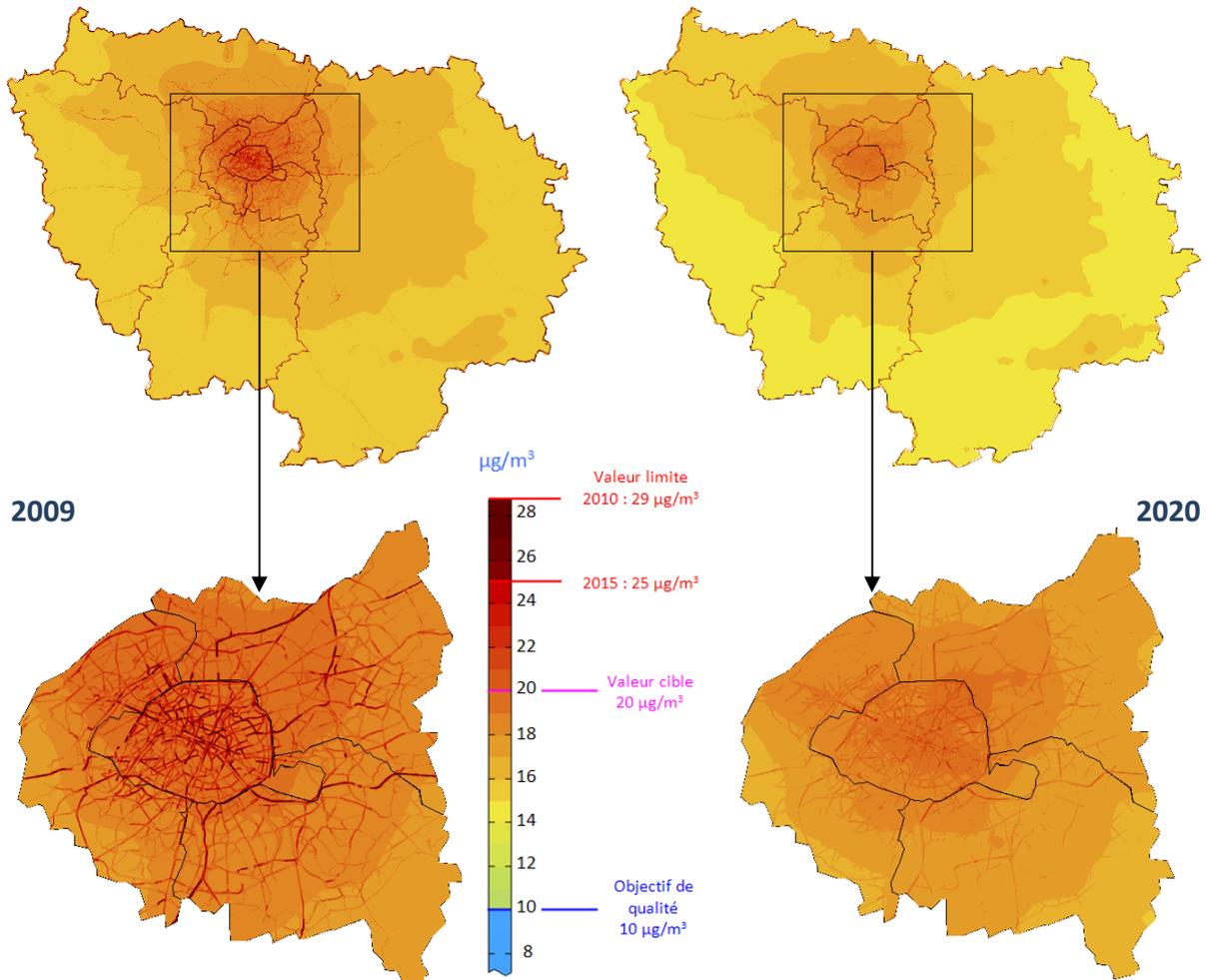


Figure 81 : Concentrations moyennes PM_{2.5} en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, zoom sur la Petite Couronne parisienne en 2009 et en 2020 fil de l'eau

La détermination des concentrations de PM_{2.5} en situation de fond découle de celle des concentrations de PM₁₀. En cohérence avec cette méthodologie, les concentrations de fond simulées pour l'année 2020 pour les PM_{2.5} sont en légère baisse par rapport à 2009 (Figure 82). Comme pour les PM₁₀, les zones concernées par les niveaux les plus élevés se situent à proximité immédiate des axes, mais le linéaire d'axes concernés est très fortement réduit en 2020 par rapport à 2009.

Les concentrations annuelles moyennes de PM_{2.5} en 2009 et en 2020 sont présentées Figure 82. Les histogrammes présentent dans chaque cas les concentrations moyennes sur Paris, la Petite Couronne, l'Agglomération Parisienne et l'Ile-de-France.

Les Figure 81 et Figure 82 mettent en évidence, à toutes les échelles géographiques, une faible diminution des niveaux de particules fines entre 2009 et 2020. Cette baisse des concentrations est de l'ordre de 3 % sur Paris et d'environ 5 % aux autres échelles géographiques.

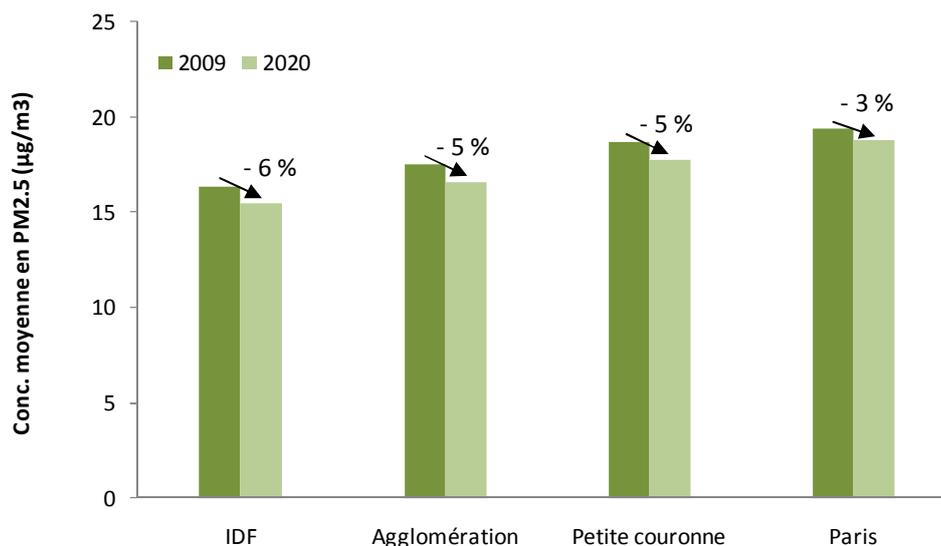


Figure 82 : Evolution des concentrations moyennes en $PM_{2.5}$ en situation de fond entre 2009 et 2020 sur Paris, Paris-Petite Couronne, la zone agglomérée (ZAS-ZAG 2010) et la région Ile-de-France

Par manque de stations de mesure en proximité au trafic pour les $PM_{2.5}$, la fiabilité des niveaux modélisés en proximité ne peut être évaluée (cf. Annexe). Par conséquent, le cumul de voirie dépassant les valeurs réglementaires en $PM_{2.5}$ n'est pas présenté. Notons que les mesures en proximité en $PM_{2.5}$ se développent dans le cadre de la mise en place du Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air 2010-2014 d'Ile-de-France.

IV.3.4 Les concentrations en O_3

L'ozone est un polluant dont les teneurs sont très influencées par la variabilité météorologique interannuelle.

La carte du nombre de jours de dépassements du seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 h est construite pour l'année 2009 sur des moyennes glissantes par périodes de trois ans (Figure 83), tandis que pour l'année 2020 elle est construite à partir des simulations sur une seule année.

Sur la période 2007-2009, une moyenne d'environ 10 jours de dépassements du seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 h est observée sur l'agglomération, le nombre de jours à ne pas dépasser étant de 25. Les zones rurales sont concernées par 12 jours de dépassement en moyenne, soit 2 fois moins que la valeur cible qui est donc respectée partout en Ile-de-France.

A conditions météorologiques similaires (météo 2009), les simulations obtenues pour l'année 2020 donnent des résultats proches de ceux observés pour la période 2007-2009. Le seuil de la valeur cible n'est pas dépassé sur l'ensemble de la région.

Néanmoins, au vu des fortes fluctuations interannuelles observées pour l'ozone des cinq dernières années, le dépassement de la valeur cible reste donc probable à l'horizon 2020, plus particulièrement en zone rurale et périurbaine de l'Ile-de-France. Notons qu'en 2020 l'objectif de qualité (0 jour de dépassement du $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures sur une année) n'est pas respecté.

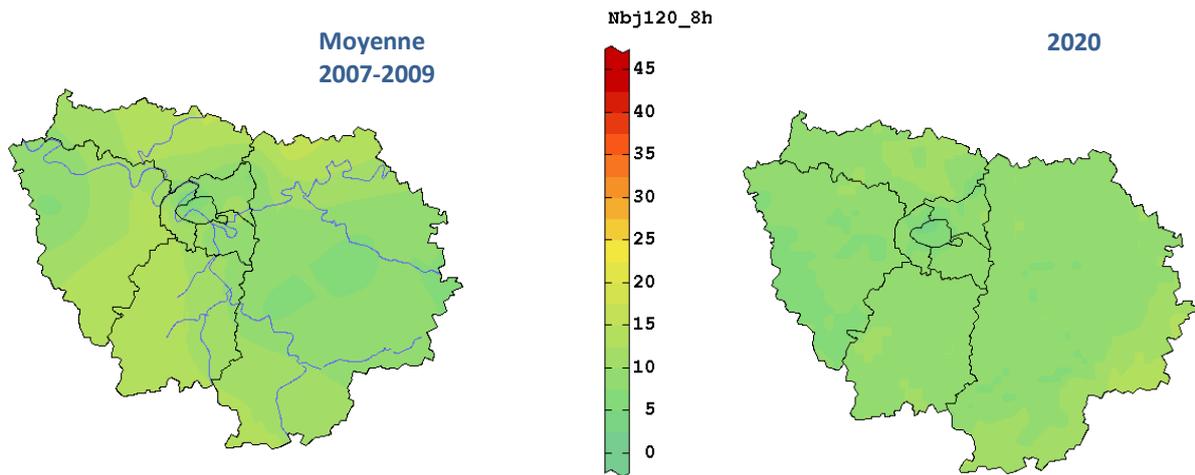


Figure 83 : Situation de l'Île-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O₃) pour la santé (seuil de 120 µg/m³) pour la période 2007 – 2009 (à gauche) et simulation pour l'année 2020 (à droite)

IV.4 Superficie et population concernées par un dépassement des valeurs réglementaires en 2020

La superficie régionale potentiellement concernée par un dépassement des valeurs limites en 2009 et en 2020 peut être directement déduite des cartographies haute résolution présentées au chapitre précédent. Pour déterminer le nombre d'habitants concernés par un dépassement des valeurs limites, un couplage des cartes de concentrations et de la population issue du recensement INSEE 2006 (Sources INSEE et IAU Île-de-France) est nécessaire.

IV.4.1 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂

Le nombre de Franciliens potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite en 2020 est de l'ordre de 2.5 millions. Ce nombre est en nette baisse par rapport à l'année de référence (2009) pendant laquelle environ 3.8 millions de franciliens ont été exposés à un dépassement de la valeur limite. En 2020, comme en 2009, l'ensemble des franciliens impactés réside dans l'agglomération parisienne.

Le nombre de personnes potentiellement impactées par un dépassement de la valeur limite en 2020 semble faible en comparaison de la tendance observée entre 2007 et 2010. En effet, le rythme de baisse moyenne annuelle depuis 2006 a été évalué à 1 %, ce qui est inférieur à la baisse observée entre 2010 et 2020. Les différences entre les années 2007 et 2010 sont principalement liées à des différences de conditions météorologiques.

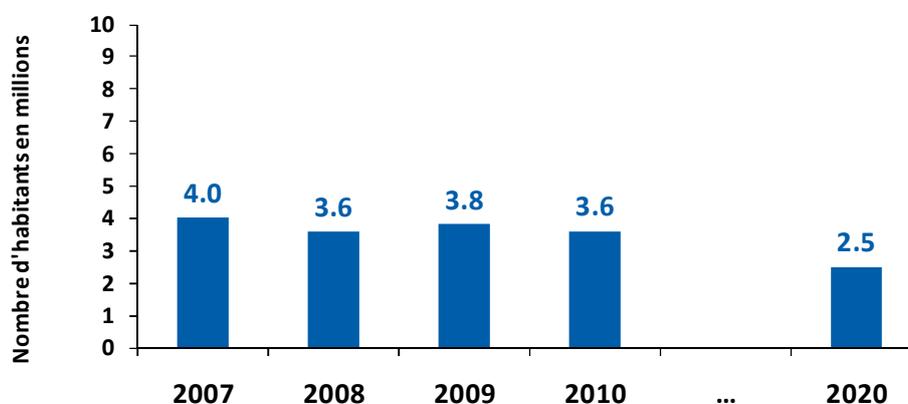


Figure 84 : Nombre d'habitants potentiellement exposés en Île-de-France à un dépassement de la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en dioxyde d'azote (NO₂) entre 2007 et 2020 fil de l'eau

L'étendue géographique de la zone concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ a été estimée à 165 km² en 2020, ce qui représente une diminution très significative par rapport à l'année 2009 pour laquelle 290 km² environ avaient subi un dépassement (Figure 85).

Cette diminution de la superficie impactée par un dépassement de la valeur limite est cohérente avec la tendance observée entre 2007 et 2010. Elle peut s'expliquer par la baisse des concentrations moyennes annuelles en situation de fond entre 2009 et 2020 qui est de l'ordre de 10 % pour la région.

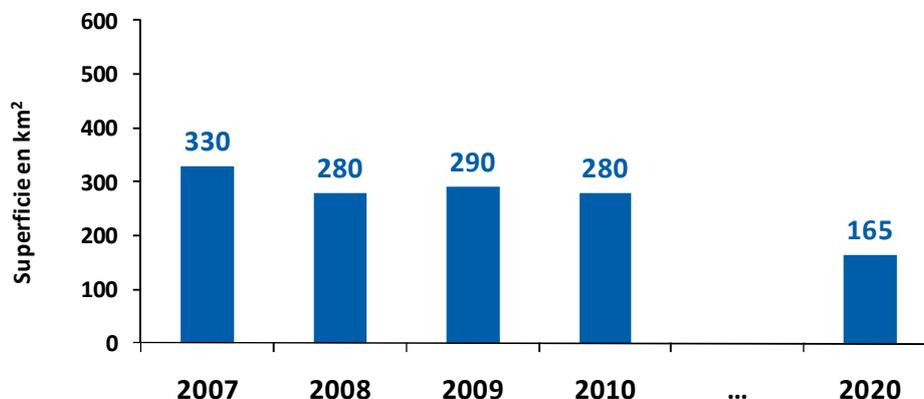


Figure 85 : Evolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en dioxyde d'azote en Ile-de-France de 2007 à 2020 fil de l'eau

En 2020, 1180 km de voirie, c'est-à-dire plus de 10 % du réseau francilien modélisé, sont toujours concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO₂ (Figure 86). Ce pourcentage, bien que très significatif, est en forte baisse par rapport aux années 2007-2010, pour lesquelles le pourcentage de voirie concernée stagnait autour de 20 %.

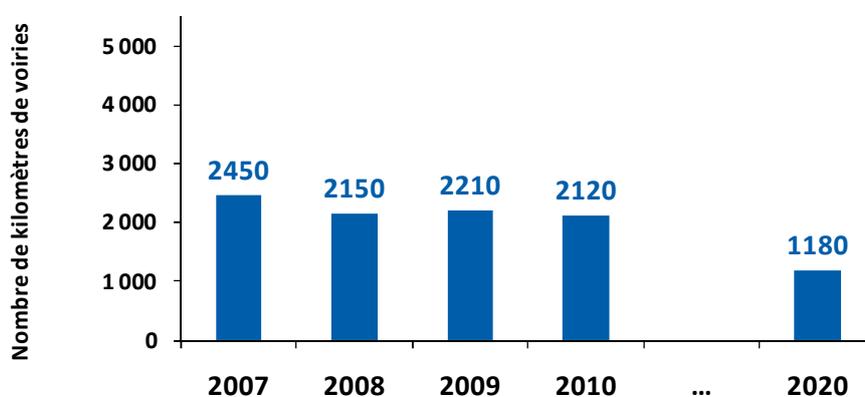


Figure 86 : Evolution du kilométrage cumulé de voirie dépassant la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en dioxyde d'azote (NO₂) en Ile-de-France de 2007 à 2020 fil de l'eau

IV.4.2 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM₁₀

Les niveaux annuels en particules PM₁₀ en situation de fond fluctuent essentiellement du fait des conditions météorologiques. Ainsi, 2007 et 2009 ont connu des situations défavorables conduisant à de forts niveaux de particules. A contrario, 2008 et 2010 ont connu une météorologie sensiblement plus favorable. Ces variations expliquent en grande partie la variabilité du nombre d'habitants et la superficie impactés par un dépassement de la valeur limite entre 2007 et 2010.

Le nombre de Franciliens concernés par un dépassement de la valeur limite pour les PM₁₀ passe de 2 millions en 2009 à 0.6 millions en 2020 (Figure 87). Cette diminution très significative ne peut être attribuable aux conditions météorologiques puisque les concentrations en 2020 ont été calculées à partir de la situation

météorologique de 2009. Les franciliens potentiellement soumis à un dépassement résideraient uniquement au voisinage immédiat des axes routiers (absence de dépassement en situation de fond).

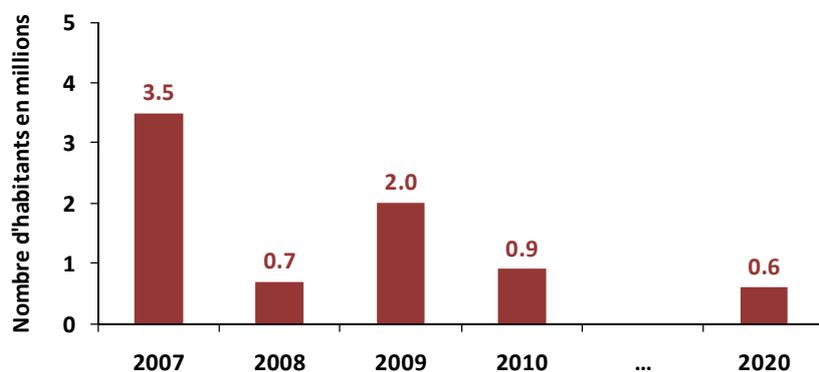


Figure 87 : Nombre d'habitants potentiellement exposés en Ile-de-France à un dépassement de la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en particules PM_{10} entre 2007 et 2020 fil de l'eau

L'étendue géographique de la zone concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle en PM_{10} a été estimée à 40 km^2 en 2020, ce qui représente une diminution très significative par rapport à l'année 2009 pour laquelle 160 km^2 environ avaient subi un dépassement (Figure 89).

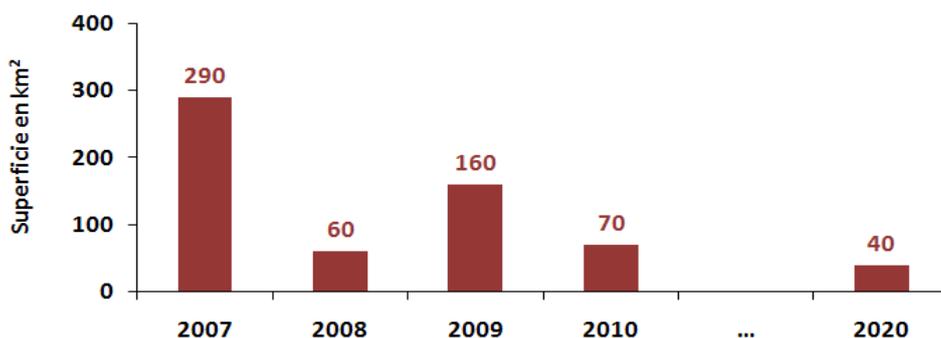


Figure 88 : Evolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{10} en Ile-de-France de 2007 à 2020 fil de l'eau

En ce qui concerne l'historique de 2007 à 2010, le nombre de kilomètres de voiries concernées par un dépassement de la valeur limite annuelle varie significativement d'une année sur l'autre (Figure 89). Cette variabilité est due aux fluctuations météorologiques qui impactent principalement les concentrations en situation de fond.

Pour la situation 2020, comme nous l'avons vu précédemment, les concentrations de fond sont très similaires entre 2009 et 2020. La forte baisse du nombre de kilomètres de voirie et du nombre de francilien concernés par un dépassement de la valeur limite entre 2009 et 2020 est probablement imputable à l'évolution du parc technologique qui favorise les véhicules de normes récentes et l'installation de filtres à particules sur les véhicules plus anciens.

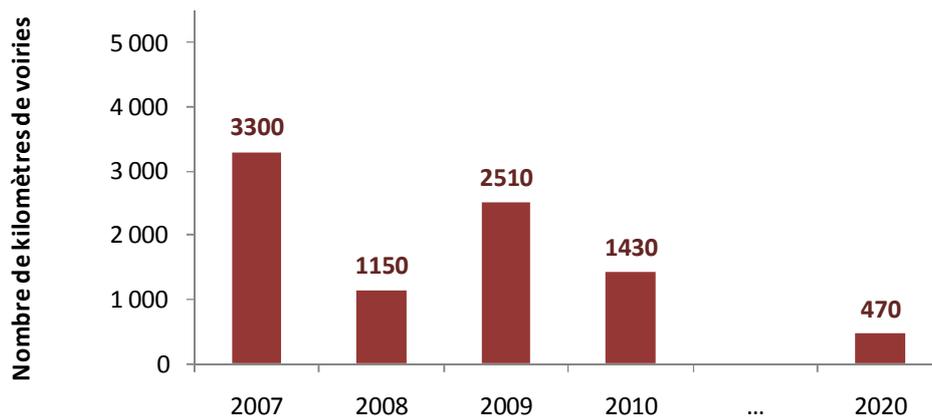


Figure 89 : Evolution du kilométrage cumulé de voirie dépassant la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{10} en Ile-de-France de 2007 à 2020 fil de l'eau

IV.4.3 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite journalière en PM_{10}

Les cartes de risque de dépassement de la valeur limite journalière en PM_{10} pour 2009, « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA » en Ile-de-France sont présentées et commentées dans le paragraphe V.6.3. Le nombre de kilomètres de voirie, la superficie ainsi que la population potentiellement concernés par un risque de dépassement sont également présentés.

IV.4.4 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en $\text{PM}_{2.5}$

La **valeur limite** applicable en 2010 est de $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cette valeur diminuera progressivement à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2015 puis à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2020³⁹

La **valeur cible** en $\text{PM}_{2.5}$ est fixée à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par la réglementation française. Il s'agit aussi de la valeur limite européenne en 2020. La superficie et le nombre d'habitants concernés par un dépassement de cette valeur cible ne peuvent encore être documentés, compte-tenu du manque de recul sur la qualité des cartographies, en raison notamment du nombre limité de sites de mesure utilisable en validation de méthode. AIRPARIF augmente chaque année le nombre de sites $\text{PM}_{2.5}$ de son réseau d'observation.

L'objectif de qualité ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassé sur l'ensemble de l'Ile-de-France en 2009 et en 2020. La totalité des Franciliens (11.7 millions) est concernée par un dépassement de l'objectif qualité annuel.

En 2009, la valeur limite européenne 2020 de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée en situation de fond. Au regard de l'évolution estimée des concentrations en situation de fond entre 2009 et 2020, un dépassement de cette valeur limite peut être attendu à l'horizon 2020 et concernerait un nombre important de franciliens.

IV.5 La qualité de l'air en 2020 avec l'application du PPA

IV.5.1 Les concentrations de NO_2

La Figure 90 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles en NO_2 estimées en 2020 selon le scénario « 2020 fil de l'eau » et le scénario « 2020 + PPA ». Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact du trafic dans les deux situations.

³⁹ La valeur limite indicative sera révisée par la Commission, en 2013, à la lumière des informations complémentaires sur l'impact sanitaire et environnemental, la faisabilité technique et l'expérience acquise en matière de valeur cible dans les États membres - Directive 2008-50-CE

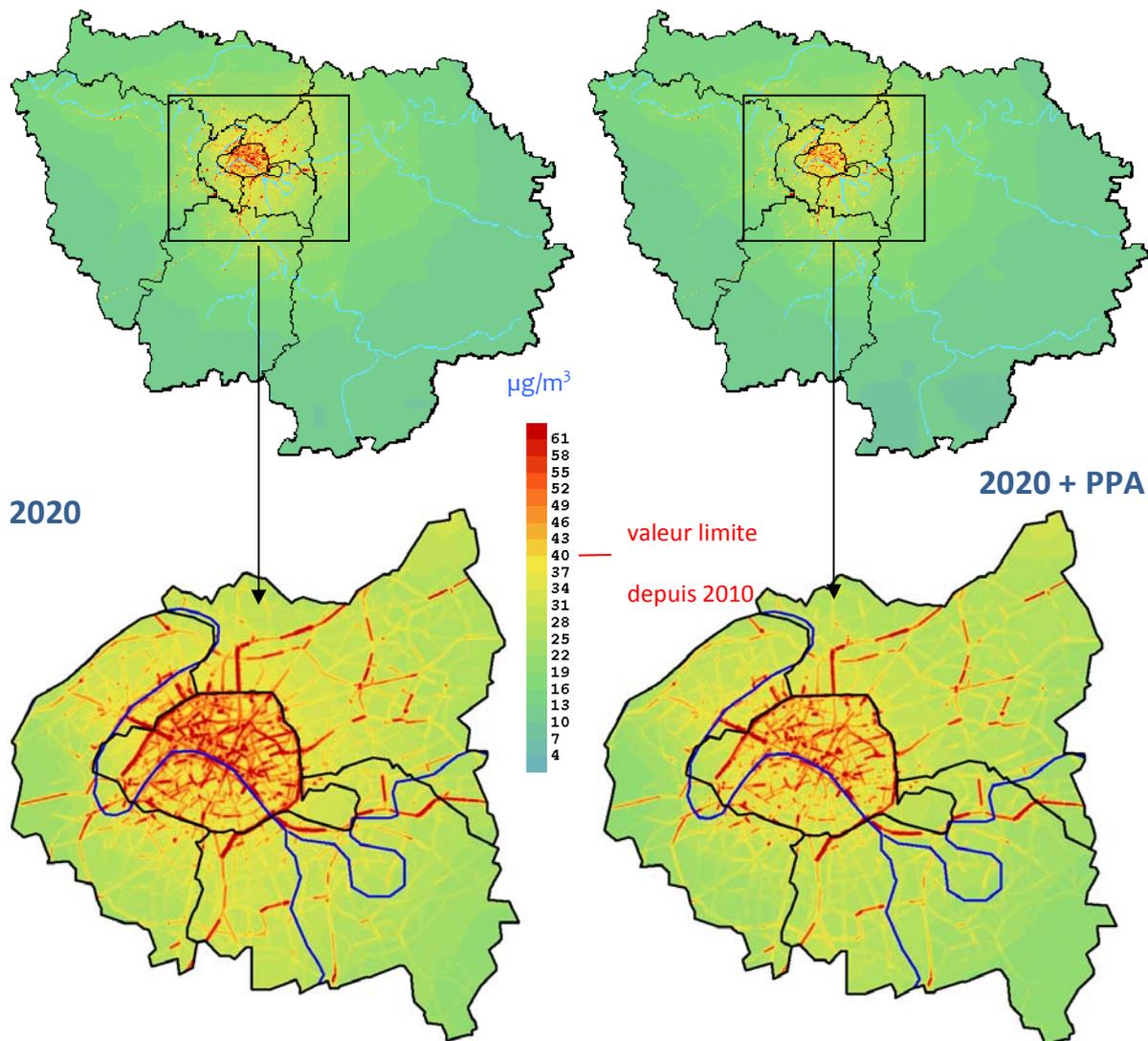


Figure 90 : Concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote NO₂ en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, obtenues avec le scénario « 2020 fil de l'eau » et le scénario « 2020 + PPA » ; zoom sur la Petite Couronne parisienne

Les cartes obtenues à partir du scénario « 2020 + PPA » présentent des concentrations de fond et à proximité du trafic significativement en baisse par rapport aux cartes obtenues avec le scénario « 2020 fil de l'eau ».

Ainsi, à proximité du trafic, un nombre important d'axes sur lesquels les concentrations simulées dépassaient la valeur limite avec le scénario fil de l'eau n'est plus concerné par un dépassement une fois que les mesures PPA sont appliquées. C'est le cas de nombreux axes « secondaires » dans Paris Intramuros.

En revanche, la valeur limite de NO₂ est encore dépassée très largement en Ile-de-France et plus particulièrement dans la Petite Couronne. Les axes principaux, tels que le boulevard périphérique et les autoroutes qui entourent ou desservent Paris (A4, A3, A1...) sont toujours concernés par un dépassement de la valeur limite. De même dans Paris, malgré une baisse significative de l'impact du trafic routier, une part très significative des axes dépasse toujours la valeur limite.

En situation de fond, les concentrations simulées baissent légèrement en 2020 par rapport à PPA fil de l'eau lorsque les mesures PPA sont appliquées (Figure 91). La diminution la plus forte de la concentration moyenne est attendue sur Paris. La baisse atteint 11 % entre le scénario fil de l'eau « 2020 » et le scénario « 2020 + PPA ». Concernant les autres zones géographiques, la baisse des concentrations moyennes induite par l'application des mesures PPA en 2020 varie entre 6 et 9 % (7 % pour la Petite Couronne, 9 % pour l'agglomération parisienne et 6 % pour la région Ile-de-France).

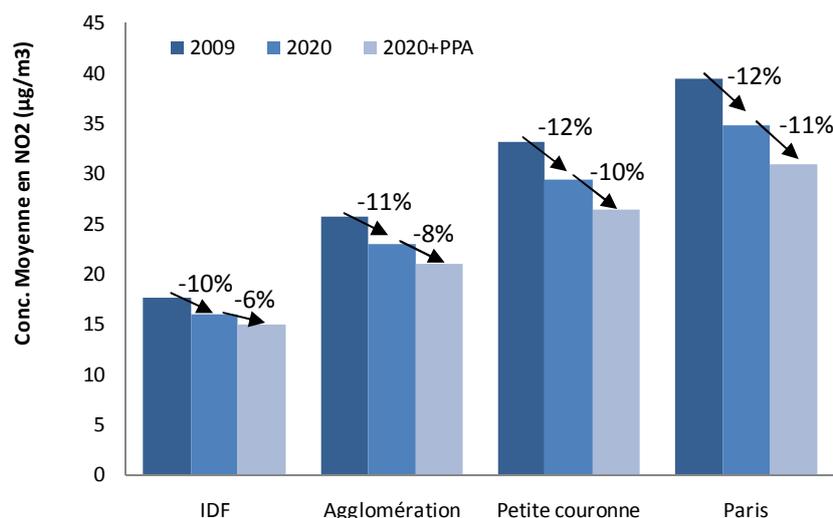


Figure 91 : Evolution des concentrations moyennes en NO₂ en situation de fond entre 2009 et 2020 fil de l'eau, ou 2020 scénario PPA, sur Paris, Paris-Petite Couronne, la zone agglomérée (ZAS-ZAG) et la région Ile-de-France

L'application des mesures PPA a un impact important en proximité routière. En effet, en Ile-de-France, les mesures PPA permettraient une diminution de 35 % des kilomètres de voirie supérieurs à la valeur limite par rapport au scénario fil de l'eau (Figure 92). Néanmoins, même avec les mesures PPA, le dépassement de la valeur limite est toujours estimé sur 7 % du réseau régional et concerne plus de 40 % du réseau parisien.

A l'échelle de la Petite Couronne, le nombre de kilomètres de voirie potentiellement concernée par un dépassement de la valeur limite pour le NO₂ passe de 980 km avec le scénario fil de l'eau 2020 à 580 km avec le scénario prenant en compte les mesures du PPA, soit une baisse de 40 %. D'après les simulations 2020, lorsque les mesures PPA sont prises en compte, environ 20 % du réseau routier de la Petite Couronne dépasse toujours la valeur limite contre 30 % avec le scénario fil de l'eau.

Dans l'agglomération parisienne, l'application des mesures du PPA permettrait une diminution du nombre de kilomètres de voirie concernée par un dépassement de la valeur limite de 35 % environ par rapport au scénario « 2020 fil de l'eau ». Le pourcentage de voirie concernée par un dépassement de la VL représenterait encore 10 % de l'agglomération parisienne contre environ 20 % avec le scénario fil de l'eau.

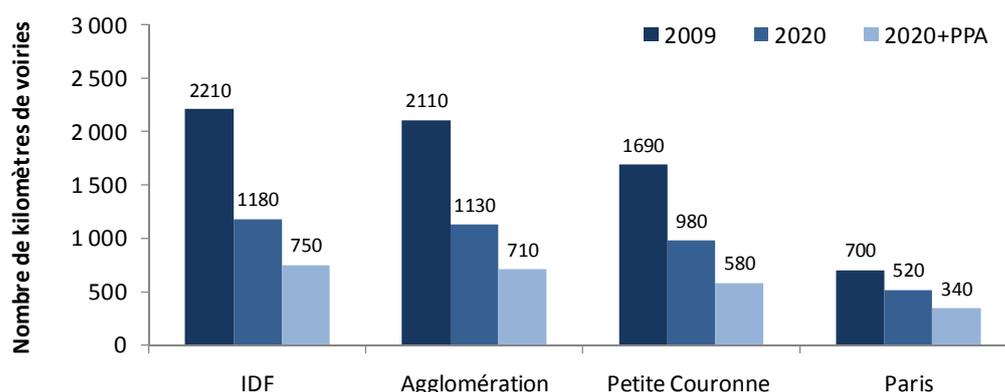


Figure 92 : Kilométrages cumulés de voirie dépassant la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en dioxyde d'azote (NO₂), sur l'Ile-de-France, sur l'agglomération parisienne, sur la Petite Couronne et à Paris, en 2009 et en 2020 suivant les scénarios fil de l'eau et « 2020 + PPA »

IV.5.2 Les concentrations de PM₁₀

La Figure 93 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ en 2020, obtenues à partir du scénario 2020 fil de l'eau et du scénario « 2020 + PPA ». Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact du trafic routier dans les deux situations.

Les concentrations de fond sont légèrement impactées par les mesures du PPA tandis que les concentrations en proximité au trafic routier diminuent plus significativement. Ainsi, la valeur limite est dépassée pratiquement uniquement sur les grands axes de la région en 2020 lorsque les mesures du PPA sont appliquées. Les dépassements ont principalement lieu dans Paris, sur le boulevard périphérique et sur les principales autoroutes de la région (A3, A4 et A1).

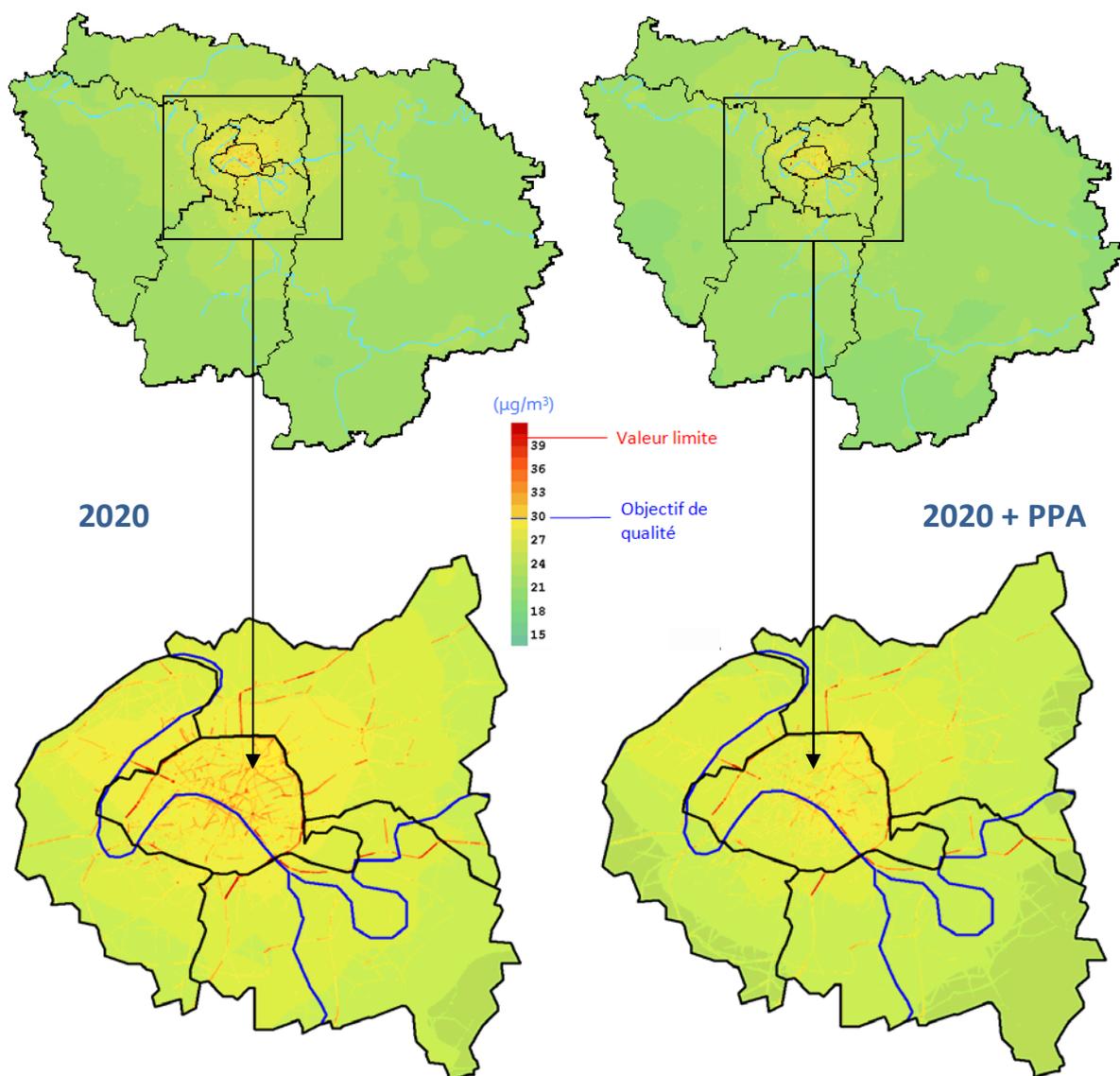


Figure 93 : Concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, obtenues avec le scénario fil de l'eau « 2020 » et le scénario « 2020 + PPA » ; zoom sur la Petite Couronne parisienne

Comme le montre la Figure 94, l'impact des mesures du PPA sur les concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ en situation de fond est plus limité que pour le NO₂ puisque la différence maximale entre les concentrations moyennes obtenues avec le scénario « 2020 fil de l'eau » et avec le scénario « 2020 + PPA » atteint 7 % pour Paris. Pour les autres zones géographiques, la baisse de concentration moyenne induite par les mesures du PPA est inférieure à 5 %. De la même manière que pour la baisse observée pour le scénario « 2020

fil de l'eau », il est important de noter qu'il s'agit d'une baisse importante au regard de la forte contribution de l'import extra-régionale aux concentrations de particules.

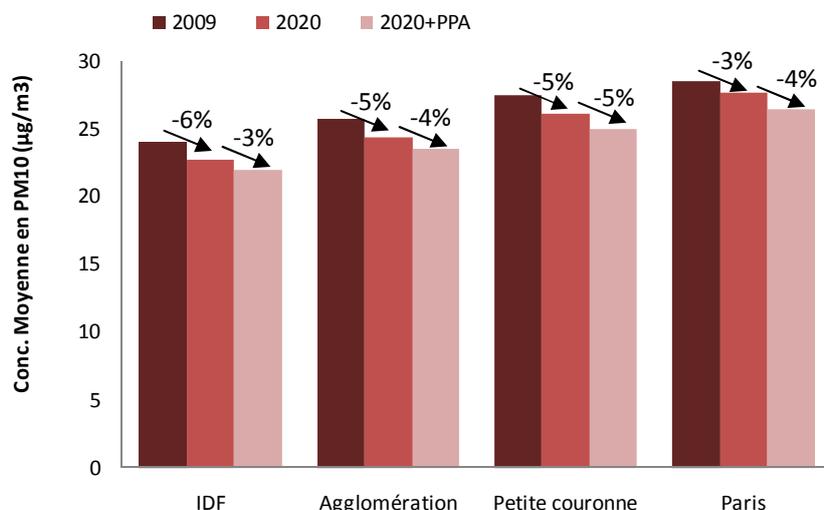


Figure 94 : Evolution des concentrations moyennes en PM₁₀ en situation de fond entre 2009 et 2020 fil de l'eau ou 2020 scénario PPA, sur Paris, Paris-Petite Couronne, la zone agglomérée (ZAS-ZAG) et la région Ile-de-France

Comme dans le cas du dioxyde d'azote, les mesures du PPA ont un impact nettement plus significatif pour les PM₁₀ dans les situations de proximité au réseau routier. Ainsi à Paris, le nombre de kilomètres de voirie qui dépassent la valeur limite passe de 240 km avec le scénario fil de l'eau 2020 à 110 km avec le scénario « 2020 + PPA » soit une diminution de plus de 50 %. Il resterait néanmoins toujours environ 15 % du réseau routier parisien qui dépasserait la valeur limite pour les PM₁₀ malgré les mesures du PPA.

En 2020, dans la Petite Couronne, dans l'agglomération parisienne et en Ile-de-France, les diminutions du nombre de kilomètres qui dépassent la valeur limite, induites par les mesures du PPA, sont également de l'ordre de 50 %.

Ces valeurs doivent toutefois être considérées comme des ordres de grandeur, la modélisation des concentrations de particules étant délicate, compte-tenu des origines multiples des particules (émissions locales, remise en suspension, transport longue distance notamment).

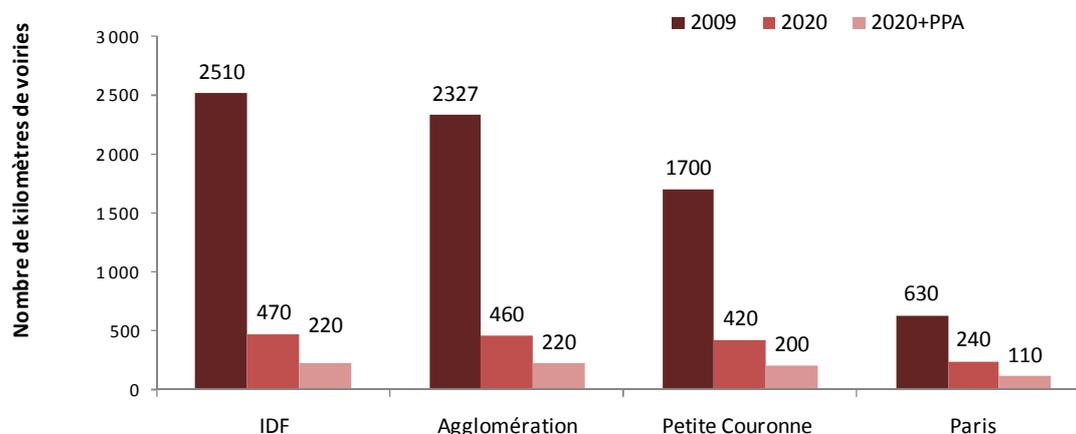


Figure 95 : Kilométrages cumulés de voirie dépassant la valeur limite annuelle (40 µg/m³) en PM₁₀, sur l'Ile-de-France, sur l'agglomération parisienne, sur la Petite Couronne et à Paris, en 2009 et en 2020 pour les scénarios fil de l'eau et « 2020 + PPA »

IV.5.3 Les concentrations de PM_{2.5}

La Figure 96 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} en 2020 simulées à pour le scénario « 2020 fil de l'eau » et d'un scénario « 2020 + PPA ». Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact du trafic dans les deux situations.

Les cartographies des concentrations de PM_{2.5} en situation de fond découlent directement des cartographies des concentrations de PM₁₀. En cohérence avec cette méthodologie, l'impact des mesures du PPA sur les simulations des concentrations de fond de PM_{2.5} est comparable à celui observé pour les PM₁₀ : avec une faible diminution en particulier sur la Petite Couronne (Figure 96).

Cette observation est confirmée sur la Figure 97. En effet les concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} en situation de fond varient entre les deux scénarios fil de l'eau et « 2020 + PPA ». La diminution maximale est de l'ordre de 5 % pour Paris, l'agglomération parisienne et la Petite Couronne. L'impact supplémentaire des mesures PPA sur les niveaux en PM_{2.5} est sensiblement comparable à celui observé entre le scénario « 2020 fil de l'eau » et la situation de référence.

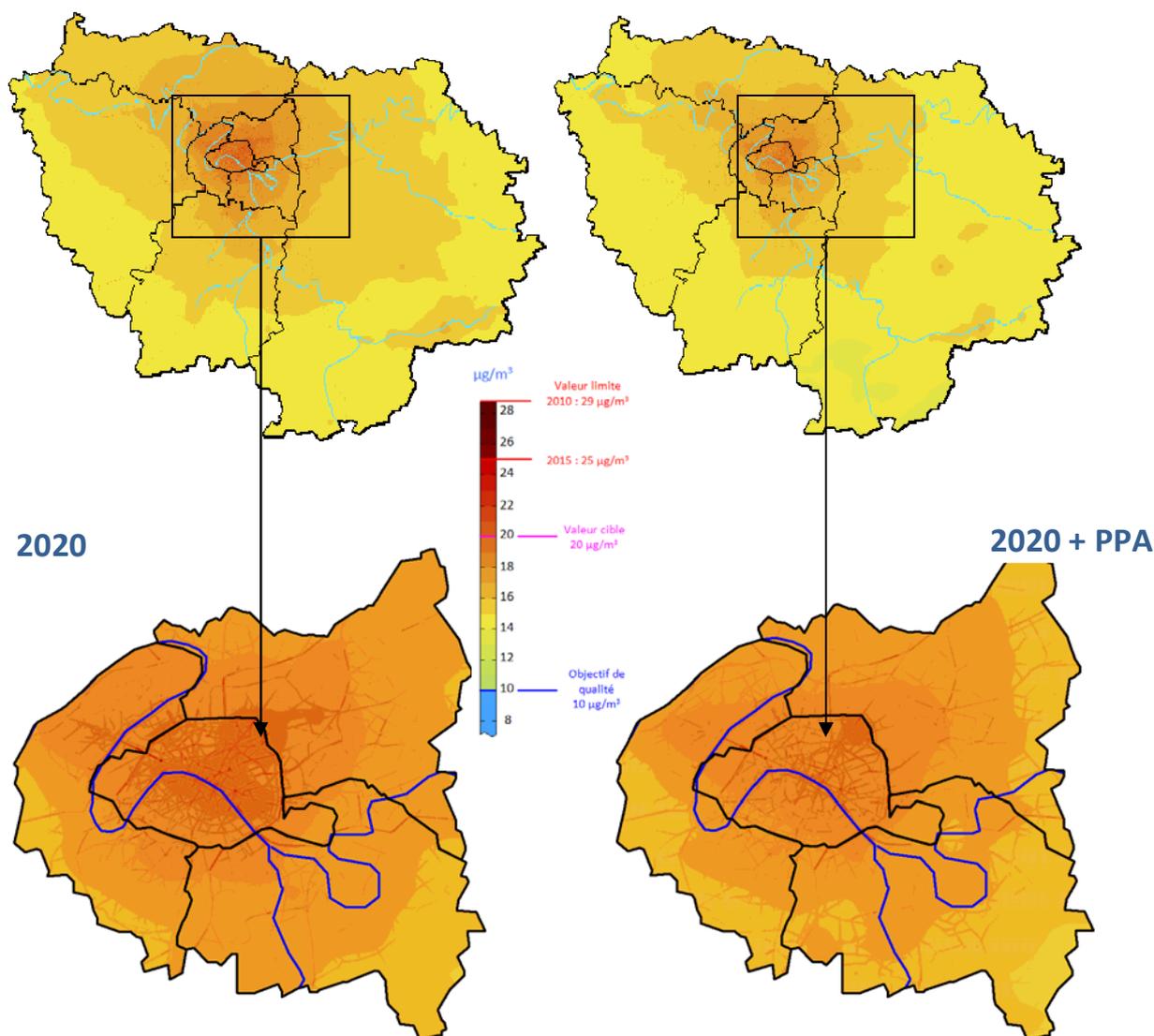


Figure 96 : Concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, obtenues avec le scénario fil de l'eau « 2020 » et le scénario « 2020 + PPA » ; zoom sur la Petite Couronne parisienne.

En situation de proximité au trafic routier, l'application des mesures du PPA apporte une diminution importante des concentrations de PM_{2.5} par rapport à celles obtenues à partir du scénario fil de l'eau. Néanmoins, les grands axes routiers sont toujours concernés par un dépassement de la valeur cible.

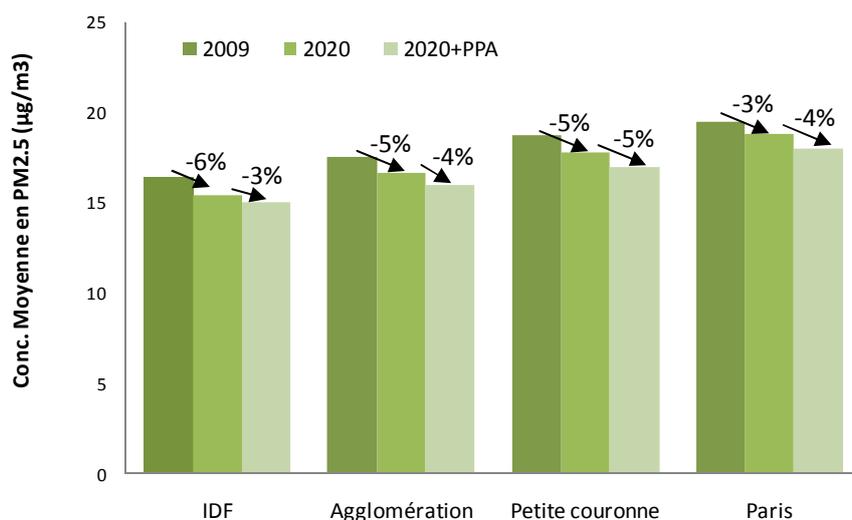


Figure 97 : Evolution des concentrations moyennes en PM_{2.5} en situation de fond entre 2009 et 2020 fil de l'eau, ou 2020 scénario PPA, sur Paris, Paris-Petite Couronne, la zone agglomérée (ZAS-ZAG) et la région Ile-de-France

Par manque de stations de mesure de PM_{2.5} en proximité du trafic, la fiabilité des niveaux modélisés ne peut être évaluée. Par conséquent, le nombre de kilomètres de voirie dépassant les valeurs réglementaires en PM_{2.5} n'est pas présenté. Notons que les mesures en proximité en PM_{2.5} se développent dans le cadre de la mise en place du Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air 2010 – 2014 d'Ile-de-France.

IV.5.4 Les concentrations d'O₃

En 2020, les dépassements sont inférieurs à 12 jours en moyenne sur les zones rurales, soit 2 fois moins que la valeur cible, qui est donc respectée partout en Ile-de-France. Les simulations obtenues en 2009 et en 2020 avec les deux scénarios sont très similaires sur les zones rurales. L'application des mesures du PPA n'apporte pas de différences significatives sur les concentrations d'ozone par rapport à ce qui est prévu en 2020 avec le scénario fil de l'eau.

Dans l'agglomération parisienne, et principalement dans Paris, une légère hausse du nombre de jours de dépassement est observable entre les simulations 2009 et « 2020 fil de l'eau » et entre « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA ». Cette faible augmentation (de 1 à 2 jours maximum) peut être provoquée par la diminution des concentrations de NO₂, en particulier dans le cœur dense de l'agglomération. Néanmoins, le nombre de jours de différence étant faible, et les hypothèses sur les simulations 2020 étant importantes, il est difficile de conclure à un impact certain de la diminution de NO₂.

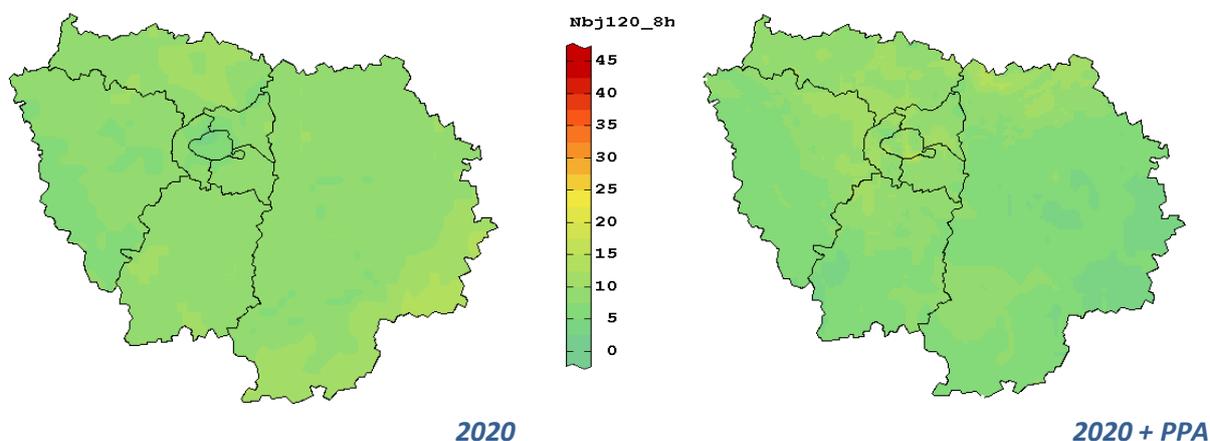


Figure 98 : Situation de l'Ile-de-France au regard de la valeur cible en ozone (O₃) pour la santé (seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures) simulée pour l'année 2020 fil de l'eau (à droite) et « 2020 + PPA » (à gauche)

En 2020, comme sur la période 2007-2009, le seuil de la valeur cible n'est pas dépassé sur l'ensemble de la région.

Néanmoins, de fortes fluctuations interannuelles sont observées pour l'ozone, la valeur cible étant basée sur un paramètre très impacté par les conditions météorologiques. La moyenne sur 3 ans est donc susceptible d'une évolution significative dans le temps. Au vu des données des cinq dernières années, le dépassement de la valeur cible reste donc probable à l'horizon 2020, plus particulièrement en zone rurale et périurbaine de l'Ile-de-France. **Notons qu'en 2020, quel que soit le scénario considéré, l'objectif de qualité (0 jour de dépassement du 120 sur 8 heures sur une année) n'est pas respecté.**

IV.6 Superficie et population concernées par un dépassement des valeurs réglementaires en 2020 avec l'application du PPA

IV.6.1 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂

Le nombre de franciliens potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite en 2020 est de 2.5 millions suivant le scénario fil de l'eau. Après prise en compte de l'impact des mesures du PPA (« 2020 + PPA »), le nombre d'habitants concernés atteint 1.5 millions (Figure 99). Cette baisse est particulièrement importante puisqu'elle est du même ordre de grandeur que la baisse observée entre 2010 et 2020 avec le scénario fil de l'eau.

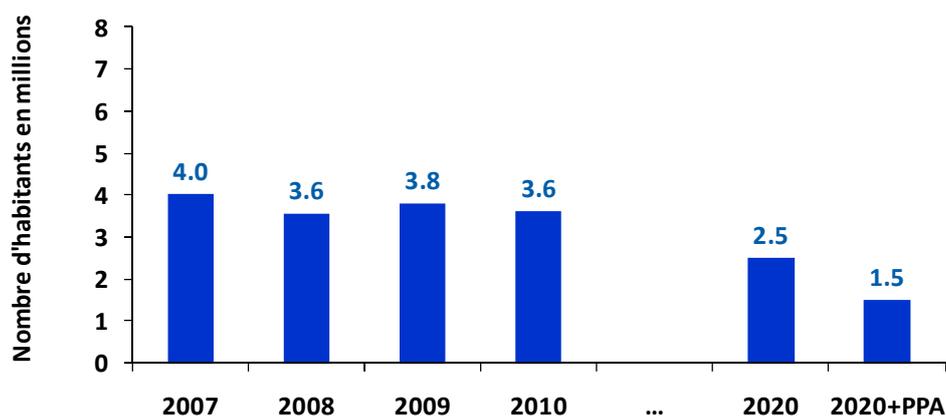


Figure 99 : Nombre d'habitants potentiellement concernés, en Ile-de-France, par un dépassement de la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dioxyde d'azote NO₂ entre 2007 et 2020 (scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA »)

L'étendue géographique de la zone concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ a été estimée pour l'année 2020 à 165 km² avec le scénario fil de l'eau et à 100 km² avec le scénario « 2020 + PPA ». L'impact des mesures du PPA sur la superficie de territoire concerné par un dépassement de la valeur limite est donc très significatif. La surface calculée pour le scénario « 2020 + PPA » est ainsi 40 % inférieure à celle simulée avec le scénario fil de l'eau.

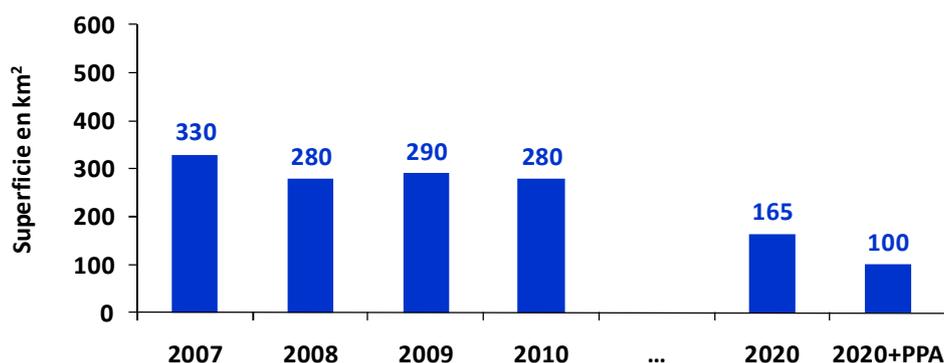


Figure 100 : Evolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement de la valeur limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dioxyde d'azote (NO_2) en Ile-de-France entre 2007 et 2020 (scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA »)

En 2020, lorsque les mesures du PPA sont prises en compte, 750 km de voirie dépasseraient encore la valeur limite pour le NO_2 . La quasi-totalité des routes concernées est située dans l'agglomération parisienne. Cette valeur est néanmoins très inférieure à celle obtenue avec le scénario fil de l'eau, puisque qu'avec ce dernier, ce sont presque 1200 km de voiries qui dépasseraient.

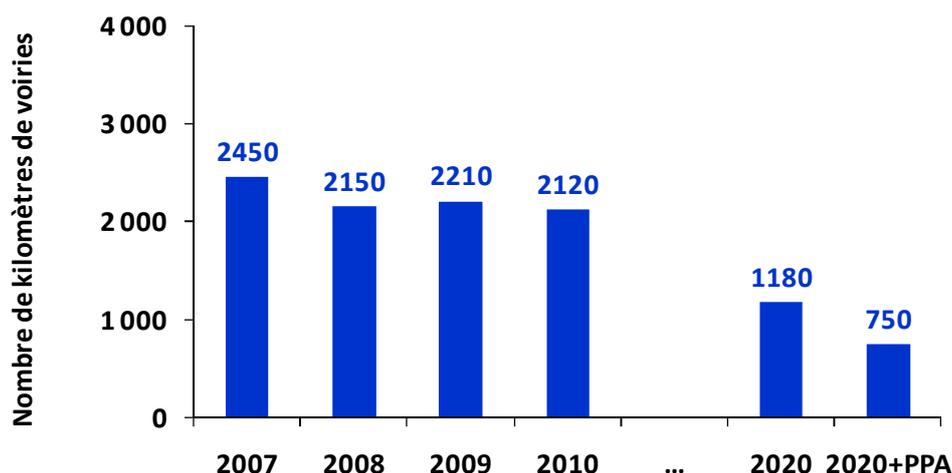


Figure 101 : Evolution du kilométrage cumulé de voirie dépassant la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dioxyde d'azote en Ile-de-France entre 2007 et 2020 (scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA »)

IV.6.2 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM_{10}

Avec le scénario fil de l'eau, le nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite pour les PM_{10} baissent déjà très nettement entre 2009 et 2020, passant ainsi de 2 à 0.6 millions soit une baisse de 70 %. Les mesures du PPA viennent renforcer cette baisse puisque le nombre de personnes potentiellement concernées par un dépassement de la valeur limite annuelle chute à 0.2 millions d'habitants, soit une nouvelle baisse de 70 %.

La quasi-totalité des personnes toujours concernées par un dépassement pour le scénario « 2020 + PPA » résident dans l'agglomération parisienne et environ la moitié dans Paris.

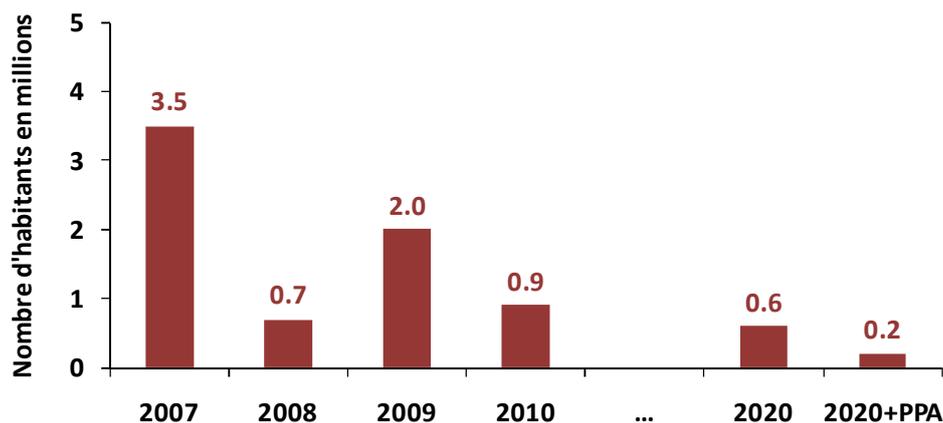


Figure 102 : Nombre d'habitants potentiellement concernés, en Ile-de-France, par un dépassement de la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{10} entre 2007 et 2020 (scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA »)

L'étendue géographique de la zone concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle en PM_{10} a été estimée pour l'année 2020 à 40 km^2 avec le scénario fil de l'eau et à 20 km^2 avec le scénario « 2020 + PPA » (Figure 103). Ces zones sont exclusivement situées aux abords des principaux axes routiers de l'agglomération parisienne.

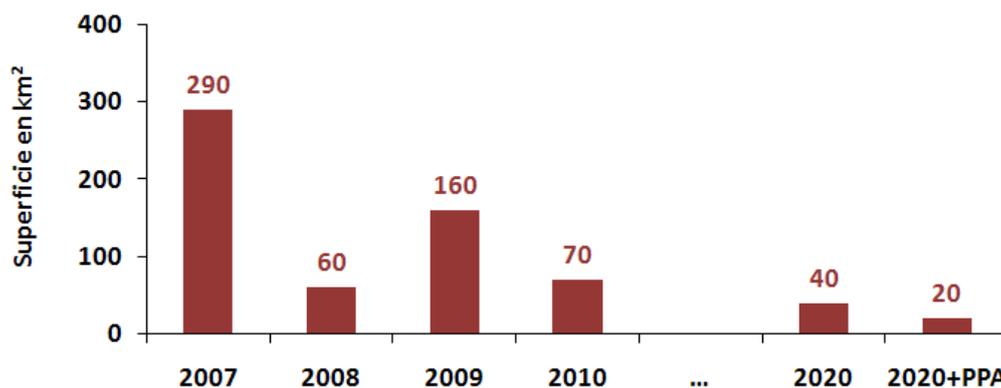


Figure 103 : Evolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement de la valeur limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{10} en Ile-de-France entre 2007 et 2020 (scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA »)

Le nombre de kilomètres de voirie dépassant la valeur limite annuelle des PM_{10} est fortement réduit entre 2009 et 2020 (fil de l'eau), passant de 2510 km en 2009 à moins de 500 km en 2020. Lorsque les mesures du PPA sont prises en compte, ce nombre diminue encore de plus de 50 % pour atteindre environ 220 km , ce qui représente moins de 10 % de ce qui a été simulé pour l'année 2009 (Figure 104).

Le réseau routier qui dépasse toujours la valeur limite annuelle est situé en quasi-totalité dans l'agglomération parisienne, et dans Paris à hauteur de 50 %.

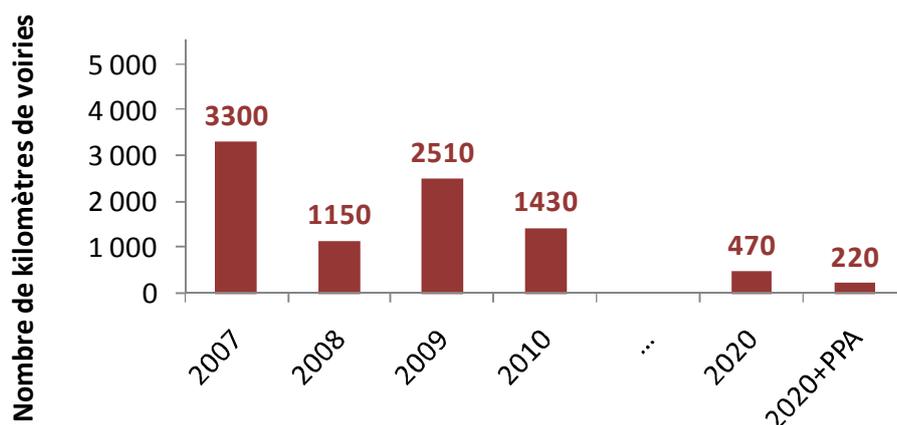


Figure 104 : Evolution du kilométrage cumulé de voiries dépassant la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{10} en Ile-de-France entre 2007 et 2020 (scénario fil de l'eau et « 2020 + PPA »).

IV.6.3 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite journalière en PM_{10}

Les niveaux de particules fluctuent d'une année sur l'autre en fonction des conditions météorologiques observées. Ainsi en 2009, année de référence pour le calcul des concentrations en 2020, les conditions météorologiques ont conduit à des niveaux soutenus de particules.

L'étendue géographique de la zone concernée par un dépassement de la **valeur limite journalière** en PM_{10} , qui correspond à un seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ qui ne doit pas être dépassé plus de 35 jours dans l'année (Tableau 37), a été estimée pour l'année de référence (2009) ainsi que pour l'année 2020 selon le scénario fil de l'eau et le scénario prenant en compte les mesures du PPA.

Polluant	Type de norme	Santé ou végétation	Seuil	Nombre de dépassements maximum/an
PM_{10}	Objectif de qualité	santé	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle	
	Valeur limite annuelle	santé	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Valeur limite journalière	santé	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne journalière	35

Tableau 37 : Valeurs limites et objectif de qualité pour les PM_{10}

La méthodologie utilisée consiste à établir, pour l'année 2009, une relation statistique, établie à partir des mesures réalisées sur les stations du réseau permanent, permettant de passer de la moyenne annuelle au nombre de jours de dépassement du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette estimation est néanmoins plus délicate et comporte des incertitudes plus grandes que les évaluations de dépassement de la valeur limite annuelle. Rappelons que la modélisation des niveaux de particules comporte aussi de nombreuses incertitudes et limites (remise en suspension, aérosols secondaires...). Pour éviter une interprétation binaire du nombre de jours de dépassement, des incertitudes estimées ont été appliquées. A partir de ces incertitudes, des cartes de risque de dépassement de la valeur limite (35 jours) ont été réalisées (Figure 105).

Pour l'année 2020, la relation linéaire existant en 2009 entre les concentrations moyennes annuelles de PM_{10} et le nombre de jours de dépassement a été appliquée. Ainsi, les concentrations simulées aux stations pour l'année 2020 ont permis d'estimer le nombre de dépassements de la valeur limite journalière sur ces mêmes stations.

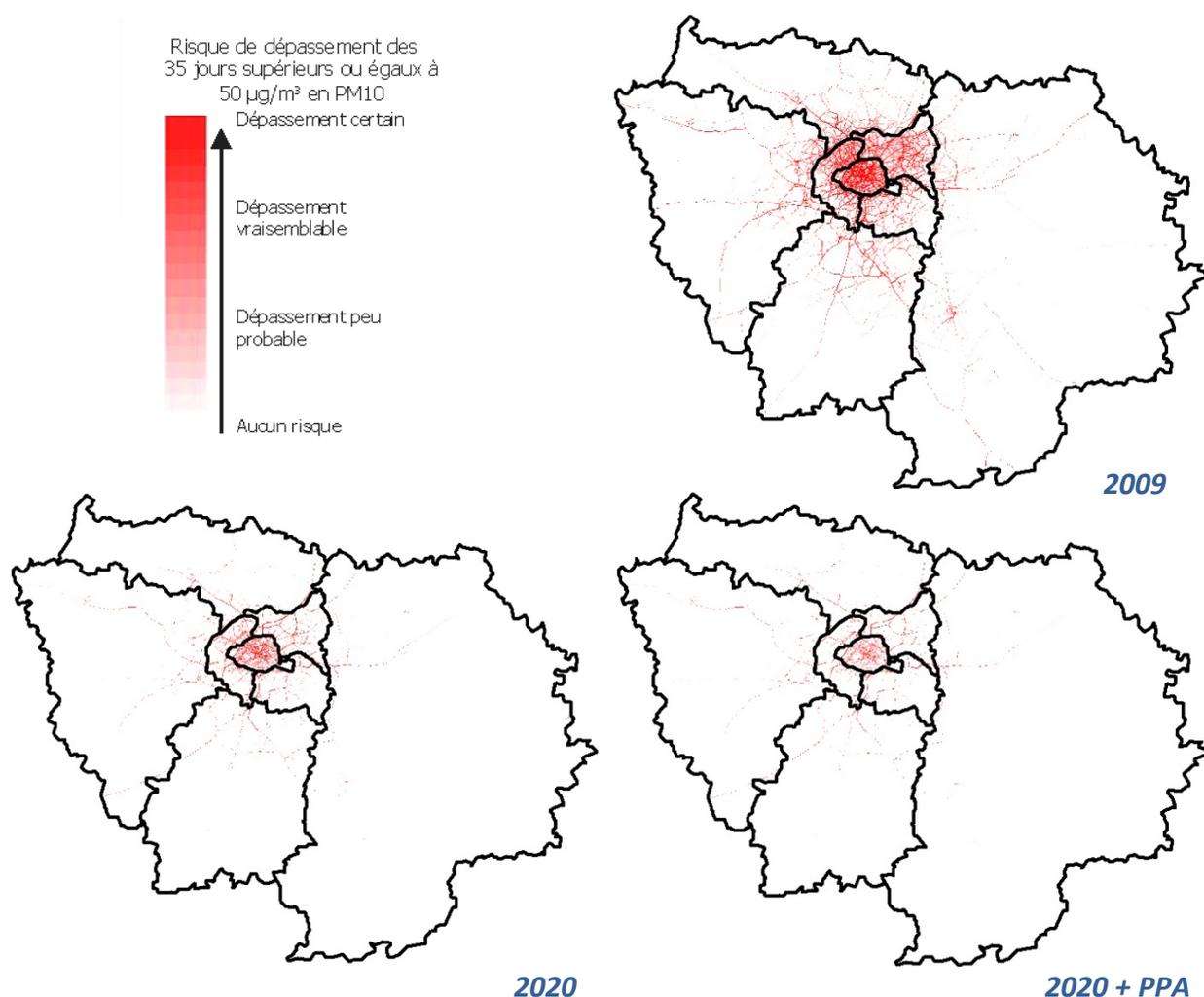


Figure 105 : Risque de dépassement de la valeur limite journalière européenne en particules en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, en 2009 et en 2020 (scénario fil de l'eau et « 2020 + PPA »).

La Figure 105 présente les cartes de risque pour 2009 et 2020 en Ile-de-France. En 2009, le nombre de jours de dépassement en situation de fond est très proche de 35 dans le nord du cœur dense de l'agglomération parisienne. Cela entraîne un dépassement certain de la valeur limite journalière à proximité et sous l'influence directe de la majorité des axes de l'agglomération parisienne, ainsi que les axes de circulation majeurs de la grande couronne. Le kilométrage cumulé de voiries concerné par un dépassement de la valeur limite journalière dépasse 4000 km, soit plus de 35 % de l'ensemble des axes routiers d'Ile-de-France.

En 2020, le nombre de jours de dépassement en situation de fond est nettement inférieur à 35 sur l'ensemble de l'Ile-de-France suivant les deux scénarios. Le dépassement de la valeur limite journalière est limité aux abords immédiats des axes de circulation. Il concerne les axes principaux et certains axes secondaires de Paris et de la Petite Couronne, en particulier le Boulevard Périphérique et les autoroutes entourant Paris. Une baisse importante du risque de dépassement de la valeur limite journalière est observée entre les simulations 2020 fil de l'eau et « 2020 + PPA ». Sur l'ensemble du réseau routier modélisé, le dépassement est estimé à 1240 km de voirie avec le scénario 2020 fil de l'eau et à 820 km de voirie avec le scénario « 2020 + PPA », ce qui correspond respectivement à 12 % et 8 % du réseau d'Ile-de-France.

La Figure 106 illustre l'évolution du kilométrage cumulé de voiries dépassant la valeur limite journalière PM_{10} en Ile-de-France en 2009 et 2020 suivant les scénarios fil de l'eau et « 2020 + PPA ».

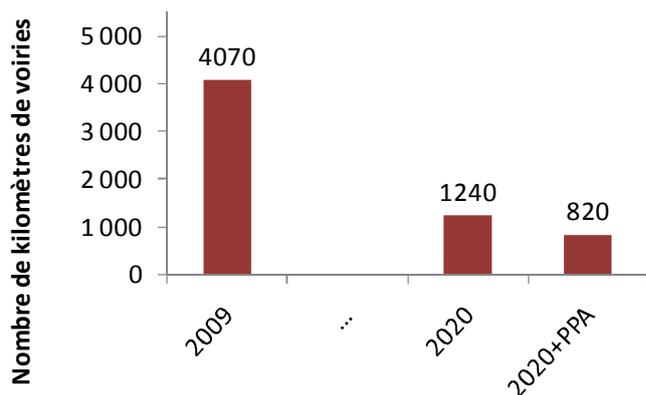


Figure 106 : Evolution du kilométrage cumulé de voiries dépassant la valeur limite journalière PM₁₀ en Ile-de-France en 2009 et en 2020

La Figure 107 et la Figure 108 illustrent l'évolution de la superficie et du nombre d'habitants soumis à un dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ en 2009 et en 2020 suivant les deux scénarios.

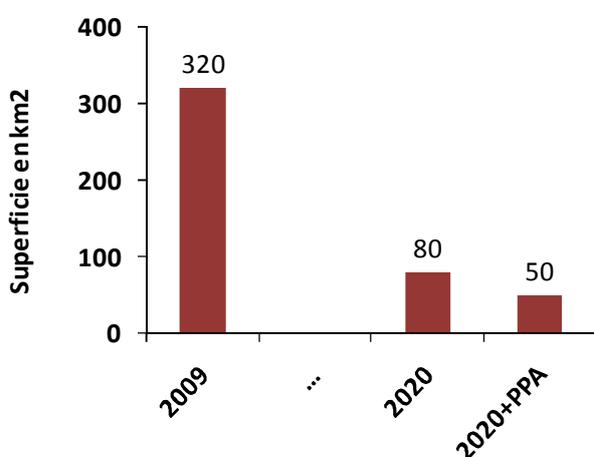


Figure 107 : Evolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ en Ile-de-France en 2009 et 2020 (fil de l'eau et « 2020 + PPA »).

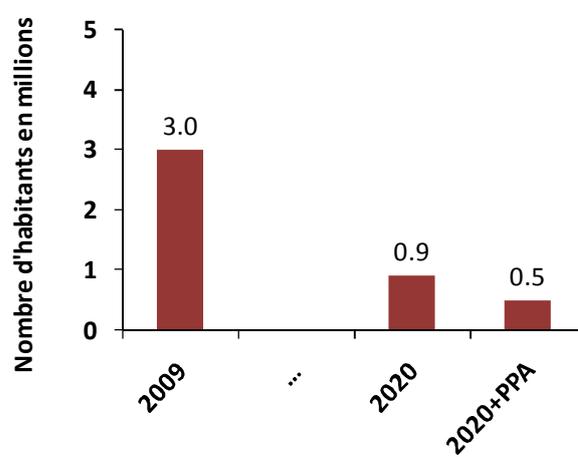


Figure 108 : Evolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ en Ile-de-France en 2009 et 2020 (fil de l'eau et « 2020 + PPA »).

En 2009, la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière était estimée à environ 300 km², soit près de 3 % de la superficie régionale. Cela représente environ 3 millions de personnes potentiellement exposées, soit près de 25 % de la population francilienne. En 2020, la superficie exposée est estimée à 80 km² avec le scénario fil de l'eau et à 50 km² lorsque les mesures du PPA sont prises en compte. Le nombre d'habitants concernés par un dépassement passent de 0.9 millions avec le scénario 2020 fil de l'eau à 0.5 millions avec le scénario « 2020 + PPA ». **Les mesures du PPA permettraient ainsi presque 50 % de diminution du nombre de Franciliens concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en 2020.**

Avec une météorologie défavorable à la qualité de l'air, la valeur limite journalière ne serait plus dépassée en situation de fond en 2020. Les niveaux de 2009 étaient voisins de cette valeur limite.

En proximité au trafic, les mesures du PPA viennent renforcer une baisse très nette du nombre de dépassements prévu en 2020 avec le scénario fil de l'eau.

Néanmoins, malgré cette baisse très significative, il reste des dépassements en 2020 sur les principaux axes routiers de Paris et de la Petite Couronne qui concerneraient potentiellement encore 0.5 millions de Franciliens.

IV.6.4 Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM_{2.5}

La valeur cible en PM_{2.5} est fixée à 20 µg/m³ par la réglementation française. Il s'agit aussi de la valeur limite européenne en 2020. La superficie et le nombre d'habitants concernés par un dépassement de cette valeur cible ne peuvent être documentés en raison du manque de recul sur la qualité des cartographies. Ceci est dû en partie au nombre limité de stations de mesure de PM_{2.5}. Néanmoins, au regard de l'évolution observée en 2020 entre les concentrations déterminées à partir du scénario fil de l'eau et du scénario « 2020 + PPA », un dépassement de la valeur cible semble toujours possible avec le scénario « 2020 + PPA », en particulier à proximité du trafic.

En ce qui concerne l'objectif de qualité, fixé à 10 µg/m³, il serait toujours dépassé sur l'ensemble de l'Île-de-France en 2020, quel que soit le scénario considéré : fil de l'eau ou « 2020 + PPA ». La totalité des franciliens serait donc toujours concernée par un dépassement de l'objectif qualité annuel en 2020.

V. Les mesures du PPA : Variante dans l'hypothèse d'un parc moins diésélisé

L'évaluation prospective de l'impact des mesures prévues dans le cadre du projet de Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) a montré que, malgré une très forte baisse des émissions et des concentrations de polluants, les valeurs limites réglementaires seraient toujours dépassées à l'horizon 2020 pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2.5}. Ces dépassements concerneraient uniquement le voisinage des axes routiers. Ainsi, même en supposant la mise en place des mesures du PPA, 1,5 millions de Franciliens seraient toujours concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ à l'horizon 2020 ; ils seraient 0.5 millions à être toujours concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀.

L'évolution considérée dans le scénario PPA initial fait état d'un taux de diésélisation très fort du parc automobile qui repose sur une hypothèse d'évolution tendancielle vers un parc fortement diésélisé. Ce scénario PPA initial ne prend pas en compte les véhicules électriques ni les véhicules hybrides.

Une variante à ce scénario dans laquelle un taux de diésélisation moins élevé en 2020 que celui retenu dans le projet PPA initial a été considéré. Dans cette variante au scénario PPA initial, le taux de pénétration des véhicules hybrides ou des véhicules 100 % électriques correspond à une évolution tendancielle.

Les concentrations de NO₂ et de PM ont été évaluées à l'horizon 2020 avec ce scénario faisant l'hypothèse d'un parc moins diésélisé. Les indicateurs relatifs à la surface, au kilométrage de voirie et au nombre de personnes potentiellement exposées à un dépassement des valeurs limites réglementaires ont été évalués.

La comparaison entre la situation à l'horizon 2020 avec ces deux scénarios PPA, le scénario initial et le scénario faisant l'hypothèse d'un parc moins diésélisé, permet d'estimer l'impact d'un taux de diésélisation moins élevé du parc automobile couplé à celui de l'introduction de véhicules hybrides et électriques, suivant un scénario tendanciel.

V.1. Evaluation des émissions du trafic routier à l'horizon 2020

Le Tableau 38 contient pour mémoire les émissions calculées précédemment avec le scénario « 2020 + PPA ».

Tableau 38 Emissions du trafic routier en 2020 pour le scénario « 2020 + PPA »

Véhicules	NOx (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	CO ₂ (kt)
véhicules particuliers (échappement)	12 476	305	305	5 194
véhicules utilitaires légers (échappement)	4 222	123	123	2 334
poids lourds (échappement)	3 249	44	44	1 539
bus et cars (échappement)	2 514	45	45	454
deux roues motorisées (échappement)	622	41	41	324
abrasion		894		
Total	23 083	1 452	559	9 845

V.1.1. Variante au scénario PPA : hypothèse d'un parc moins diésélisé

Etant données les évolutions des normes Euro d'ici à 2020, la connaissance du parc technologique est une donnée cruciale pour la détermination des émissions du trafic routier. Lors de l'évaluation initiale, les données de parc technologique utilisées (IFSTTAR/ADEME 2004) faisaient état d'un parc technologique très fortement diésélisé.

Pour la variante au scénario PPA (nommé «2020+PPA taux diesel inf.» sur les graphes), un parc roulant technologique a été construit, sur la base des travaux IFSTTAR utilisés pour les deux scénarios PPA

précédemment étudiés et de travaux spécifiques réalisés par le CITEPA au niveau national. Les émissions de polluants atmosphériques ont été calculées.

Pour les véhicules particuliers (VP) et les utilitaires légers (VUL), on considère le taux de diésélisation calculé par le CITEPA à l'horizon 2020 : soit 63 % pour les VP en zone urbaine (contre 92 % dans les précédentes simulations « 2020 fil de l'eau » et « 2020+PPA ») et 95 % pour les VUL en urbain (contre presque 100 % dans les précédentes simulations - Tableau 39).

Ce scénario PPA moins diésélisé considère également la pénétration dans le parc VP de véhicules électriques : hybrides essence (1.4 % en nombre de véhicules) ou diesel (3.0 %), et 100 % électriques (2.3 %) ; ce qui correspond à environ 316 000 véhicules hybrides ou 100% électriques.

Tableau 39 Taux de diésélisation des véhicules particuliers et utilitaires légers

Catégorie de véhicules	%	Urbain	Routier	Autoroutier
VP	2020 + PPA (source INRETS)	92	92	92
	2020 + PPA taux de diesel inf. (source CITEPA)	63	72	75
VUL	2020 + PPA (source INRETS)	100	100	100
	2020 + PPA taux de diesel inf. (source CITEPA)	95	96	96

Afin de comparer les résultats de ce nouveau scénario avec les scénarios PPA précédemment étudiés, la répartition en normes Euro au sein des VP (respectivement VUL) essence et diesel est prise identique à celle considérée dans les scénarios précédemment étudiés.

Nota bene : - Le scénario PPA faisant l'hypothèse d'un taux de diésélisation plus faible impacte uniquement les émissions de particules des VP et des VUL à l'échappement ; l'abrasion n'est pas modifiée puisque le nombre de véhicules et le nombre de kilomètres parcourus sont supposés inchangés. Dans ce scénario, l'hypothèse d'un parc VP moins diésélisé par rapport au scénario « PPA + 2020 » au profit des véhicules essence et électriques impacte les véhicules diesel toutes normes confondues.

- Le taux de diésélisation des VUL étant légèrement plus faible dans les nouveaux scénarios que dans les calculs réalisés précédemment, cela n'impacte que faiblement les émissions de cette catégorie de véhicules. Dans la suite, seuls les résultats relatifs aux VP sont commentés en détail.

La Figure 109 présente la composition du parc technologique VP utilisé dans les scénarios « 2020 fil de l'eau » et « 2020 + PPA » d'une part et dans le scénario PPA faisant état d'un taux de diésélisation plus faible d'autre part, en distinguant VP essence, diesel et les autres types de motorisation (GPL, hybrides et électriques).

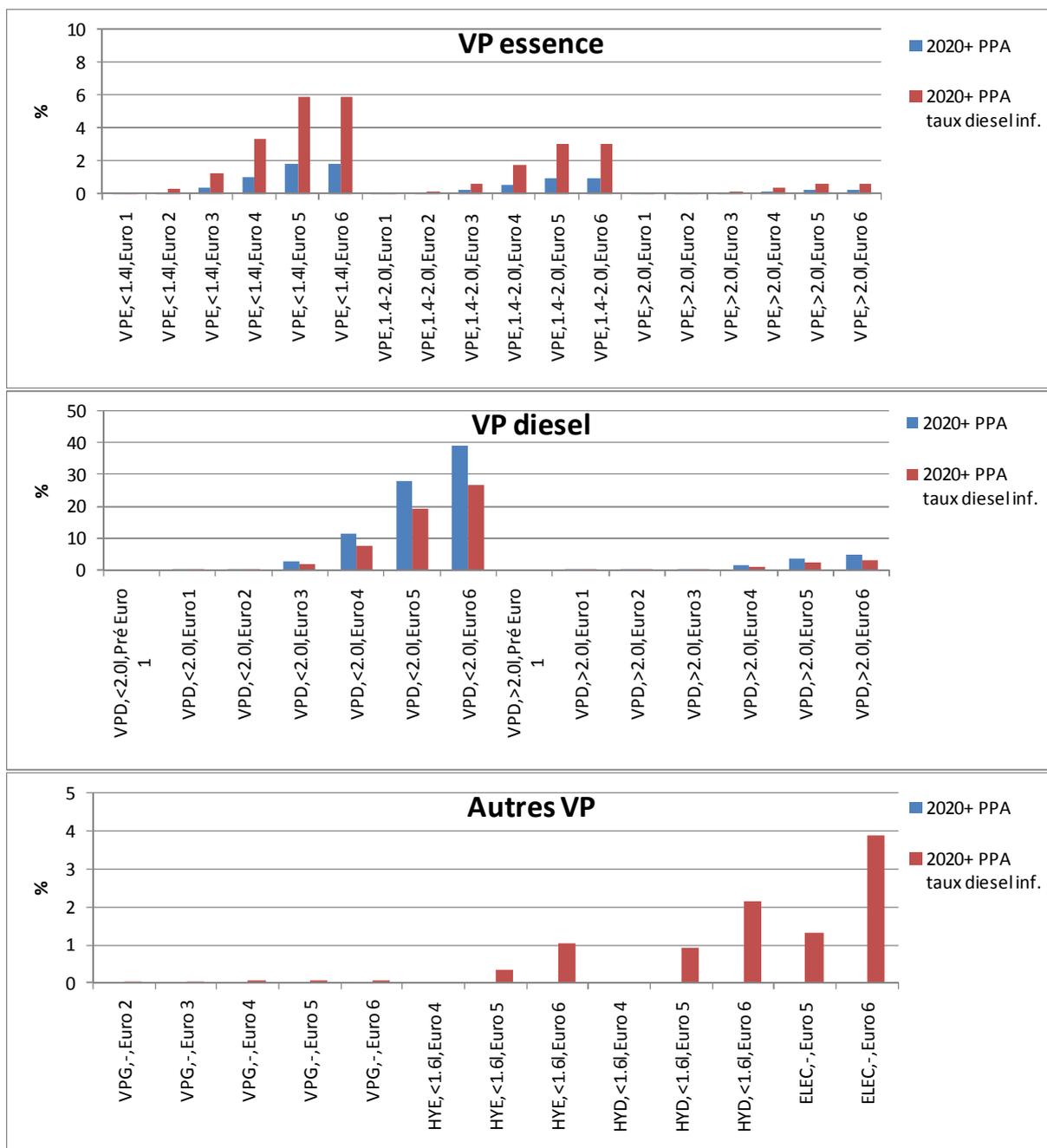


Figure 109 Parcs roulants technologiques (routiers pour les VP essence et diesel ; urbains pour les VP électriques) estimés pour l'année 2020 pour les scénarios « 2020+ PPA » et « 2020 + PPA taux diesel inf. » ; VPE = VP essence ; VPD = VP diesel ; HYE = VP hybrides essence ; HYD = VP hybrides diesel ; ELEC = VP 100 % électriques

Conformément à la description du scénario faisant état d'un taux de diésélisation plus faible, on observe pour ce scénario un rééquilibrage des parts essence / diesel au profit des véhicules essence. Concernant les autres types de motorisation, le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. » prévoit une augmentation nette de véhicules hybrides et électriques.

V.1.2. Les hypothèses relatives aux facteurs d'émissions

Des éléments relatifs aux facteurs d'émissions de NOx et de PM en fonction de la norme et de la motorisation sont présentés dans ce paragraphe. Les présents travaux portant sur la substitution de véhicules particuliers de

motorisation diesel par des véhicules essence et électriques ; ces éléments permettent d'éclairer les résultats des calculs d'émission qui sont présentés dans la suite.

A Facteurs d'émissions de NOx et de PM des VP essence et diesel

Les figures suivantes présentent les facteurs d'émissions de NOx en fonction de la vitesse des véhicules particuliers essence et diesel.

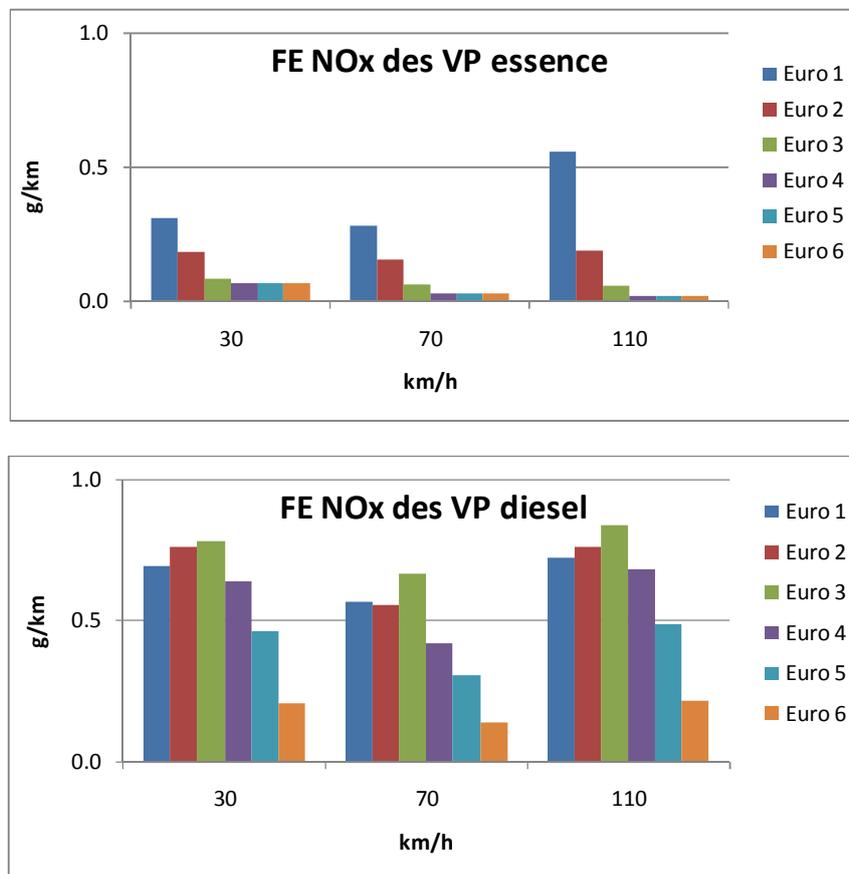


Figure 110 Facteurs d'émissions (en g/km) de NOx des véhicules particuliers essence et diesel, en fonction de la vitesse

Les facteurs d'émissions de NOx des véhicules particuliers diesel sont, à norme équivalente, toujours plus élevés que ceux des véhicules particuliers essence. A 30 km/h, le ratio entre les FE de NOx des véhicules diesel et essence varie de 2 (Euro 1), à 10 (Euro 3 et 4). Les facteurs d'émissions de NOx des véhicules diesel de normes Euro 5 et 6 sont toujours plus élevés que ceux des véhicules essence de normes équivalentes, comme illustré dans le Tableau 40.

Tableau 40 Ratio entre les FE de NOx des véhicules particuliers diesel et essence

Norme des véhicules	Ratio FE NOx diesel / essence
Euro 1	2.23
Euro 2	4.19
Euro 3	9.66
Euro 4	9.80
Euro 5	7.06
Euro 6	3.14

Les figures suivantes présentent les facteurs d'émissions de PM en fonction de la vitesse des véhicules particuliers essence et diesel.

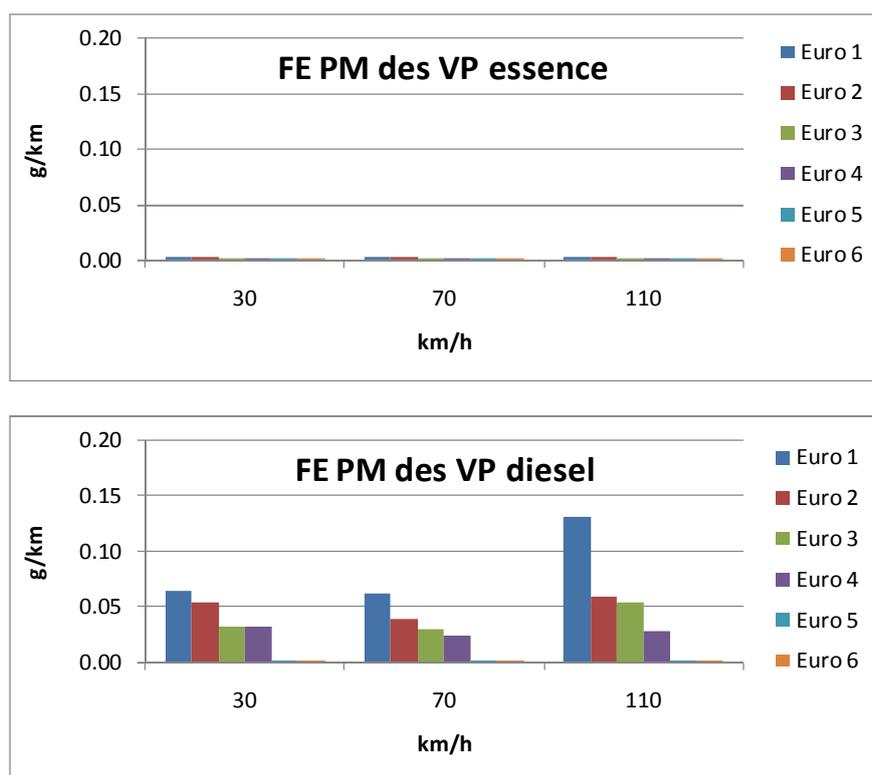


Figure 111 Facteurs d'émissions (en g/km) de PM des véhicules particuliers essence et diesel, en fonction de la vitesse

Les facteurs d'émissions de PM des véhicules particuliers diesel sont, à norme équivalente, toujours plus élevés que ceux des véhicules particuliers essence excepté pour les normes Euro 5 et 6 pour lesquelles ces facteurs d'émission sont presque équivalents (ratio entre les FE de PM des véhicules diesel et essence de l'ordre de 1.25 - Tableau 41). Concernant les autres normes Euros, à 30 km/h, le ratio entre les FE de PM des véhicules diesel et essence varie de 20 (Euro 1) à 25 (Euro 3 et 4).

Tableau 41 Ratio entre les FE de PM des véhicules particuliers diesel et essence

Norme des véhicules	Ratio FE PM diesel / essence
Euro 1	20.14
Euro 2	16.73
Euro 3	25.32
Euro 4	24.97
Euro 5	1.25
Euro 6	1.25

B Facteurs d'émissions des véhicules hybrides et 100 % électriques

Les facteurs d'émissions (FE) liés à l'abrasion des freins, pneus et routes des VP hybrides essence et diesel, et des véhicules électriques sont identiques à ceux des autres VP ; il n'y a pas d'effet de norme.

La méthodologie COPERT IV ne donne de facteurs d'émissions à l'échappement que pour un véhicule hybride essence de type Prius 1ère génération, de cylindrée <1.6l, de norme Euro 4. Pour le CO₂, le FE disponible est

inférieur de 1/3 au FE d'un véhicule essence de norme équivalente⁴⁰. On n'applique pas de gain supplémentaire à l'émission pour les autres polluants, par rapport au gain de consommation ; les FE des autres polluants sont aussi supposés être inférieurs de 1/3 au FE d'un véhicule essence de norme équivalente.

De plus, on suppose les FE des véhicules hybrides essence de normes Euro 5 et 6 identiques à ceux des VP hybrides essence de norme Euro 4. En effet, il n'y a pas d'évolution des FE COPERT des véhicules essence non hybrides entre les normes Euro 4 et 6.

Pour les véhicules hybrides diesel (en régime moteur établi ou « à chaud »), on applique un facteur d'abattement de 0.67 aux FE des véhicules diesel non hybrides. De plus, on suppose que les FE des véhicules diesel hybrides décroissent dans les mêmes proportions en fonction des normes Euro que ceux des véhicules diesel non hybrides.

Concernant les surémissions à froid, elles sont considérées égales à celles des VP de norme et de motorisation équivalentes.

V.1.3. Les émissions du trafic routier en 2020 avec les différents scénarios PPA

Les émissions de NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} et CO₂ liées au trafic routier en 2020, selon le scénario initial et le scénario faisant l'hypothèse d'un parc moins diésélisé sont présentées sur la Figure 112. Les émissions calculées pour les années 2008 et 2020 selon un scénario fil de l'eau sont également indiquées à titre de référence mais ne sont pas commentées dans ce texte.

Avec le scénario faisant état d'un taux de diésélisation du parc VP moins important, on observe une baisse des émissions de NO_x et de particules par rapport aux émissions du scénario « 2020 + PPA », induite par la diminution de la part (et donc du nombre) de véhicules particuliers diesel, toutes normes Euro confondues. En effet, les véhicules essence ont des facteurs d'émission de NO_x et de PM plus faibles que les véhicules diesel (Tableau 40 et Tableau 41).

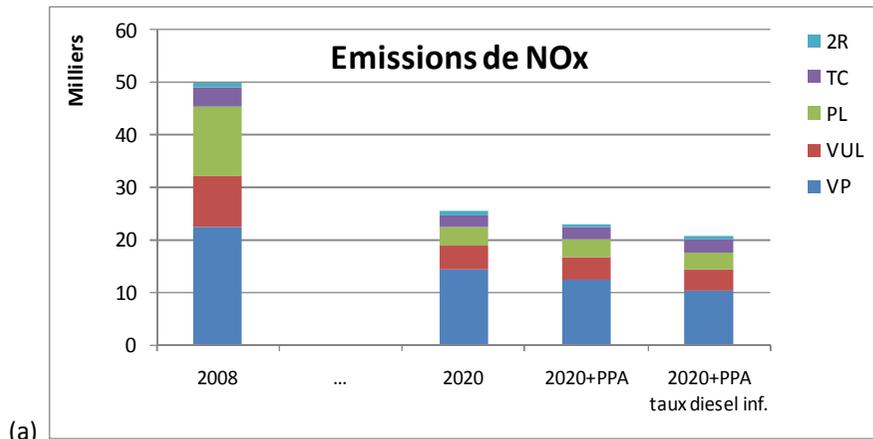
La baisse des émissions de PM₁₀ est plus modérée que celle des émissions de PM_{2.5} car le scénario « 2020 + PPA taux diesel inf. » ne modifie pas les émissions de particules liées à l'abrasion, considérées dans cette étude comme appartenant uniquement à la fraction grossière des particules.

Il est à noter que les effets du scénario « 2020 + PPA taux diesel inf. » sur les émissions de NO₂ seront plus importants que les effets sur les NO_x : le ratio NO₂/NO_x à l'émission se situe entre 2 et 4% selon la norme pour les véhicules essence et entre 11 et plus de 50% pour les véhicules diesel⁴¹.

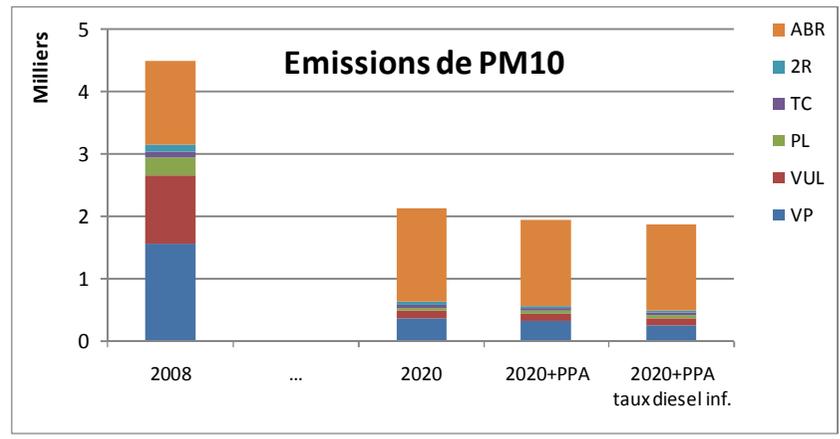
En revanche, un parc moins diésélisé induit une augmentation des émissions de CO₂ par rapport au scénario « 2020 + PPA » en lien avec une consommation moyenne de carburant plus importante pour les véhicules essence que pour les véhicules diesel.

⁴⁰ Communication CITEPA

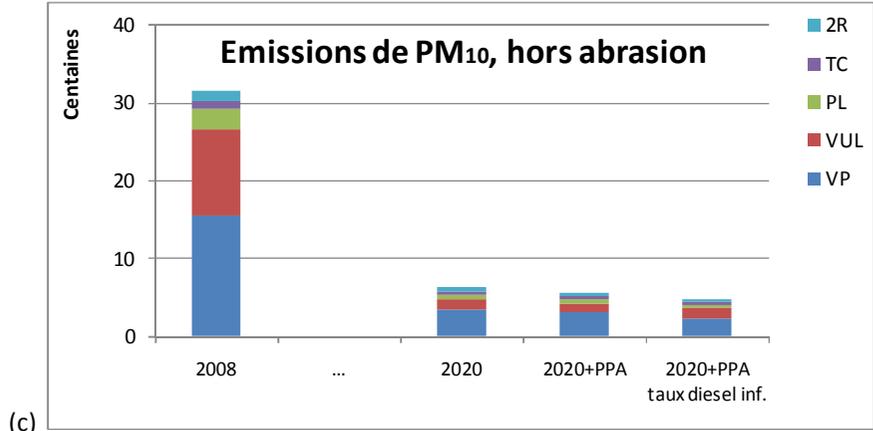
⁴¹ Guide méthodologique EMEP / EEA emission inventory guidebook 2009, updated May 2012



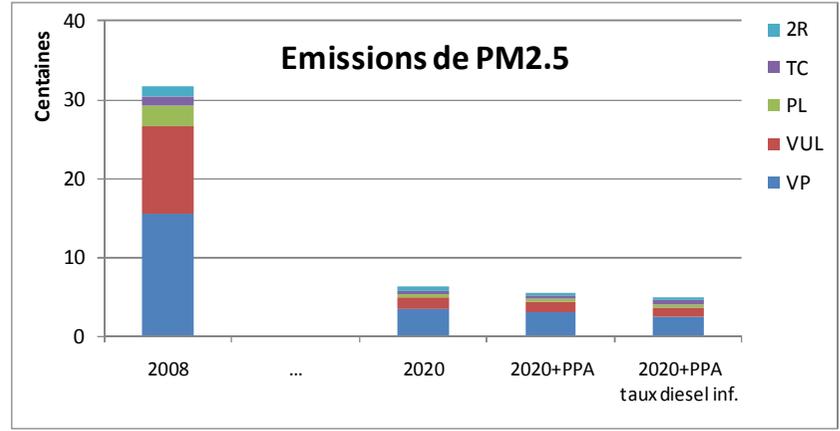
(a)



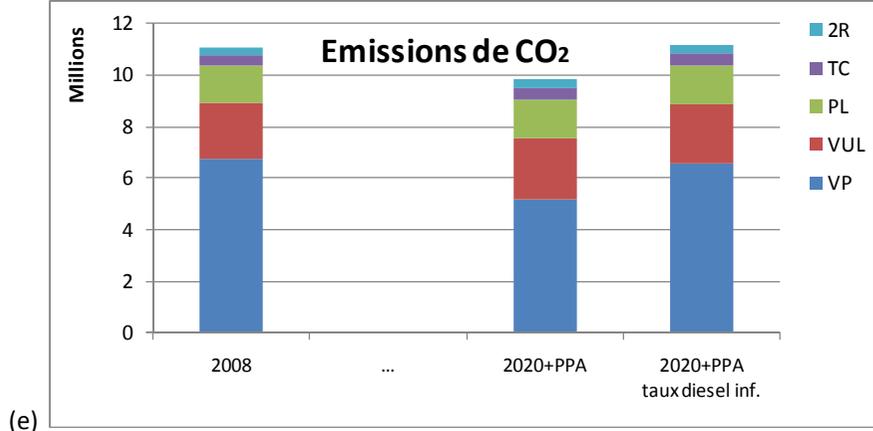
(b)



(c)



(d)



(e)

Figure 112 Emissions de NOx (a), PM₁₀ totales (b) et hors abrasion (c), PM_{2.5} (d) et CO₂ (e) du trafic routier sur l'Île-de-France, pour le scénario « 2020 + PPA », le scénario « 2020 + PPA taux diesel inf. »; les émissions 2008 et les émissions 2020 selon le scénario fil de l'eau sont indiquées pour rappel

Le Tableau 42 présente les valeurs chiffrées des variations relatives des émissions du scénario faisant l'hypothèse d'un parc moins diésélisé par rapport au scénario « 2020 + PPA ».

Tableau 42 Evolution des émissions des véhicules particuliers et de l'ensemble du trafic routier en 2020 entre le scénario « 2020 + PPA » et le scénario « 2020 + PPA taux diesel inf. »

Scénarios « 2020+PPA taux diesel inf. » / « 2020 + PPA »	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂
Véhicules particuliers (échappement)	-18%	-21%	-21%	+26%
Tous véhicules (échappement+abrasion)	-10%	-4%	-12%	+13%

V.2. La qualité de l'air en 2020

Les émissions de NO₂ et de PM₁₀ calculées à partir des hypothèses présentées avec les deux scénarios PPA présentant des taux de diésélisation différents ont permis de simuler, *via* la modélisation, les concentrations atmosphériques de ces polluants à l'horizon 2020. Dans le cas du scénario « 2020+PPA taux diesel inf. », seules les concentrations en proximité au trafic routier ont été recalculées. Les concentrations de fond ont été considérées similaires à celles calculées pour « 2020+PPA ». Cette hypothèse peut engendrer une légère surestimation des concentrations de polluants avec ce scénario.

V.2.1. Les concentrations de NO₂

La Figure 113 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles de NO₂ en 2009, à titre de référence, et en 2020 avec les deux scénarios PPA :

- le scénario « 2020 + PPA » prenant en compte les mesures du PPA et un taux de diésélisation élevé ;
- le scénario « 2020 + PPA taux diesel inf. » prenant en compte les mesures du PPA et un taux de diésélisation plus faible ainsi qu'une augmentation du nombre de véhicules électriques et hybrides.

Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact à proximité du trafic routier dans les deux situations.

Les mesures sur le trafic (type de motorisation) induisent une forte baisse des émissions comme le montre la comparaison entre les cartes de concentrations de NO₂ obtenues avec le scénario « 2020 + PPA » et celles obtenues avec un parc moins diésélisé. Ainsi, la prise en compte d'un taux de diésélisation moins élevé en 2020 que celui retenu dans le projet PPA initial induit une forte diminution des concentrations de NO₂. La valeur limite de 40 µg/m³ est cependant toujours dépassée dans Paris intra-muros, sur le Boulevard Périphérique ainsi que sur les autoroutes au cœur de l'agglomération parisienne.

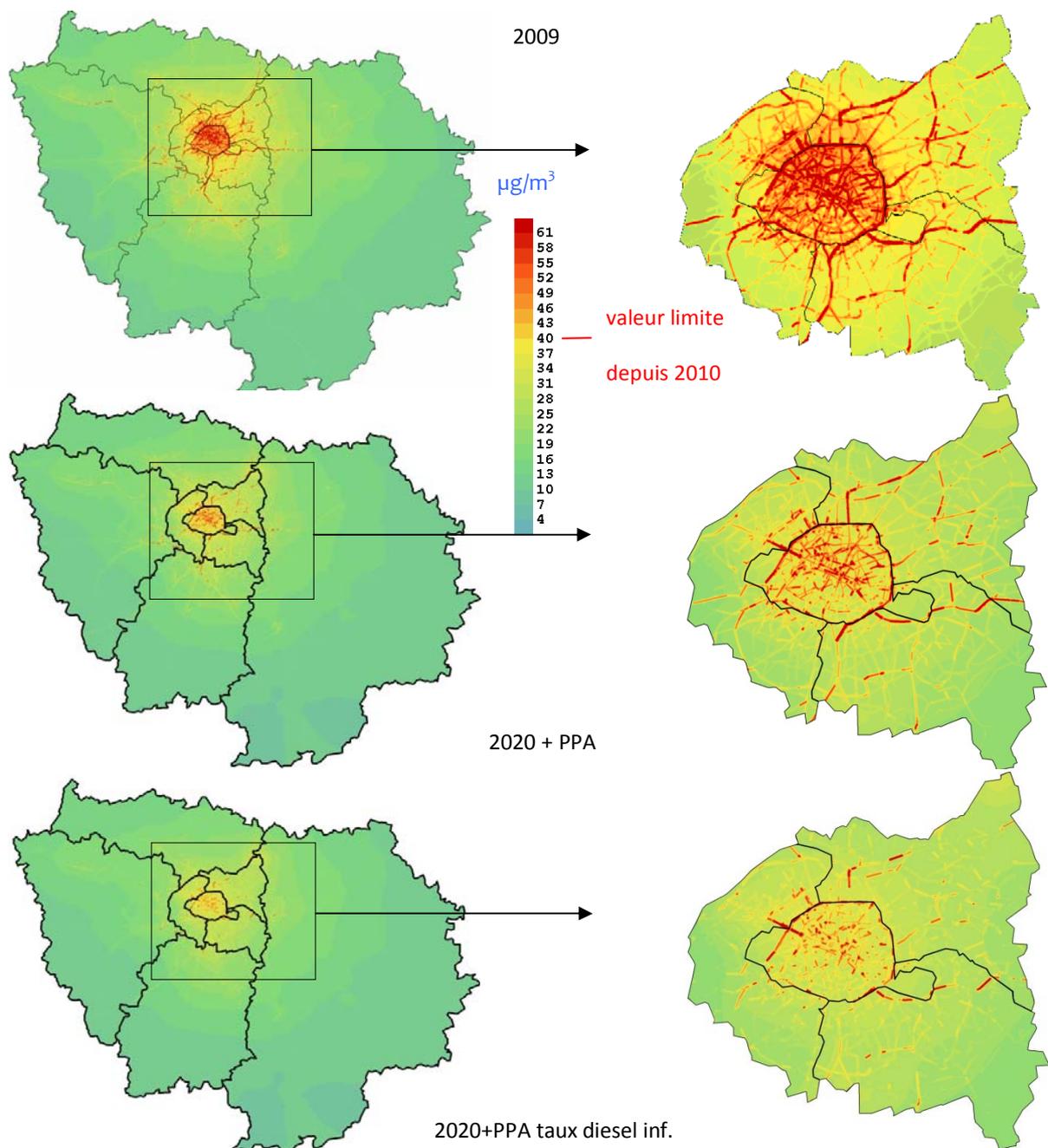


Figure 113 : Concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote NO_2 en Ile-de-France, fond et proximité du trafic routier, zoom sur la Petite Couronne parisienne en 2009 et en 2020 avec les mesures PPA en faisant varier le taux de diésélisation du parc VP

La Figure 114 présente le nombre de kilomètres de voirie concernés par un dépassement de la valeur limite de NO_2 en 2009, en 2020 suivant un scénario fil de l'eau, en 2020 lorsque les mesures du PPA sont appliquées avec un parc fortement diésélisé, et en 2020 lorsque les mesures du PPA sont appliquées avec un parc plus faiblement diésélisé. Le passage à un parc moins diésélisé induit une diminution du nombre de kilomètres de voirie en dépassement de 30 % par rapport au scénario « 2020 + PPA » à l'échelle de l'Ile-de-France et de presque 25 % à l'échelle de Paris.

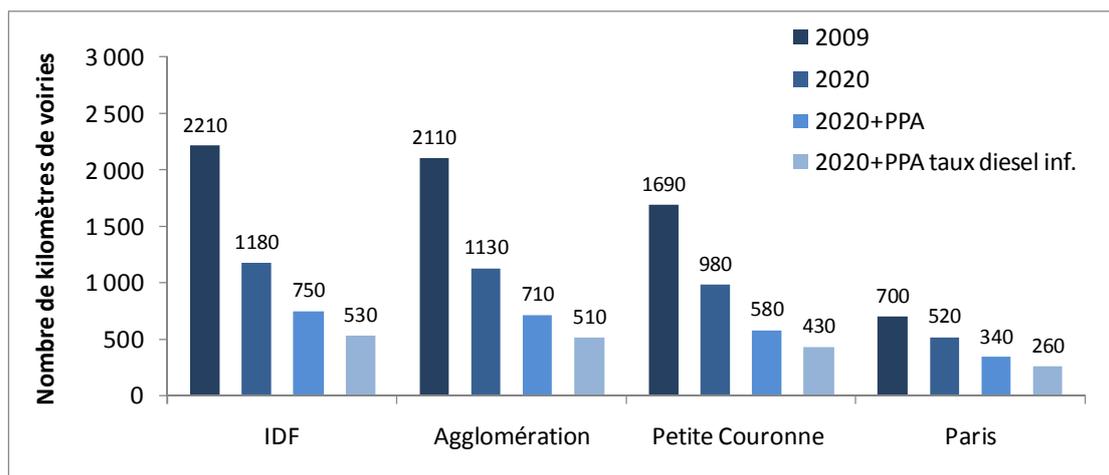


Figure 114 : Kilométrages cumulés de voirie dépassant la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dioxyde d'azote (NO_2), sur l'Île-de-France, sur l'agglomération parisienne, sur la Petite Couronne et à Paris, en 2009 et en 2020 suivant les scénarios fil de l'eau, « 2020 + PPA » et « 2020+PPA taux diesel inf. »

V.2.2. Les concentrations de PM_{10}

La Figure 115 présente les cartes de concentrations moyennes annuelles de PM_{10} en 2009, à titre de référence, et en 2020 suivant les deux scénarios PPA précités. Un zoom sur la Petite Couronne a été réalisé afin de mieux visualiser l'impact à proximité du trafic routier dans les différentes situations.

Comme le montre la Figure 115, une légère baisse des concentrations de PM_{10} est visible lorsque les mesures du PPA sont accompagnées d'une hypothèse de parc moins diésélisé à l'horizon 2020. Dans ce cas, les dépassements de la valeur limite de PM_{10} sont limités à quelques axes de Paris Intra-muros, à des tronçons du Boulevard Périphérique ainsi qu'à quelques parties des autoroutes franciliennes.

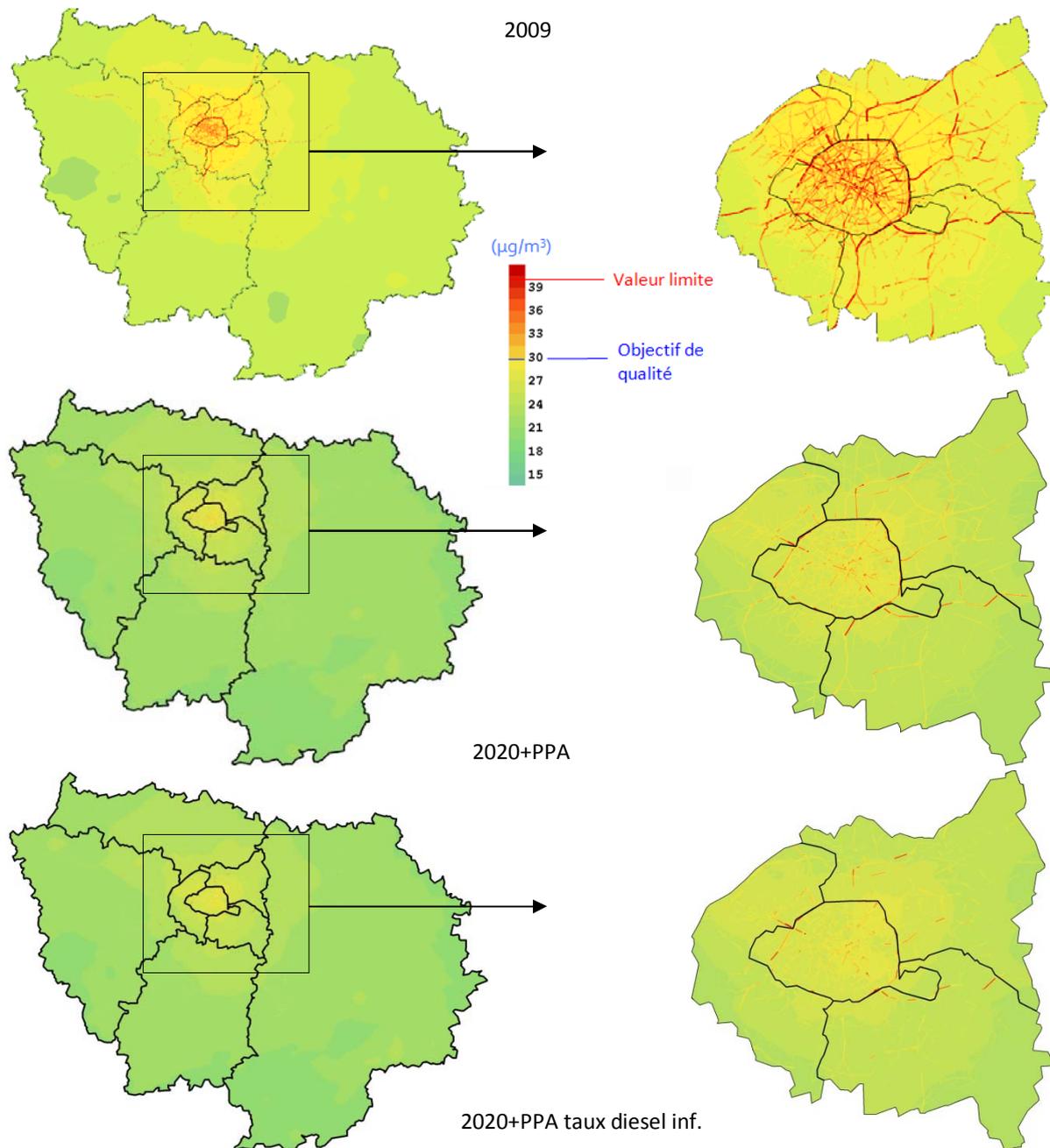


Figure 115 : Concentrations moyennes annuelles des PM_{10} en Ile-de-France, fond et proximité du trafic routier, zoom sur la Petite Couronne parisienne en 2009 et en 2020 avec les mesures du PPA en faisant varier le taux de diésélisation

La Figure 116 qui présente le nombre de kilomètres de voirie dépassant la valeur limite annuelle en PM_{10} à l'horizon 2020 suivant les différents scénarios permet de mieux appréhender l'impact d'un parc moins diésélisé sur les concentrations. Comme le montre cette figure, une diminution du taux de diésélisation du parc VP induit une diminution d'environ 50 % du nombre de kilomètres de voirie dépassant la valeur limite par rapport au scénario faisant état d'un parc plus fortement diésélisé.

Ainsi, avec les mesures du PPA et un parc VP moins diésélisé « 2020+PPA taux diesel inf. », il y aurait toujours environ 100 km d'axes routiers qui dépasseraient la valeur limite annuelle de PM_{10} en Ile-de-France, soit moins de 2 % du réseau total. A Paris, ce serait environ 50 km de voirie qui seraient toujours concernés par un dépassement de la valeur limite, soit moins de 10 % du réseau routier de la capitale.

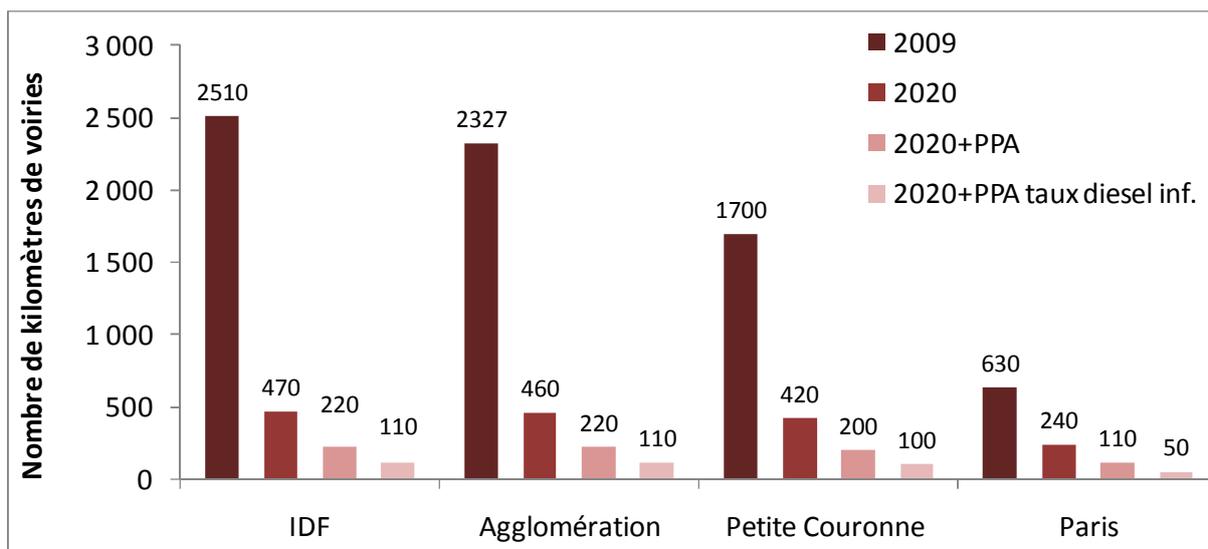


Figure 116 : Kilométrages cumulés de voirie dépassant la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{10} , sur l’Ile-de-France, sur l’agglomération parisienne, sur la Petite Couronne et à Paris, en 2009 et en 2020 avec le scénario fil de l’eau, le scénario « 2020+PPA » et le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »

V.2.3. Les concentrations de $\text{PM}_{2.5}$

La Figure 117 présente les cartes de concentrations moyennes de $\text{PM}_{2.5}$ en 2009 et en 2020, simulées avec le scénario « 2020 + PPA » et le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. ». Les zooms sur la petite couronne sont présentés afin de mettre en évidence les évolutions entre les différentes cartes à l’horizon 2020.

Un taux de diésélisation plus faible du parc VL entraîne une légère diminution des concentrations de $\text{PM}_{2.5}$ en proximité directe des axes, comme le montrent les cartes de concentrations. Cette diminution est cohérente avec la baisse des émissions de $\text{PM}_{2.5}$, qui atteint environ 10 % entre les deux scénarios.

Par manque de stations de mesure de $\text{PM}_{2.5}$ en proximité du trafic, la fiabilité des niveaux modélisés ne peut être évaluée. Par conséquent, le nombre de kilomètres de voirie dépassant les valeurs réglementaires en $\text{PM}_{2.5}$ n’est pas présenté. Notons que les mesures de $\text{PM}_{2.5}$ en proximité du trafic routier se développent dans le cadre de la mise en place du Programme de Surveillance de la Qualité de l’Air 2010 – 2014 d’Ile-de-France.

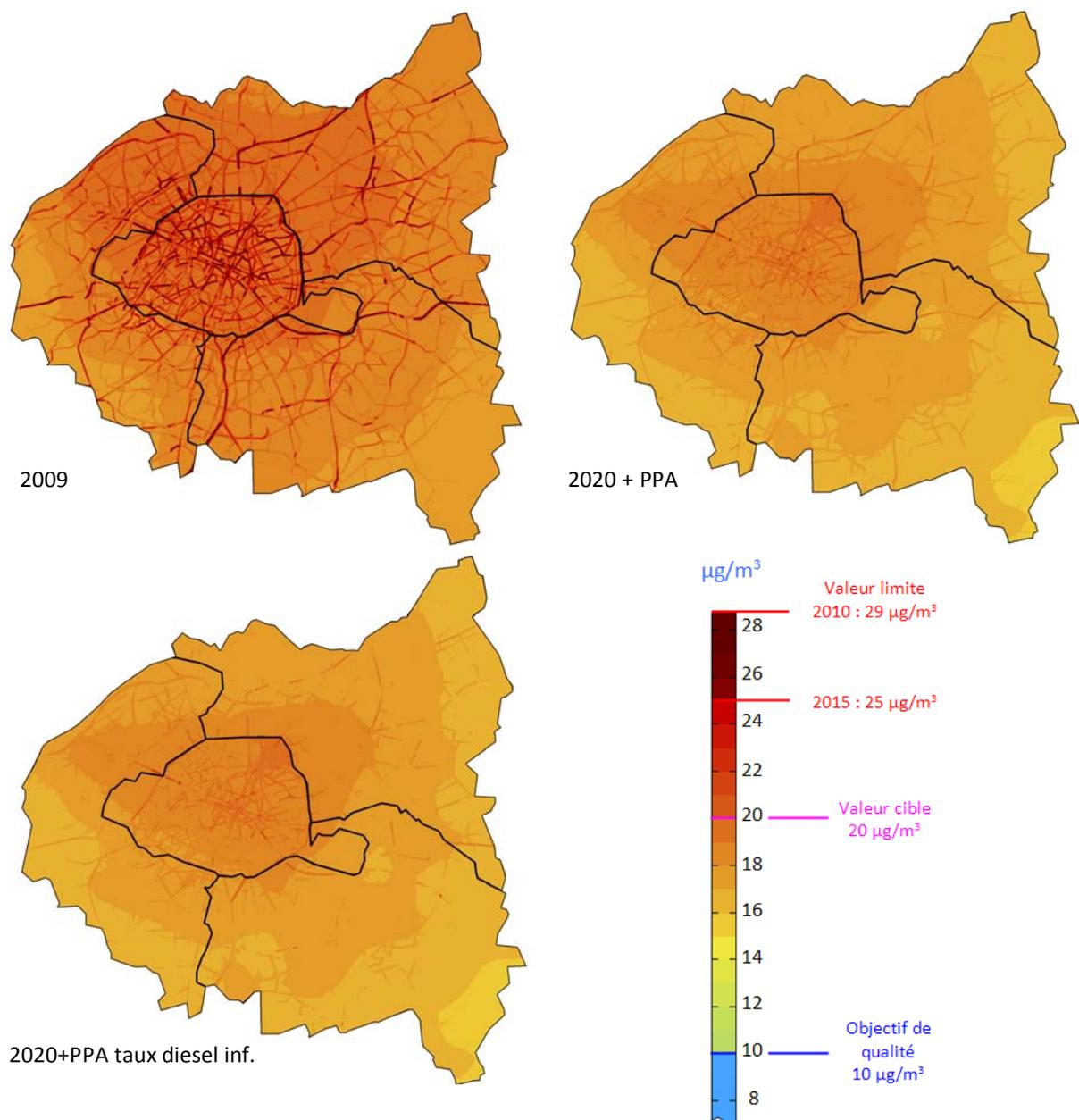


Figure 117 : Concentrations moyennes annuelles des $PM_{2.5}$ sur Paris et la Petite Couronne, fond et proximité du trafic routier, en 2009 et en 2020 avec le scénario « 2020+PPA » et le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »

V.3 Superficie et population concernées par un dépassement des valeurs réglementaires à l'horizon 2020

V.3.1. Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en NO_2

Le nombre de franciliens potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite en 2020 est de 2.5 millions suivant le scénario fil de l'eau. Après prise en compte de l'impact des mesures du PPA, le nombre d'habitants concernés atteint 1.5 millions (Figure 118).

Un taux de diésélisation moins fort du parc VP a un impact très fort sur le nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite. Ainsi, la diminution du taux de diésélisation et l'introduction de véhicules

électriques et de véhicules hybrides selon un scénario tendanciel induisent une diminution de plus de 50 % du nombre d'habitants concernés qui serait alors de l'ordre de 0,6 millions.⁴².

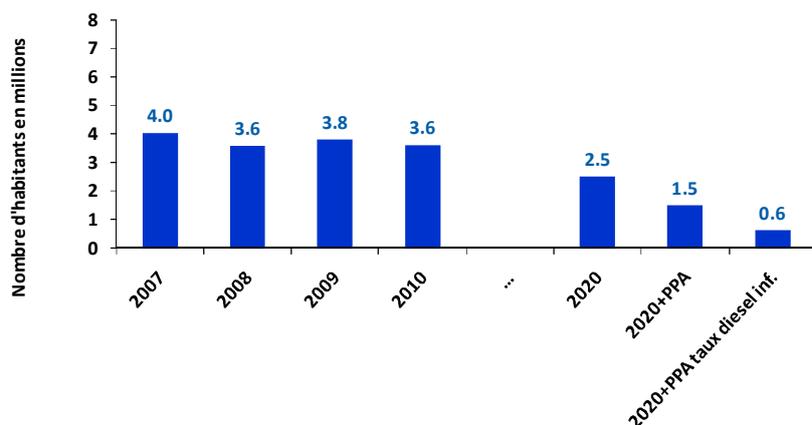


Figure 118 : Nombre d'habitants (en millions) potentiellement concernés, en Ile-de-France, par un dépassement de la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dioxyde d'azote NO_2 entre 2007 et 2020 suivant différents scénarios (scénario « 2020 fil de l'eau », scénario « 2020 + PPA » et scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »)

L'impact d'un taux de diésélisation plus faible du parc VP sur la superficie de territoire concernée par un dépassement de la valeur limite est très important. La surface calculée est ainsi de 55 % inférieure à celle simulée avec le scénario « 2020 + PPA » passant de 100 km^2 à 45 km^2 (Figure 119).

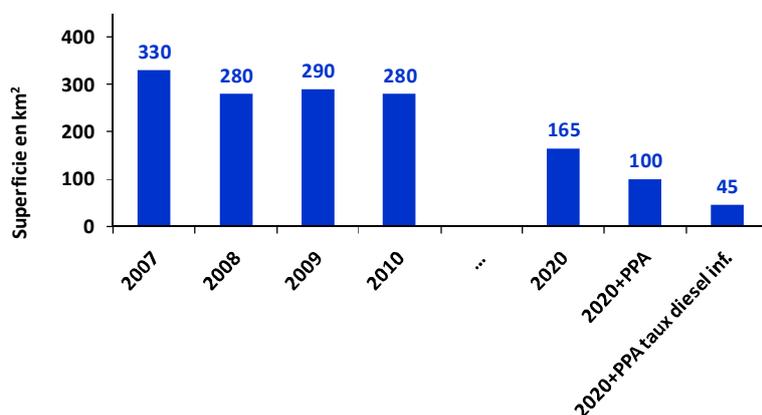


Figure 119 : Evolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement de la valeur limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dioxyde d'azote (NO_2) en Ile-de-France entre 2007 et 2020 suivant différents scénarios (scénario « 2020 fil de l'eau », scénario « 2020 + PPA » et scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »)

En 2020, lorsque les mesures du PPA sont prises en compte, 750 km de voirie dépassent toujours la valeur limite annuelle pour le NO_2 . La quasi-totalité des routes concernées est située dans l'agglomération parisienne. Lorsque l'hypothèse d'un parc moins diésélisé est appliquée au scénario PPA, le nombre de kilomètres de voirie toujours concernés par un dépassement de la valeur limite baisse significativement et atteint 530 km (Figure 120).

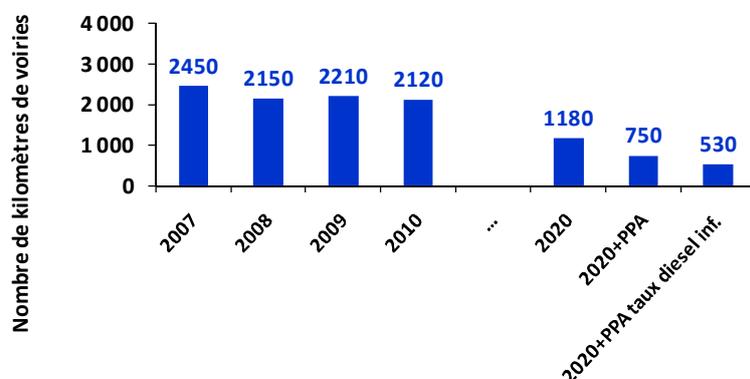


Figure 120 : Evolution du kilométrage cumulé de voirie dépassant la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en dioxyde d'azote en Ile-de-France entre 2007 et 2020 suivant différents scénarios (scénario « 2020 fil de l'eau », scénario « 2020 + PPA » et scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »)

⁴² Avec un taux de diésélisation moins fort du parc, les indicateurs de la qualité de l'air, que sont le nombre d'habitants, l'étendue géographique ou le nombre de kilomètres de voirie soumis à un dépassement des valeurs limites, sont faibles et les incertitudes associés à ces indicateurs sont relativement élevées. Ces valeurs sont donc à prendre comme des ordres de grandeurs.

V.3.2. Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM₁₀

Avec le scénario fil de l'eau, le nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite pour les PM₁₀ baissent déjà très nettement entre 2009 et 2020, passant ainsi de 2 à 0.6 millions soit une baisse de 70 %. Les mesures du PPA viennent renforcer cette baisse puisque le nombre de personnes potentiellement concernées par un dépassement de la valeur limite annuelle chute à 0.2 millions d'habitants, soit une nouvelle baisse de 70 %.

Avec un taux de diésélisation moins élevé en 2020 que celui retenu dans le projet PPA initial et l'introduction de véhicules 100 % électriques et de véhicules hybrides suivant une évolution tendancielle, le nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle de PM₁₀ est ramené en dessous de 0,1 millions (Figure 121).

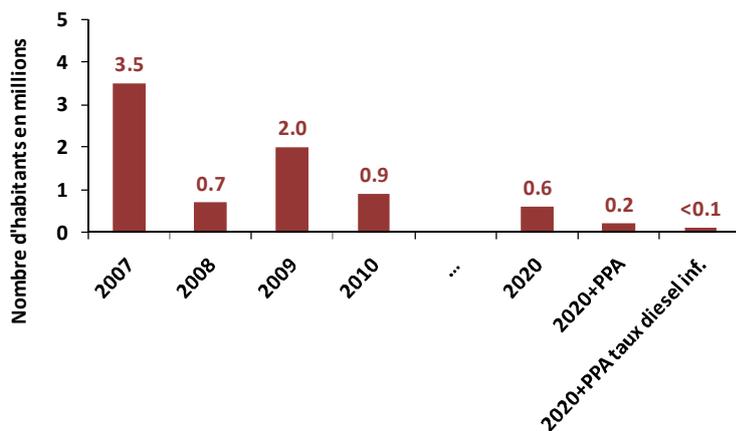


Figure 121 : Nombre d'habitants potentiellement concernés, en Ile-de-France, par un dépassement de la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM₁₀ entre 2007 et 2020 suivant différents scénarios (scénario « 2020 fil de l'eau », scénario « 2020 + PPA » et scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »)

L'étendue géographique de la zone concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle en PM₁₀ est estimée pour l'année 2020 à 10 km² avec les mesures du PPA et une hypothèse de parc VP moins diésélisé (Figure 122). Ceci représente une baisse importante par rapport à la superficie estimée à partir du scénario « 2020 + PPA ».

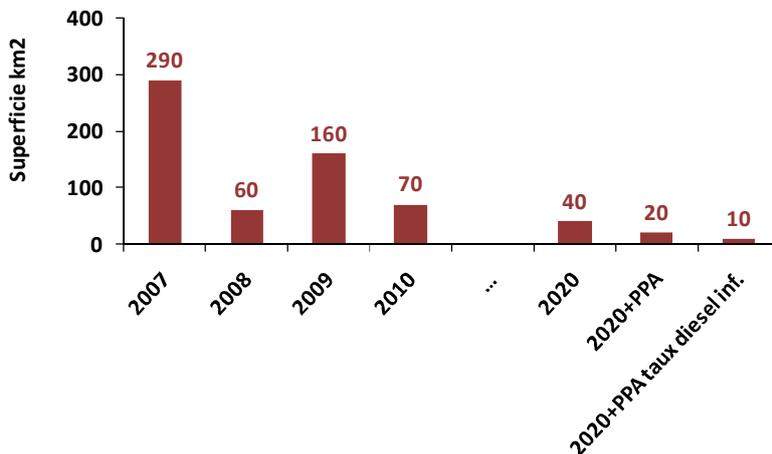


Figure 122 : Evolution de la superficie cumulée concernée par un dépassement de la valeur limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM₁₀ en Ile-de-France entre 2007 et 2020 suivant différents scénarios (scénario « 2020 fil de l'eau », scénario « 2020 + PPA » et scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »)

Lorsque les mesures du PPA sont prises en compte, le nombre de kilomètres de voirie dépassant la valeur limite annuelle des PM₁₀ atteint environ 220 km, ce qui représente environ 2 % du réseau routier d'Ile-de-France (Figure 123). Le réseau routier qui dépasse toujours la valeur limite annuelle est situé en quasi-totalité dans l'agglomération parisienne, et dans Paris à hauteur de 50 %.

Un taux de diésélisation moins fort du parc VP et l'introduction de véhicules électriques et de véhicules hybrides induit une nouvelle baisse d'environ 50 % du nombre de kilomètres de voirie dépassant la valeur limite qui atteint alors 110 km. Le nombre de kilomètres toujours concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle pour les PM₁₀ représente alors environ 100 km, soit moins de 1 % de la longueur totale du réseau routier d'Ile-de-France.

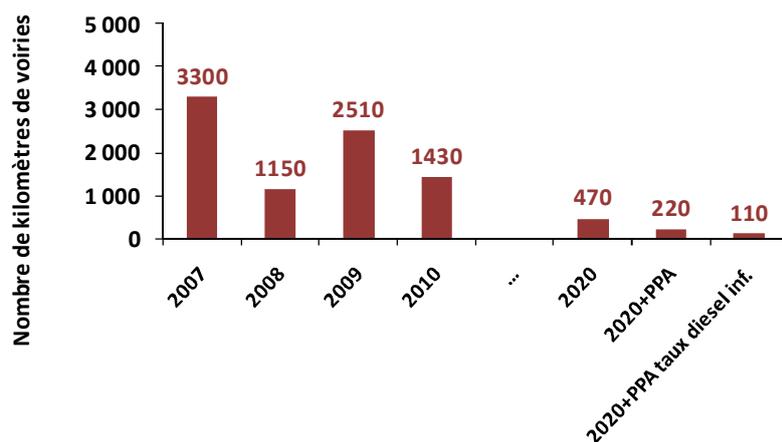


Figure 123 : Evolution du kilométrage cumulé de voiries dépassant la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{10} en Ile-de-France entre 2007 et 2020 suivant différents scénarios (scénario « 2020 fil de l'eau », scénario « 2020 + PPA » et scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »)

VI.3.2. Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en PM_{10}

Les niveaux de particules fluctuent d'une année sur l'autre en fonction des conditions météorologiques observées. Ainsi en 2009, année de référence pour le calcul des concentrations en 2020, les conditions météorologiques ont conduit à des niveaux soutenus de particules.

L'étendue géographique de la zone concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en PM_{10} , qui correspond à un seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ qui ne doit pas être dépassé plus de 35 jours dans l'année, a été estimée pour l'année de référence (2009) ainsi que pour l'année 2020 selon le scénario PPA initial et le scénario PPA prenant comme hypothèse un parc moins diésélisé.

La Figure 124 présente les cartes de risque pour 2009 et 2020 en Ile-de-France suivant les deux scénarios PPA. En 2009, le nombre de jours de dépassement en situation de fond est très proche de 35 dans le nord du cœur dense de l'agglomération parisienne. Cela entraîne un dépassement certain de la valeur limite journalière à proximité et sous l'influence directe de la majorité des axes de l'agglomération parisienne, ainsi que les axes de circulation majeurs de la grande couronne. Le kilométrage cumulé de voiries concerné par un dépassement de la valeur limite journalière dépasse 4000 km, soit plus de 35 % de l'ensemble des axes routiers d'Ile-de-France.

En 2020, avec les mesures du PPA, le nombre de jours de dépassement en situation de fond est nettement inférieur à 35 sur l'ensemble de l'Ile-de-France. Le dépassement de la valeur limite journalière est limité aux abords immédiats des axes de circulation. Il concerne les axes principaux et certains axes secondaires de Paris et de la Petite Couronne, en particulier le Boulevard Périphérique et les autoroutes entourant Paris. Sur l'ensemble du réseau routier modélisé, le dépassement est alors estimé à 820 km de voirie avec le scénario « 2020 + PPA », ce qui correspond à 8 % du réseau d'Ile-de-France (Figure 125).

Un taux de diésélisation plus faible du parc VP tel que défini dans le scénario « 2020 + PPA taux diesel inf. » induit une baisse supplémentaire du risque de dépassement à proximité du trafic (Figure 124 et Figure 125). Le risque de dépassement est principalement concentré sur les grands axes de la petite couronne. Sur l'ensemble du réseau routier modélisé, le dépassement de la valeur limite journalière est estimé à 430 km, soit presque moitié moins qu'avec le scénario PPA initial faisant l'hypothèse d'une évolution du taux de diésélisation tendancielle.

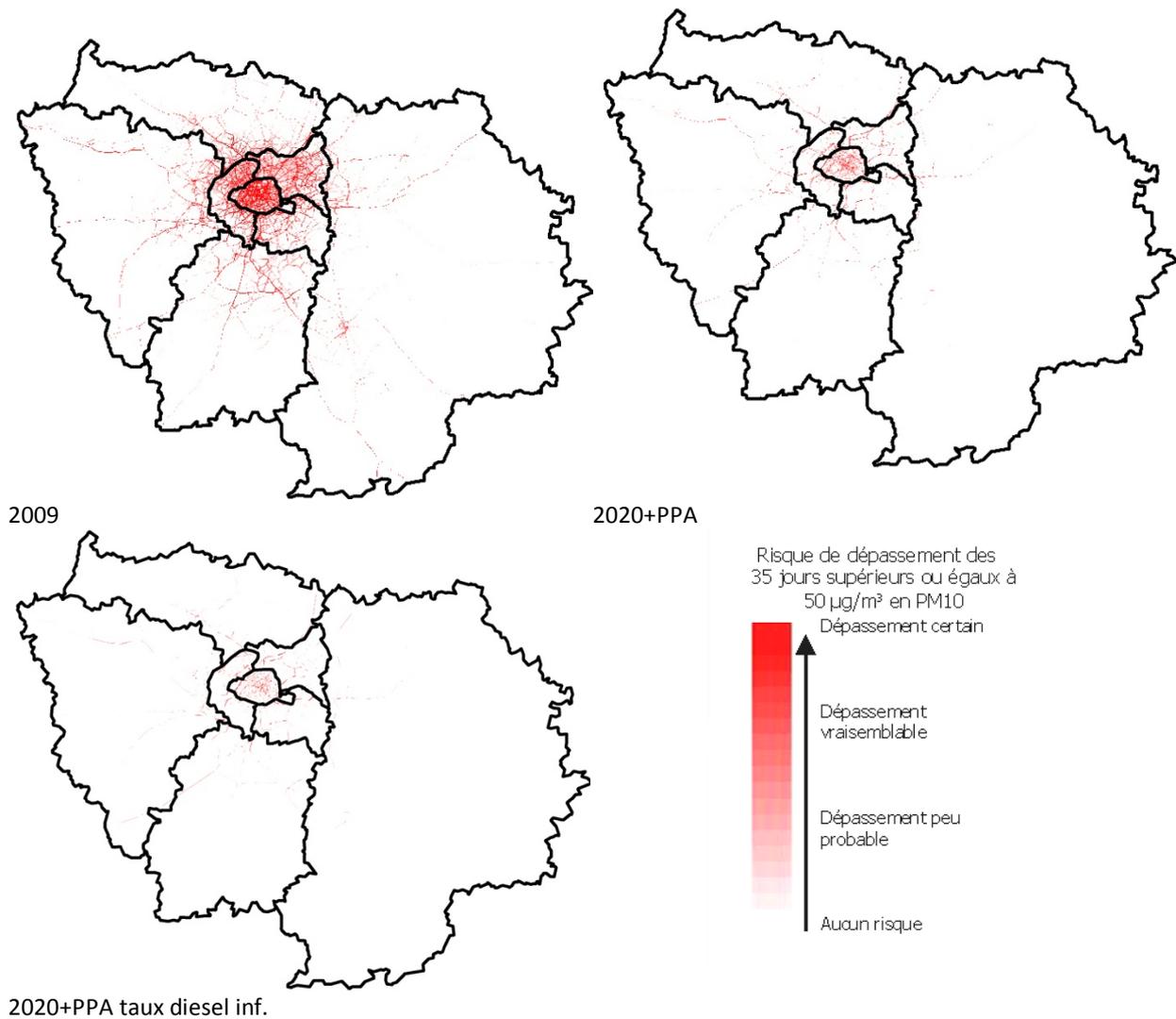


Figure 124 : Risque de dépassement de la valeur limite journalière européenne en particules en Ile-de-France, fond et proximité au trafic routier, en 2009, en 2020 avec le scénario « 2020+PPA » et le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »

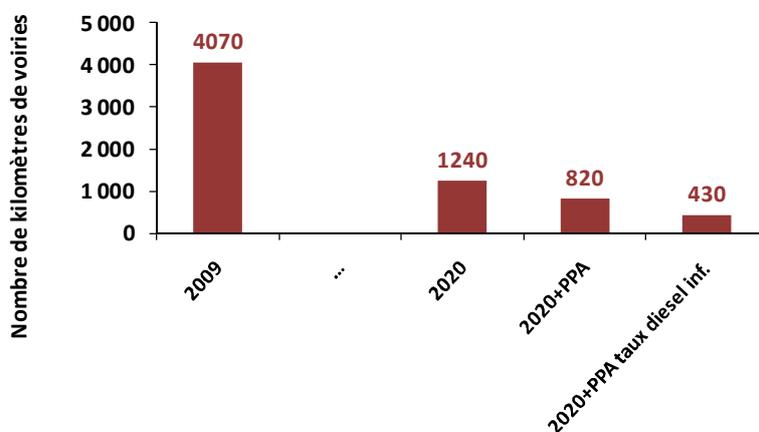


Figure 125 : Evolution du kilométrage cumulé de voiries dépassant la valeur limite journalière PM₁₀ en Ile-de-France en 2009, en 2020 avec le scénario fil de l'eau, avec le scénario « 2020+PPA » et avec le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »

La Figure 126 et la Figure 127 illustrent l'évolution de la superficie et du nombre d'habitants soumis à un dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ en 2009 et en 2020 suivant les deux scénarios PPA.

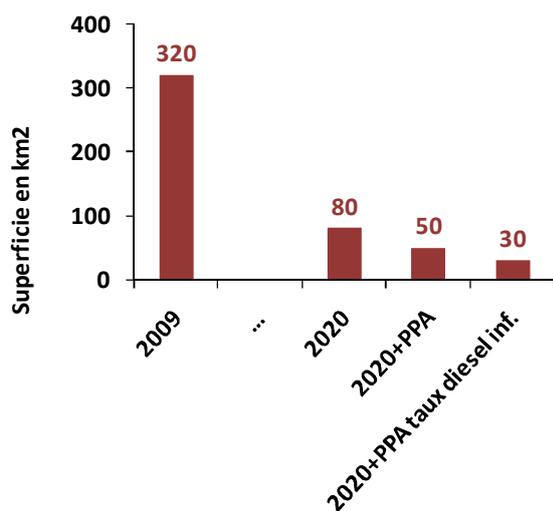


Figure 126 : Evolution de la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ en Ile-de-France en 2009, en 2020 avec le scénario fil de l'eau, avec le scénario « 2020+PPA » et avec le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »

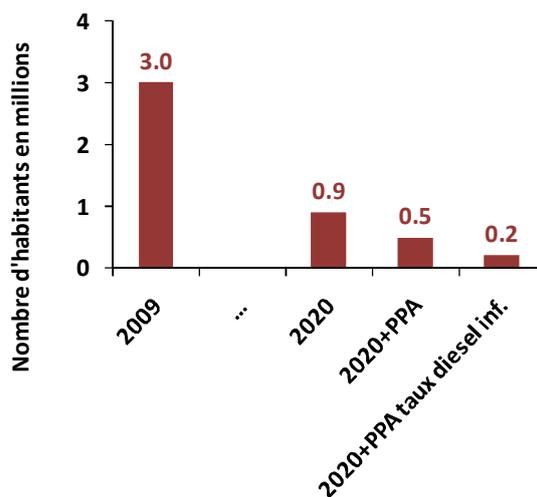


Figure 127 : Evolution du nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite journalière en particules PM₁₀ en Ile-de-France en 2009, en 2020 avec le scénario fil de l'eau, avec le scénario « 2020+PPA » et avec le scénario « 2020+PPA taux diesel inf. »

En 2009, la superficie concernée par un dépassement de la valeur limite journalière était estimée à environ 300 km², soit près de 3 % de la superficie régionale. Cela représente environ 3 millions de personnes potentiellement exposées, soit près de 25 % de la population francilienne. En 2020, avec la prise en compte des mesures du PPA, la superficie exposée est estimée à 50 km². Le nombre d'habitants concernés atteint alors 0.5 millions.

Lorsque l'hypothèse d'un parc moins diésélisé est appliquée au PPA, le nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite journalière est estimé à 0,2 millions, soit une baisse de plus de 50 % par rapport à l'estimation effectuée avec le PPA initial ; la superficie concernée atteint alors environ 30 km².

VI.3.3. Superficie et population exposées à un dépassement de la valeur limite journalière en PM_{2.5}

La valeur cible en PM_{2.5} est fixée à 20 µg/m³ par la réglementation française. Il s'agit aussi de la valeur limite européenne en 2020. La superficie et le nombre d'habitants concernés par un dépassement de cette valeur cible ne peuvent être documentés en raison du manque de recul sur la qualité des cartographies. Ceci est dû en partie au nombre limité de stations de mesure de PM_{2.5}. Néanmoins, au regard de l'évolution observée en 2020 entre les concentrations déterminées à partir du scénario « 2020 + PPA » et celles obtenues avec ce même scénario PPA et un parc VP moins diésélisé et dans lequel sont pris en compte les véhicules hybrides et électriques, un dépassement de la valeur cible semble toujours possible, en particulier en proximité au trafic.

En ce qui concerne l'objectif de qualité, fixé à 10 µg/m³, il serait toujours dépassé sur l'ensemble de l'Ile-de-France en 2020, quel que soit le scénario PPA considéré ; la totalité des franciliens serait donc toujours concernée par un dépassement de l'objectif qualité annuel en 2020.

VI. Conclusion et perspectives sur le Plan de Protection de l'Atmosphère PPA

Les scénarios PPA

Cette étude a permis de réaliser, à partir de la situation actuelle, une évaluation prospective des émissions régionales et de la qualité de l'air à l'horizon 2020 selon deux scénarios. Le premier, « 2020 fil de l'eau », est un scénario fil de l'eau incluant les évolutions régionales et nationales sans tenir compte de la mise en œuvre des mesures spécifiques prévues dans le PPA. Le second, « 2020 + PPA » intègre l'évaluation de l'impact sur les émissions franciliennes et les concentrations des mesures du PPA. Les polluants traités à l'émission sont les NOx, les particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) et les COVNM ; leurs concentrations dans l'atmosphère sous forme de NO₂, de particules et d'ozone, sont évaluées.

L'impact des mesures du PPA sur les émissions de polluants à l'horizon 2015 a également été évalué afin d'estimer si l'objectif national, fixé par le Grenelle de l'environnement (dont le Plan Particules) et les Directives Plafonds (NEC), d'une réduction de 30 % des émissions de particules et de 40 % des émissions de NOx serait respecté à cette échéance à l'échelle régionale.

Une variante du scénario PPA a également été testée qui prend en compte un taux de diésélisation moins fort du parc de véhicules particuliers, toutes normes confondues, au profit des véhicules essence, hybrides et 100 % électriques, que celui retenu dans le projet PPA initial. Dans cette variante du scénario PPA initial, le taux de pénétration des véhicules hybrides ou des véhicules 100 % électriques correspond à une évolution tendancielle.

Les émissions de polluants aux horizons 2015 et 2020

Les travaux ont montré des baisses d'émissions pour le scénario fil de l'eau plus ou moins importantes selon les polluants ; à l'échelle de l'Île-de-France, des diminutions de 34 % pour les NOx, 22 % pour les PM₁₀, 35 % pour les PM_{2.5} et 23 % pour les COVNM sont prévues entre 2008 et 2020.

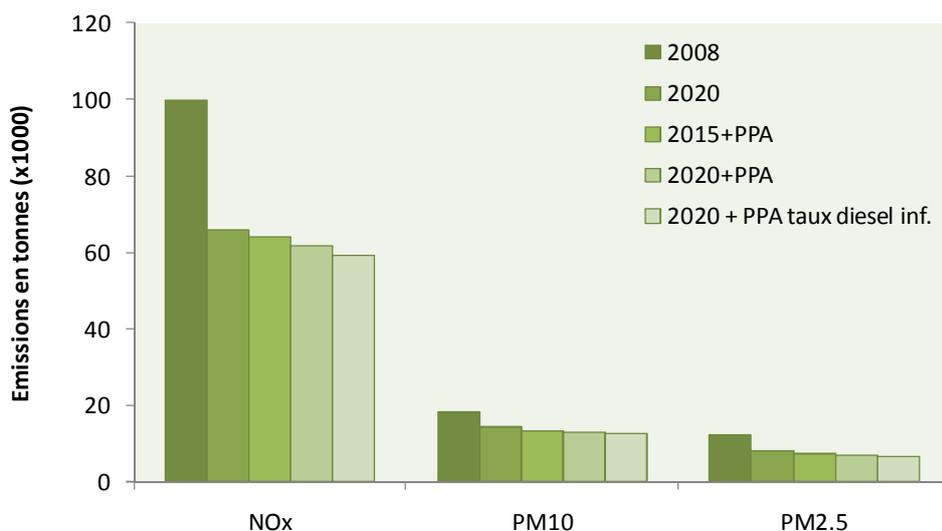
A l'horizon 2015, avec la prise en compte des mesures du PPA, des baisses des émissions à l'échelle de l'Île-de-France de 26 % pour les NOx, 23 % pour les PM₁₀ et 33 % pour les PM_{2.5} sont estimées par rapport à 2008. **L'objectif national, fixé par le Grenelle de l'environnement (dont le Plan Particules) et la Directive Plafond (NEC), d'une réduction de 30 % des émissions de particules et de 40 % des émissions de NOx à l'horizon 2015 par rapport à 2008 ne serait donc respecté sur l'Île-de-France que pour les particules fines (PM2.5) avec l'application des mesures du PPA.**

En 2020, la prise en compte des mesures du PPA induit des diminutions de 38 % pour les NOx, de 29 % pour les PM₁₀, de 43 % pour les PM_{2.5} et de 26 % pour les COVNM entre 2008 et 2020, soit des gains supplémentaires par rapport au scénario fil de l'eau de 6 % pour les NOx, de 10 % pour les PM₁₀, de 13 % pour les PM_{2.5} et de 4 % pour les COVNM.

Les émissions de NOx sont particulièrement impactées par les mesures du PPA relatives au transport routier et à l'abaissement des valeurs limites d'émissions dans l'industrie. Les émissions de particules sont quant à elles fortement réduites par la restriction de l'usage du bois de chauffage en complément des mesures sur le transport routier.

En ce qui concerne la variante du scénario PPA initial prenant en compte un taux de diésélisation moins fort du parc de véhicules particuliers, elle conduit à l'horizon 2020 à une réduction importante des émissions de NOx et de PM. En revanche, elle se traduit par une augmentation substantielle des rejets de CO₂. La diminution des émissions de NOx, de PM₁₀ et de PM_{2.5} atteint respectivement 10, 4 et 12 % par rapport au scénario PPA initial ; une augmentation de 13 % des émissions de CO₂ est également notable.

Certaines hypothèses prises en compte pour l'établissement du scénario fil de l'eau sont volontaristes dans le cadre strict d'un tel scénario. En effet, les réductions d'émissions envisagées pour le secteur résidentiel et le transport routier nécessitent un encadrement que l'application du PPA garantira, avec notamment la limitation du développement de l'utilisation du bois pour le chauffage des particuliers et la mise en place de plan de réduction du trafic routier.



Variation des émissions	NOx	PM10	PM2.5
Scénario Fil de l'eau 2020 / 2008	- 34 %	- 22 %	- 35 %
Scénario « 2015+PPA » / 2008	- 36 %	- 27 %	- 40 %
Scénario « 2020+PPA » / 2008	- 38 %	- 29 %	- 43 %
Scénario « 2020+PPA taux diesel inf.» / 2008	- 41 %	- 30 %	- 44 %

La qualité de l'air en 2020

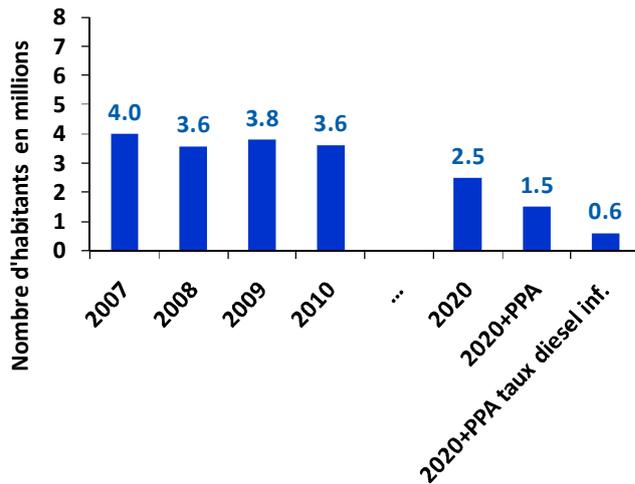
Les travaux de modélisation de la qualité de l'air à l'horizon 2020, sur la base des émissions calculées pour 2020, permettent de positionner les niveaux de concentration par rapport aux normes, avec et sans la mise en place des mesures du PPA.

En 2020, avec le scénario fil de l'eau et le scénario « 2020+PPA », des dépassements des valeurs limites, pourtant en nette diminution, sont toujours estimés pour le dioxyde d'azote et les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}). Ces dépassements ne concerneraient plus la situation de fond pour le NO₂ et les PM₁₀ mais uniquement le voisinage des axes routiers. Les concentrations d'ozone, dont les teneurs sont fortement influencées par les conditions météorologiques, ne dépassent la valeur cible ni pendant la période de référence ni en 2020 quel que soit le scénario considéré.

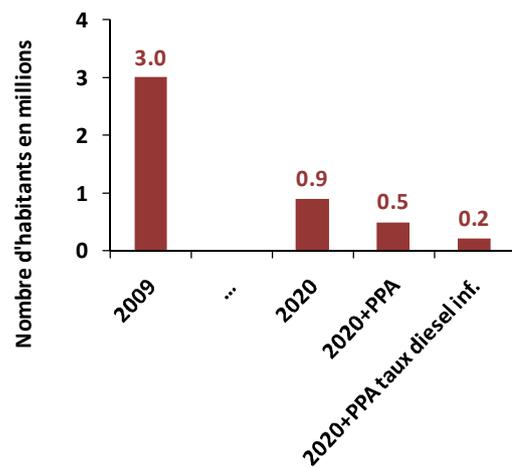
L'impact de la mise en place du PPA permet de réduire de manière importante les zones et donc la population encore soumises à un dépassement des valeurs limites annuelles en 2020. La population potentiellement concernée par un dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ passerait de 3,8 millions en 2009, à 2,5 millions en 2020 et à 1,5 millions en 2020 avec le PPA. Pour les PM₁₀, la population exposée est de 2,0 millions en 2009, potentiellement de 0,6 millions en 2020 et de 0,2 millions en 2020 avec le PPA. **Ainsi, malgré des diminutions importantes liées en partie aux mesures du PPA, plusieurs centaines de milliers de Franciliens seront probablement encore concernés par des dépassements de valeurs limites en NO₂ et en particules à l'horizon 2020.**

Avec la variante du scénario « 2020+PPA » initial prenant en compte une hypothèse de diésélisation plus faible du parc des véhicules particuliers, environ 600 000 Franciliens seraient concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle du NO₂ (contre 1.5 millions dans le scénario « 2020 + PPA ») soit une division par 6 entre 2009 et 2020 du nombre de personnes exposées.

Un taux de diésélisation moins important du parc VP et l'introduction de véhicules hybrides et électriques induisent également une baisse importante des concentrations de PM. De l'ordre de 200 000 personnes seraient concernées par un dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ (contre 500 000 avec le scénario « 2020 + PPA ») soit une division par 15 entre 2009 et 2020 du nombre de personnes exposées.



Nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite annuelle du NO₂



Nombre d'habitants concernés par un dépassement de la valeur limite journalière des PM₁₀

Ainsi, bien que les mesures évaluées (mesures du PPA, prise en compte d'une hypothèse d'un parc moins diésélisé, introduction de véhicules hybrides et électriques) aient un impact relativement faible sur les émissions de polluants, **l'exposition des Franciliens est fortement améliorée par la prise en compte de ces mesures**. Néanmoins, en 2020, il resterait environ 5% de la population francilienne qui serait exposée à un dépassement au dioxyde d'azote (2% pour un dépassement en particules).

Cette étude a permis d'évaluer l'impact des mesures du PPA sur la qualité de l'air à l'horizon 2020. Des limites à cet exercice prospectif existent, telles que l'évolution des niveaux importés, les incertitudes sur l'évolution des facteurs d'émission, l'évolution des conditions météorologiques... Un suivi de la mise en œuvre des mesures du PPA *via* des indicateurs de la qualité de l'air sera donc primordial.

Perspectives

L'objectif de zéro francilien concerné par un dépassement des valeurs limites ne pourra être atteint que par la mise en œuvre d'actions supplémentaires visant soit à réduire le nombre de véhicules circulants, soit à limiter encore plus leurs émissions. La réduction des émissions unitaires par véhicule pourra être obtenue en favorisant les véhicules les moins polluants qu'ils soient des véhicules essences récents, des véhicules hybrides ou des véhicules électriques. En effet, un véhicule diesel type en 2020, soit un véhicule construit à partir de la répartition du parc en fonction des normes Euro en circulation, émettrait à l'échappement de 5 à 10 fois plus d'oxydes d'azote qu'un véhicule essence type, et de l'ordre de 5 fois plus de particules. Des mesures d'urbanisme prévues dans le cadre du PPA peuvent également limiter l'exposition des Franciliens à des niveaux de polluants au-dessus des normes en proximité directe des grands axes routiers.

En ce qui concerne les PM₁₀, étant donné le caractère complexe de leur composition et le poids de l'import, des mesures à grande échelle, nationales et européennes devraient probablement être menées en plus des mesures locales pour que la population francilienne ne soit plus concernée par des dépassements de la valeur limite journalière.

Enfin, pour faire passer les concentrations maximales en dessous des valeurs limites, y compris sur les axes routiers les plus importants (type périphérique et autoroutes), une réduction supplémentaire des émissions liées au trafic routier d'environ 80 % pour les oxydes d'azote et de 45% pour les particules PM10, en plus des mesures liées au PPA, serait nécessaire.

Annexe

Evaluation, correction et analyse des sorties du modèle en 2009 et 2020

Les objectifs de l'évaluation du modèle pour l'année 2009 sont doubles. Le premier objectif est l'évaluation de la pertinence du modèle pour estimer la qualité de l'air en situation de fond en 2009, puis en 2020 (simulations fil de l'eau et avec mesures PPA). Si le modèle est capable de reproduire les niveaux de pollution de 2009, il sera probablement également capable de reproduire les niveaux de pollution de 2020. Le second objectif est de connaître les qualités et les limites du modèle, ainsi que de caractériser son comportement pour chacun des polluants traités, afin d'apporter des corrections aux sorties brutes. L'hypothèse ainsi réalisée est que les erreurs du modèle en 2020 seront similaires aux erreurs du modèle en 2009. Les facteurs correctifs permettant d'ajuster les sorties du modèle aux observations de 2009 peuvent alors être exploités pour corriger les sorties brutes du modèle en 2020 (fil de l'eau et PPA 2020).

Cette annexe se décompose donc en 3 parties :

- Evaluation du modèle en 2009 – éléments de validation en 2020 (fil de l'eau et PPA 2020)
- Corrections des sorties brutes du modèle établies à partir des simulations de 2009
- Analyse des concentrations moyennes annuelles corrigées en 2009 et 2020 (fil de l'eau et PPA 2020). Les résultats présentés dans cette annexe peuvent être sensiblement différents de ceux présentés dans le corps du rapport. En effet, la prise en compte des particularités autour des stations n'est effectuée qu'en seconde partie de traitement à l'aide de techniques géostatistiques.

Par la suite, la simulation de l'année de référence 2009 sera notée « PPA 2009 » par opposition aux simulations réalisées quotidiennement en 2008, 2009 et 2010 ; la simulation 2020 fil de l'eau sera notée « 2020 ». Enfin, la simulation 2020 avec les mesures sur les émissions PPA sera notée « PPA 2020 ».

1. Evaluation du modèle en 2009

Les critères statistiques utilisés pour l'évaluation du modèle correspondent à des paramètres usuels d'évaluation des modèles régionaux (Guide « Evaluation de la modélisation régionale en 2008 sur les territoires des AASQA », mars 2011, AASQA et références associées) : le biais, l'erreur quadratique moyenne, et la corrélation. Ces indicateurs sont calculés à partir des résultats des concentrations issues de la modélisation comparées aux valeurs mesurées aux stations. Ils permettent de caractériser les erreurs et les biais intrinsèques du modèle de chimie-transport CHIMERE. L'évaluation a également porté sur la capacité du modèle à reproduire les cycles saisonniers et diurnes des différents polluants. Les variables étudiées sont les valeurs horaires et les maxima journaliers pour le NO₂ et l'O₃ et les valeurs horaires et les moyennes journalières pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

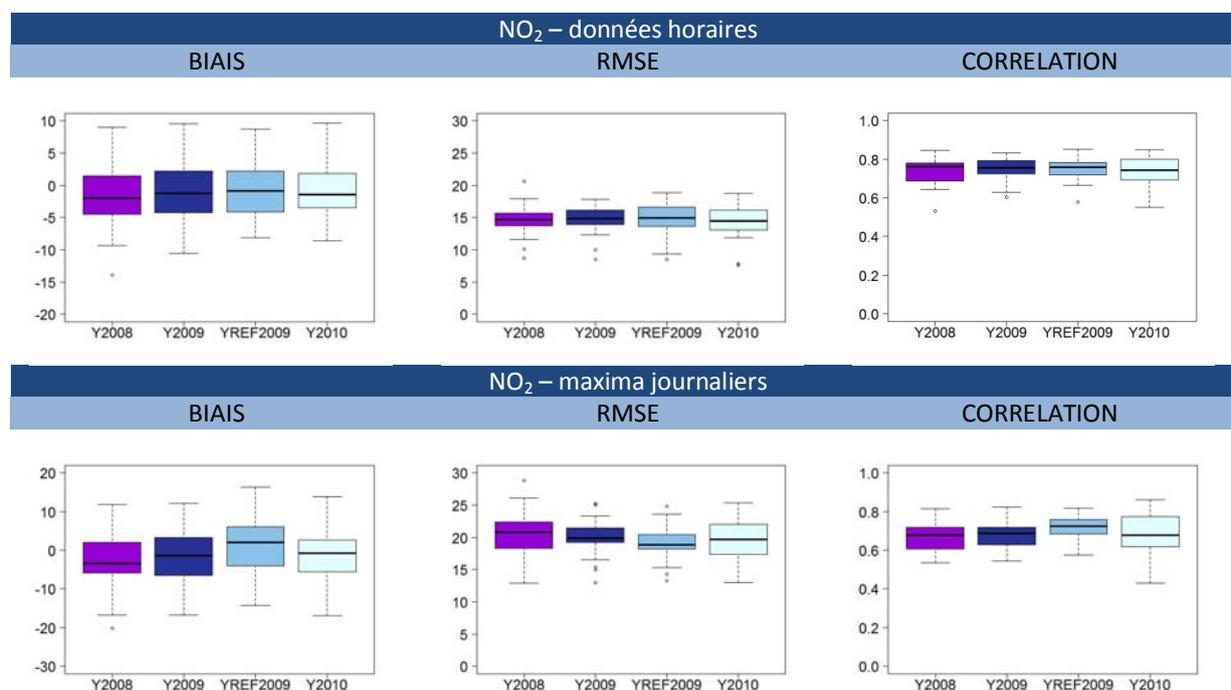
A titre de comparaison, les performances de la simulation PPA 2009 sont présentées avec celles obtenues sur la base des sorties produites quotidiennement par la plate-forme ESERALDA entre 2008 et 2010. Le nombre de stations ayant servi à réaliser les scores dépend fortement du polluant : 32 pour le NO₂, 26 pour l'O₃, 15 pour les PM₁₀ et 3 pour les PM_{2,5}. L'année PPA 2009 est présentée en comparaison des autres années 2008, 2009 et 2010 afin de montrer la stabilité des performances de la chaîne quelles que soient les conditions météorologiques. Seule une partie des indicateurs est montrée et seules les différences avec l'année 2009 sont commentées (pour rappel, les systèmes de modélisation ainsi que la météorologie sont très comparables entre les simulations 2009 et PPA 2009 ; les deux jeux d'émissions sont en revanche significativement différents, comme précisé dans le Tableau 43) l'un étant issu des inventaires régionaux de 2000 en 2007, 2008 et 2009, de l'inventaire régional 2008 pour PPA 2009 et de l'inventaire régional 2005 pour 2010).

Inventaires	2008	2009	PPA 2009	2010
Européen	EMEP 2005	EMEP 2007	EMEP 2008	EMEP 2008
Régional	Airparif 2000 (gaz) EMEP 2005 (PM)	Airparif 2000 EMEP 2005 (PM)	Airparif 2008 (gaz + PM)	Airparif 2005 (gaz + PM)

Tableau 43 : Inventaires des émissions utilisés pour les différentes simulations comparées

Evaluation du modèle pour le NO₂

La Figure 128 montre la distribution des biais, RMSE et corrélations sur les données horaires et les maxima journaliers modélisés entre 2008 et 2010, et sur le jeu de simulation PPA 2009 (REF 2009) pour le NO₂. Le modèle présente des scores relativement homogènes sur les 4 années, en termes de biais, de RMSE et de corrélation. Les biais moyens sur les données horaires sont compris entre -5 et 0 µg/m³, ce qui signifie que le modèle tend à sous-estimer les concentrations horaires, les RMSE valent en moyenne 15 µg/m³ et les coefficients de corrélation oscillent entre 0.7 et 0.8. Ces scores sont cohérents avec les scores obtenus sur les plates-formes de modélisation régionale en France.



**Figure 128 : Boîte à moustache des biais (en µg/m³), RMSE (en µg/m³) et corrélations calculés, en haut sur les données horaires de NO₂, en bas, sur les maxima journaliers (32 stations d'observation).
REF 2009 = PPA 2009**

Une amélioration sensible sur les scores pour le NO₂ peut être constatée entre 2009 et PPA 2009, dont le détail est donné ci-dessous :

- biais horaire équivalent mais présentant une moins grande dispersion →+
- biais des maxima journaliers positif sur PPA 2009 et négatif sur ESM 2009 et présentant une dispersion équivalente (le modèle avait tendance à sous-estimer légèrement les maxima de NO₂, il tend désormais à les surestimer un peu) ⇒
- RMSE équivalente en horaire mais présentant une plus grande dispersion →-
- RMSE plus faible sur les maxima journaliers →+
- corrélation équivalente en horaire ⇒
- corrélation plus importante sur les maxima journaliers →+

Une analyse des séries temporelles et du cycle diurne du NO₂ aux différentes stations a été réalisée pour PPA 2009. Le modèle reproduit bien en moyenne les différentes variations horaires observées sur le NO₂ au cours de l'année 2009 (niveaux forts de NO₂ la première quinzaine de janvier ; élévation des concentrations de NO₂ entre le 15 septembre et le 1^{er} novembre 2009 ...) ainsi que le cycle diurne moyen (les pics trafic du matin et du soir du modèle sont en phase avec ceux observés). Un exemple de sorties analysées est présenté sur la Figure 129 à la station Paris 18. A Paris 18, lors des périodes hivernales, le modèle tend à légèrement sous-estimer les faibles concentrations et pendant la période estivale, les maxima du modèle semblent trop importants. A Paris 18, l'intensité du pic du matin est bien estimée par le modèle ; le pic du soir est surestimé par le modèle.

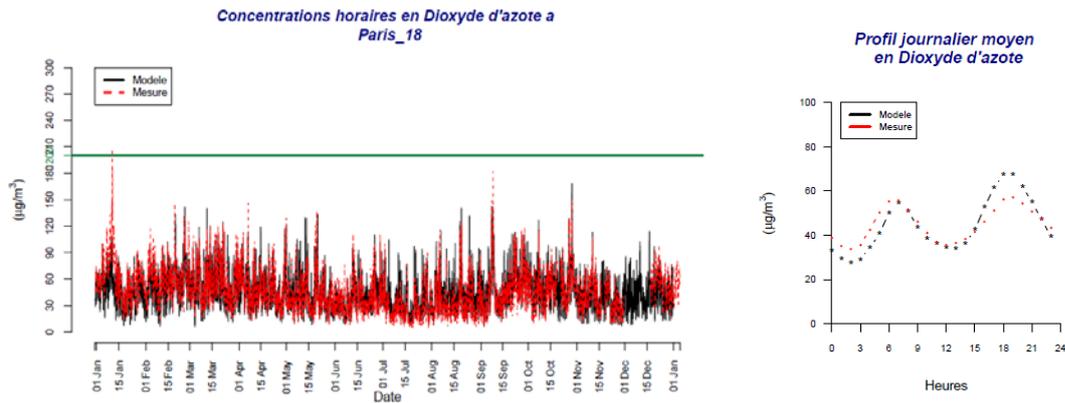


Figure 129 : Série temporelle (à gauche) et profil diurne du NO₂ modélisés (en noir) et observés (en rouge) à la station de Paris 18 pour la simulation PPA 2009. Sur la série temporelle de gauche, la ligne horizontale verte indique le seuil horaire des 200 µg/m³.

Evaluation du modèle pour l'O₃

La Figure 130 suivante montre la distribution des biais, RMSE et corrélations sur les données horaires et les maxima journaliers modélisés entre 2008 et 2010, et sur le jeu de simulation PPA 2009 pour l'O₃. Le modèle présente des scores qui tendent à s'améliorer depuis le changement de version du système (meilleures prises en compte des émissions et meilleures conditions aux limites sur PPA 2009 et 2010 par rapport à 2008 et 2009), avec des biais et des RMSE moyens sur les valeurs horaires et sur les maxima journaliers qui diminuent, et des corrélations qui atteignent plus de 0.85. Ces scores sont cohérents avec les scores obtenus sur les plateformes de modélisation régionale en France.

Le modèle Chimère possède un biais qui a tendance à surestimer les concentrations en ozone. Le biais moyen sur les données horaires est compris entre 5 et 10 µg/m³ ; les RMSE moyennes oscillent entre 15 et 20 µg/m³. Enfin, les corrélations sur les données horaires d'ozone dépassent les 0.8.

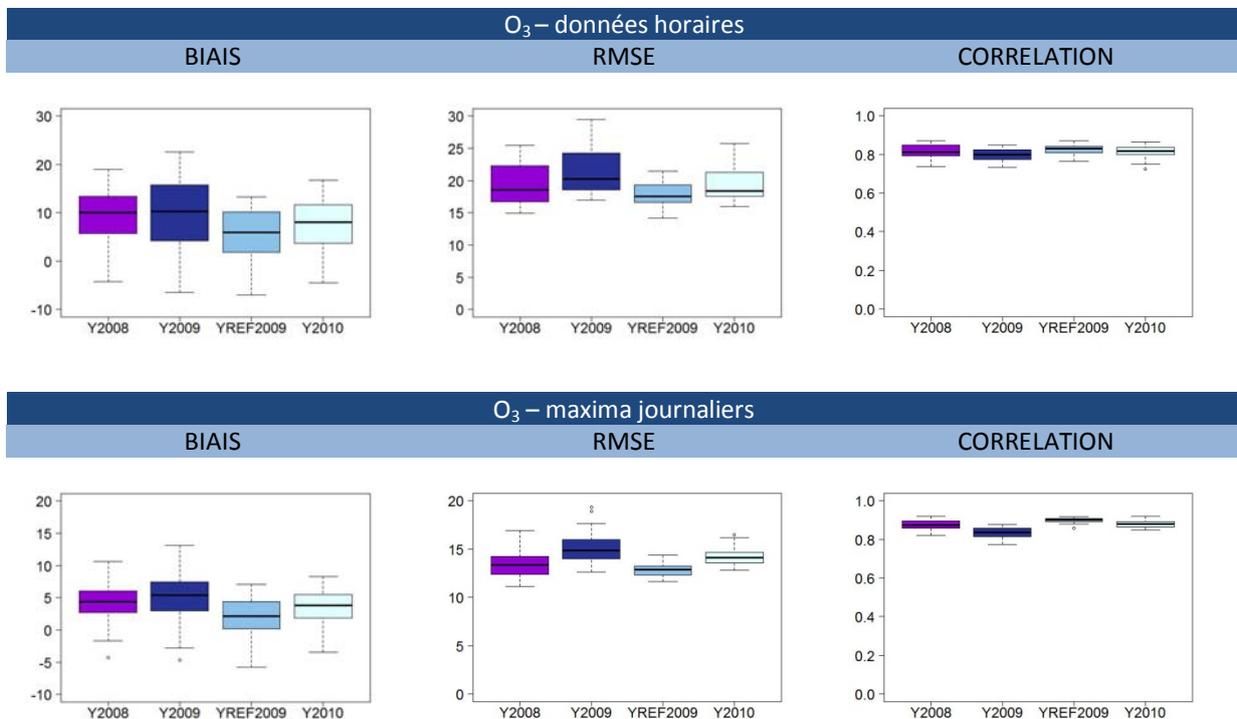
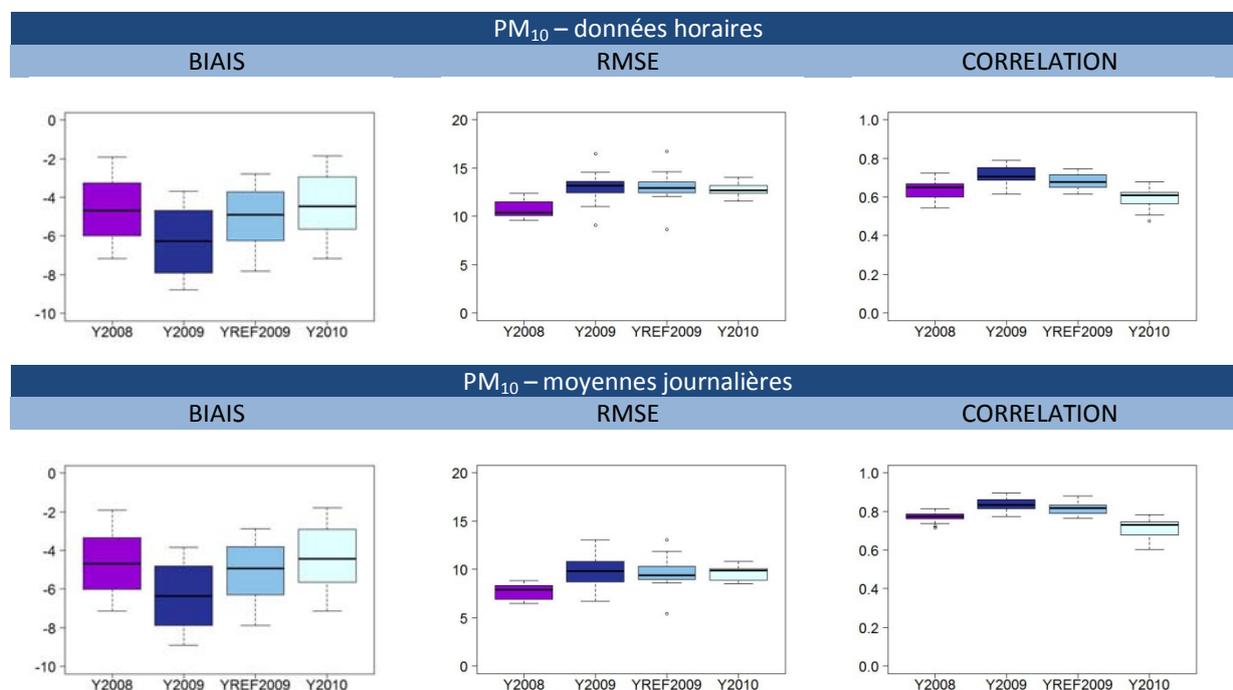


Figure 130 : Boîte à moustache des biais (en µg/m³), RMSE (en µg/m³) et corrélations calculés, en haut sur les données horaires d'O₃, en bas, sur les maxima journaliers (26 stations d'observation). REF 2009 = PPA 2009

Evaluation du modèle pour les PM₁₀ et les PM_{2.5}

La Figure 131 et la Figure 132 montrent la distribution des biais, RMSE et corrélations sur les données horaires et les moyennes journalières modélisées entre 2008 et 2010, et sur le jeu de simulation PPA 2009 pour les PM₁₀ et PM_{2.5} respectivement. Les scores concernant les PM_{2.5} suivent les tendances observées sur les scores observés pour les PM₁₀. Le nombre de stations pour les PM_{2.5} ne permet pas de décrire des tendances d'une manière précise.



**Figure 131 : Boîte à moustache des biais (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$), RMSE (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et corrélations calculés, en haut sur les données horaires de PM₁₀, en bas, sur les moyennes journalières (15 stations d'observation).
REF 2009 = PPA 2009**

Les biais obtenus avec les nouvelles versions du modèle sont « moins négatifs », ce qui signifie que le modèle tend toujours à sous-estimer les concentrations horaires et moyennes des particules, mais d'une manière moins forte (autour de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne pour PPA 2009 pour les données horaires de PM₁₀). Les RMSE sont équivalentes en 2009, 2010 et pour PPA 2009, autour de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en valeurs horaires. En revanche, le modèle présente de moins bons coefficients de corrélation, passant sous les 0.7. Ces scores restent cependant cohérents avec les scores obtenus sur les plates-formes de modélisation régionale en France et présentent le même ordre de grandeur d'année en année.

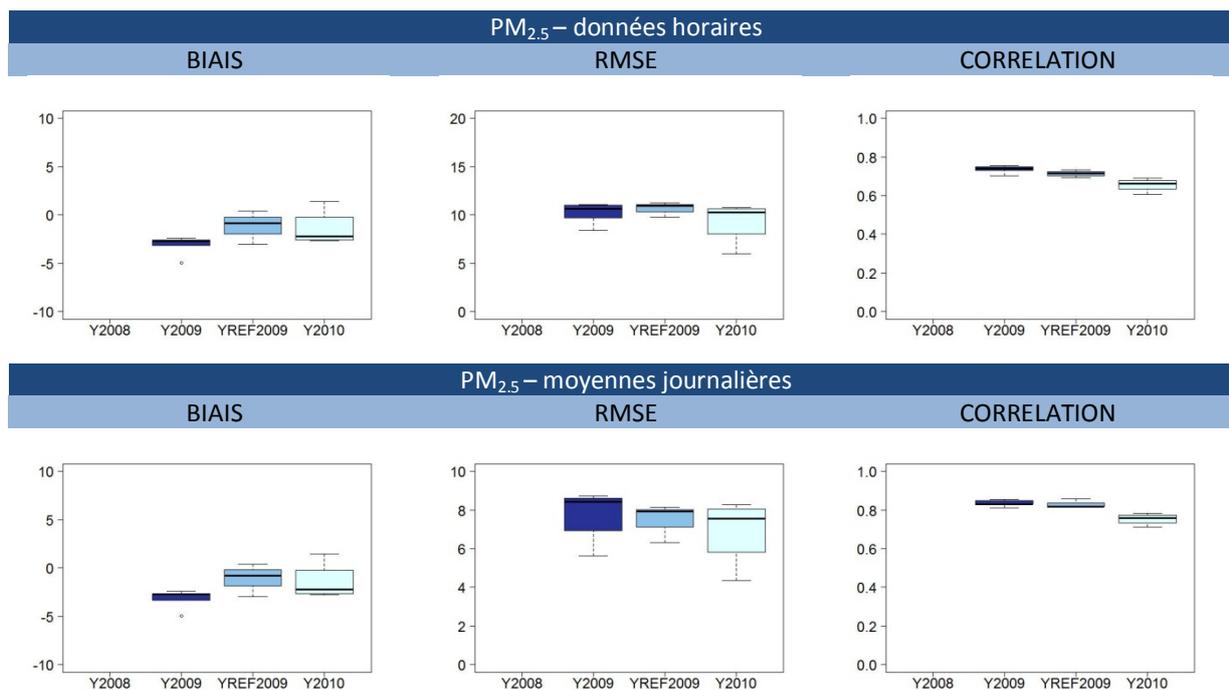


Figure 132 : Boîte à moustache des biais (en $\mu g/m^3$), RMSE (en $\mu g/m^3$) et corrélations calculés, en haut sur les données horaires de $PM_{2.5}$, en bas, sur les moyennes journalières (3 stations d'observation).
REF 2009 = PPA 2009

Une analyse des séries temporelles et du cycle diurne aux différentes stations a également été réalisée pour les PM_{10} et les $PM_{2.5}$. La Figure 133 donne cette analyse à la station Paris XVIII pour les PM_{10} . Le modèle est capable de reproduire correctement le cycle saisonnier des particules (maxima en hiver et minima en été) ; la plupart des principaux pics de pollution aux particules est bien vu ainsi que les épisodes de particules durables. L'intensité des épisodes est modélisée de manière variable en fonction des épisodes, ce qui représente la principale difficulté pour anticiper le nombre de jours de dépassement à l'horizon 2020. Le cycle diurne moyen des particules est en moyenne également bien pris en compte, avec une amplitude journalière légèrement plus importante que dans la réalité.

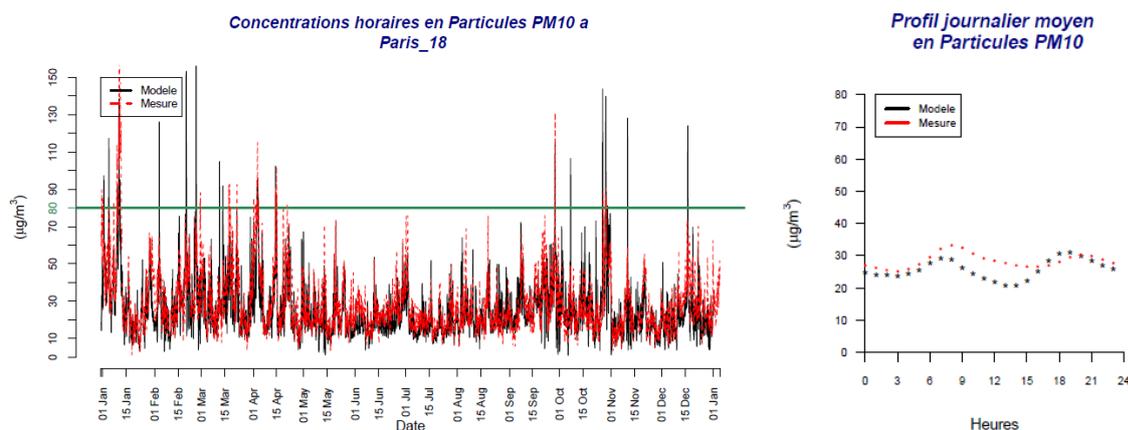


Figure 133 : Série temporelle (à gauche) et profil diurne des PM_{10} modélisés (en noir) et observés (en rouge) à la station de Paris 18 pour la simulation PPA 2009. Sur la série temporelle de gauche, la ligne horizontale verte indique le seuil journalier des 80 $\mu g/m^3$.

Conclusions sur l'évaluation du modèle en 2009

Les analyses de scores détaillées en partie ci-dessus sur l'année de simulation 2009 – émissions PPA mettent en évidence des performances proches de celles de la plate-forme ESM mise en œuvre au quotidien à Airparif, et cohérentes avec les performances des modèles de dispersion habituellement utilisés pour évaluer la qualité de l'air à des échelles régionales. Le modèle mis en œuvre dans le cadre de PPA reproduit de manière satisfaisante le comportement saisonnier et horaire du NO₂, O₃, PM₁₀ et PM_{2,5}, avec des erreurs et des biais identifiés. Son utilisation est donc pertinente pour évaluer la qualité de l'air à l'horizon 2020.

Éléments de validation du modèle en 2020 (simulation fil de l'eau et PPA 2020)

L'évaluation du modèle en 2020 a été réalisée qualitativement, et porte sur la capacité ou non du modèle à représenter le cycle diurne moyen, ainsi que les variations temporelles au cours de l'année, d'une manière cohérente, relativement aux évolutions qui ont été apportées sur les inventaires des émissions.

Les évolutions temporelles de 2020 (fil de l'eau et PPA 2020), largement contrôlées par la météorologie, sont cohérentes avec les évolutions temporelles des observations de 2009. Le modèle reproduit de manière satisfaisante les différences de variations liées aux changements météorologiques (figures non montrées).

Le modèle reproduit en 2020 d'une manière satisfaisante le cycle diurne moyen (cf. Figure 134). L'amplitude journalière ne diffère pas entre PPA 2009 et 2020. Néanmoins, une diminution des concentrations en NO₂ et PM₁₀ est observée entre PPA 2009, 2020 fil de l'eau et PPA 2020 et semble cohérente avec la diminution des émissions.

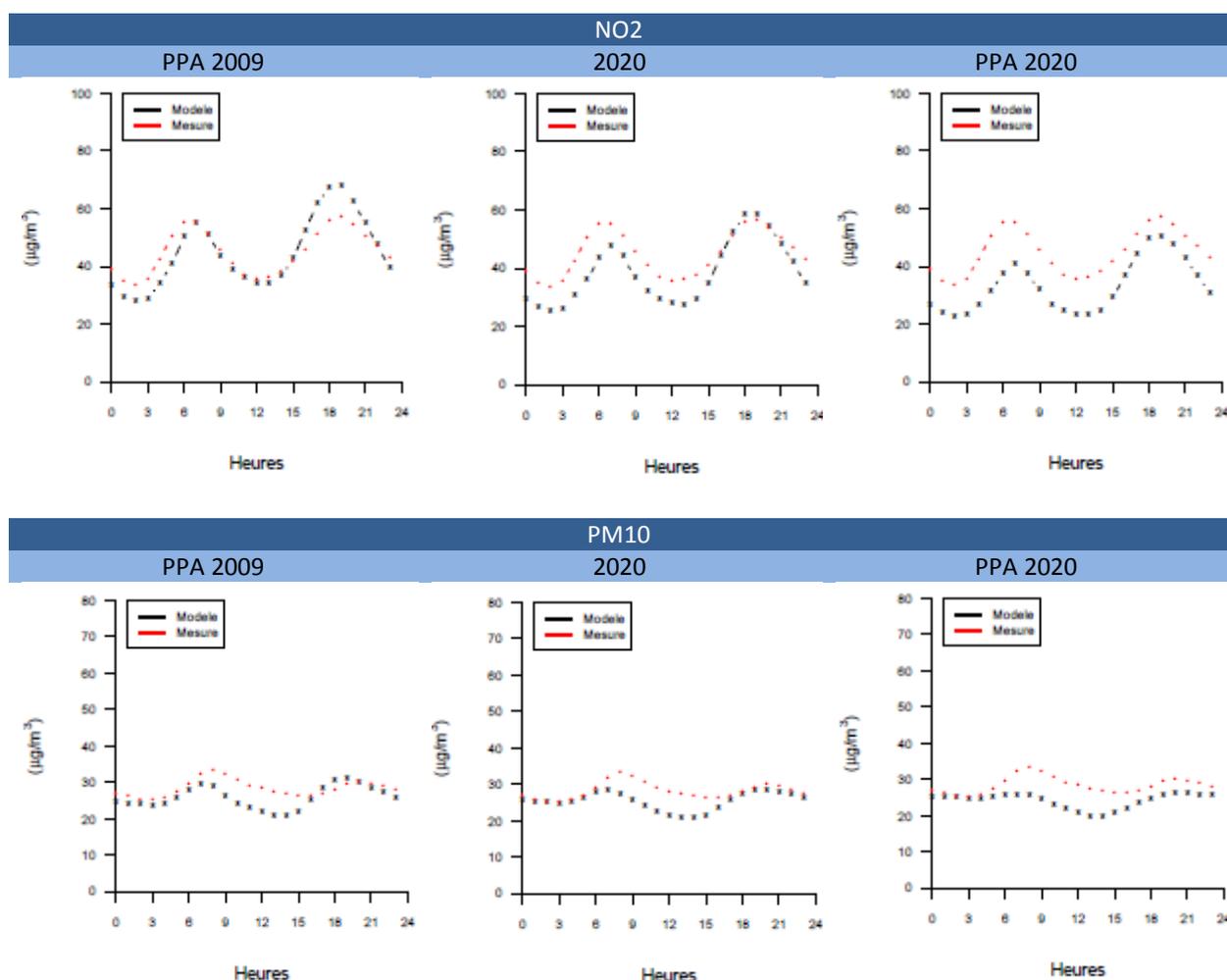


Figure 134 : Profils journaliers moyens en NO₂ et en PM₁₀ à Paris 18 pour PPA 2009, 2020 et PPA 2020.

En rouge : profil moyen diurne observé en 2009 – en noir : profil moyen diurne modélisé.

2. Corrections des concentrations moyennes annuelles

Le modèle présente une concentration moyenne sur une maille (les grandeurs sont homogènes sur $3 \times 3 \text{ km}^2$) ; il ne peut pas reproduire les particularités locales de certaines stations. Les corrections apportées à l'issue de la modélisation ont pour objectif de prendre en compte les erreurs du modèle ; la prise en compte des particularités autour des stations n'est effectuée qu'en seconde partie de traitement avec des techniques statistiques d'assimilation (voir Chapitre II et Chapitre IV).

La méthodologie mise en œuvre pour corriger les sorties brutes du modèle a été appliquée sur les concentrations moyennes annuelles de NO_2 , O_3 , PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ et s'est déroulée en 3 étapes :

- Calcul des concentrations modélisées aux stations par interpolation :

Le modèle fournit des données horaires sur 53×43 mailles, qui représentent chacune une surface de $3 \times 3 \text{ km}^2$. Ces données ont été moyennées sur l'année pour obtenir les données moyennes annuelles en chaque point de grille. Les concentrations moyennes annuelles modélisées à chaque station ont été obtenues par interpolation spatiale.

- Recherche d'un lien entre les données observées et les données modélisées

Les concentrations moyennes annuelles ainsi obtenues par interpolation ont été comparées aux valeurs de concentrations mesurées en 2009. Au cours de cette étape, une relation simple (linéaire ou autre) a été recherchée, afin de reconstruire des données d'observation en prenant en compte les erreurs du modèle pour des valeurs de concentrations faibles à élevées. L'objectif de cette étape est d'évaluer, en moyenne annuelle, le comportement du modèle et d'appliquer une correction globale à l'ensemble des mailles du modèle.

- Application de la correction en tout point de grille des sorties du modèle si un lien a pu être établi entre sorties de modèle et observations aux stations pour les sorties du modèle pour PPA 2009 et pour 2020.

Le déroulement de la méthodologie est détaillé ci après pour le NO_2 .

Déroulement de la méthodologie pour le NO_2

La Figure 135 représente les sorties du modèle pour PPA 2009. Les observations sont représentées par des points de couleur qui ont la même échelle que les sorties modèle. Le domaine est centré sur l'Île-de-France. Une analyse rapide de cette figure montre que les concentrations moyennes annuelles de NO_2 semblent surestimées au cœur de l'agglomération (tons jaunes – orangés) et sous-estimées dans certaines zones périurbaines (tons bleus pâles). Ces analyses sont également mises en évidence sur la Figure 136 qui représente la comparaison mesure-modèle des concentrations moyennes annuelles aux stations : les stations dont les concentrations moyennes annuelles sont comprises entre 25 et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont en moyenne bien représentées par le modèle ; au-dessus de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le modèle a tendance à les surestimer ; et en dessous de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à les sous-estimer. Les concentrations rurales semblent cependant bien modélisées. La correction qui est effectuée tend donc à dégrader légèrement les concentrations en zone rurale.

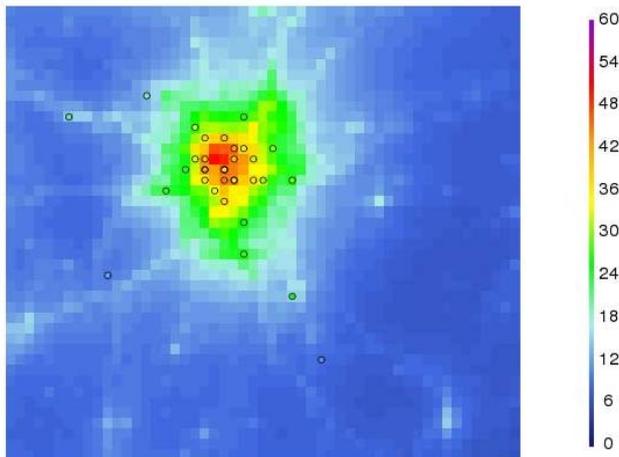


Figure 135 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ pour PPA 2009 (en µg/m³) en sortie brute du modèle et observées (points de couleur) à gauche.

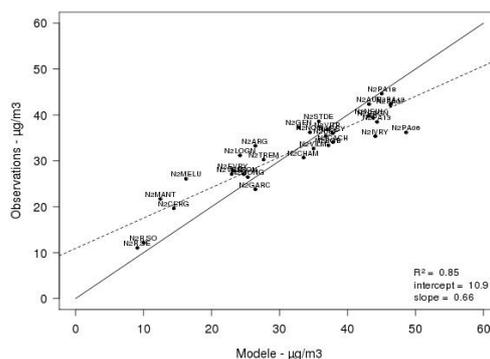


Figure 136 : Concentrations moyennes modélisées vs. Concentrations moyennes observées en 2009. Relation linéaire entre les deux séries de données.

Une relation linéaire a été mise en évidence (cf. Figure 136), permettant une meilleure estimation des concentrations modélisées aux stations. La relation linéaire obtenue a été appliquée sur l'ensemble des mailles de l'Île-de-France ; les résultats de cette correction sont représentés de manière cartographiée et chiffrée sur la Figure 137 et la Figure 138. Cette dernière figure caractérise la distribution des écarts mesure/modèle aux stations avant et après que la correction ait été appliquée. Le modèle brut présentait dans le cas du NO₂ des écarts moyens proches de 0 mais avec une grande dispersion. La correction permet d'avoir une dispersion des erreurs moins importante.

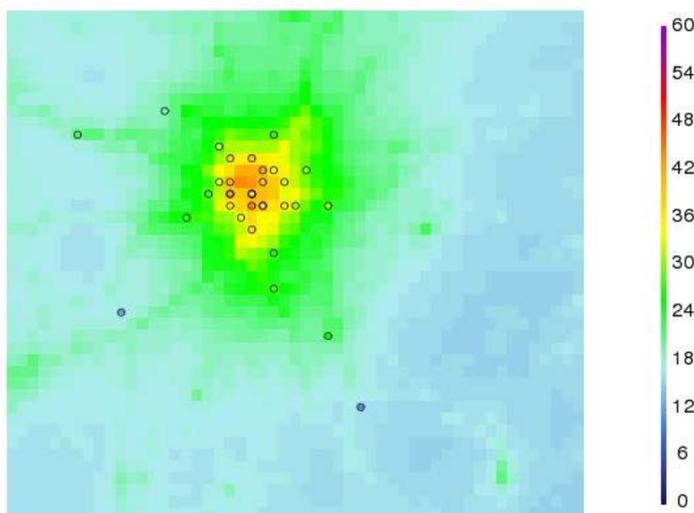


Figure 137 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ pour PPA 2009 (en µg/m³) après correction du modèle et observées (points de couleur) à gauche.

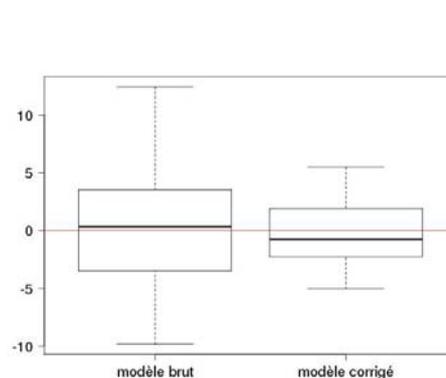


Figure 138 : Boîte à moustache des écarts mesure-modèle calculés aux stations avant et après correction des sorties brutes du modèle.

Si une analyse plus fine des écarts mesure-modèle est réalisée (cf. Figure 139), il apparaît que la correction des sorties brutes avec la relation linéaire trouvée précédemment améliore significativement les concentrations moyennes annuelles modélisées obtenues aux stations, excepté pour quelques stations telles qu'Aubervilliers, ou Paris 18 et les stations rurales. En ce qui concerne les deux stations urbaines Aubervilliers ou Paris 18, le modèle a tendance à surestimer les concentrations en NO₂ en milieu urbain globalement ; la correction tend à atténuer cette surestimation ; or Paris 18 présente des mesures élevées en NO₂, proches du modèle en

général ; avec la correction, le modèle finit donc par sous-estimer ses concentrations. La situation est similaire pour Aubervilliers.

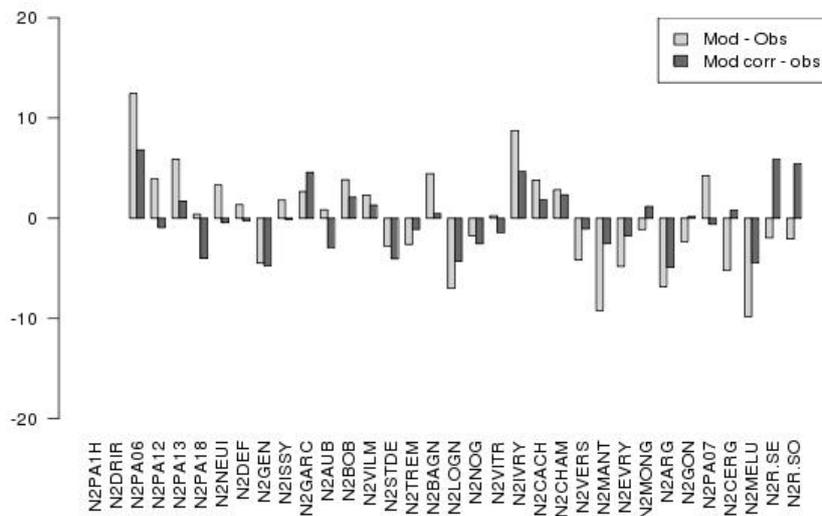


Figure 139 : Ecart mesures – modèle aux stations avant et après correction du modèle

Une relation linéaire simple a été trouvée entre les données mesurées et les données modélisées aux stations pour O_3 , NO_2 et PM_{10} . Le très faible nombre de stations de $PM_{2.5}$ n'a pas permis d'appliquer le même type de méthodologie pour corriger les $PM_{2.5}$. Les sorties brutes de la chaîne ont été exploitées pour les $PM_{2.5}$. Les corrections détaillées ci-dessus ont été appliquées aux sorties brutes du modèle PPA 2009 mais également aux sorties brutes du modèle en 2020. Ce sont les cartes corrigées (et les données associées) qui servent au traitement cartographique qui est détaillé dans le chapitre IV.

3. Analyse des concentrations moyennes annuelles issues du modèle en 2009 et 2020 par polluant

Les différentes simulations qui permettent de reconstruire l'état de l'air en 2009 et projeter l'état de l'air à l'horizon 2020 reposent sur la même version de chaîne ; en particulier, les configurations utilisées dans le modèle de chimie-transport CHIMERE ont été les mêmes d'une simulation à une autre. Les deux années ont également été alimentées par la météorologie issue du modèle MM5 pour l'année 2009. En ce qui concerne les émissions, les paramètres de spatialisation et de temporalisation des émissions étaient équivalents, à l'échelle régionale comme à l'échelle extra-régionale.

Les principales différences entre les deux simulations sont les émissions régionales et extra-régionales, ainsi que les conditions aux limites chimiques alimentant CHIMERE sur le domaine de l'Île-de-France. Les conditions aux limites exploitées pour les simulations PPA 2009 sont des sorties INERIS pour 2009 à l'échelle nationale ; les simulations 2020 fil de l'eau et PPA 2020 sont toutes les deux alimentées par les simulations issues du scénario AMSM_2015 de l'INERIS.

Les résultats de modèle qui sont présentés dans cette section ont fait l'objet des corrections détaillées dans le paragraphe correction. La première série de graphiques présentés de gauche à droite sont les sorties du modèle corrigées PPA 2009, les sorties fil de l'eau du modèle corrigées 2020, et les sorties du modèle PPA 2020 corrigées. Les écarts (PPA 2009 – 2020) et (2020 – PPA 2020) modélisés figurent juste en dessous des concentrations moyennes. Sur les sorties cartographiées des écarts, les mailles blanches correspondent à des mailles où les concentrations augmentent entre PPA 2009 et 2020 pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5} et à des mailles où les concentrations diminuent pour l'O₃ entre PPA 2009 et 2020. La distribution des concentrations modélisées sur l'ensemble de la grille et aux stations est représentée sous la forme de graphique « boîte à moustache ».

NO₂

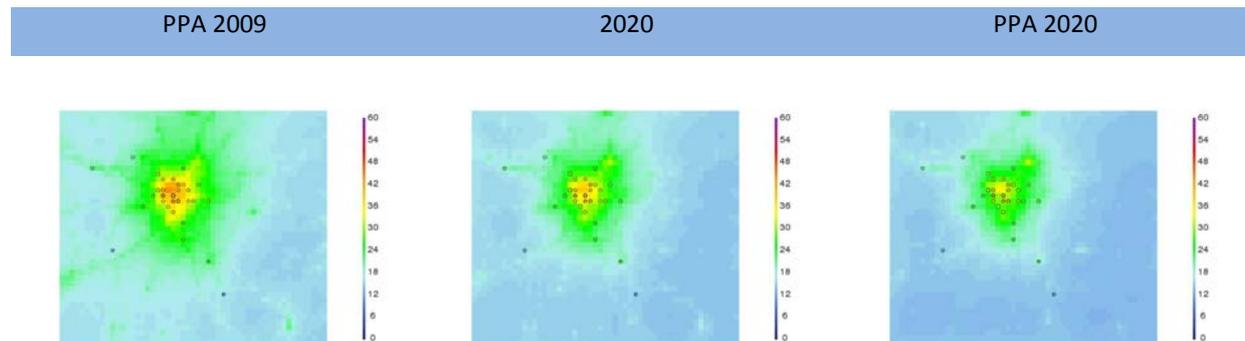


Figure 140 : Cartographie des sorties corrigées du modèle (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour l'année de référence PPA 2009, 2020 fil de l'eau et PPA 2020

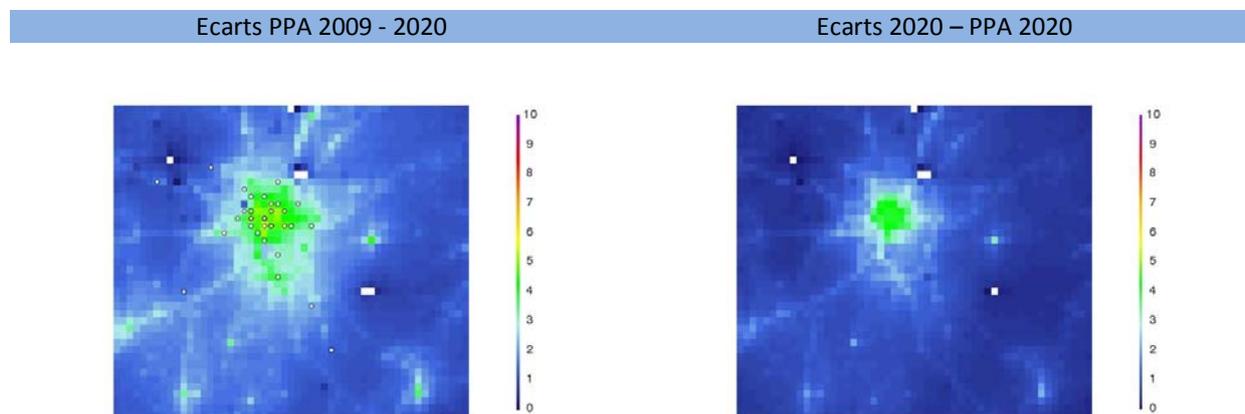


Figure 141 : Cartographie des différences entre les sorties corrigées du modèle (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre, à gauche, PPA 2009 et 2020 et à droite 2020 et PPA 2020

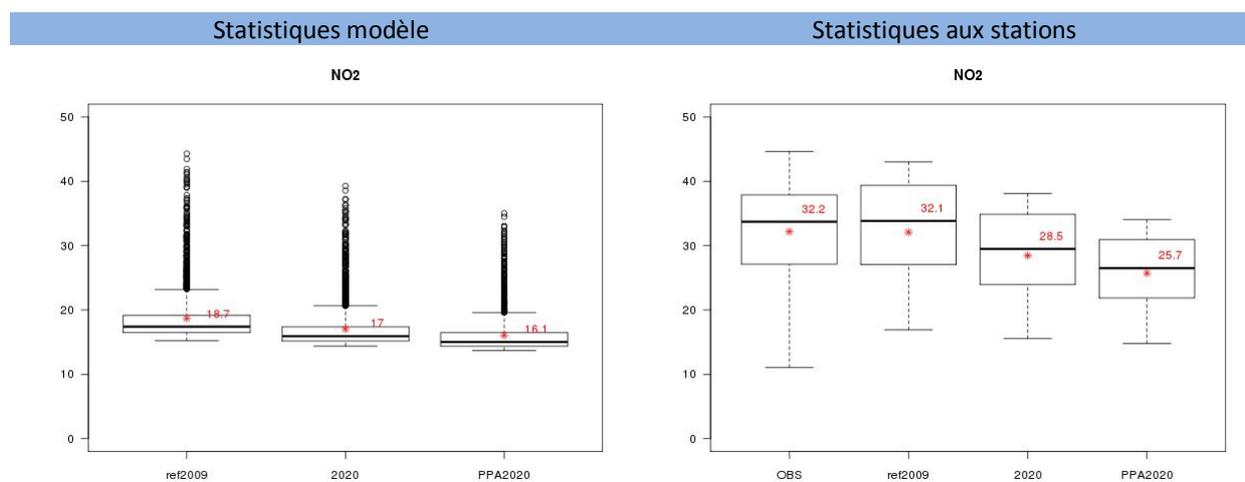


Figure 142 : Boîte à moustache des concentrations moyennes en NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour l'ensemble des mailles du modèle (à gauche) et aux stations (à droite)

Analyse des sorties modélisées en NO₂

Sur l'ensemble du domaine, les concentrations en NO₂ issues du modèle sont comprises entre 15 et 45 µg/m³ pour PPA 2009, entre 15 et 40 µg/m³ en 2020 et entre 14 et 37 µg/m³ pour PPA 2020.

Une diminution globale des concentrations annuelles moyennes, maximales de NO₂ est observée entre PPA 2009 et 2020, ainsi qu'entre 2020 et PPA 2020. La diminution des concentrations entre PPA 2009 et 2020 n'est pas homogène à l'échelle de l'Île-de-France ; les diminutions en NO₂ sont d'autant plus importantes que l'on s'approche du cœur dense de l'agglomération, et le long des principaux axes routiers. Les diminutions moyennes sont de 1 µg/m³ environ sur l'ensemble du domaine. Les diminutions maximales peuvent atteindre 5 µg/m³ sur certaines mailles, situées dans le cœur de l'agglomération.

Entre 2020 et PPA 2020, les diminutions se concentrent de nouveau dans le cœur dense de l'agglomération (les diminutions à l'échelle de l'Île-de-France sont de 6 % en moyenne, alors qu'elles sont de 10 % sur Paris). Les mesures PPA permettent de gagner également entre 2020 et PPA 2020 1 µg/m³ en moyenne sur les concentrations moyennes en Île-de-France. Le gain maximal, atteint dans le cœur de Paris est d'environ 4 µg/m³.

Au niveau des stations, le modèle corrigé reproduit bien les moyennes, médianes et maxima observés aux stations pour PPA 2009. Les basses concentrations en NO₂, observées aux stations rurales, sont moins bien représentées, mais les stations rurales ne constituent pas un enjeu sur le NO₂. Des diminutions moyennes de 3 à 4 µg/m³ et 3 µg/m³ sont observées sur les stations de fond entre PPA 2009 et 2020 et entre 2020 et PPA 2020 respectivement. La diminution sur les maxima atteint 5 µg/m³ et 4 µg/m³ respectivement. Le maximum modélisé aux stations en 2020 est de 38 µg/m³ et de 34 µg/m³ pour PPA 2020. Les diminutions moyennes aux stations sont plus importantes que celles observées sur l'ensemble du domaine car le domaine prend en compte l'ensemble des mailles du modèle, et les diminutions sont plus fortes dans le cœur de l'agglomération, là où il y a plus de stations.

Quelques mailles apparaissent en blanc sur la carte des différences PPA 2009 – 2020. Il s'agit de mailles où les concentrations moyennes annuelles de NO₂ augmentent entre PPA 2009 et 2020. Les mailles blanches les plus extérieures sont des mailles où la différence est certes négative mais pas significative (il s'agit d'une augmentation de quelques dixièmes de NO₂). En revanche, une augmentation de plus de 0.5 µg/m³ est observée entre PPA 2009 et 2020 autour de la plate-forme aéroportuaire de Roissy, et se justifie par une augmentation par des émissions de l'ordre de 15 % pour ce secteur d'activité (cf. chapitre III.2.3).

Bilan :

2009-2020	Emissions IDF NOx	Concentrations domaine	Emissions Agglo / Paris NOx	Concentrations stations
NO ₂ moy	-34 % (dont -49 % sur le transport routier et -34 % sur le secteur résidentiel)	-9 %	-40 % / -50 %	-11 %
NO ₂ max		-11 %		-11 %
2020-PPA 2020	Emissions IDF NOx	Concentrations domaine	Emissions Agglo / Paris NOx	Concentrations stations
NO ₂ moy	-6 % (dont -13 % industrie et -10 % trafic)	-6 %	-7 % / -13 %	-10 %
NO ₂ max		-11 %		-10 %

Tableau 44 : Evolutions des émissions de NOx et des concentrations moyennes de NO₂

Le NO₂ étant un polluant très local, il est cohérent d'observer des diminutions des concentrations en NO₂ homogènes avec les baisses des émissions. Noter que les diminutions maximales observées sur l'ensemble de l'Île-de-France sont observées dans le cœur dense de l'agglomération, et qu'il est donc normal que ces diminutions soient comparables à celles observées aux stations ou aux diminutions des émissions dans l'agglomération.

O₃

PPA 2009

2020

PPA 2020

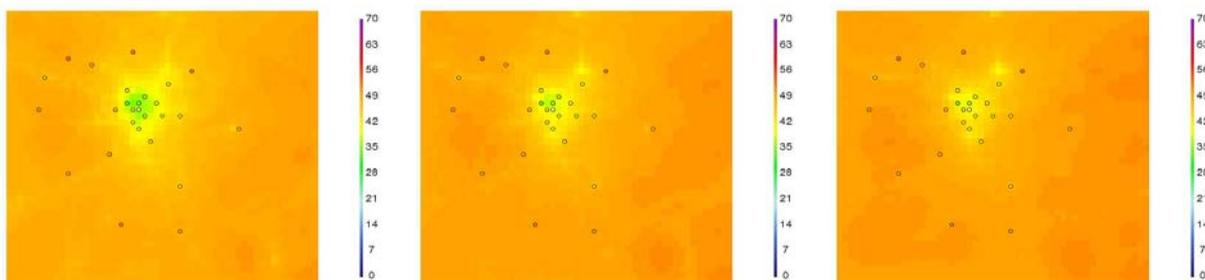


Figure 143 : Cartographie des sorties corrigées du modèle (en µg/m³) pour l'année de référence PPA 2009, 2020 fil de l'eau et PPA 2020

Ecart PPA 2009 - 2020

Ecart 2020 - PPA 2020

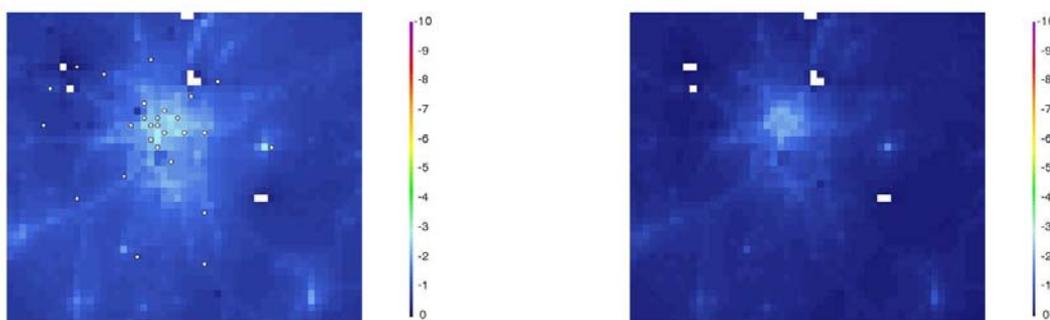


Figure 144 : Cartographie des différences (en µg/m³) entre, à gauche, PPA 2009 et 2020 et à droite 2020 et PPA 2020

Analyse des sorties modélisées en O₃

Sur l'ensemble du domaine, les concentrations en O₃ issues du modèle sont comprises entre 34 et 51 µg/m³ pour PPA 2009, entre 37 et 52 µg/m³ en 2020 et entre 39 et 52 µg/m³ pour PPA 2020.

Une augmentation globale des concentrations moyennes annuelles d'O₃ est observée. L'augmentation des concentrations entre PPA 2009 et 2020 n'est pas homogène à l'échelle de l'Île-de-France ; les augmentations en O₃ sont plus importantes dans le cœur dense de l'agglomération, précisément là où les concentrations minimales en O₃ sont observées. Les augmentations moyennes sont de 1 µg/m³ environ sur l'ensemble du domaine et de 2 à 3 µg/m³ dans l'agglomération entre PPA 2009 et 2020. Les augmentations des concentrations d'O₃ sont négligeables entre 2020 et PPA 2020. Cependant, compte tenu du fait que les plus forts niveaux d'O₃ sont observés en milieu rural, les maxima d'O₃ sont équivalents pour PPA 2009 et 2020.

Les mailles où les concentrations moyennes annuelles diminuent entre PPA 2009 et 2020 sont directement à relier à l'analyse des mailles où les concentrations en NO₂ ont augmenté entre PPA 2009 et 2020.

Au niveau des stations, le modèle corrigé reproduit bien les moyennes, médianes et maxima observés aux stations. La dispersion des concentrations annuelles modélisées pour PPA 2009 est plus faible que la dispersion des concentrations annuelles observées.

Les maxima modélisés en 2020 et pour PPA 2020 sont 4 µg/m³ inférieurs à ceux observés pour PPA 2009 et les valeurs minimales légèrement plus élevées (environ 2 µg/m³ en 2020 et 4 µg/m³ pour PPA 2020 relativement à 2009). Une augmentation de 1 à 2 µg/m³ des concentrations annuelles moyennes et maximales est observée entre PPA 2009 et 2020.

Bilan :

Les concentrations moyennes annuelles d'O₃ augmentent entre PPA 2009 et 2020, mais les maxima, qui concernent les zones rurales, n'évoluent pas entre PPA 2009 et 2020. Ces résultats sont cohérents avec les données chimiques de grande échelle.

Sur l'ensemble du domaine, les concentrations en PM₁₀ issues du modèle sont comprises entre 20 et 34 µg/m³ pour PPA 2009, entre 19 et 32 µg/m³ en 2020 et entre 19 et 30 µg/m³ pour PPA 2020.

Une diminution globale des concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ est observée. La diminution des concentrations entre PPA 2009 et 2020 est relativement homogène à l'échelle de l'Île-de-France. Les diminutions moyennes sont inférieures à 1 µg/m³ environ sur l'ensemble du domaine ; les diminutions maximales peuvent atteindre 2 µg/m³ sur certaines mailles, situées dans le cœur de l'agglomération ou le long des axes routiers.

La diminution des concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ entre 2020 et PPA 2020 est moins homogène et concerne plus spécifiquement le cœur de l'agglomération. Les diminutions maximales sont de 2 µg/m³.

De même que pour le NO₂, les mailles qui apparaissent blanches sont des mailles où les concentrations moyennes annuelles de 2020 sont supérieures à celles de PPA 2009. Il s'agit d'augmentations négligeables (inférieures à 0.2 µg/m³ en moyenne annuelle), qui sont liées à l'augmentation des émissions liés aux chantiers et BTP.

Au niveau des stations, le modèle corrigé reproduit bien les moyennes, médianes et maxima observés aux stations. Le modèle reproduit également bien la dispersion des concentrations annuelles. On observe une diminution inférieure à 1 µg/m³ sur les stations de fond en moyenne et sur les maxima entre PPA 2009 et 2020 et entre 2020 et PPA 2020.

Bilan :

2009-2020	Emissions IDF PM ₁₀	Concentrations domaine	Emissions PM ₁₀ Agglo	Concentrations stations
PM ₁₀ moy	-21 % (dont -53 % sur le transport routier et -34 % sur le secteur résidentiel)	-5 %	-35 %	-4 %
PM ₁₀ max		-5 %		-2.5 %
2020-PPA 2020	Emissions IDF	Concentrations domaine	Emissions PM ₁₀ Agglo	Concentrations stations
PM ₁₀ moy	-10 % (dont -27 % pour le résidentiel-tertiaire et -10 % pour le trafic)	-3 %	-12 %	-4 %
PM ₁₀ max		-4 %		-4 %

Tableau 45 : Evolutions des émissions et des concentrations moyennes de NO₂ et en PM₁₀

Les concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ diminuent faiblement (diminution maximale sur les maxima de l'ordre de 5 %) entre PPA 2009 et 2020 et entre 2020 et PPA 2020. Ces diminutions sont cohérentes avec les tendances issues des données large échelle.

Contrairement au NO₂, l'origine beaucoup moins locale des particules justifie des diminutions proportionnellement plus faibles mais également plus homogènes à l'échelle de l'Île-de-France.

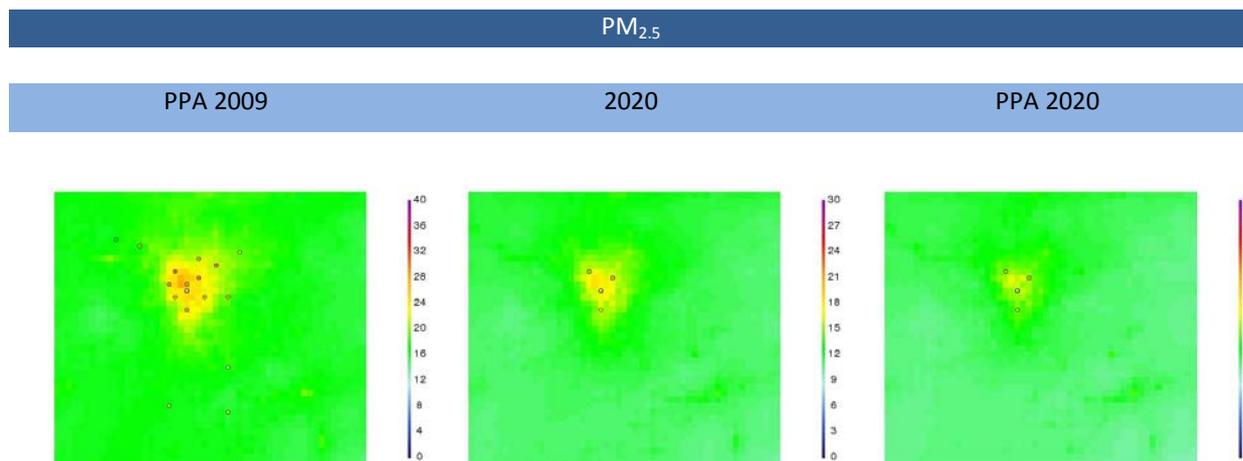


Figure 148 : Cartographie des sorties brutes du modèle (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour l'année de référence PPA 2009, 2020 fil de l'eau et PPA 2020

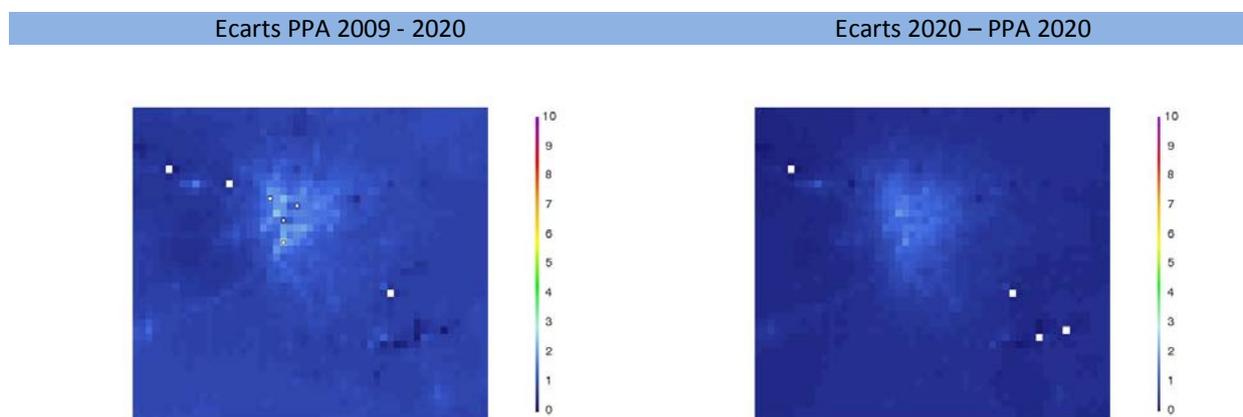


Figure 149 : Cartographie des différences (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre, à gauche, PPA 2009 et 2020 et à droite 2020 et PPA 2020

Analyse des sorties modélisées en PM_{2.5}

Rappel :

En raison d'un nombre de stations de PM_{2.5} trop insuffisant en 2009 pour réaliser une correction fiable à partir des données d'observation et suite au fait que les corrections établies pour les PM₁₀ dégradent les sorties du modèle pour les PM_{2.5}, les sorties du modèle en PM_{2.5} ont été exploitées brutes.

Sur l'ensemble du domaine, les concentrations en PM_{2.5} issues du modèle sont comprises entre 10 et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour PPA 2009, 10 et 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2020 et 9 et 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour PPA 2020.

Une diminution globale des concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} est observée. La diminution des concentrations entre PPA 2009 et 2020 n'est pas aussi homogène à l'échelle de l'Île-de-France que celle des PM₁₀ ; les principales zones géographiques concernées par les diminutions en PM_{2.5} sont le cœur de l'agglomération et les axes routiers. De même entre 2020 et PPA 2020, les diminutions sont essentiellement observées dans l'agglomération. Les diminutions moyennes sont inférieures à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ environ sur l'ensemble du domaine aussi bien entre PPA 2009 et 2020 qu'entre 2020 et PPA 2020 ; les diminutions maximales peuvent atteindre 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur certaines mailles, situées dans le cœur de l'agglomération ou le long des axes routiers, que ce soit entre PPA 2009 et 2020 ou entre 2020 et PPA 2020.

Au niveau des stations, le modèle sous-estime légèrement les concentrations aux stations (3 stations exploitées). Proportionnellement, la diminution des PM_{2.5} en 2020 par rapport à PPA 2009 est bien plus importante que celle observée pour les PM₁₀. On observe une diminution inférieure d'environ 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les stations de fond en moyenne et de 3 à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les maxima entre 2009 et 2020. Une diminution d'environ 1

à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est observée sur les stations de fond en moyenne et de 1 à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les maxima entre 2020 et PPA 2020.

Bilan :

Les concentrations moyennes annuelles de $\text{PM}_{2.5}$ diminuent faiblement entre PPA 2009 et 2020, mais proportionnellement plus que les PM_{10} (diminution maximale sur les maxima de l'ordre de 10 %). Ces diminutions sont cohérentes avec les tendances issues des données large échelle.

Les diminutions plus importantes des concentrations de $\text{PM}_{2.5}$, relativement à celles des PM_{10} , au cœur de l'agglomération et sur les axes routiers sont cohérents avec l'abatement des émissions de 35 % entre PPA 2009 et 2020 (pour 21 % pour les PM_{10}), et en particulier avec la diminution des émissions du secteur du transport routier évalué à -80 % (et -49 % pour les PM_{10}).

4. Kilométrages réalisés par chaque catégorie de véhicules en 2020

Véhicules essence	Kilométrage annuel	Véhicules diesel	Kilométrage annuel
VP essence < 1,4 l		VP diesel < 2 l	
Euro 1 VP (1993-1996)	0	Euro 1 VP (1993-1996)	0
Euro 2 VP (1997-2000)	3 573	Euro 2 VP (1997-2000)	10 313
Euro 3 VP (2001-2004)	4 571	Euro 3 VP (2001-2004)	11 199
Euro 4 VP (2005-2010)	7 238	Euro 4 VP (2005-2010)	13 158
Euro 5 VP (2011-2015)	9 468	Euro 5 VP (2011-2015)	14 958
Euro 6 VP (2016-...)	11 610	Euro 6 VP (2016-...)	16654
VP essence 1,4 à 2 l		VP diesel > 2 l	
Euro 1 VP (1993-1996)	0	Euro 1 VP (1993-1996)	0
Euro 2 VP (1997-2000)	6 802	Euro 2 VP (1997-2000)	11 749
Euro 3 VP (2001-2004)	7 809	Euro 3 VP (2001-2004)	12 583
Euro 4 VP (2005-2010)	10 068	Euro 4 VP (2005-2010)	14 400
Euro 5 VP (2011-2015)	12 677	Euro 5 VP (2011-2015)	16 405
Euro 6 VP (2016-...)	14 838	Euro 6 VP (2016-...)	18090
VP essence > 2 l		VP hybride diesel <1,6 l	
Euro 1 VP (1993-1996)	0	Euro 4 VP (2005-2010)	0
Euro 2 VP (1997-2000)	7 452	Euro 5 VP (2011-2015)	13284
Euro 3 VP (2001-2004)	8 491	Euro 6 VP (2016-...)	14868
Euro 4 VP (2005-2010)	10 722		
Euro 5 VP (2011-2015)	13 353		
Euro 6 VP (2016-...)	15 488		
VP hybride essence <1,6 l		Véhicules GPL	
Euro 4 VP (2005-2010)	0	Euro 2 VP (1997-2000)	4 878
Euro 5 VP (2011-2015)	9472	Euro 3 VP (2001-2004)	5 824
Euro 6 VP (2016-...)	11364		
		Euro 4 VP (2005-2010)	7 914
		Euro 5 VP (2011-2015)	9 835
		Euro 6 VP (2016-...)	11 645
		VP Electrique	
		Euro 5 VP (2011-2015)	8 486
		Euro 6 VP (2016-...)	10 642