



**PRÉFET
DE LA RÉGION
HAUTS-DE-FRANCE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement**

Plan de protection de l'atmosphère des agglomérations de Lille et du bassin minier

**Annexe 3
Diagnostic de la qualité de l'air
par ATMO Hauts-de-France**

Février 2025

REVISION DU PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE (2021)



Auteures : Mathilde Wabartha, Jessica Taillefer

Relectrice : Arabelle Patron-Anquez

Diffusion : Juin 2024 – mise à jour

Avant-propos

Atmo Hauts-de-France est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (décret 2007-397 du 22 mai 2007) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO. Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. Atmo Hauts-de-France est agréée du 1^{er} janvier 2019 au 31 décembre 2022, au titre de l'article L.221-3 du Code de l'environnement.

Conditions de diffusion

Atmo Hauts-de-France communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur le site www.atmo-hdf.fr.

Responsabilités

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Hauts-de-France. Ces données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure. Les résultats sont analysés selon les objectifs de l'étude, le contexte et le cadre réglementaire des différentes phases de mesures, les financements attribués à l'étude et les connaissances métrologiques disponibles.

Avertissement

Atmo Hauts-de-France n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

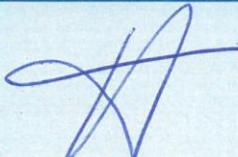
Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © **Atmo Hauts-de-France – Rapport N°01/2020/MWA/V1**.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Hauts-de-France :

- depuis le formulaire de contact disponible à l'adresse <http://www.atmo-hdf.fr/contact.html>
- par mail : contact@atmo-hdf.fr
- par téléphone : 03 59 08 37 30

Réclamations

Les réclamations sur la non-conformité de l'étude doivent être formulées par écrit dans les huit jours de la livraison des résultats. Il appartient au partenaire de fournir toute justification quant à la réalité des vices ou anomalies constatées. Il devra laisser à Atmo Hauts-de-France toute facilité pour procéder à la constatation de ces vices pour y apporter éventuellement remède. En cas de litige, un accord amiable sera privilégié. Dans le cas où une solution n'est pas trouvée la résolution s'effectuera sous l'arbitrage des autorités compétentes.

Approbation	Nom	Qualité	Visa
	Hélène Devillers	Directrice	

Version du document : V3 basé sur trame vierge : EN-ETU-20

Date d'application : 01/01/2021



Sommaire

Introduction	8
Chapitre 1 Mieux comprendre la qualité de l'air	9
1. Dispositif de la surveillance de la qualité de l'air.....	10
1.1. Dispositif fixe.....	10
1.2. Modélisation.....	12
1.3. Inventaire des émissions.....	13
2. Phénomènes de diffusion, de transformation et de transport de la pollution.....	14
2.1. Pression atmosphérique	15
2.2. Vents	15
2.3. Précipitations	15
2.4. Inversion de température	15
2.5. Transformations chimiques	16
2.6. Phénomène de pollution transfrontalière.....	17
Chapitre 2 Le diagnostic du territoire	18
1. Préambule	19
2. Pandémie du Covid-19	20
3. Ozone.....	21
3.1. Emissions	21
3.2. Concentrations.....	21
4. Dioxyde d'azote	27
4.1. Emissions	27
4.2. Concentrations.....	31
5. PM2.5	36
5.1. Emissions	36
5.2. Concentrations.....	40
6. PM10	46
6.1. Emissions	46
6.2. Concentrations.....	50
7. Dioxyde de soufre.....	56
7.1. Emissions	56
7.2. Concentrations.....	60
8. Composés organiques volatiles (COVnM).....	63
8.1. Emissions	63
9. Ammoniac (NH₃)	67
9.1. Emissions	67
9.2. Concentrations.....	70
10. Monoxyde de carbone	70
10.1. Concentrations.....	70
11. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	72
11.1. Concentrations.....	72
12. Métaux lourds	74
12.1. Concentrations.....	74

13. Bilan des épisodes de pollution de la région en 2020	77
Conclusion	79

Annexes

Annexe 1 : Glossaire	81
Annexe 2 : Stations de mesure en activité associées au périmètre d'étude de 2010 à 2020.....	83
Annexe 3 : Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel	84
Annexe 4 : Origine et devenir des polluants dans l'atmosphère.....	86
Annexe 5 : Réglementation relative aux polluants atmosphériques.....	90
Annexe 6 : Techniques utilisées pour l'évaluation de la pollution atmosphérique .	93



Illustrations

Figure 1 Périmètre d'étude pour le futur PPA 2023 - 2027	8
Figure 2 Carte des stations fixes en région	10
Figure 3 Cycle de l'air et devenir des polluants dans l'atmosphère	14
Figure 4 Phénomène d'inversion thermique	16
Figure 5 Implantation des stations de mesures fixes d'Atmo Hauts-de-France sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 entre 2010 et 2020.....	19
Figure 6 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Ozone de 2010 à 2020	21
Figure 7 Evolution des maxima horaires de l'Ozone de 2010 à 2020	22
Figure 8 Modélisation des concentrations en O ₃ en 2020	26
Figure 9 Evolution des émissions de NOx par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3).27	
Figure 10 Comparaison de la répartition des émissions de NOx par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France	28
Figure 11 Répartition spatiale 2018 des émissions de NOx sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.....	28
Figure 12 Evolution des émissions de NOx des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)	30
Figure 13 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Dioxyde d'azote de 2010 à 2020	31
Figure 14 Evolution des maxima horaires du Dioxyde d'azote de 2010 à 2020	33
Figure 15 Modélisation des concentrations en NO ₂ en 2020	35
Figure 16 Evolution des émissions de particules PM2.5 par secteur entre 2008 et 2018	36
Figure 17 Comparaison de la répartition des émissions de PM2.5 par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France	37
Figure 18 Répartition spatiale 2018 des émissions de PM2.5 sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.....	37
Figure 19 Evolution des émissions de particules PM2.5 des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)	39
Figure 20 Evolution des concentrations moyennes annuelles en particules PM2.5 de 2010 à 2020	40
Figure 21 Distribution des maxima journaliers des particules PM2.5 de 2010 à 2020	41
Figure 22 Distribution du nombre de jours des 25 µg/m ³ journaliers pour les particules fines PM2.5 en situation de fond de 2018 à 2020	43
Figure 23 Modélisation des concentrations en particules PM2.5 en 2020	44
Figure 24 Evolution des émissions de particules PM10 par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)	46
Figure 25 Comparaison de la répartition des émissions de PM10 par secteur d'activité sur le territoire PPA et les Hauts-de-France	47
Figure 26 Répartition spatiale 2018 des émissions de PM10 sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.....	47
Figure 27 Evolution des émissions de particules PM10 des inventaires ATMO au regard des objectifs	

PREPA et du tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)	49
Figure 28 Evolution des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 de 2010 à 2020	50
Figure 29 Evolution des maxima journaliers des particules PM10 entre 2010 et 2020	52
Figure 30 Distribution du nombre de jours des 50 µg/m ³ journaliers pour les particules fines PM10 en situation de fond de 2019 à 2020	53
Figure 31 Modélisation des concentrations en particules PM10 en 2020	55
Figure 32 Evolution des émissions de SO ₂ par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)	56
Figure 33 Comparaison de la répartition des émissions de SO ₂ par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France	57
Figure 34 Répartition spatiale 2018 des émissions de SO ₂ sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.....	57
Figure 35 Evolution des émissions de SO ₂ des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027.....	59
Figure 36 Réglementation du Percentile 99.2 du Dioxyde de soufre	60
Figure 37 Réglementation du Percentile 99.7 du Dioxyde de soufre	61
Figure 38 Evolution des maxima horaires du SO ₂	62
Figure 39 Evolution des émissions de COVnM par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)	63
Figure 40 Comparaison de la répartition des émissions de COVnm par secteur d'activité	64
Figure 41 Répartition spatiale 2018 des émissions de COVnm sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.....	64
Figure 42 Evolution des émissions de COVnM des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)	65
Figure 43 Evolution des émissions d'Ammoniac par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)	67
Figure 44 Comparaison de la répartition des émissions de NH ₃ par secteur d'activité.....	68
Figure 45 Répartition spatiale 2018 des émissions de NH ₃ sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.....	68
Figure 46 : Evolution des émissions de NH ₃ des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)	69
Figure 47 Evolution des concentrations en Monoxyde de carbone de 2010 à 2020	70
Figure 48 Evolution des concentrations moyennes annuelles des HAP de 2010 à 2020.....	72
Figure 49 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Benzo[a]pyrène de 2010 à 2020.....	73
Figure 50 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Arsenic de 2010 à 2020	74
Figure 51 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Cadmium de 2010 à 2020.....	74
Figure 52 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Nickel de 2010 à 2020	75
Figure 53 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Plomb de 2010 à 2020.....	76
Figure 54 Bilan des épisodes de pollution des Hauts-de-France en 2020	77
Figure 55 Historique des épisodes de pollution en Hauts-de-France entre 2017 et 2020	78
Figure 56 Hiérarchie des valeurs réglementaires	90



Tableau 1 Environnement d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air et influence des mesures	11
Tableau 2 Synthèse de l'évolution des concentrations en Ozone.....	22
Tableau 3 Réglementation de l'OLT pour la protection de la santé de l'Ozone.....	23
Tableau 4 Réglementation de la valeur cible pour la santé de l'Ozone	24
Tableau 5 Réglementation de l'OLT pour la protection de la végétation de l'Ozone	24
Tableau 6 Réglementation de la valeur cible pour la protection de la végétation de l'Ozone.....	25
Tableau 7 Synthèse de l'évolution des concentrations en NO ₂	32
Tableau 8 Réglementation du percentile 99.8 du Dioxyde d'azote	34
Tableau 9 Synthèse de l'évolution des concentrations en PM2.5.....	41
Tableau 10 Synthèse de l'évolution des concentrations en PM10	51
Tableau 11 Réglementation du percentile 90.4 des particules PM10 de 2010 à 2020.....	54
Tableau 12 Evolution des maxima journaliers de la moyenne glissante 8 heures en CO à la station de Roubaix-Serres	71
Tableau 13 Polluants réglementés : Origines, devenir et conséquences sur la santé	86
Tableau 14 Réglementation des polluants surveillés (Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010) ..	91
Tableau 15 Techniques de mesure de la pollution atmosphérique.....	93

Introduction

En 2014, en lien avec des dépassements récurrents de la valeur réglementaire journalière en particules PM10, un **Plan de Protection de l'Atmosphère** était mis en place sur les départements de **Nord et du Pas-de-Calais**, pour la période **2014-2019**.

A son terme, le PPA du Nord et du Pas-de-Calais a fait l'objet d'une **évaluation**, reprenant ainsi le bilan de la qualité de l'air entre 2014 et 2019 ainsi que l'évolution des émissions sur la même période et le positionnement vis-à-vis des objectifs de réduction du plan. Ces éléments sont disponibles dans le rapport en ligne (Plan de Protection de l'Atmosphère - Evaluation du PPA – 2019).

A l'issue de l'évaluation, le plan est entré en révision. La première étape a précisé un **nouveau périmètre**, plus restreint que le périmètre précédent. Ce périmètre intègre, de façon réglementaire, **les agglomérations de plus de 250 000 habitants** (au sens INSEE). Par souci de cohérence territoriale, il est étendu aux EPCI ainsi qu'aux **territoires situés entre les agglomérations obligées**. Il couvre donc **436 communes**, répartis sur **13 EPCI** (10 complets et 8 communes sur 3 EPCI) pour une population de **2 554 264 habitants (Source IGN 2018)**.

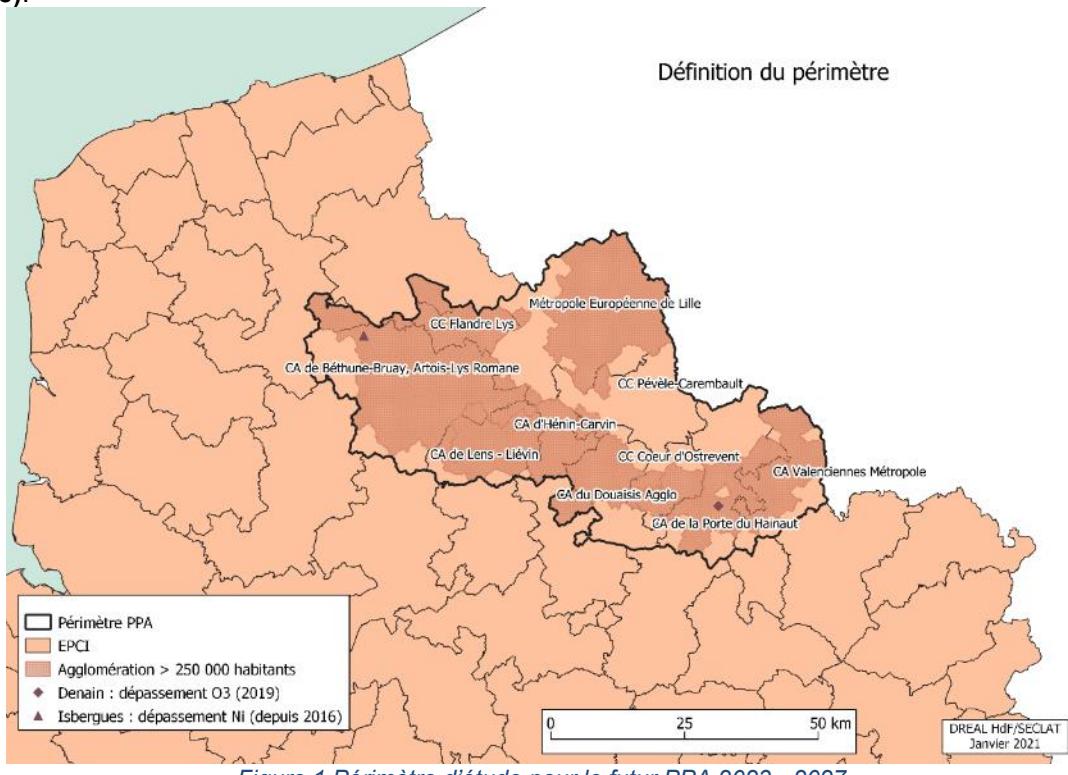


Figure 1 Périmètre d'étude pour le futur PPA 2023 - 2027

Ce rapport a pour objectif d'établir la **carte d'identité du périmètre d'étude** pour le futur PPA, tant en **émissions** qu'en **concentrations**, ainsi que de déterminer les enjeux de manière à atteindre les objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques. Il reprend également des notions pour mieux comprendre la qualité de l'air.

Dans la suite du rapport, trois échelles territoriales seront donc évoquées :

- **Le périmètre d'étude pour le futur PPA**, correspondant à la carte ci-dessus
- **Le périmètre du PPA actuellement en vigueur** sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais
- Et la région Hauts-de-France.

Chapitre 1 Mieux comprendre la qualité de l'air

1. Dispositif de la surveillance de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air est assurée dans les Hauts-de-France depuis plus de 40 ans par les associations ATMO Nord Pas-de-Calais et Atmo Picardie, devenues Atmo Hauts-de-France en 2017. L'observatoire est agréé par l'Etat pour assurer la surveillance de la qualité de l'air au titre de l'article L.221-3 du Code de l'Environnement.

Les missions d'Atmo Hauts-de-France sont les suivantes :

- **Surveiller l'air** que nous respirons
 - **Informier** au quotidien et **alerter** en cas de phénomènes de pollution atmosphérique
 - **Accompagner** nos partenaires dans leurs projets Air en lien avec les thématiques Santé, Climat et Energie

1.1. Dispositif fixe

Atmo Hauts-de-France dispose de méthodes diversifiées pour surveiller les polluants dans l'air ambiant :

- un réseau de mesure constitué de 46 stations fixes en région, dont 27 réparties sur le périmètre de la révision du PPA
 - le tout complété par un dispositif d'évaluation constitué de capteurs spécifiques (passifs et actifs),
 - de plateformes de cartographie de la pollution et de prévision de la qualité de l'air : la modélisation fine échelle régionale et plateforme Esmeralda (interrégionale).

Le réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Atmo Hauts-de-France permet de disposer de données en continu sur certains polluants réglementés : le **dioxyde d'azote**, le **dioxyde de soufre**, le **monoxyde de carbone**, le **benzène**, l'**ozone**, les **particules PM10 et PM2,5**. Le **benzo(a)pyrène** et quatre métaux lourds (**nickel, plomb, cadmium et arsenic**) étant concernés par



Figure 2 Carte des stations fixes en région

Atmo Hauts-de-France surveille également des polluants non inclus dans la réglementation en vigueur : le monoxyde d'azote (NO), quatre composés organiques volatils (COV : toluène, éthylbenzène, (m+p)-xylènes, o-xylène), 9 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le Black Carbon, les particules ultrafines (PUF), l'ammoniac (NH₃), la radioactivité, les pollens.

Le système européen de classification des stations de mesure est défini dans le guide IPR (2013) qui accompagne les récentes dispositions sur la déclaration des données de qualité de l'air. Il permet de caractériser de manière simple et objective la plupart des environnements de mesure et des situations d'émission et d'exposition rencontrés sur un territoire. Il distingue deux échelles spatiales :

- **le type de zone**, qui se réfère à un environnement sur une échelle de plusieurs kilomètres ;
 - **le type de station**, qui se réfère à l'impact (ou à l'absence) de sources d'émissions dans un proche voisinage ; il est spécifique à un polluant donné.

La classification adoptée se définit plus précisément de la manière suivante :

- **classification selon l'environnement d'implantation :**
 - Station urbaine
 - Station périurbaine
 - Station rurale : proche de zone urbaine /régionale /nationale
- **classification, par polluant, selon les types d'influence prédominante :**
 - Mesure sous influence industrielle
 - Mesure sous influence du trafic
 - Mesure de fond

Une station appartiendra obligatoirement à un et un seul type d'environnement d'implantation et pourra donc cumuler plusieurs types d'influence si elle mesure plusieurs polluants.

Tableau 1 Environnement d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air et influence des mesures

Implantations	Définition
Implantation urbaine	Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages ou de grands bâtiments isolés d'au minimum deux étages. Une zone bâtie en continu n'est pas combinée à des zones non urbanisées.
Implantation périurbaine	Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, c'est-à-dire constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre que pour une zone bâtie en continu. La zone bâtie peut être combinée à des zones non urbanisées (ex : terrains agricoles, lacs, bois).
Implantation rurale	L'appellation « rurale » s'applique aux stations situées dans une commune rurale. L'implantation rurale est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.
Influences de la mesure	Définition
Fond	Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Le niveau de pollution ne doit pas être dominé par un seul type de source (ex : le trafic), à moins que cette situation ne soit caractéristique de la zone sous surveillance. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km ² .
Industrielle	Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations. Les sources industrielles à prendre en compte sont notamment : <ul style="list-style-type: none"> - production d'énergie thermique - centrales de chauffage urbain raffineries - installations d'incinération / de traitement des déchets, sites de - déversement de déchets - exploitation minière (incluant la construction routière), pétrolière et gazière - zones (aéro)portuaires
Trafic	Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.

1.2. Modélisation

Il est possible de modéliser la qualité de l'air de différents polluants. La modélisation va à partir de calculs mathématiques et de divers paramètres (météorologie, topographie, réactions chimiques des polluants dans l'atmosphère etc.) simuler des concentrations atmosphériques à différentes échelles géographiques et de temps (la veille, du jour même, du lendemain et du surlendemain), en prenant en compte la multitude de réactions physico-chimiques se produisant dans l'atmosphère. Elle permet ainsi de calculer des concentrations d'une multitude de polluants sur un territoire dont la surveillance fixe est peu présente.

La modélisation est un outil permettant de produire des cartes pour de nombreux décideurs publics, afin de les appuyer dans leurs différents projets environnementaux.

Pour l'évaluation ainsi que la prévision de la qualité de l'air, Atmo Hauts-de-France utilise la plateforme **ESMERALDA** (EtudeS Multi RégionALES De l'Atmosphère) de prévision à l'échelle interrégionale et régionale dans les Hauts-de-France, la Normandie, la Bretagne, les Pays de la Loire, le Centre et l'Ile-de-France. Cette plateforme, créée en 2004, est issue de l'implication de 9 AASQA (avant leur fusion) : Air Normand et Air Com devenus **Atmo Normandie**, Atmo Nord-Pas-de-Calais et Atmo Picardie devenus **Atmo Hauts-de-France**, **AirParif**, Atmo Champagne-Ardenne et Atmosf'air Bourgogne devenus **Atmo Grand-Est**, **Lig'Air**, **Air Breizh** et enfin **Air Pays de la Loire**.

Cette modélisation régionale, association d'un modèle météorologique, d'un modèle de chimie-transport incluant des prétraitements, et un ensemble de post-traitements statistiques, fournit une représentation des concentrations de fond en **Ozone**, en **Dioxyde d'Azote** et en particules **PM10** et **PM2.5**, sur l'ensemble de la région avec une résolution de **3 km**.

Ainsi, le dispositif permet d'assurer la cohérence technique de description des phénomènes interrégionaux de pollution atmosphérique photo-oxydants ou particulières, ainsi que l'optimisation des coûts d'élaboration et la mutualisation des compétences.

Afin d'obtenir des cartes encore plus précises, il est également possible de travailler avec de la **modélisation fine échelle**, d'une résolution de **25 mètres**, dont l'objectif est de modéliser le territoire avec une grande précision et de permettre l'évaluation de l'exposition de la population au plus près, en prenant en compte la pollution de proximité telles les émissions provenant du trafic. Elle permet ainsi de fournir des informations sur des territoires moins densément peuplés, en utilisant le logiciel ADMS Urban. Ce dernier utilise dans ses calculs différents types de données : les **sources d'émissions** de polluants par différents secteurs (trafic routier, industriel, résidentiel/tertiaire etc.), les **conditions météorologiques** du territoire simulé (vents, température, rayonnement solaire etc.), ainsi que **l'apport en polluants extérieurs** au territoire de l'étude. La modélisation fine échelle concerne le **NO₂**, **l'ozone**, les **PM10** et les **PM2.5**. Le modèle régional fine échelle est un modèle purement statistique, qui permet à ce jour de produire des cartes de concentrations en moyennes journalières pour les particules PM10 et PM2.5, et en maximum horaire pour le dioxyde d'azote et l'ozone.

Dans le cadre de la révision du Plan de Protection de l'Atmosphère, les cartes modélisées permettront de visualiser la superficie des territoires touchés par la pollution dans les Hauts-de-France et plus particulièrement lors de dépassements des valeurs limites. Elles permettront également de cibler les populations les plus exposées à ces dépassements.

1.3. Inventaire des émissions

Les émissions de polluants correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines ou par des sources naturelles. Elles sont exprimées en unité de masse (souvent en kilogrammes ou en tonnes) par unité de temps (généralement sur une année) et/ou par hectare.

L'**inventaire** des émissions recense, sur une période donnée, la quantité de polluants émis dans l'atmosphère. Il intègre les polluants directement rejetés dans l'air par secteur d'activité sur un périmètre défini et ce, pour tous les polluants répertoriés. Certaines émissions indirectes, liées à l'usage de l'électricité, de la chaleur et de la vapeur (**scope 2**), peuvent être intégrées dans l'inventaire (cas pour le dioxyde de carbone - CO₂). Les émissions peuvent aussi être spatialisées et représentées sur une carte. Il s'agit, dès lors, de « **cadastre des émissions** » ou d'« **inventaire spatialisé des émissions** ».

Le dernier inventaire des émissions de polluants disponible recense les émissions de **l'année 2018**. Il a été réalisé en 2020-2021 et se base sur la **méthodologie 2020 version 2**. L'historique des émissions de polluants a été recalculé avec cette même méthodologie pour les années 2008-2010-2012-2015.

Les émissions sont estimées par activité (SNAP - Selected Nomenclature for Air Pollution, EMEP/CORINAIR 1997) puis regroupées selon différentes nomenclatures en fonction des besoins. La nomenclature choisie ici est celle de rapportage des émissions de polluants dans les documents de politique publique (PCAET, Plan Climat Air Energie Territorial). Elle définit **9 secteurs d'activité** :

- **Agriculture** (utilisation des terres, brûlage des déchets agricoles, etc.)
- **Autres transports** (transports aériens, ferroviaires, fluviaux, maritimes)
- **Biotique** (sols et couverts végétaux, forêts, zones humides)
- **Branche énergie** (production d'énergie)
- **Déchets** (incinération, eaux usées, compostage, etc.)
- **Industrie** (de la construction à l'industrie manufacturière (combustion, solvants, process, etc.))
- **Résidentiel** (activités domestiques, chauffage, feux ouverts, etc.)
- **Tertiaire** (activités et bâtiments des entreprises, commerces, institutions et services publics, etc.)
- **Transports Routiers** (type de véhicules, carburants, vitesse, engorgement des voies de circulation, etc)

2. Phénomènes de diffusion, de transformation et de transport de la pollution

Dans l'atmosphère, on distingue une grande variété de polluants, présents en concentrations plus ou moins importantes et dont la durée de vie varie également.

Il existe des **polluants dits « primaires »**, émis directement dans l'atmosphère par des sources pouvant être soit naturelles, soit anthropiques, autrement dit liées aux activités humaines. Ces polluants primaires sont divers : les Composés Organiques Volatils (COV), les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) mais également les particules en suspension (PM)...

Au cours de leur vie dans l'atmosphère, ces polluants primaires peuvent subir des transformations chimiques et ainsi former des **polluants « secondaires »**, tels l'ozone, l'acide sulfurique ou bien les particules secondaires.

Lors de leur émission dans l'atmosphère par les différentes sources naturelles et anthropiques (*Figure 51*), les polluants vont être **dispersés** sur une plus ou moins longue distance par les vents. Au cours de leur déplacement dans l'atmosphère, ils vont subir de multiples **transformations** au contact d'autres polluants, et sous l'effet de conditions météorologiques, générant des phénomènes physico-chimiques complexes.



Figure 3 Cycle de l'air et devenir des polluants dans l'atmosphère (Source : Atmo France)

2.1. Pression atmosphérique

La dispersion des polluants dans l'atmosphère peut être influencée par la pression atmosphérique. En effet, dans le cas d'une dépression, désignant une zone de basse pression, la turbulence de l'air peut être importante. Ainsi, les polluants sont susceptibles de se déplacer sur de plus grandes distances. A l'inverse, en présence d'un anticyclone synonyme de hautes pressions, la situation est plus stable, diminuant le potentiel de dispersion des polluants, dégradant ainsi la qualité de l'air.

Un autre phénomène météorologique appelé **marais barométrique** peut influencer cette dispersion. Un marais barométrique se forme de manière générale entre deux anticyclones, dans lequel le gradient de pression est faible, induisant des vents faibles à nuls. Dans ce genre de situation, les isobares sont désorganisées et espacées, expliquant cette absence de mouvement significatif. Ainsi, les polluants sont faiblement dispersés. Cette situation est propice à une dégradation de la qualité de l'air.

2.2. Vents

Le vent exerce une forte influence sur la présence de polluants, en effectuant un **brassage de l'atmosphère**. En effet, il va agir sur les niveaux de concentration par sa vitesse, pour déplacer les polluants sur une distance plus ou moins longue mais également par sa direction, pour orienter les panaches de fumée. A contrario, une absence de vent engendre un faible déplacement des polluants et une accumulation près de leur source d'émission.

2.3. Précipitations

Les précipitations ont une influence positive sur les concentrations de polluants dans l'air. En effet, elles vont réaliser un **lessivage** de l'atmosphère : lors de pluies notamment de forts épisodes comme les orages, les gouttelettes d'eau vont capter les polluants durant leur retombée vers le sol et les entraîner avec elles. Ainsi, les concentrations vont diminuer.

2.4. Inversion de température

En situation normale, la température de l'air décroît avec l'altitude (*Figure 4*). L'air plus chaud du sol va donc s'élever, emportant avec lui les polluants qui vont être dilués verticalement.

La nuit, le sol se refroidit plus vite que l'atmosphère, notamment en hiver, et cela peut conduire à une **situation d'inversion de température**. L'air au contact du sol va donc se refroidir plus vite que celui présent dans les couches supérieures de l'atmosphère. Cette couche d'air froid ne pourra donc pas subir l'effet d'ascendance verticale et empêchera ainsi la dispersion des polluants qui vont alors s'accumuler. Ce phénomène est plus **visible en hiver**, du fait d'un faible ensoleillement et donc d'un faible réchauffement des sols en journée.

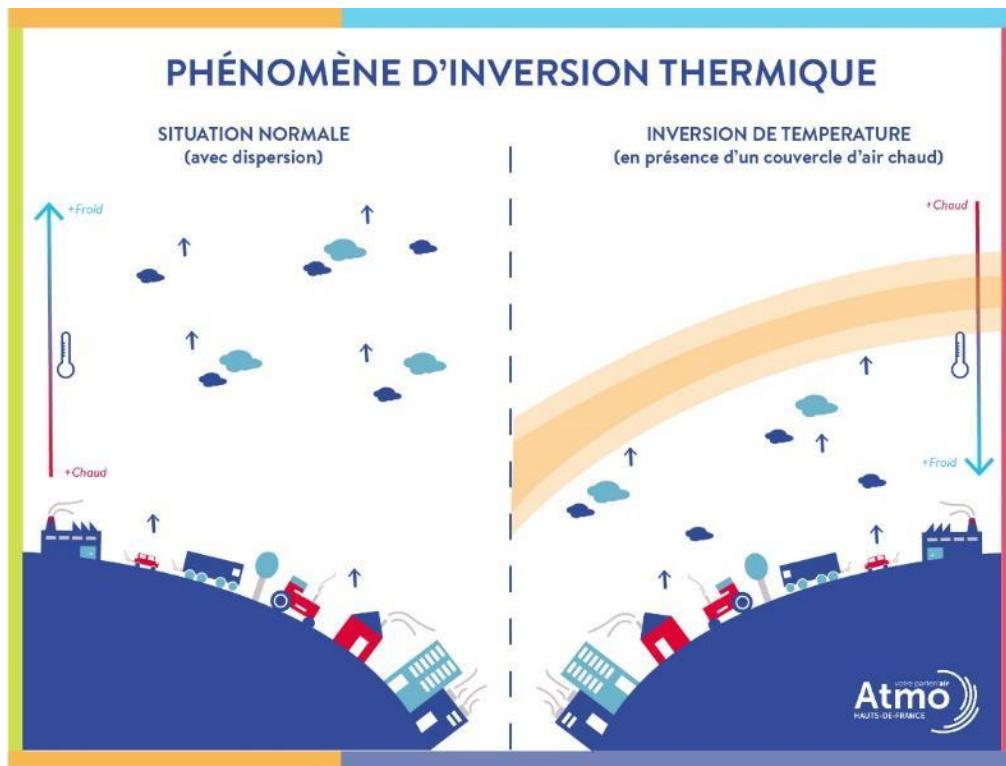


Figure 4 Phénomène d'inversion thermique

2.5. Transformations chimiques

Une multitude de processus chimiques complexes se déroulent dans l'atmosphère. Parmi eux, la transformation chimique des polluants primaires appelés également précurseurs (tels les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre ou les composés organiques volatils) va former des polluants **secondaires**, parfois plus dangereux que leurs précurseurs.

La formation de **l'ozone** fait partie des phénomènes majeurs de transformation chimique. L'ozone est un polluant secondaire, résultant d'une transformation chimique de polluants (oxydes d'azotes ou les COV) et induite par le rayonnement solaire ultraviolet, on parle alors de **photochimie**.

Les **particules secondaires** résultent également de transformations physico-chimiques. En effet, on peut distinguer deux catégories de particules, différencier par leur processus de formation : les **particules primaires**, émises directement dans l'atmosphère par des sources à la fois naturelles (éruptions volcaniques, réenvol de poussières désertiques, érosion des sols etc.) et anthropiques (trafic routier, chauffage résidentiel essentiellement au bois, activités agricoles, etc ...) et les **particules secondaires**, formées quant à elles par des réactions physico-chimiques dans l'atmosphère, et initiées par des précurseurs gazeux, tels les NO_x, le SO₂, les COV ou encore le NH₃. Ces réactions complexes induisent la formation de particules aux compositions chimiques très variées : des particules organiques et des particules inorganiques secondaires.

Les **particules ultrafines** (PUF), définies par un diamètre inférieur à **0,1 µm**, dont les effets sur la santé sont très néfastes, peuvent aussi être secondaires. La formation des particules ultrafines secondaires résulte de deux processus. Le premier est la **condensation** de vapeurs semi-volatiles. Ces vapeurs, émises notamment via les échappements des véhicules, peuvent condenser dans l'atmosphère pour former des PUF, sous réserve de conditions météorologiques particulières nécessaires à leur formation. Le second processus est la **nucléation** : cette réaction nécessite l'action de précurseurs gazeux couplée au processus de photochimie.

Les **pluies acides** résultent de ces phénomènes. En effet, par contact avec l'eau, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre forment respectivement de l'acide nitreux et de l'acide sulfurique dans l'atmosphère, qui retombent sur les sols sous forme de pluies acides. Ces pluies ont un impact sur les écosystèmes forestiers et aquatiques mais également sur les infrastructures.

2.6. Phénomène de pollution transfrontalière

Les polluants émis à proximité d'une station de mesure n'expliquent qu'une partie de la concentration mesurée à la station. Les apports hors émissions directes locales sont de natures très diverses, parfois majoritaires. Ils proviennent soit d'émissions de régions voisines, soit de la transformation d'émissions, locales ou plus lointaines, de précurseurs de polluants secondaires. La météo joue un rôle important, par le jeu des vents et des photo-réactions dans l'air, sur l'origine des polluants mesurés. Deux polluants sont concernés par cette problématique : l'ozone et les particules.

La région Hauts-de-France et le territoire du PPA sont donc soumis aux concentrations de polluants émis et formés localement en lien avec les émissions de polluants précurseurs (oxydes d'azote, composés organiques volatils, ammoniac ...), auxquels viennent s'ajouter les polluants formés dans les régions voisines. C'est ainsi que le territoire peut être concerné par des apports de polluants venant des régions d'Ile-de-France ou encore de Grand-Est, de Belgique voire des Pays-Bas, d'Allemagne ou de Pologne.

Il est souvent difficile d'estimer la contribution des apports extra-régionaux lors des épisodes, les phénomènes d'import étant souvent associés à des conditions météorologiques favorables à la formation ou l'accumulation des polluants émis localement. Quelques indicateurs de caractérisation chimique des particules (black carbon, sulfate d'ammonium, ...) couplés à l'analyse de l'origine des masses d'air nous permettent d'identifier la présence ou non de particules issues des régions voisines. Ces contributions peuvent être évaluées a posteriori avec des études de sources.

Chapitre 2 Le diagnostic du territoire

1. Préambule

Les pages suivantes présentent le diagnostic de la qualité de l'air à l'aide des éléments suivants :

- Pour les concentrations :
 - Des graphiques d'évolution des concentrations et un tableau positionnant le périmètre d'étude pour le PPA 2023 – 2027 par rapport aux valeurs réglementaires
 - Un tableau comparatif de l'évolution des concentrations sur les périodes 2010-2014¹ et 2015-2020 entre le périmètre d'étude pour le futur PPA, le périmètre du PPA actuellement en vigueur (sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais) et la région Hauts-de-France.
 - Des cartographies régionales pour certains polluants
- Pour les émissions :
 - La répartition des émissions du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 comparée à la répartition des émissions régionales

L'exploitation des données de concentrations s'appuie sur le dispositif de mesure ayant existé ou existant sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027, détaillé sur la figure ci-dessous.

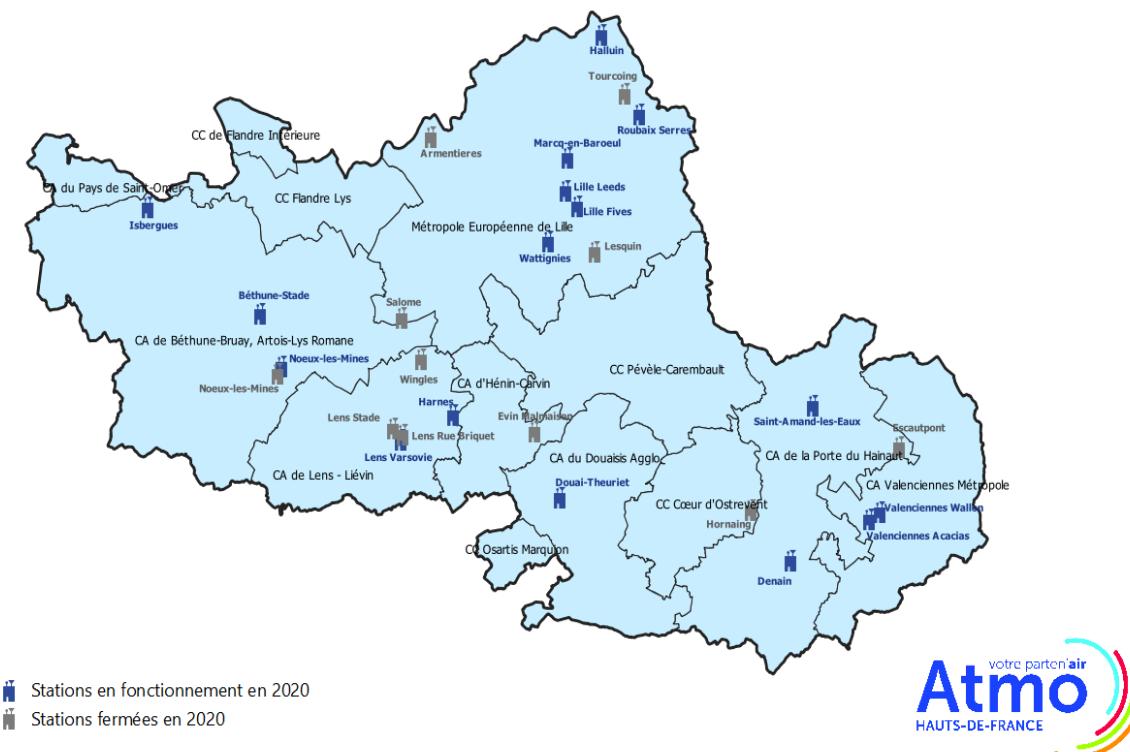


Figure 5 Implantation des stations de mesures fixes d'Atmo Hauts-de-France sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 entre 2010 et 2020

Les valeurs réglementaires (OLT et VC pour l' O_3 , P99.8 pour le NO_2 , P90.4 pour les PM10 dont les significations sont définies en Annexe 1) sont définies dans l'Annexe 5. Pour faciliter la lecture des tableaux, les différents EPCI inclus dans le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 sont regroupés selon les 4 grandes Unités Urbaines qui leurs sont rattachées : Lille, Béthune, Lens-Douai et Valenciennes. La liste des stations de mesures rattachées aux unités urbaines est disponible en Annexe 2.

Les stations grises représentent les stations aujourd'hui fermées, et les stations bleues celles en fonctionnement en 2020. Le détail des polluants mesurés à chaque station est présenté en Annexe 2.

¹ 2014 correspondant à l'année de mise en œuvre du PPA actuellement en vigueur sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais

L'exploitation des données d'émissions (concernant les polluants suivants : PM10, PM2.5, NOx, SO₂, COVnM et NH₃) s'appuie sur l'inventaire des émissions régionales d'Atmo Hauts-de-France pour les années 2008, 2010, 2012, 2015 et 2018 issues des travaux basés sur la méthodologie 2020 (version 3) et référencés A2008-M2020-V3. Ces données permettent d'établir le **profil d'émissions** du territoire en 2018 ainsi que son **évolution sur la période 2008 – 2018** par secteur d'activités.

Pour rappel, l'ozone étant un polluant secondaire, il ne dispose pas de données démissions.

Les **cartographies des émissions à échelle communale** représentent les **émissions totales** (tous secteurs confondus) du polluant concerné par commune.

En complément, **un travail prospectif** a été réalisé par la construction de :

- Un **scénario tendanciel à horizon 2027** (échéance du futur PPA), reprenant les hypothèses du scénario « Avec Mesures Existantes » (AME) du Plan de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)
- Une **projection des objectifs nationaux** à horizons 2020, 2025 et 2030 du PREPA sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.

Les éléments relatifs à ce travail prospectif sont résumés en Annexe 3.

2. Pandémie du Covid-19

En 2020, il est nécessaire de rappeler la situation particulière liée à la pandémie de COVID-19. Les différentes phases de confinement ont influencé les émissions, impactant ainsi les concentrations de certains polluants dans l'atmosphère. Atmo Hauts-de-France a mené une étude - *Qualité de l'air et confinement*² - sur le périmètre de la Métropole Européenne de Lille. Cette étude a, également, intégré un volet modélisation (« sans confinement » et « avec confinement ») pour 4 polluants : ozone, dioxyde d'azote et particules PM10 et PM2.5. Si les **émissions ont largement diminué sur la période** pour les 3 polluants primaires (-67% pour les NOx, -43% pour les particules PM10 et -36% pour les PM2.5), la **situation** est plus **contrastée** sur les **concentrations**. Concernant le NO₂, les **concentrations ont diminué** sur l'ensemble des mesures, avec des baisses plus intenses sous l'influence du trafic : entre -5 µg/m³ en zone rurale et -10 µg/m³ en zone urbaine. La baisse des émissions des **particules PM10 et PM2.5** ne s'est pas traduite, sur la période, par une baisse des concentrations, qui se sont **maintenues à des niveaux du même ordre de grandeur voire supérieurs**. Ceci s'explique, entre autres, par la multiplicité de sources d'émissions (trafic, industrie, résidentiel, agriculture) et à la formation de particules secondaires, fréquemment rencontrée au printemps. Quant à l'**ozone**, les conditions météorologiques rencontrées durant la période de confinement (**températures douces, ensoleillement important**) ont pu jouer un rôle sur la formation de ce polluant secondaire et la **hausse des concentrations** relevées sur la période.

Le **bilan de l'année 2020** se traduit par une **baisse des concentrations en particules PM10 et PM2.5**, essentiellement portée par l'hiver 2020 particulièrement pluvieux, une **diminution des concentrations en NO₂**, pour laquelle le **confinement joue un rôle** et une **hausse des concentrations en ozone**, en lien avec les températures douces et l'**ensoleillement important**.

²https://www.atmo-hdf.fr/joomlatools-files/docman-files/Rapport_et_synthese_etudes/2021/Rapport_QA&Conf_MEL2020.pdf

3. Ozone

3.1. Emissions

L'ozone étant un polluant secondaire, il n'existe pas d'inventaire d'émissions.

3.2. Concentrations

Moyennes annuelles

De 2010 à 2020, la tendance globale pour l'ozone est une augmentation des concentrations en stations urbaines et périurbaines sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027. Aujourd'hui, l'ozone ne dispose pas de valeur réglementaire en moyenne annuelle.

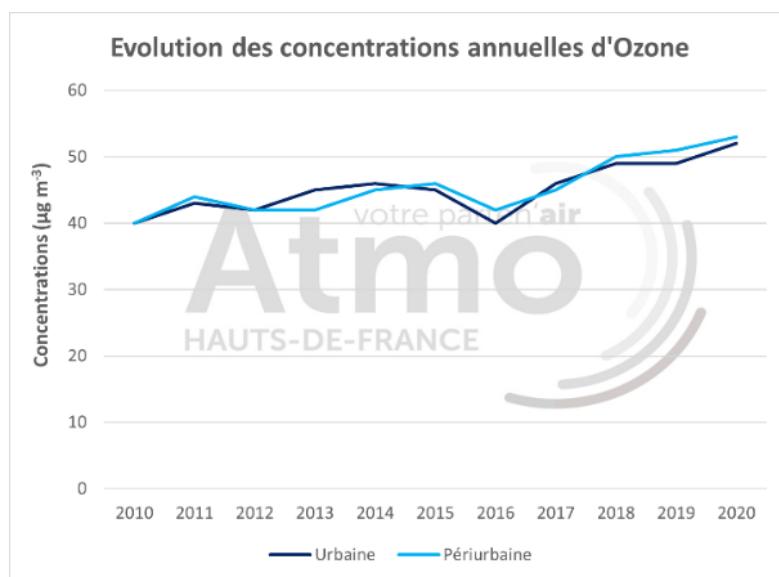


Figure 6 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Ozone de 2010 à 2020

Les concentrations en ozone sont plus élevées dans les stations périurbaines. Ceci est cohérent avec le processus photochimique de formation d'ozone : en situation urbaine, les fortes concentrations en NOx et leur transport dans l'atmosphère permettent la formation d'ozone en périphérie sous l'effet du rayonnement solaire.

Ces 10 dernières années, les concentrations en ozone en situation urbaine ont augmenté de **30%**, passant de **40 à 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . En situation périurbaine, elles ont augmenté de **33%** passant de **40 à 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Pour les deux implantations de stations, une baisse des concentrations moyennes annuelles est remarquable en **2016**. En effet, l'année 2016 (notamment la période estivale) s'est traduite par un déficit d'ensoleillement et des vitesses de vents faibles. Ces conditions étant nécessaires pour la formation d'ozone, les concentrations ont donc baissé durant cette période.

A partir de 2016, les concentrations moyennes urbaines et périurbaines enregistrent la hausse la plus importante observable sur la période 2010-2020. Ceci s'explique en partie par des niveaux en phase hivernale plus élevés (vents forts enregistrés sur ces mois, qui provoquent la descente d'ozone des hautes couches de l'atmosphère) et des hausses des concentrations en mai et en juillet (en lien avec les fortes chaleurs).

Evolution des concentrations en O ₃		
	2010-2014	2015-2020
Périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027	+13%	+15%
Périmètre du PPA 2014-2019 en vigueur	+10%	+12%
Région Hauts-de-France	+8%	+9%

Tableau 2 Synthèse de l'évolution des concentrations en Ozone

Le tableau 2 présente l'évolution générale des concentrations en ozone du périmètre du PPA et de la région Hauts-de-France, avant et après la mise en place du PPA 2014-2019 actuellement en vigueur. De manière générale, les niveaux en ozone augmentent de manière plus importante sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 qu'en région, ainsi qu'au sein du PPA 2014-2019 en vigueur. Depuis 2014, une augmentation plus marquée des concentrations est visible aux trois échelles, et particulièrement le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027, expliquée notamment par les conditions météorologiques défavorables comme expliqué précédemment.

Cette tendance à la hausse des niveaux d'ozone en région est également visible à l'échelle nationale. L'ozone étant un polluant secondaire formé par des précurseurs tels les oxydes d'azote ou les composés organiques volatils sous l'effet de l'ensoleillement, il est ainsi nécessaire de mettre en place des actions visant à diminuer les émissions des précurseurs, en complément des actions menées contre le réchauffement climatique.

Maxima horaires

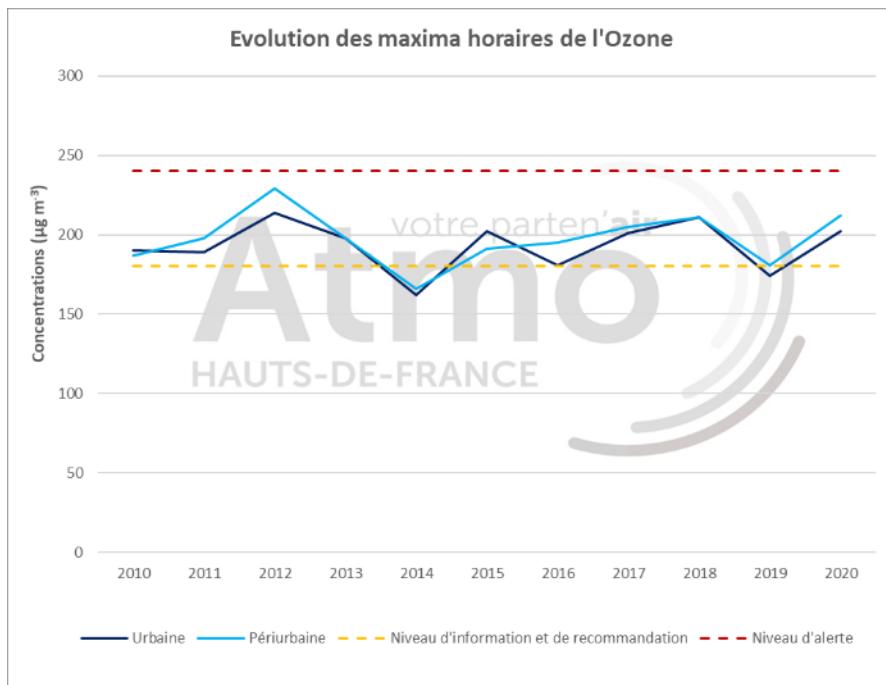


Figure 7 Evolution des maxima horaires de l'Ozone de 2010 à 2020

De 2010 à 2020, les maxima horaires de l'ozone décrivent de nettes variations. La majorité des maxima enregistrés se situe au-delà du niveau d'information et de recommandation (NIR, à 180 µg/m³ en moyenne horaire), excepté en 2014 et en 2019 en situation urbaine. Certaines années marquent des maxima plus ou

moins élevés, communes aux deux typologies de mesure : les années 2012, 2018 et 2020 ont été marquées par des valeurs élevées sur la période 2010-2020, notamment 2012 avec **214 µg/m³** mesurés en stations urbaines, et **229 µg/m³** en stations périurbaines. A l'inverse, les années 2014 et 2019 montrent des maxima moins élevés sur la période, avec **162 µg/m³** en stations urbaines et **166 µg/m³** en stations périurbaines en 2014. Le déficit notable en 2014 est dû à une année pluvieuse, donc déficitaire en ensoleillement, engendrant une diminution de production d'ozone en période estivale. L'année 2016 est également marquée par un manque d'ensoleillement et de vents, des conditions non favorables à la formation d'ozone. Cette baisse est plus visible en typologie urbaine, bien qu'elle soit moins prononcée que pour 2014 ou 2019.

Réglementation : objectif long terme pour la santé

Sur la période 2010-2020, l'objectif long-terme pour la protection de la santé est dépassé (**120 µg/m³ en moyenne sur 8h glissantes**) sur les 4 grandes agglomérations du périmètre du PPA.

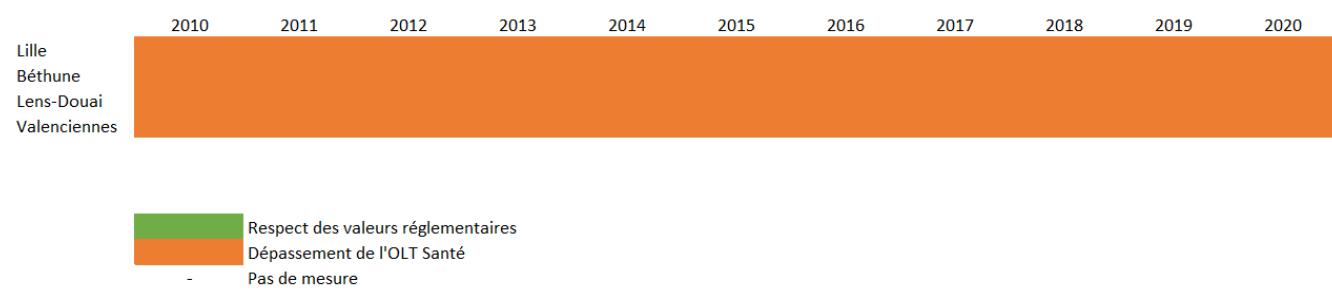


Tableau 3 Réglementation de l'OLT pour la protection de la santé de l'Ozone

Sur le secteur **Lillois**, c'est la station périurbaine de **Wattignies** qui compte le plus de jours de dépassement de l'objectif long-terme pour la santé (voir Glossaire), soit **29 jours** en 2018. Sur la période 2010-2020, la station urbaine d'**Armentières** compte le nombre de jours de dépassement le plus faible.

Sur le secteur de **Béthune**, la station urbaine de **Béthune Stade** enregistre un maximum de **28 jours** de dépassement de l'OLT Santé en 2018.

Pour le secteur de **Lens-Douai**, l'année 2018 est marquée par le nombre de jours de dépassement le plus important sur la période 2010-2020, soit **31 jours** à la station urbaine de **Douai Theuriet**.

Enfin, au sein du territoire de **Valenciennes**, la station périurbaine de **Saint-Amand-les-Eaux** a enregistré **34 jours** de dépassement de l'OLT Santé en 2018, soit le nombre le plus élevé de la période sur le périmètre révisé du PPA. La station périurbaine de **Denain** enregistre néanmoins **32 jours** cette même année.

L'année 2018 se distingue comme l'année pour laquelle les dépassements de l'OLT Santé du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 ont été importants. Cela est dû notamment aux fortes chaleurs et à l'ensoleillement en mai, juin et juillet, favorisant la formation d'ozone, mais également aux vents forts d'hiver notamment en janvier, engendrant la subsidence d'ozone se trouvant dans la haute atmosphère.

Réglementation : valeur cible pour la protection de la santé

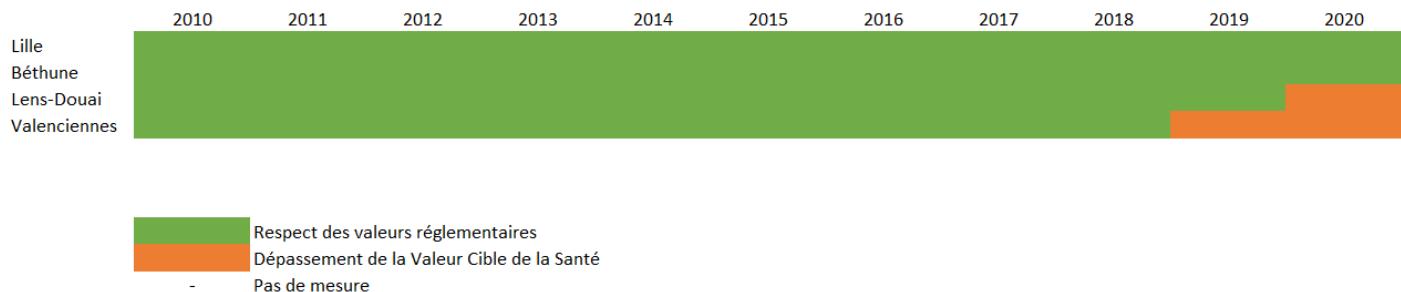


Tableau 4 Réglementation de la valeur cible pour la santé de l'Ozone

Sur la période 2010-2020, la valeur-cible pour la santé (voir *Glossaire*) fixée à **120 µg/m³ moins de 25 jours par an** (en moyenne sur 3 ans) n'a pas été dépassée pour les stations des territoires de Lille et de Béthune (*Tableau 7*). Cependant, elle a été dépassée en 2020 sur le territoire de Lens-Douai à la station urbaine de **Douai Theuriet (31 jours)**.

Elle a également été dépassée sur le territoire de Valenciennes, à la station périurbaine de **Denain** en 2019 et en 2020 enregistrant **26 jours** de dépassement ces deux années. La station périurbaine de **Saint-Amand-les-Eaux** enregistre quant à elle **34 jours** de dépassement de la valeur cible pour la santé en 2020, soit le nombre de jours le plus élevé du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 sur la période 2010-2020.

Réglementation : objectif long terme pour la végétation

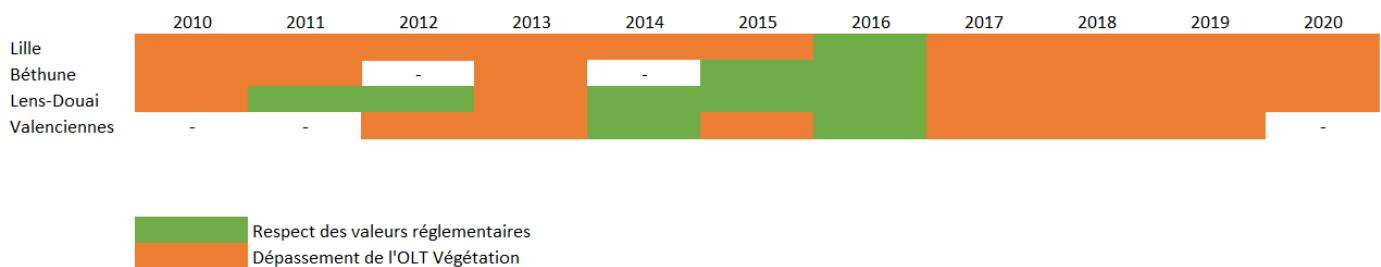


Tableau 5 Réglementation de l'OLT pour la protection de la végétation de l'Ozone

De 2010 à 2020, sur le territoire lillois, l'objectif long-terme pour la protection de la végétation fixé à **6 000 µg/m³.h pour l'AOT40** (voir *Glossaire*) a été dépassé sur toute la période exceptée en 2016 (*Tableau 9*). Toutes les stations du territoire enregistrent au minimum 5 années de dépassement de l'OLT Végétation. La station périurbaine de **Wattignies** se distingue par une concentration de **16307 µg/m³.h** en 2018, la plus élevée du secteur lillois sur la période 2010-2020.

Sur le territoire de Béthune, l'OLT pour la protection de la végétation a été dépassé de 2010 à 2013 (pas de mesures en 2012, faute de taux de représentativité valide), et de 2017 à 2020. Les trois stations du territoire (**Béthune Stade et les deux stations de Nœux-les-Mines**) sont concernées par des dépassements. La station urbaine de **Béthune Stade** enregistre le maximum sur la période 2010-2020, soit une concentration moyenne de **17124 µg/m³.h** en 2018.

Lens-Douai montre des dépassements de l'OLT pour la protection de la végétation en 2010, 2013, et de 2017 à 2020. La station urbaine de **Douai-Theuriet** enregistre le maximum sur la période, soit une concentration moyenne de **20287 µg/m³.h** en 2018.

Enfin, sur le territoire de Valenciennes, l'OLT pour la protection de la végétation a été dépassé de 2012 à 2013, en 2015, et de 2017 à 2019. Le maximum a été atteint à la station périurbaine de **Saint-Amand-les-Eaux** en 2018, qui a enregistré une concentration moyenne de **22659 µg/m³.h**, la plus élevée relevée sur les stations du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 entre 2010 et 2020.

L'année 2018 semble être une année pour laquelle les dépassements de l'OLT pour la protection de la végétation du périmètre d'étude ont été importants, liés entre autres aux périodes de fortes chaleurs.

Réglementation : valeur cible pour la protection de la végétation

Sur la période 2010-2020, aucun dépassement de la Valeur Cible pour la protection de la végétation (voir

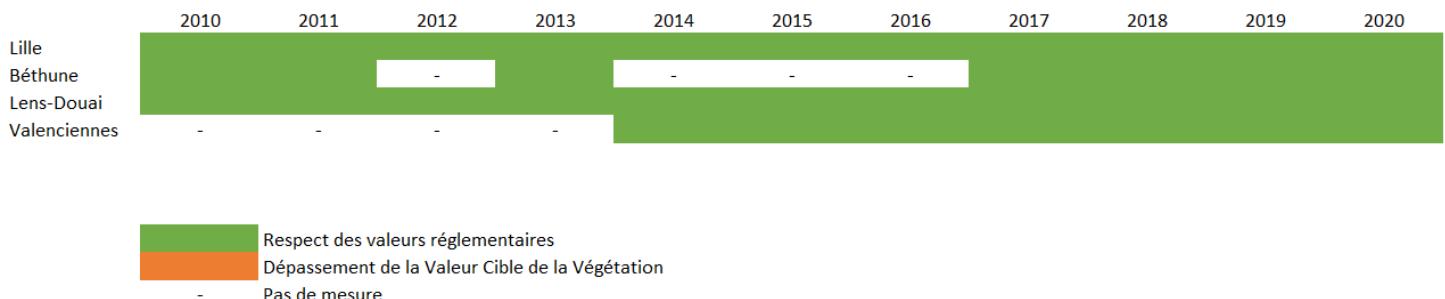


Tableau 6 *Réglementation de la valeur cible pour la protection de la végétation de l'Ozone*

Glossaire) fixée à **18 000 µg/m³.h** pour l'AOT40 n'a été constaté sur les territoires du périmètre révisé (Tableau 10). Le maximum a été atteint sur le territoire de Valenciennes, à la station périurbaine de **Saint-Amand-les-Eaux**, enregistrant une concentration moyenne de **12431 µg/m³.h** en 2020.

A contrario, la station de **Harnes** sur le territoire de Lens-Douai montre le niveau le plus bas de la période, soit **5309 µg/m³.h** en 2017.

Carte modélisée

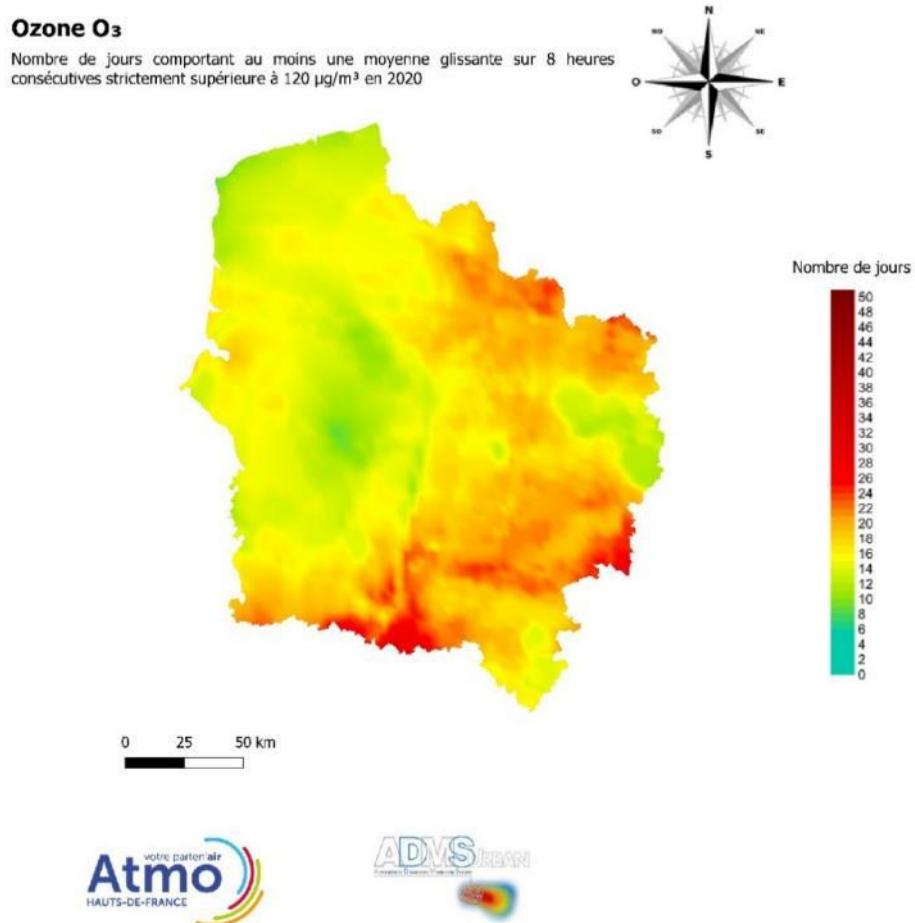


Figure 8 Modélisation des concentrations en O₃ en 2020

En 2020, la carte modélisant le nombre de jours enregistrant a minima une moyenne glissante sur 8 heures supérieure à 120 µg/m³ montre que le nombre de jours de dépassement (pour les valeurs hautes et basses) est plus important à l'**Est** de la région. Cela peut être dû, entre autres, à des conditions météorologiques favorables à la formation d'ozone sur cette zone de la région notamment un ensoleillement important. L'influence des régions limitrophes, notamment de la région parisienne pour la partie Sud des Hauts-de-France, s'illustre également sur la carte. Les valeurs maximales se trouvent dans l'**Oise** principalement au sud de Creil et de Senlis (28 jours), dans l'Aisne, à l'est de Laon (27 jours) et dans une moindre mesure au nord de Valenciennes et de Maubeuge (24 jours). Les valeurs minimales se retrouvent près d'Amiens (8 jours) et sur le littoral de la Manche/Mer du Nord entre Dunkerque et Boulogne (10 jours).

Les valeurs en 2020 sont supérieures à celles rencontrées en 2019, de l'ordre de 3 jours.

Ce qu'il faut retenir concernant l'ozone :

- Un **polluant secondaire** : pas d'émissions directes
- Une nécessité de **réduire les émissions** des espèces précurseurs NOx et COVnM
- Une hausse des concentrations en **ozone** entre 2010 et 2020
- Une **hausse plus marquée** après 2014
- Des niveaux **plus élevés** en situation périurbaine
- Des **dépassements de valeurs réglementaires** sur le territoire

4. Dioxyde d'azote

4.1. Emissions

Evolution des émissions

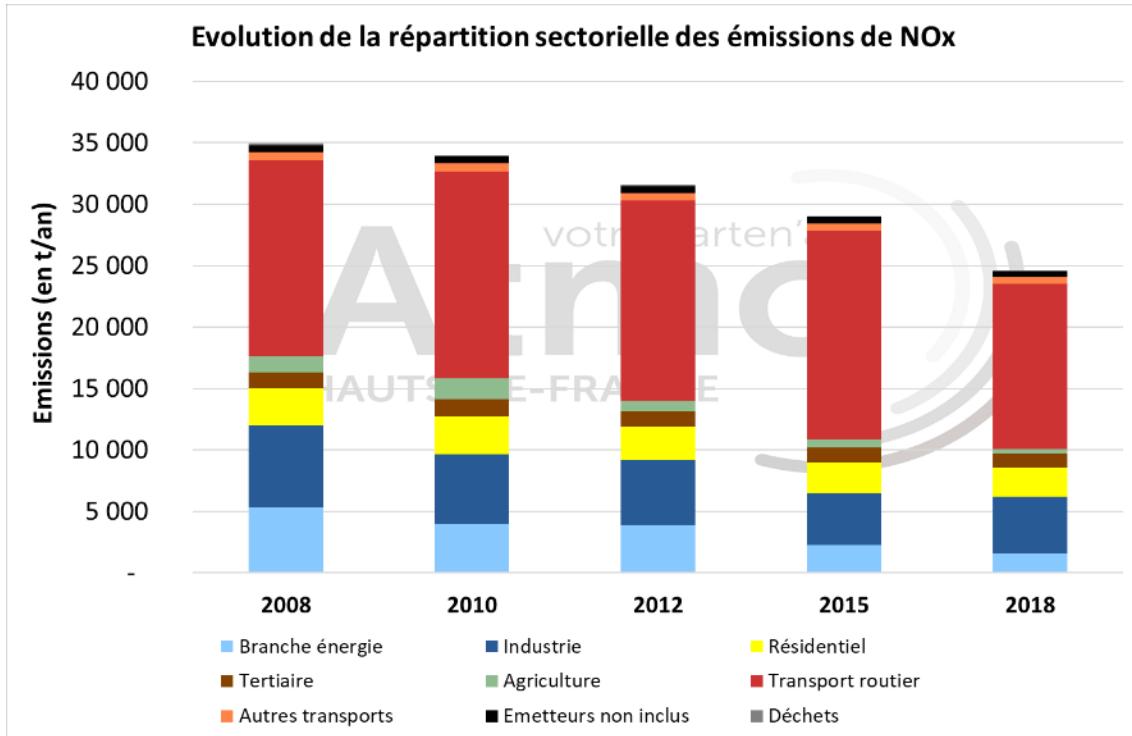


Figure 9 Evolution des émissions de NOx par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)

Entre 2008 et 2018, les **émissions de NOx** du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 **sont en baisse de 10 374 tonnes**, soit 30%. Cette diminution est essentiellement engendrée par les secteurs de :

- La **branche énergie** qui voit ses émissions réduire de 70% (soit 3 762 tonnes) liées aux fermetures des centrales électrique alimentées au charbon de Bouchain et de Hornaing en 2015 ;
- Les **transports routiers** avec une baisse de 16% (soit 2 543 tonnes) liée au renouvellement du parc automobile.

Les émissions d'oxydes d'azote ont, pour principale origine, le secteur des **transports routiers** avec une part de **55%** en 2018 ; suivi par **l'industrie** avec une part de **19%**. Pour l'année 2018, les émissions de **NOx** du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 sont de **24 580 tonnes**.

Comparaison avec la région

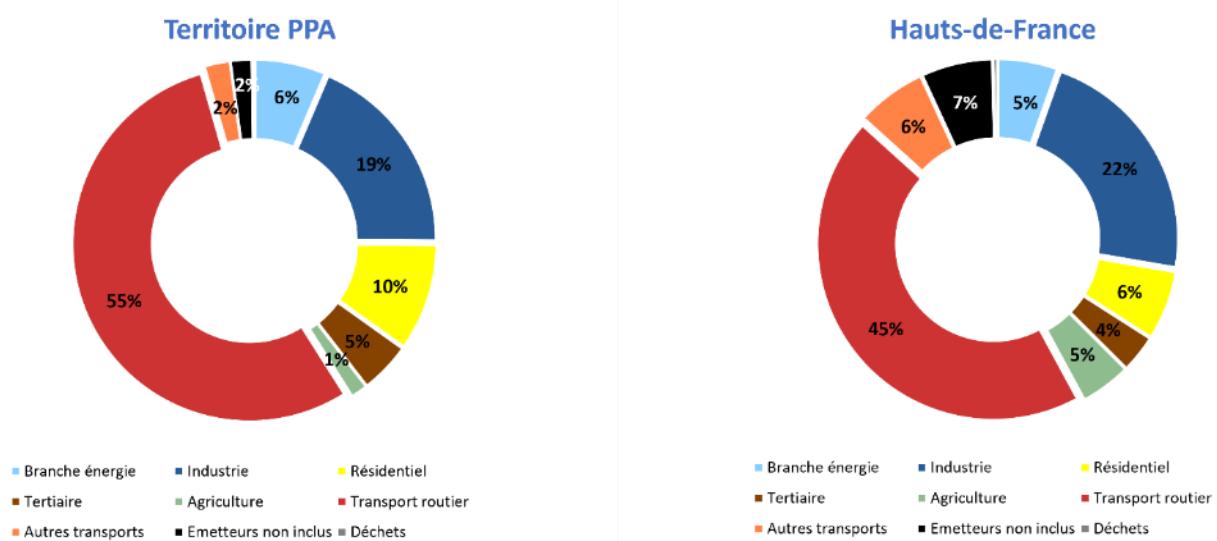


Figure 10 Comparaison de la répartition des émissions de NOx par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France
(Source : M2020_V3)

La répartition sectorielle des émissions de NOx du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 est **similaire** à celle observée sur la région des Hauts-de-France. En 2018, les émissions de la zone d'étude représentent **27% des émissions totales régionales**.

Répartition spatiale des émissions pour 2018

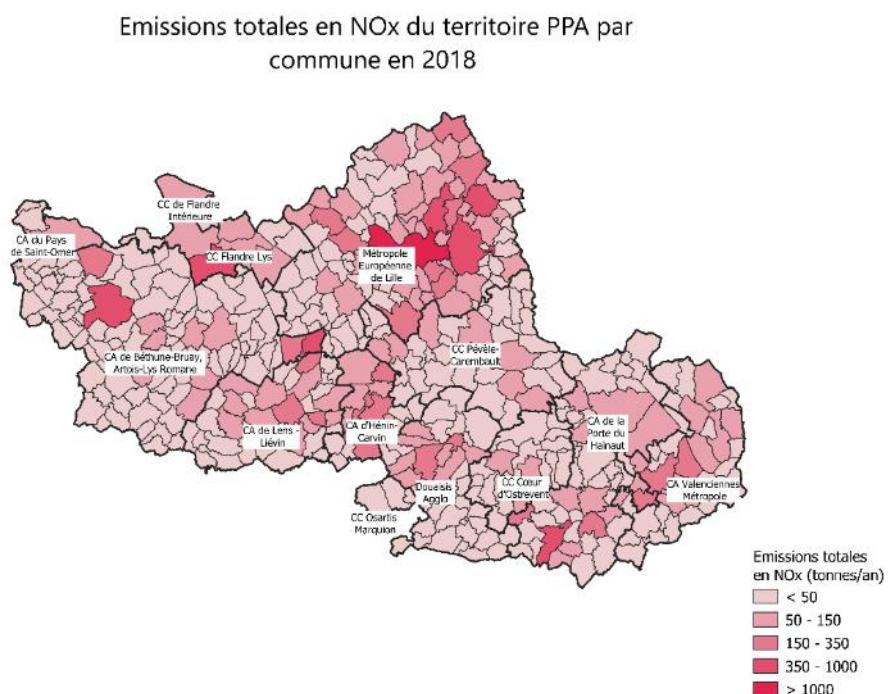


Figure 11 Répartition spatiale 2018 des émissions de NOx sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027
(Source : M2020_V3)

La répartition spatiale des émissions de NOx sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 permet d'identifier les principales communes émettrices pour l'année 2018 :

- **Lille** avec **1 670** tonnes, principalement liées aux transports routiers ;
- **Lillers** avec **940** tonnes, principalement liées à l'activité industrielle (chaudières) ;
- **Villeneuve-D'ascq** avec **605** tonnes, principalement liées aux transports routiers.

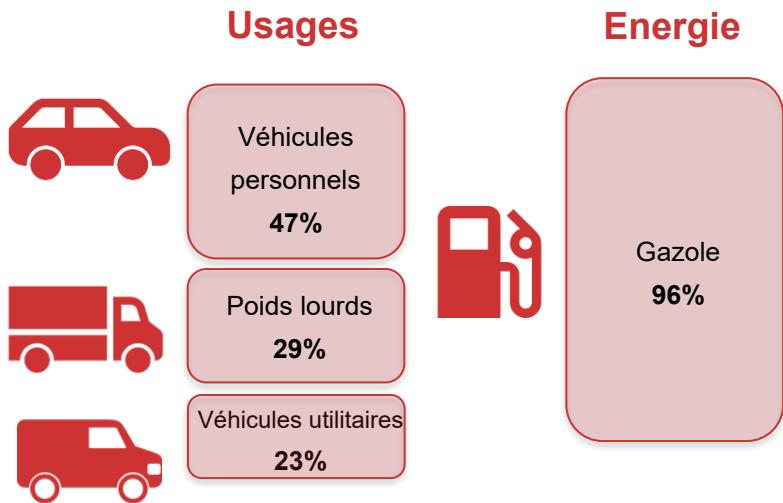
Analyse des principaux secteurs de contribution en 2018

Transports routiers

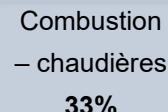
Les émissions de NOx des transports routiers sont de **13 413 tonnes en 2018**.

La **combustion de carburants** est responsable de la totalité des émissions et plus spécifiquement celle du gazole (96% des émissions).

Sur les modes de transports, les **véhicules personnels** sont les premiers émetteurs, suivis par les **poids lourds** et les **véhicules utilitaires**.



Domaine



Energies



Industrie

Les émissions de NOx de l'industrie sont de **4 602 tonnes en 2018**.

La quasi-totalité est liée à la **combustion d'énergies** telles que le **gazole** ou le **gaz naturel**, responsables respectivement de 38% et 31% des émissions de NOx de l'industrie. Les **engins spéciaux** (échappements moteurs) constituent le premier poste d'émissions des NOx, suivi par la **combustion dans les chaudières**.

Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel

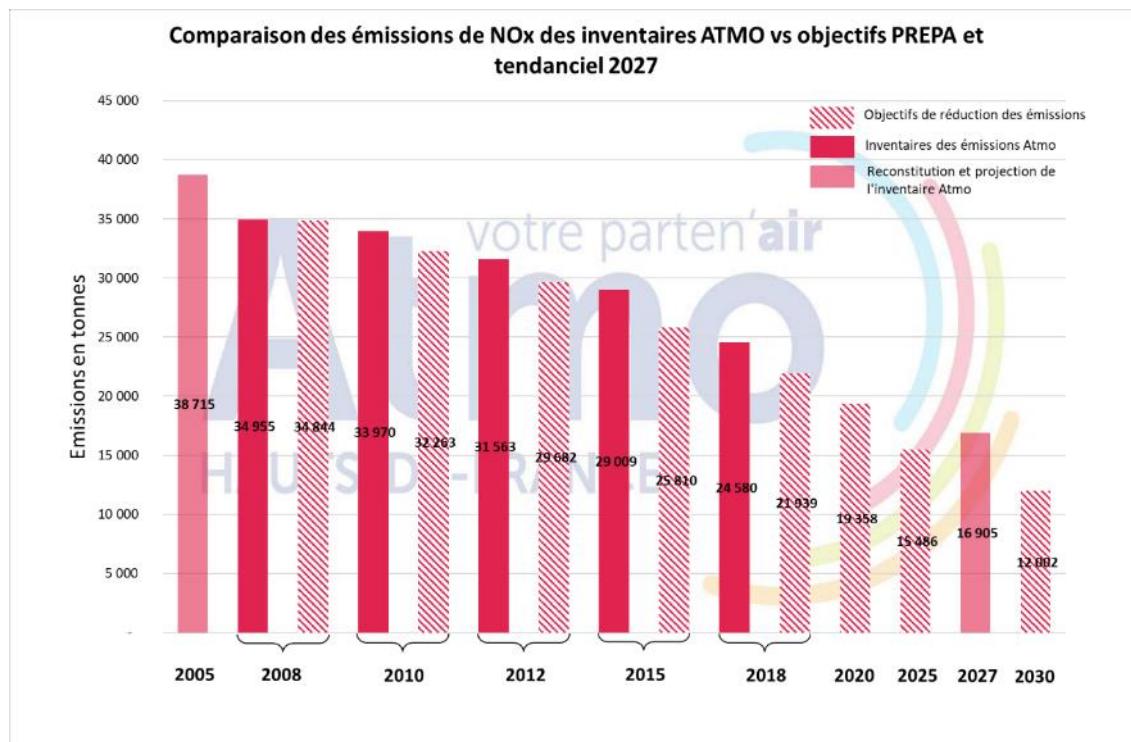


Figure 12 Evolution des émissions de NOx des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027
(Source : M2020_V3)³

En ce qui concerne les oxydes d'azote, **malgré une baisse** des émissions observées sur l'historique, les tonnages totaux par année restent **supérieurs** à ceux découlant des objectifs PREPA pour les années 2008-2010-2012-2015-2018. De plus, le scénario tendanciel montre **qu'à l'horizon 2027, les émissions seront supérieures de 1 419 tonnes par rapport à l'objectif 2025**. Un **effort supplémentaire** doit donc être fourni à l'échelle du territoire retenu pour le PPA 2023-2027 afin de poursuivre et renforcer les baisses d'émissions observées.

NOx	2020	2025	2030
% de baisse par rapport aux émissions 2018 pour atteindre l'objectif PREPA	-21 %	-37 %	-51 %

³ Le graphique présente en colonnes pleines les inventaires d'émissions réalisés par Atmo Hauts-de-France (M2020_V3). Les colonnes en transparence représentent l'année 2005 reconstituée (à partir des années d'inventaire) et l'année 2027 projetée sur les bases du scénario tendanciel national PREPA AME. Enfin les colonnes hachurées montrent les projections des émissions à ne pas dépasser pour répondre aux exigences des objectifs du PREPA.

4.2. Concentrations

Moyennes annuelles

Entre 2010 et 2020, les concentrations moyennes en NO₂ du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 ont diminué de manière générale pour les différentes influences de mesure. Aucun dépassement de la valeur limite (voir Glossaire) fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle n'est relevé, excepté en 2010 pour une mesure de proximité automobile.

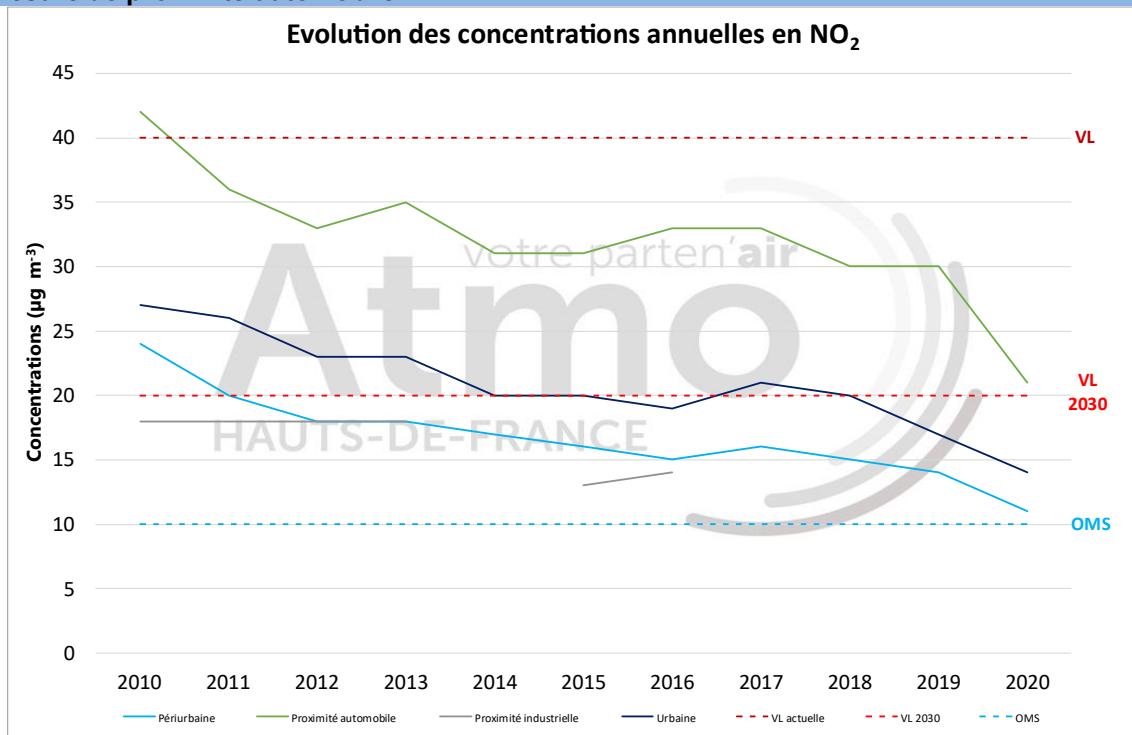


Figure 13 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Dioxyde d'azote de 2010 à 2020

C'est sous influence trafic que les taux moyens de NO₂ sont les plus élevés, en lien avec le trafic routier, et restent supérieurs aux secteurs périurbain, industriel et urbain durant la période. Les concentrations en proximité automobile ont dépassé la valeur limite en 2010. C'est la mesure de **Roubaix Serres** qui enregistre une valeur supérieure au seuil réglementaire, avec une moyenne annuelle à 46 µg/m³. Après 2010, les niveaux en NO₂ passent sous le seuil de la valeur limite. **Les concentrations moyennes annuelles ont diminué de moitié de 2010 à 2020.**

Les mesures urbaines de fond montrent des concentrations également élevées, bien que moindres par rapport aux mesures sous influence automobile. Ceci s'explique également par l'importance des transports et du chauffage résidentiel dans les émissions d'oxydes d'azote. Les concentrations diminuent de **48%** de 2010 à 2020.

Les mesures périurbaines de fond suivent la même tendance que les mesures urbaines de fond, bien que leurs concentrations y soient inférieures. Néanmoins, elles diminuent de **54%, soit la diminution la plus importante en proportion en comparaison avec les autres implantations de surveillance.**

Les niveaux sous influence industrielle représentés par la mesure **d'Escautpont** enregistrent les taux les plus bas en NO₂, ayant diminué de **22%** sur la période. A l'inverse des autres types de stations, une légère hausse est remarquable de 2015 à 2016, passant de 13 à 14 µg/m³. **Le territoire du PPA révisé ne fait plus l'objet d'une surveillance en proximité industrielle depuis 2017.**

A partir de **2018** débute une baisse durable des concentrations en NO₂ pour toutes les implantations jusqu'en 2020. Comme évoqué précédemment, le rapport *Qualité de l'air et confinement* a montré un impact significatif des différentes périodes de confinement sur les concentrations en NO₂ en 2020.

Au regard de la future VL 2030 : en 2010, seules 2 stations (Nœux-les-Mines et Escoutpont) sur les 15 présentant une statistique représentative, respectaient le futur seuil pour le NO₂, proposé pour 2030.

En 2019, le minimum mesuré est de 11 µg/m³ (Nœux-les-Mines et Saint-Amand) et le maximum est de 31 µg/m³ (Valenciennes Wallon). Cette année-là, 7 stations se situaient sous le seuil proposé par la future réglementation 2030 (sur les 11 stations ayant une statistique représentative).

Enfin, concernant les recommandations OMS : 2020 est marquée par le passage sous la barre des 10 µg/m³ de la station périurbaine de Nœux-les-Mines.

Evolution des concentrations en NO ₂		
	2010-2014	2015-2020
Périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027	-24%	-30%
Périmètre du PPA 2014-2019 en vigueur	-25%	-35%
Région Hauts-de-France	-20%	-34%

Tableau 7 Synthèse de l'évolution des concentrations en NO₂

La diminution des concentrations en NO₂ est plus importante aux trois différentes échelles (*Tableau 7*) à la suite de la mise en place du PPA. Celle-ci est plus prononcée à l'échelle du périmètre actuel du PPA comprenant la totalité du département du Pas-de-Calais, de l'ordre de 35%, suivie par la région et le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027.

La baisse des concentrations annuelles amorcée avant 2014 se poursuit sur la période 2015 – 2020 mais est moins forte sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 que sur le territoire soumis au PPA en vigueur (Nord et Pas-de-Calais).

Maxima horaires

De 2010 à 2020, une diminution générale des maxima horaires en NO₂ est constatée pour toutes les influences de mesures.

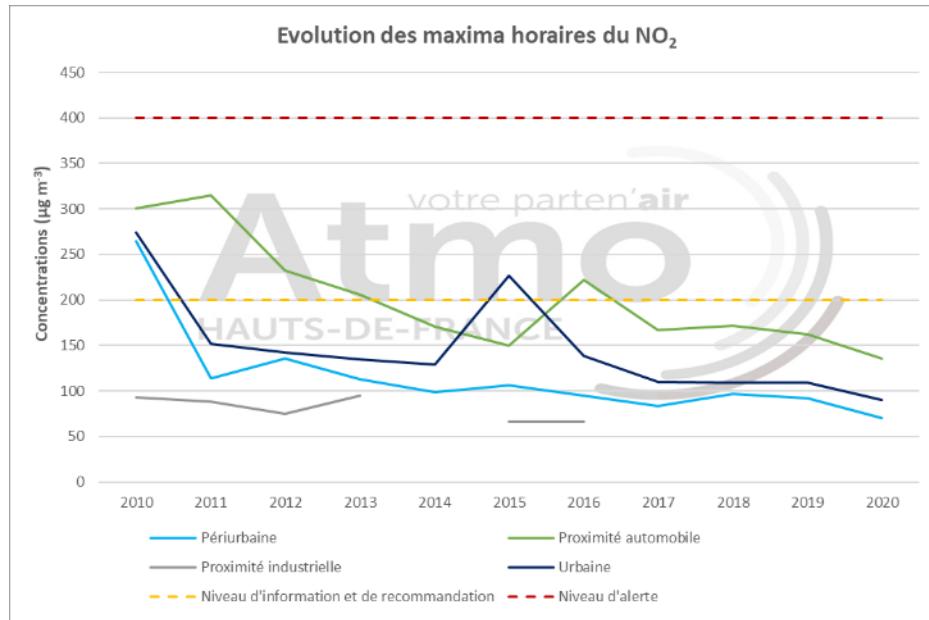


Figure 14 Evolution des maxima horaires du Dioxyde d'azote de 2010 à 2020

En 2010, les maxima horaires enregistrent des valeurs bien supérieures à la **moyenne horaire fixée à 200 µg/m³** (niveau d'information et de recommandation) mais néanmoins inférieures au niveau d'alerte fixé à 400 µg/m³ à ne pas dépasser durant 3 heures consécutives. Ici encore, c'est sous influence automobile que les valeurs de NO₂ sont les plus élevées.

Le maximum horaire pour cette influence est atteint en 2011, à la station de **Valenciennes Wallon** avec une valeur à **315 µg/m³**. Les maxima sous influence trafic ont globalement diminué sur la période, de **50%** de 2011 à 2015, excepté une valeur isolée en 2016, engendrant un dépassement du seuil **à cette même station durant 1 heure**, expliquant ce pic, sans pour autant dépasser la valeur limite, fixée quant à elle sur 18h.

En 2010, on compte également un maximum horaire supérieur à 200 µg/m³ en zone périurbaine de fond (**Lesquin**) avec **265 µg/m³**. Depuis 2016, la tendance est à la baisse des valeurs maximales horaires, le minimum étant atteint en 2020.

En situation urbaine de fond, la concentration de 200 µg/m³ a également été dépassée en 2010, à **Lille Fives**, avec une valeur de **274 µg/m³**. La lente diminution à partir de 2012 est rompue en 2015, avec un maximum horaire de **227 µg/m³** relevé à **Marcq-en-Barœul**.

Les mesures sous influence industrielle enregistrent les maxima horaires en NO₂ les plus bas, malgré la surveillance non continue sur la période.

Réglementation : valeur limite - percentile P99.8

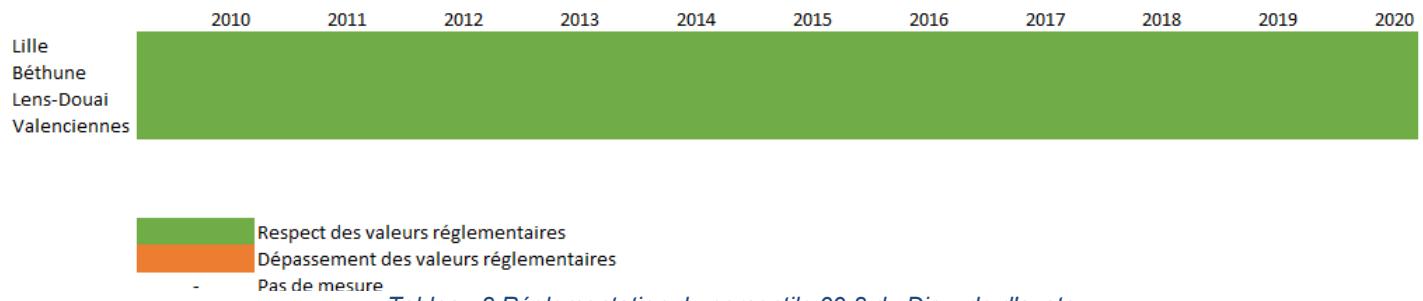


Tableau 8 Réglementation du percentile 99.8 du Dioxyde d'azote

Sur la période 2010-2020, aucun dépassement de la valeur limite du percentile 99.8, **fixée à 200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an** n'a été constaté sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027. La valeur la plus importante a été enregistrée à la station de **Roubaix Serres** en 2010 (mesure sous influence de trafic), soit **156 µg/m³**.

Carte modélisée

Dioxyde d'azote NO₂
Moyenne pour l'année 2020

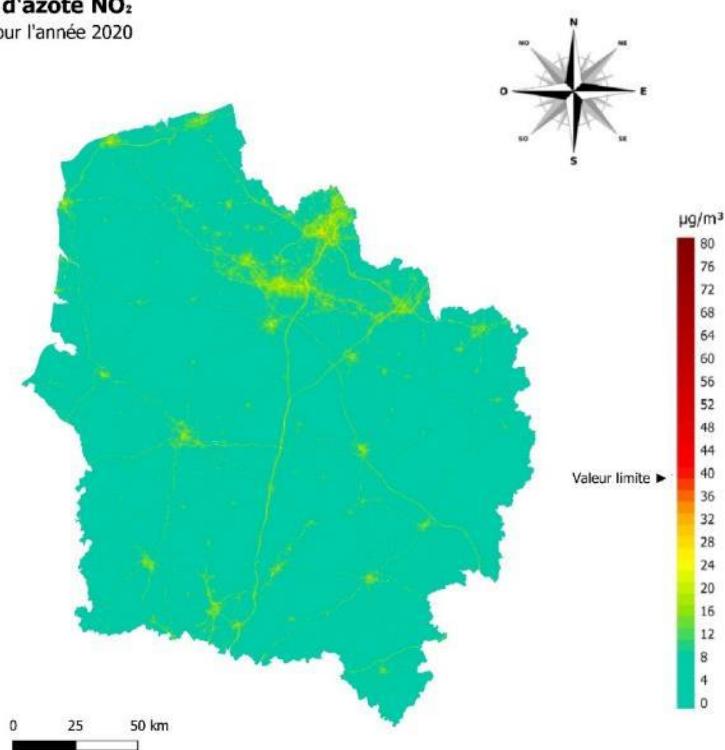


Figure 15 Modélisation des concentrations en NO₂ en 2020

La modélisation des concentrations de **dioxyde d'azote NO₂** (7 µg/m³ en moyenne annuelle) met en avant l'influence du **trafic automobile**, des **centres urbains**, et dans une moindre mesure de certains **sites industriels**. Comparés à 2019, les niveaux sont moins élevés (-4 µg/m³ en moyenne). Les concentrations minimales en 2020 sont de 4 µg/m³. En 2020, la **valeur limite** fixée à **40 µg/m³** n'est dépassée que ponctuellement, autour des **principaux axes routiers** et est respectée sur le reste des Hauts-de-France. En région en 2020, moins de 60 habitants sont exposés à des dépassements de cette valeur pour une superficie totale de 2 km² à des niveaux d'au maximum 54 µg /m³. A l'échelle du périmètre d'étude, c'est la Métropole Européenne de Lille qui comptabilise le nombre le plus élevé de personnes exposées, à savoir 54 personnes.

Ce qu'il faut retenir concernant le dioxyde d'azote NO₂ :

- Le **trafic routier** comme source principale sur le territoire
- Une **baisse des émissions insuffisante** pour atteindre les objectifs, efforts supplémentaires à fournir
- Une **baisse des concentrations** moyennes entre 2010 et 2020
- Une **baisse plus forte** après 2014
- **Niveaux les plus élevés sous influence automobile**
- **Respect des valeurs réglementaires**

5. PM2.5

5.1. Emissions

Evolution des émissions

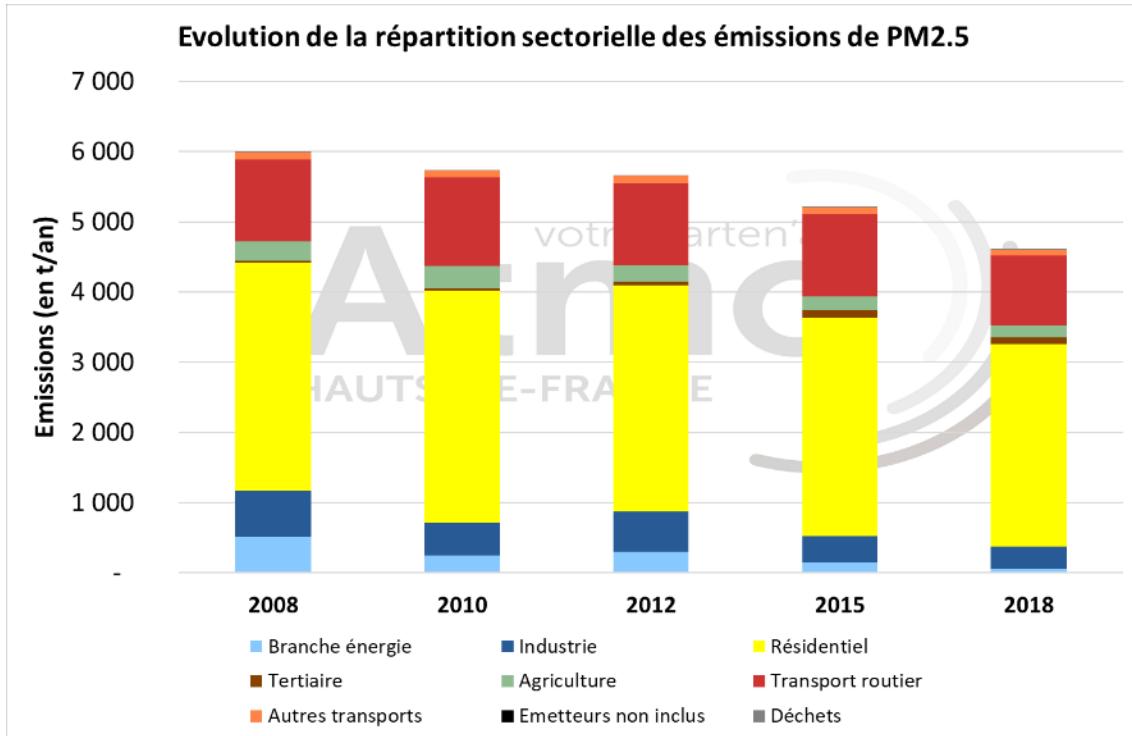


Figure 16 Evolution des émissions de particules PM2.5 par secteur entre 2008 et 2018
(Source : M2020_V3)

Entre 2008 et 2018, les émissions de particules PM2.5 du territoire PPA sont en baisse de 1 388 tonnes, soit 23%. Cette diminution est essentiellement engendrée par les secteurs de :

- La **branche énergie** qui voit ses émissions réduire de 89% (soit 454 tonnes) en lien avec les fermetures des centrales électrique alimentées au charbon de Bouchain et de Hornaing en 2015 ;
- Le **résidentiel** avec une baisse de 11% (soit 368 tonnes) en lien avec la baisse des consommations de fioul et de charbon associée au renouvellement des appareils de chauffage.

Les émissions de particules PM2.5 ont, pour principale origine, le secteur **résidentiel** avec une part de 62% en 2018, suivi par **les transports routiers** avec une part de 22%. Pour l'année 2018, les émissions de **PM2.5** du territoire de la zone PPA sont de **4 608 tonnes**.

Comparaison avec la région

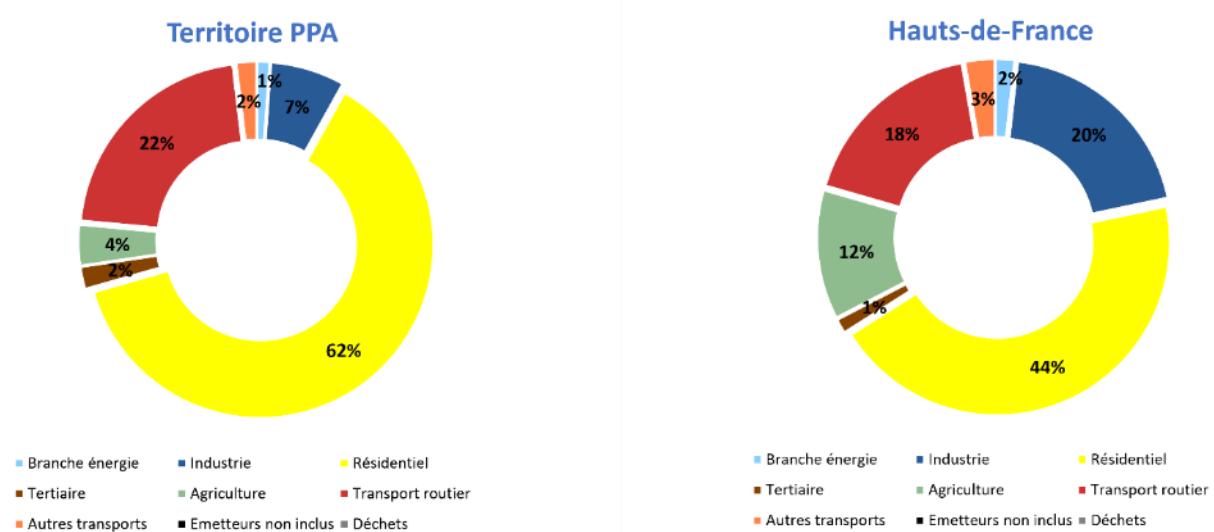


Figure 17 Comparaison de la répartition des émissions de PM2.5 par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France

(Source : M2020_V3)

La répartition

sectorielle

des émissions des PM2.5 du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 est **similaire** à celle observée sur la région des Hauts-de-France pour l'année 2018. Les secteurs résidentiel et des transports routiers ont cependant une part plus importante qu'en région, en lien avec la typologie du territoire. En 2018, les émissions de la zone d'étude représentent **27% des émissions totales régionales**.

Répartition spatiale des émissions pour 2018

Emissions totales en PM2.5 du territoire PPA par commune en 2018

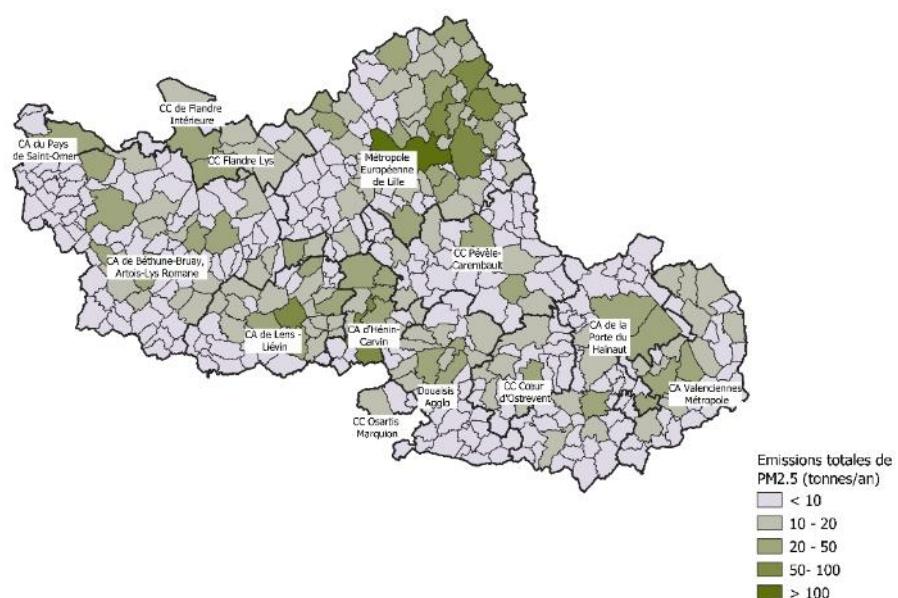


Figure 18 Répartition spatiale 2018 des émissions de PM2.5 sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027

(Source : M2020_V3)

La répartition spatiale des émissions de PM2.5 sur la zone PPA permet d'identifier les principales communes émettrices pour l'année 2018 :

- **Lille** avec **192** tonnes, principalement liées aux secteurs résidentiel et des transports routiers ;
- **Roubaix** avec **86** tonnes, principalement liées au secteur résidentiel ;
- **Tourcoing** avec **85** tonnes, principalement liées au secteur résidentiel.

Analyse des principaux secteurs de contribution en 2018

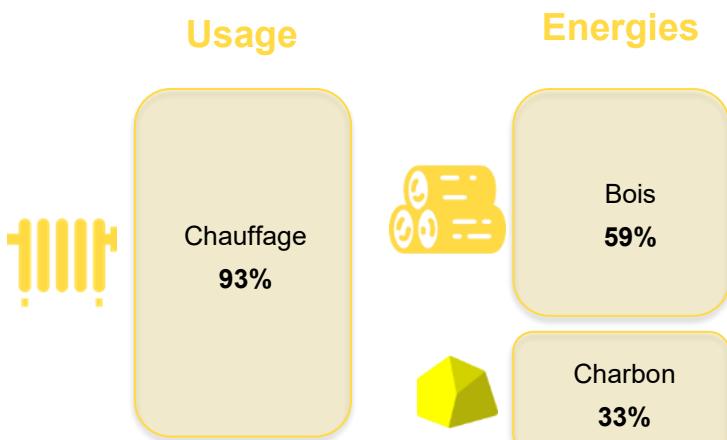
Résidentiel

Les émissions de PM2.5 du résidentiel sont de **2 876 tonnes en 2018**.

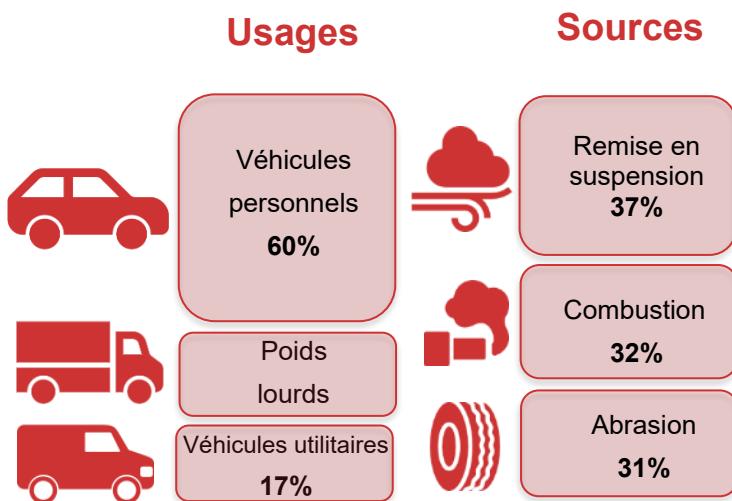
L'utilisation de chauffage est responsable de la quasi-totalité des émissions de PM2.5 sur le territoire PPA.

Le **charbon** est la **4^{ème} énergie consommée** par le secteur résidentiel avec une part de 5% en 2018. Bien que son utilisation tende à diminuer au cours du temps, elle reste néanmoins responsable de **33% des émissions des PM2.5** du résidentiel en 2018.

Le **bois** est, quant à lui, la **3^{ème} énergie consommée en 2018** avec une part de 11%, derrière l'électricité (25%) et le gaz (52%). Sa **combustion** est à l'origine de **59% des PM2.5** émises par le secteur résidentiel. De plus, si les consommations de bois ont augmenté de 28% entre 2008 et 2018, celles d'électricité et de gaz ont tendance à stagner.



Transports routiers



Les émissions de PM2.5 des transports routiers sont de **995 tonnes en 2018**. Trois sources sont à l'origine de ces émissions :

- La **remise en suspension** des particules liée au passage des véhicules et à l'action mécanique du vent ;
- La **combustion** de carburant (en majorité du gazole) ;
- L'**abrasion** engendrée par l'usure des freins, de la route et des pneumatiques.

En termes de modes de transport, les **véhicules particuliers** sont responsables de plus de la moitié des émissions de PM2.5 du secteur.

Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel

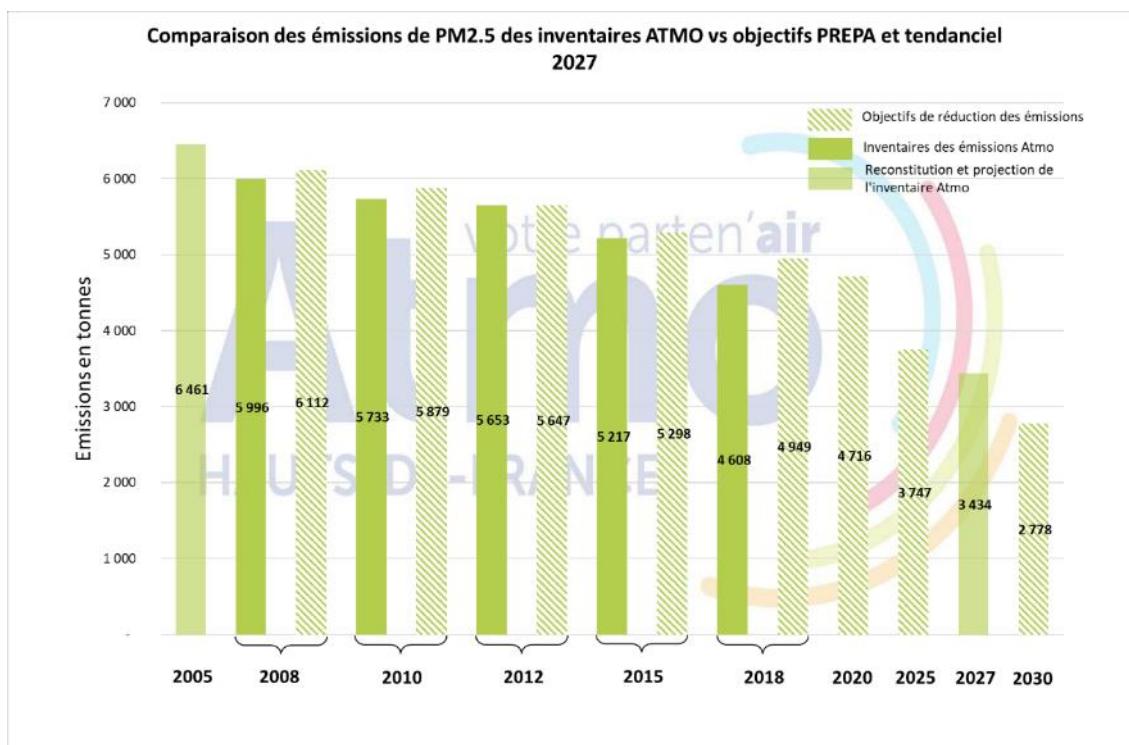


Figure 19 Evolution des émissions de particules PM2.5 des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du scénario tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)⁴

En ce qui concerne les **particules PM2.5**, la baisse observée entre 2005 et 2018 suit celle projetée avec les objectifs PREPA. Hormis pour l'année 2012, toutes les années d'inventaire se situent en-dessous de l'objectif pour la même année. **De plus, l'objectif 2020 des PM2.5 du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 est déjà rempli en 2018.**

Le **scénario tendanciel à l'horizon 2027** montre une continuité dans la diminution des émissions de PM2.5. Néanmoins, **les efforts sont à poursuivre** si le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 veut espérer atteindre l'objectif 2030.

PM2.5	2020	2025	2030
% de baisse par rapport aux émissions 2018 pour atteindre l'objectif PREPA	atteint	-19 %	-40 %

⁴ Le graphique présente en colonnes pleines les inventaires d'émissions réalisés par Atmo Hauts-de-France (M2020_V3). Les colonnes en transparence représentent l'année 2005 reconstituée (à partir des années d'inventaire) et l'année 2027 projetée sur les bases du scénario tendanciel national PREPA AME. Enfin les colonnes hachurées montrent les projections des émissions à ne pas dépasser pour répondre aux exigences des objectifs du PREPA.

5.2. Concentrations

Moyennes annuelles

De 2010 à 2020, les concentrations en PM2.5 sur le périmètre révisé du PPA ont diminué de manière générale pour les mesures sous influence automobile et les mesures urbaines de fond, respectivement de 55 et 48%. Aucun dépassement de la valeur limite (en tenant compte des marges de dépassement autorisées entre 2010 et 2014) n'est constaté sur la période.

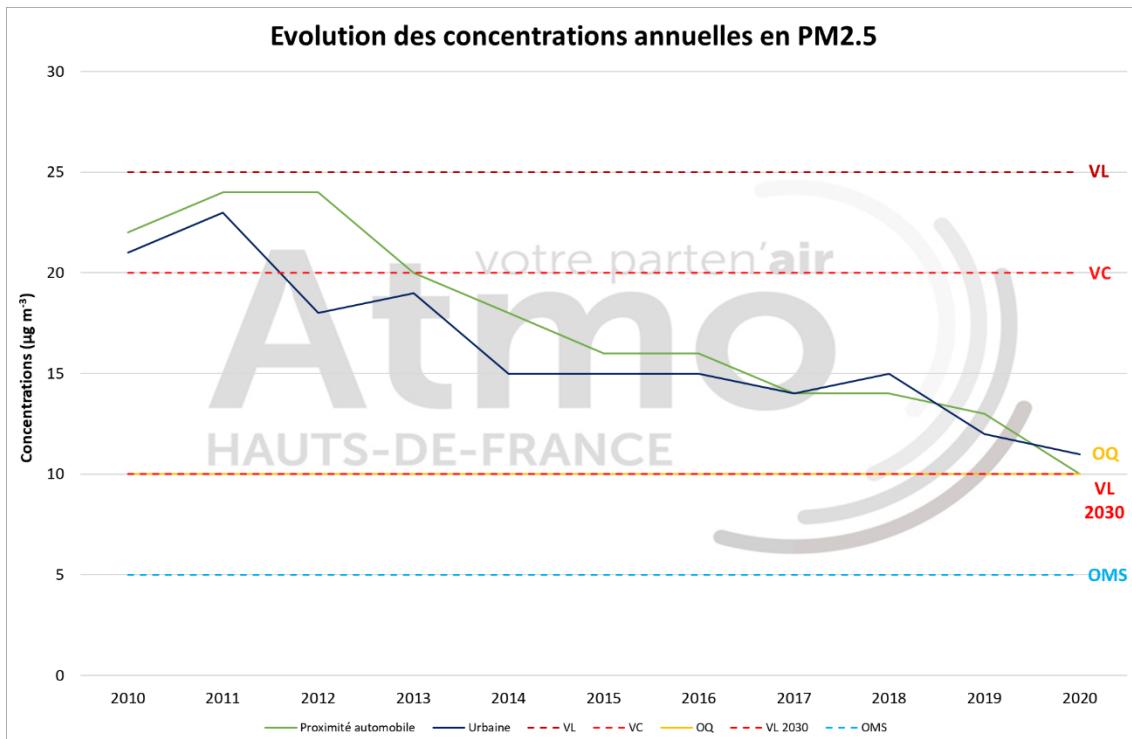


Figure 20 Evolution des concentrations moyennes annuelles en particules PM2.5 de 2010 à 2020

Malgré cela, les concentrations relevées restent supérieures à certaines valeurs réglementaires. Les **mesures sous influence automobile** ont enregistré une diminution des concentrations de **55%** sur la période. Un dépassement de la valeur cible fixée à **20 µg/m³** est constaté de **2010 à 2013**, avec un maximum de **24 µg/m³** pour la mesure de **Valenciennes Wallon**. La diminution s'amorce en 2013 et les niveaux passent sous le seuil de la valeur cible en 2014. Une légère stabilisation est visible de 2015 à 2016, à la suite de la mise en place du PPA. Néanmoins, les concentrations montrent un dépassement de l'**objectif de qualité** fixé à **10 µg/m³** en moyenne annuelle au fil des années jusqu'en 2020, année pour laquelle elles égalent la valeur réglementaire.

Les concentrations sous influence automobile restent supérieures à celles en situation **urbaine de fond**, qui ont diminué de **48%** de 2010 à 2020. Les niveaux de celles-ci sont également supérieurs à la valeur cible, avec un maximum en 2011 enregistré à **26 µg/m³** à la station de **Douai Theuriet** (**en 2011 la valeur limite des PM2.5 était fixée à 28 µg/m³ contre 25 µg/m³ à partir de 2015**, la station respectait donc la valeur limite cette année-là). Les concentrations passent sous le seuil de la valeur cible à partir de 2012, entamant une diminution jusqu'en 2020, bien que moins régulière que pour les mesures sous influence automobile, avec un palier de 2014 à 2016 et deux pointes en 2013 et 2018.

Depuis 2014, une période de stabilisation est visible en sites urbains jusqu'en 2017. Une période similaire est constatable pour les stations de proximité automobile, bien que plus courte, de 2015 à 2016.

Evolution des concentrations en PM2.5		
	2010-2014	2015-2020
Périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027	-25%	-29%
Périmètre du PPA 2014-2019 en vigueur	-27%	-24%
Région Hauts-de-France	-32%	-26%

Tableau 9 Synthèse de l'évolution des concentrations en PM2.5

Depuis 2010, la diminution des concentrations en PM2.5 du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 s'est accentuée au fil du temps, visible notamment après 2014 (Tableau 9). A contrario, l'évolution en région et sur le périmètre actuellement en vigueur décrivent une dynamique inverse de 2015 à 2020, moins forte que le périmètre révisé, bien que l'inverse ait été constaté entre 2010 et 2014. L'ouest de la région semble moins touché par ces diminutions en particules PM2.5.

Au regard de la future VL 2030 : la nouvelle valeur limite proposée pour 2030 correspond au seuil de l'objectif de qualité actuel fixé à 10 µg/m³. Il est respecté pour la première fois en 2020 sur 2 stations de la zone PPA (Lille Leeds et Béthune Stade).

Enfin, concernant les recommandations OMS : aucune station de la zone du PPA en vigueur ne présente des concentrations inférieures à la recommandation sanitaire fixée à 5 µg/m³.

Maxima journaliers

Actuellement, les maxima journaliers de particules PM2.5 ne sont pas réglementés.

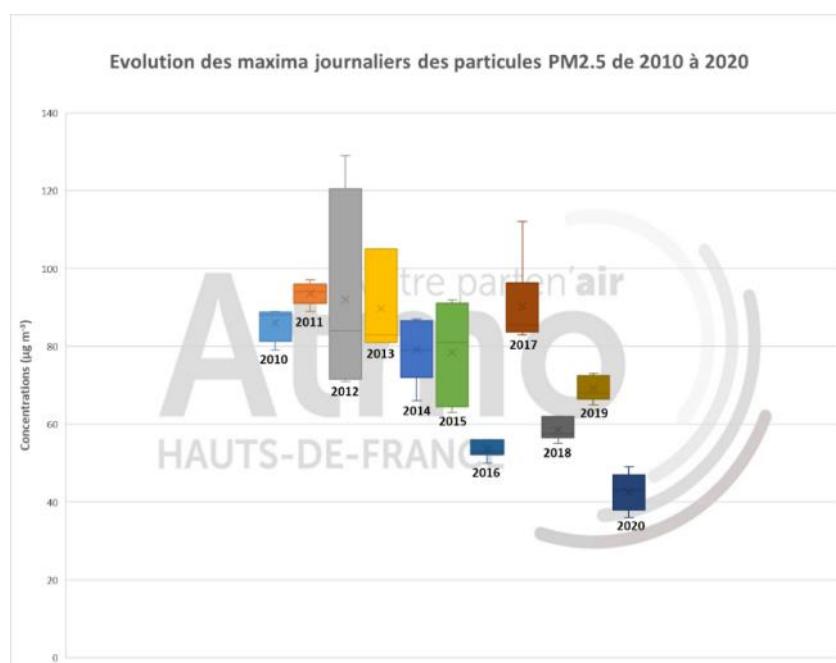


Figure 21 Distribution des maxima journaliers des particules PM2.5 de 2010 à 2020

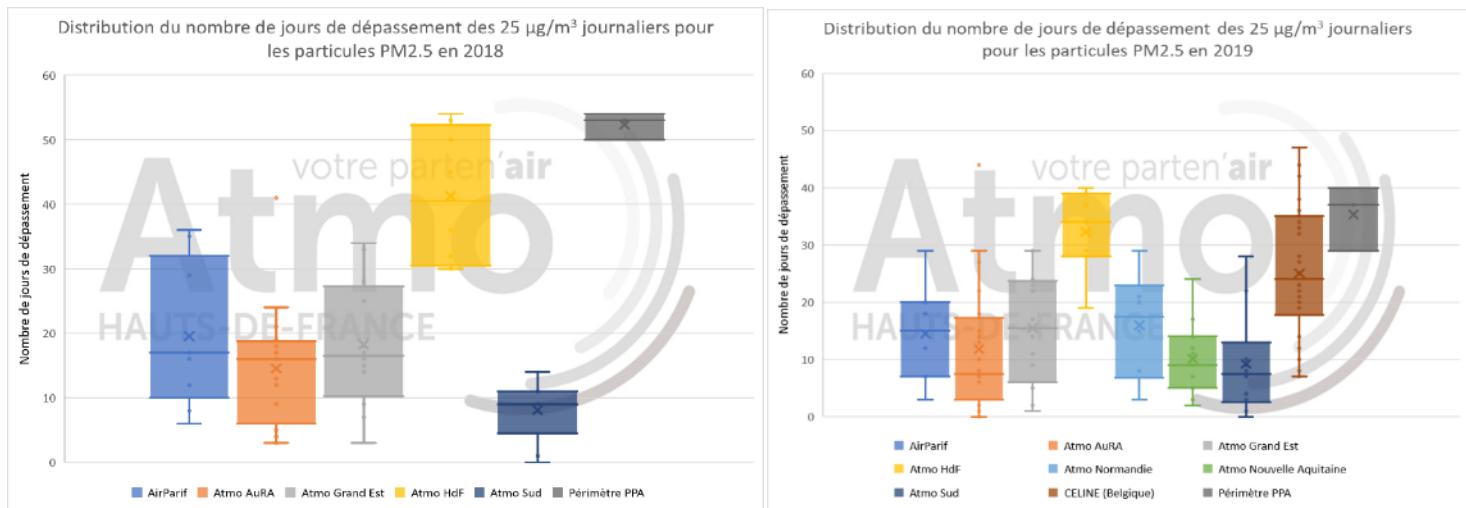
La période 2010-2020 montre une variabilité des maxima journaliers des particules PM2.5, sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027. Deux périodes sont distinctes : 2010-2015 où la moyenne des maxima

présente des caractéristiques plutôt homogènes, et 2016-2020 où les données sont plus variables. Entre 2010 et 2015, les moyennes des valeurs se situent environ **entre 80 et 100 µg/m³**. Si les valeurs des maxima sont plutôt homogènes en 2010 et 2011, elles ont tendance à être plus dispersées entre 2012 et 2015. L'année 2012 est marquée par une grande amplitude des maxima journaliers. En effet, la valeur la plus élevée de la période est relevée cette année, de l'ordre de **129 µg/m³** à la station urbaine de **Douai Theuriet**.

Entre 2016 et 2020, la moyenne des maxima est beaucoup plus variable d'une année à l'autre. L'année 2017 se distingue avec des valeurs maximales proches de la période 2010-2015 et s'explique par un épisode de pollution particulaire important en janvier 2017 (d'une durée de 10 jours dont plusieurs en alerte). C'est à la station urbaine de **Béthune Stade** qu'est enregistré un maximum journalier de **112 µg/m³** (valeur élevée distincte comparée à la distribution). Les maxima les plus faibles sont enregistrés en 2020. Ceci peut s'expliquer conformément au rapport *Qualité de l'air et confinement* par les conditions météorologiques et dispersives favorables cette année, ainsi qu'aux confinements, bien que cette dernière hypothèse n'ait pas été confirmée.

Comparaison de régions selon les recommandations de l'OMS

L'OMS a établi un certain nombre de valeurs seuils non réglementaires sur la base de connaissances scientifiques pour les oxydes d'azote, l'ozone, le dioxyde de soufre, le plomb ainsi que les particules PM10 et PM2.5. Ces valeurs ont été modifiées en septembre 2021. Les travaux présentés ici tiennent compte de la précédente recommandation : la durée d'exposition doit être inférieure à **3 jours**, avec une **moyenne journalière de 25 µg/m³**. Les graphiques ci-dessous montrent la distribution du nombre de jours de dépassement de la valeur seuil de 25 µg/m³ en situation de fond (mesures urbaines de fond, périurbaines de fond et rurales) pour 5 régions françaises : Ile-de-France, Auvergne-Rhône-Alpes, Grand-Est, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Hauts-de-France, en 2018 ainsi que la Belgique en 2019 et 2020.



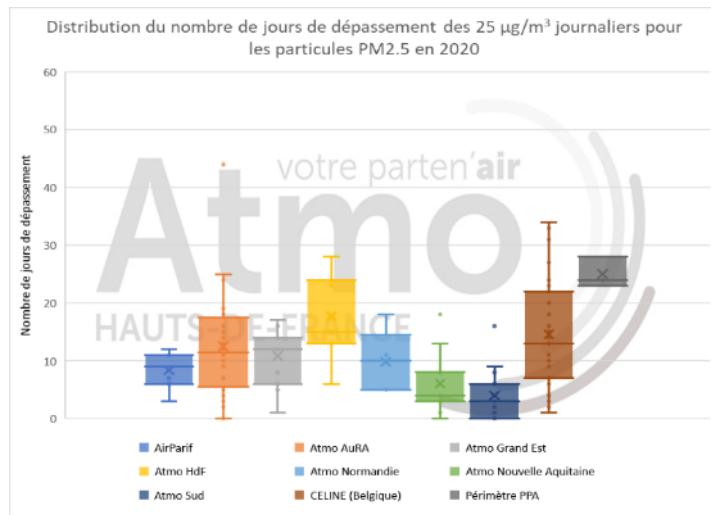


Figure 22 Distribution du nombre de jours des $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ journaliers pour les particules fines PM2.5 en situation de fond de 2018 à 2020

La situation des Hauts-de-France ressort sur les trois années. En 2018, les mesures de fond de la région comptent **entre 30 et 54 jours** de dépassement, soit bien au-dessus de la recommandation, et avec une médiane supérieure à 40 jours. Au sein du périmètre d'étude, le nombre de jours de dépassement fait partie des plus élevés toutes régions confondues. Le nombre de jours de dépassement le plus élevé, **54 jours**, a été enregistré au sein du périmètre d'étude, à la station urbaine de **Béthune Stade**, contre **50 jours** pour le moins élevé à la station urbaine de **Lille Fives**. En outre, la distribution des autres régions montre des dépassements bien plus faibles qu'en Hauts-de-France. Atmo Sud comptabilise le nombre de jours le moins élevé, et obtient la médiane la plus basse, inférieure à 10. La station rurale de **l'Observatoire de Haute-Provence** ne compte **aucun dépassement** sur l'année. A contrario, la station urbaine **d'Avignon Mairie** enregistre **14 jours** de dépassement, soit le nombre le plus élevé de la région. Le nombre maximum de jours dans le Grand-Est et en Ile-de-France (respectivement **33 et 36 jours**) est du même ordre de grandeur que le minimum des Hauts-de-France, **soit 30 jours**.

En 2019, de nouvelles données sont ajoutées pour la comparaison : la Belgique, la Normandie et la Nouvelle-Aquitaine. Ici encore, les Hauts-de-France se distinguent nettement, avec néanmoins une baisse du nombre de jours de dépassements comparé à l'année précédente, allant de **19 à 40 jours**, le maximum étant enregistré à la station urbaine de Douai Theuriet. Le périmètre d'étude compte, quant à lui, des dépassements allant de **29 jours** à Lille Fives à **40 jours** à Douai Theuriet. La Belgique présente une amplitude forte des dépassements, avec un maximum de 47 jours en situation périurbaine, soit le nombre de jours le plus élevé. Pour une partie des régions, les valeurs extrêmes sont du même ordre de grandeur, notamment pour l'Ile-de-France, Auvergne-Rhône-Alpes, la Normandie, le Sud et le Grand-Est. Le Sud possède le nombre de jours le plus bas, avec un maximum de **28 jours** de dépassement soit plus qu'en 2018 à la station urbaine de **Toulon Claret**, contre aucun jour à l'Observatoire de Haute-Provence comme l'année précédente.

L'année 2020 présente des dépassements plus faibles qu'en 2018 et 2019. En effet, ce sont désormais trois régions dont la médiane se situe en dessous du seuil de 10 jours : on retrouve le Sud, avec en plus la Nouvelle-Aquitaine et l'Ile-de-France. Il est nécessaire de rappeler le caractère exceptionnel de cette année, pouvant avoir eu un impact sur la qualité de l'air. Malgré cela, les Hauts-de-France restent la région enregistrant le nombre le plus élevé de jours dépassant $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Quant au périmètre d'étude, il se dégage nettement des autres régions. En effet, la station urbaine de Béthune Stade enregistre **28 jours** de dépassement, soit le nombre le plus élevé de la région, contre **23 jours** à Douai Theuriet. La Belgique montre encore des résultats

avec une amplitude marquée, comprenant un maximum de 34 jours de dépassement en situation périurbaine, contre un minimum d'un jour en situation rurale. En Auvergne-Rhône-Alpes, une valeur extrême est nettement supérieure aux autres régions, indiquant **44 jours** de dépassement à la station urbaine de Passy. L'Ile-de-France et le Sud comprennent les nombres de dépassement les plus bas, ne dépassant pas **16 jours** (max enregistré à Avignon mairie).

Carte modélisée

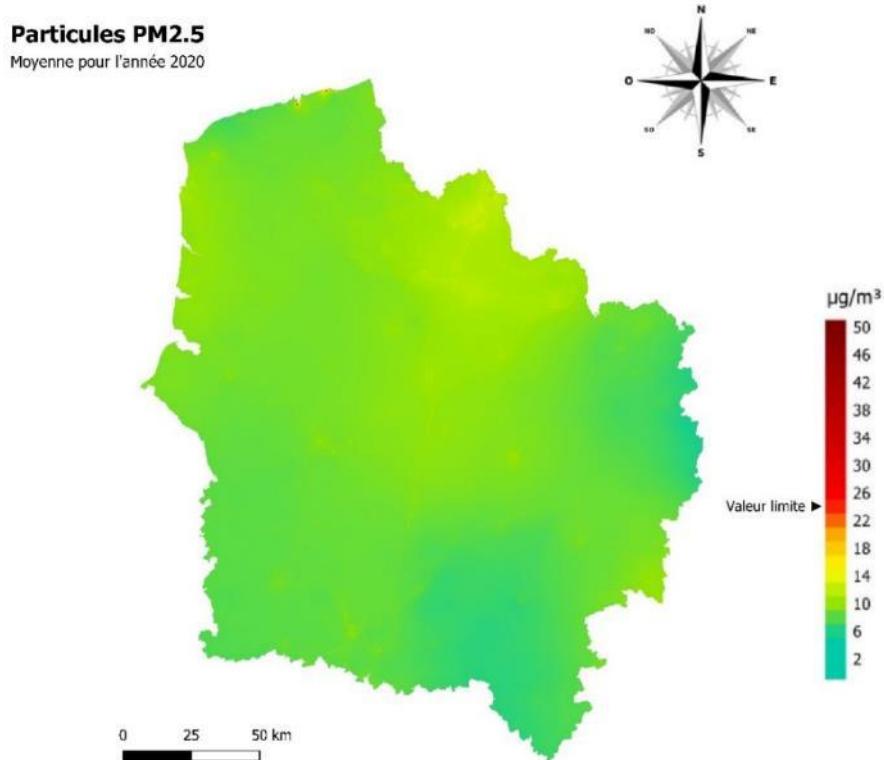


Figure 23 Modélisation des concentrations en particules PM2.5 en 2020

En 2020, la modélisation des concentrations de **particules PM2.5** en **moyenne annuelle** montre une problématique régionale (niveau moyen régional 9 µg/m³) malgré des disparités locales. Elle met en relief l'influence des **centres urbains**, de certains **sites industriels**, ainsi que du **réseau routier structurant**. La concentration minimale (en moyenne annuelle) modélisée en région est de 5 µg/m³ dans le département de l'Aisne. Les niveaux sont, en moyenne, inférieurs de 2 µg/m³ à ceux de 2019. Les niveaux moyens en région restent inférieurs à la **valeur limite (VL)** fixée à **25 µg/m³** à l'exception de quelques dépassements ponctuels observés (moins de 1 km²) en **proximité industrielle** et le long de certains **tronçons routiers** ; la population reste, quant à elle, non concernée par des concentrations supérieures à la valeur limite.

Ce qu'il faut retenir concernant les particules PM2.5 :

- Le **chauffage résidentiel** comme source principale sur le territoire
- Une dynamique de **baisse des émissions** à maintenir pour atteindre les objectifs
- Une **baisse des concentrations** moyennes entre 2010 et 2020
- **Non-respect de l'objectif de qualité**
- Spécificité régionale : **des maxima journaliers plus fréquents** qu'ailleurs en France

6. PM10

6.1. Emissions

Evolution des émissions

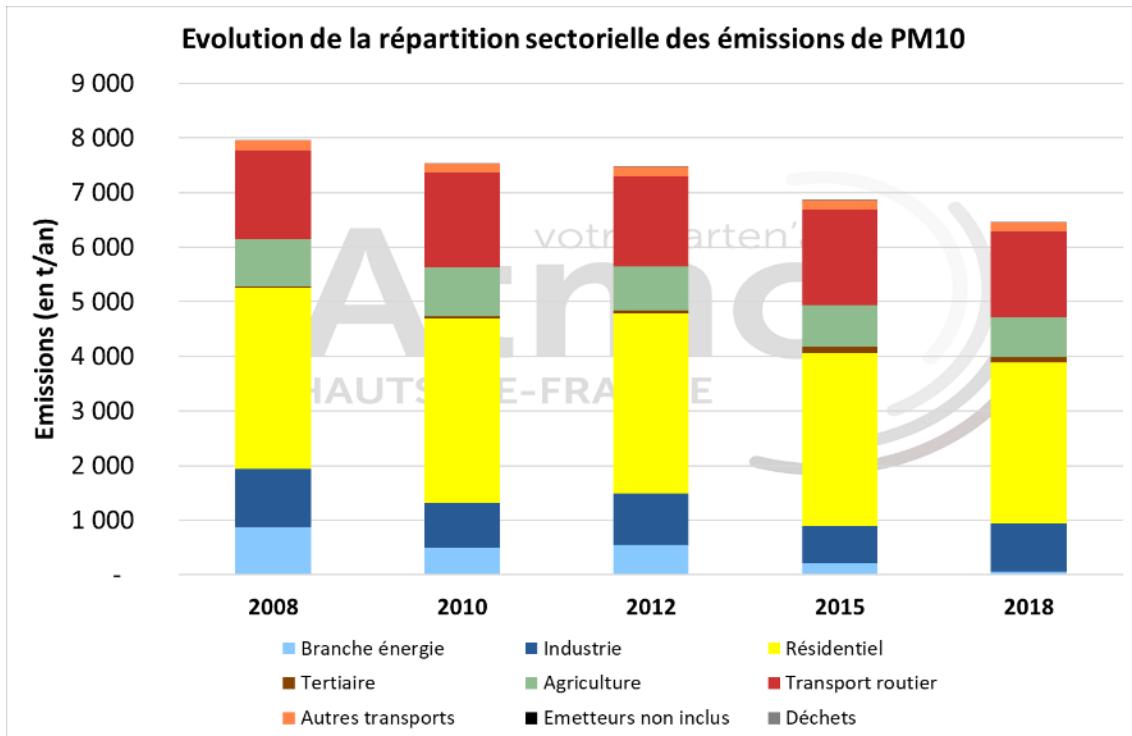


Figure 24 Evolution des émissions de particules PM10 par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)

Entre 2008 et 2018, les **émissions de particules PM10** du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 **sont en baisse de 1 513 tonnes**, soit 19%. Cette diminution est essentiellement engendrée par les secteurs de :

- La **branche énergie** qui voit ses émissions se réduire de 93% (soit 810 tonnes) en lien avec les fermetures des centrales électrique alimentées au charbon de Bouchain et de Hornaing en 2015 ;
- Le **résidentiel** avec une baisse de 11% (soit 374 tonnes) liées à la baisse des consommations de fioul et de houille associée au renouvellement des appareils de chauffage.

Les émissions de particules PM10 sont essentiellement issues du secteur **résidentiel** avec une part de **46%** en 2018, suivie par les **transports routiers** (24%) et l'**industrie** (14%).

Il est à noter que la contribution du secteur résidentiel est moins importante en ce qui concerne les PM10 (46%) que les PM2.5 (62%) pour l'année 2018. Cela est en lien avec la nature des émissions. En effet, la **combustion de bois va être à l'origine de particules beaucoup plus petites**. En revanche, les **travaux agricoles** (labours, récoltes, etc.) sont responsables de **l'émission de particules beaucoup plus grosses** ; d'où la contribution plus importante du secteur agricole sur les émissions de PM10 (11%) que PM2.5 (4%).

Pour l'année 2018, les émissions de **PM10** du territoire de la zone PPA sont de **6 447 tonnes**.

Comparaison avec la région

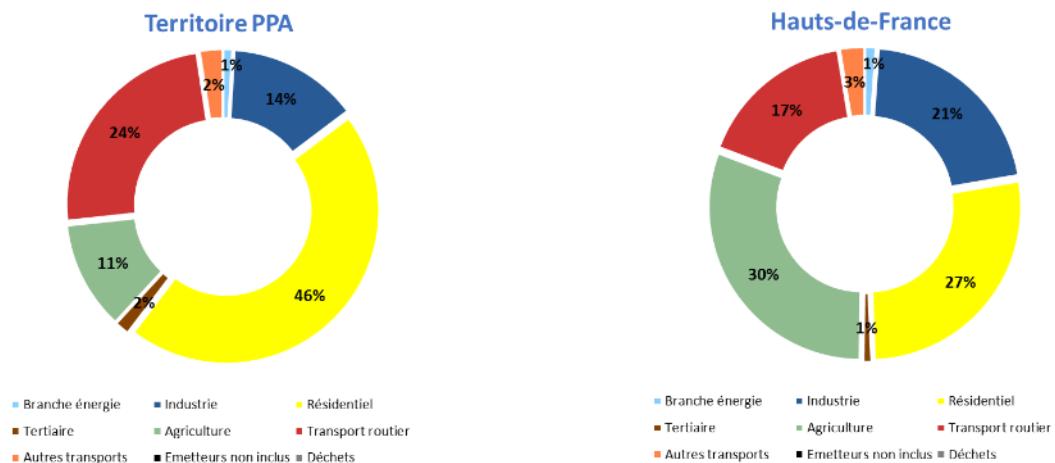


Figure 25 Comparaison de la répartition des émissions de PM10 par secteur d'activité sur le territoire PPA et les Hauts-de-France
(Source : M2020_V3)

La répartition sectorielle des émissions de PM10 diffère entre le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et la région. En effet, sur les Hauts-de-France, la part des émissions du secteur agricole est plus importante que sur la zone PPA pour l'année 2018 en lien avec la typologie du territoire. En 2018, les émissions de la zone d'étude représentent **22% des émissions totales régionales**.

Répartition spatiale des émissions pour 2018

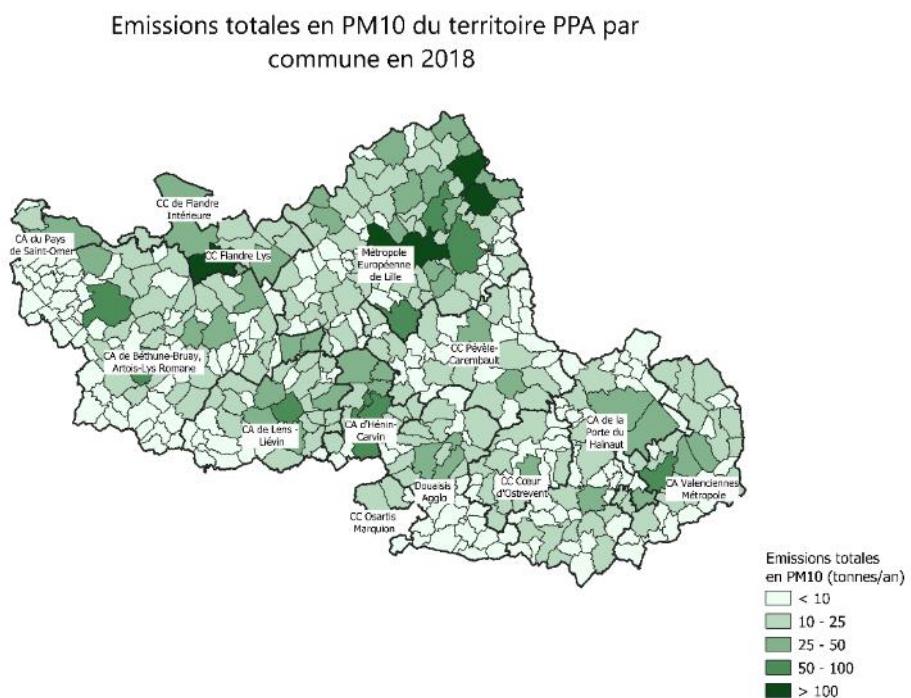


Figure 26 Répartition spatiale 2018 des émissions de PM10 sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027

La répartition spatiale des émissions de **PM10** sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 permet d'identifier les principales communes émettrices pour l'année 2018 :

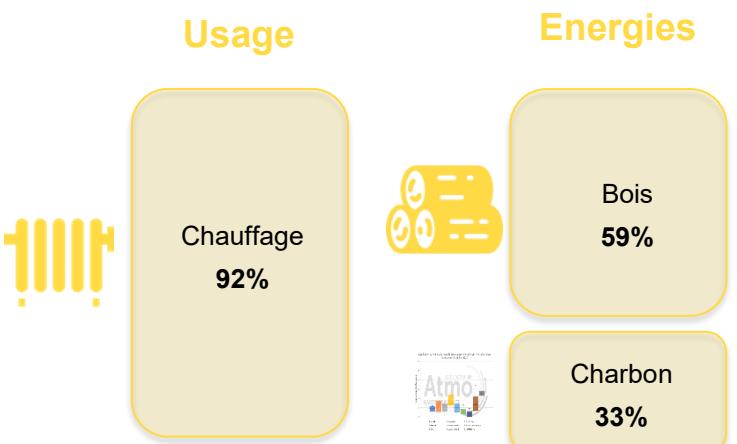
- Lestrem avec 263 tonnes, principalement liées à l'**activité industrielle** ;
- Lille avec 258 tonnes, principalement liées aux secteurs **des transports routiers et du résidentiel** ;
- Tourcoing avec 101 tonnes, principalement liées au **secteur résidentiel**.

Analyse des principaux secteurs de contribution en 2018

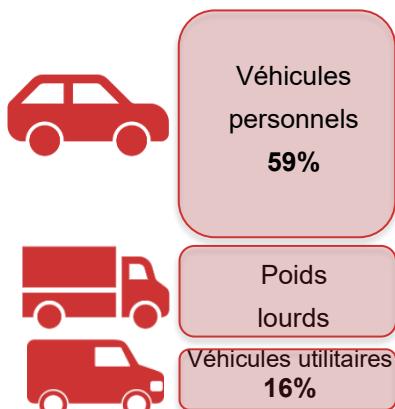
Résidentiel

Les **émissions de PM10** du résidentiel sont de **2 940 tonnes en 2018**.

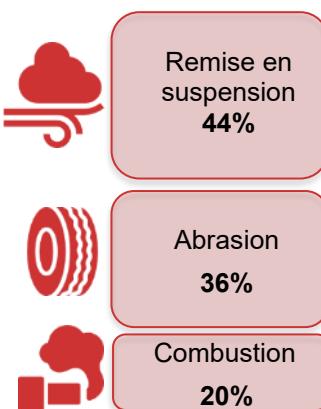
Comme pour les PM2.5, le **chauffage** utilisant du **bois** ou du **charbon** est responsable de la quasi-totalité des émissions de PM10.



Usages



Sources



Transports routiers

Les **émissions de PM10** des transports routiers sont de **1 567 tonnes en 2018**. Les sources sont les mêmes que celles observées pour les PM2.5 avec néanmoins une distribution légèrement différente. En effet, la contribution de la **combustion** diminue au profit de celles de la **remise en suspension et de l'abrasion**.

Industrie

Les **émissions de PM10** de l'industrie sont de **888 tonnes en 2018**.

Plus de la moitié des émissions sont issues de la **combustion d'énergies** telles que le gazole utilisé essentiellement par les **engins spéciaux** ou encore le gaz naturel ou le fioul.

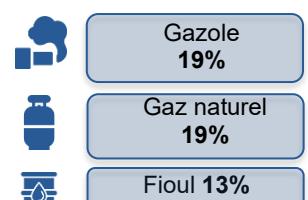
Les **émissions non énergétiques** ont pour principale origine le domaine des procédés de l'industrie tels que les chantiers de BTP.



Domaine



Energies



Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel

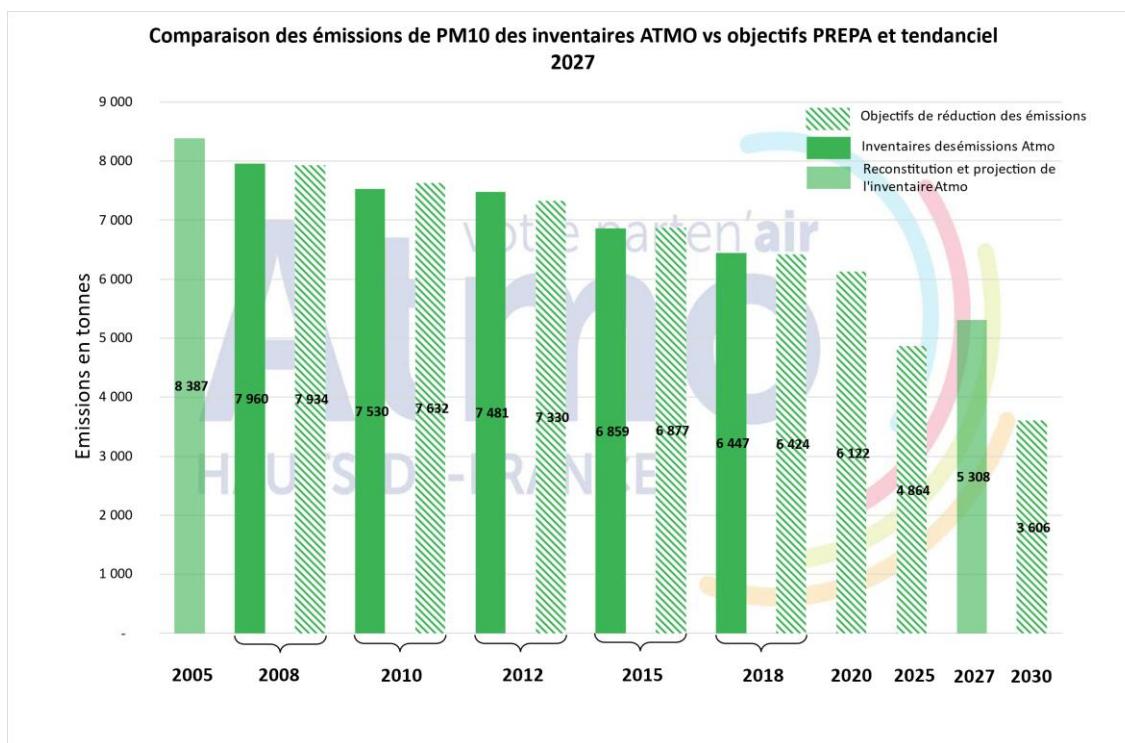


Figure 27 Evolution des émissions de particules PM10 des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)⁵

En ce qui concerne les **particules PM10**, la baisse amorcée sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 suit celle projetée avec les objectifs PREPA pour les années similaires. Cependant, le scénario tendanciel montre **qu'à l'horizon 2027, les émissions de PM10 seront supérieures de 443 tonnes par rapport à l'objectif 2025**. Des **actions supplémentaires à celles prévues dans le tendanciel doivent donc être mises en place** afin de poursuivre la baisse observée dans l'historique et atteindre les objectifs nationaux.

PM10	2020	2025	2030
% de baisse par rapport aux émissions 2018 pour atteindre l'objectif PREPA	-5 %	-25 %	-44 %

⁵ Le graphique présente en colonnes pleines les inventaires d'émissions réalisés par Atmo Hauts-de-France (M2020_V3). Les colonnes en transparence représentent l'année 2005 reconstituée (à partir des années d'inventaire) et l'année 2027 projetée sur les bases du scénario tendanciel national PREPA AME. Enfin les colonnes hachurées montrent les projections des émissions à ne pas dépasser pour répondre aux exigences des objectifs du PREPA.

6.2. Concentrations

Moyennes annuelles

Entre 2010 et 2020, les concentrations en particules PM10 sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 suivent une tendance à la baisse pour toutes les influences de mesure. Aucun dépassement de la valeur limite fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle n'est constaté sur la période.

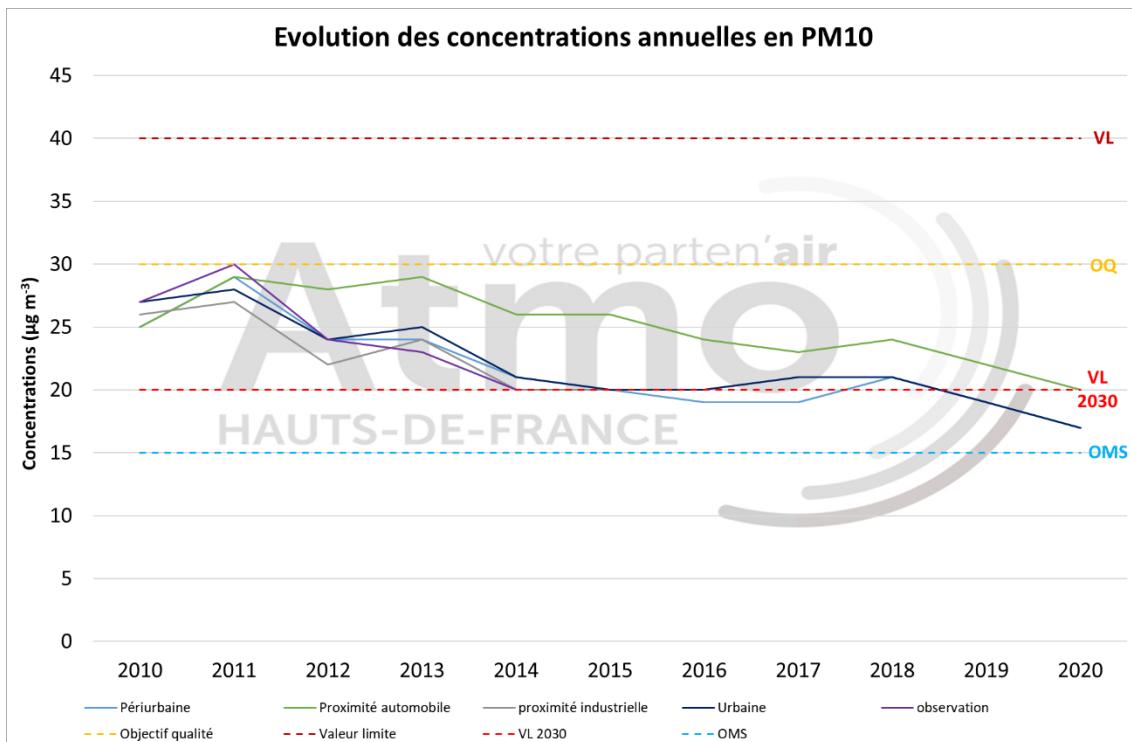


Figure 28 Evolution des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 de 2010 à 2020

Pour toutes les influences de mesure excepté celle de proximité automobile, les **concentrations moyennes annuelles en PM10 suivent la même tendance et ont des profils similaires sur la période**. Ce sont les mesures sous influence automobile qui enregistrent les valeurs les plus élevées en PM10.

L'année 2011 est marquée par une hausse des concentrations tous types de surveillance confondus. Une tendance à la baisse s'engage ensuite, mais de façon moins prononcée sous influence automobile. L'objectif de qualité fixé à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est atteint à la station d'observation d'**Evin-Malmaison**.

Sur la période 2010-2020, de manière générale, les **mesures sous influence automobile** ont diminué de **20%**. Le maximum sur la période a été relevé en 2011 à la station de **Roubaix Serres**, soit **$32 \mu\text{g}/\text{m}^3$** , dépassant ainsi l'objectif de qualité. Les concentrations moyennes annuelles relevées en zone urbaine ont diminué de **37%**.

Certaines **mesures urbaines de fond** enregistrent également des valeurs élevées en PM10, bien que les moyennes annuelles montrent le respect des valeurs réglementaires sur la période. La mesure de **Douai Theuriet** enregistre une valeur à $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2012, dépassant ainsi l'objectif de qualité. La mesure de **Tourcoing** relève également des niveaux supérieurs à la valeur réglementaire, soit $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010 et en 2011. Les mesures périurbaines de fond suivent le profil des mesures urbaines de fond. Entre 2010 et 2020, leurs concentrations moyennes annuelles diminuent de **32%**.

À la suite de la mise en place du PPA en 2014, une stabilisation des concentrations est visible jusqu'en 2015 sur différents environnements, notamment sous influence automobile. Les mesures urbaines de fond montrent une légère stagnation jusqu'en 2018. Les mesures sous influence industrielle présentent, elles aussi,

une période de stabilisation jusqu'à la fin de la surveillance en 2017. En 2018, une légère augmentation des concentrations se démarque pour les mesures sous influence automobile et les mesures périurbaines de fond.

Evolution des concentrations en PM10		
	2010-2014	2015-2020
Périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027	-19%	-15%
Périmètre du PPA 2014-2019 en vigueur	-21%	-13%
Région Hauts-de-France	-18%	-14%

Tableau 10 Synthèse de l'évolution des concentrations en PM10

De manière générale, les concentrations en PM10 du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 diminuent légèrement plus que celles des Hauts-de-France (*Tableau 10*), mais moins que le périmètre du PPA actuellement en vigueur. De plus, **cette diminution est moins marquée de 2015 à 2020, notamment sur le périmètre actuellement en vigueur (Nord et Pas-de-Calais).**

Au regard de la future VL 2030 : l'ensemble des stations de la zone PPA en vigueur présentent des concentrations supérieures au futur seuil réglementaire pour la période entre 2010 et 2013, excepté pour les stations de Wingles (18 µg/m³) et Lens Stade (19 µg/m³) en 2012.

L'année 2019 est marquée par un passage de l'ensemble des stations de la zone PPA en dessous des 20 µg/m³; excepté la station de proximité automobile de Valenciennes Wallon présentant une moyenne à 23 µg/m³. En 2020, l'ensemble des stations de la zone respecte la future réglementation.

Enfin, concernant les recommandations OMS : 2020 est marqué par le respect d'une station du seuil de recommandation sanitaire de l'OMS fixé à 15 µg/m³ (Harnes).

Maxima journaliers

Sur la période 2010-2020, toutes les stations du périmètre enregistrent des maxima journaliers dépassant les 50 µg/m³, seuil retenu comme niveau d'information et valeur limite journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

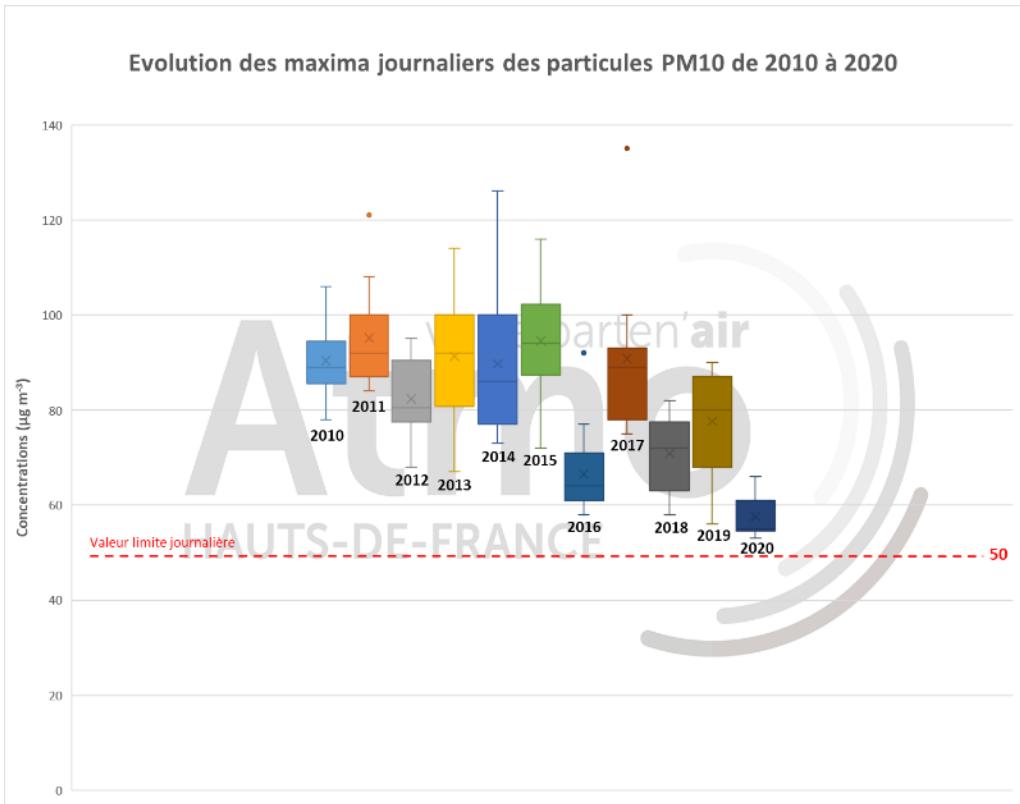


Figure 29 Evolution des maxima journaliers des particules PM10 entre 2010 et 2020

Deux périodes se distinguent : de 2010 à 2015, période pour laquelle la moyenne des maxima journaliers est relativement homogène ; de 2016 à 2020, période durant laquelle la moyenne des valeurs maximales varie fortement d'une année à l'autre.

Entre 2010 et 2015, les moyennes annuelles des valeurs sont globalement du même rang, excepté l'année 2012 présentant une moyenne annuelle plus faible. Une valeur exceptionnelle (illustrée par un point) est observée en 2011. En 2011, cette valeur a été relevée pour la mesure sous influence automobile de **Roubaix Serres**, enregistrant un maximum de **121 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Entre 2010 et 2011, les minimum et maximum sont plutôt homogènes. Après 2012, on constate une plus grande disparité entre les valeurs minimale et maximale.

Entre 2016 et 2020, la moyenne des valeurs, bien que plus basse que celles relevées durant la première période, est plus variée d'une année à l'autre. Deux autres valeurs exceptionnelles sont observées en 2016 et 2017. En 2016, elle correspond à une valeur maximale pour la mesure sous influence industrielle **d'Isbergues Vandaele (92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)**, associée à un épisode de pollution en PM10. Enfin, en 2017, la mesure urbaine de fond de **Béthune Stade** enregistre un maximum de **135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , soit la valeur la plus élevée de la période, liée également à un épisode pollution en PM10.

C'est en 2020 que sont observés les niveaux les moins élevés de la période. Cette année, le maxima journalier était de **66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , enregistré pour la mesure sous influence automobile de **Lens-Varsovie**. De même que pour les particules PM2.5, cette diminution peut être liée aux conditions météorologiques dispersives, ainsi qu'aux confinements, bien que cette dernière hypothèse n'ait pas été confirmée.

Comparaison selon la réglementation et les recommandations de l'OMS

Les graphiques reprennent les statistiques du nombre de jours de dépassement des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ journaliers. Toutes les régions respectent la valeur limite (**50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de **35 jours par an**). Cependant, l'**OMS** a retenu, jusqu'en septembre 2021, une ligne directrice non réglementaire plus contraignante concernant la valeur limite des PM10, soit **50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière à ne pas**

dépasser plus de 3 jours par an. En prenant en compte cette valeur seuil, une multitude de régions enregistrent bien plus de 3 jours de dépassement des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

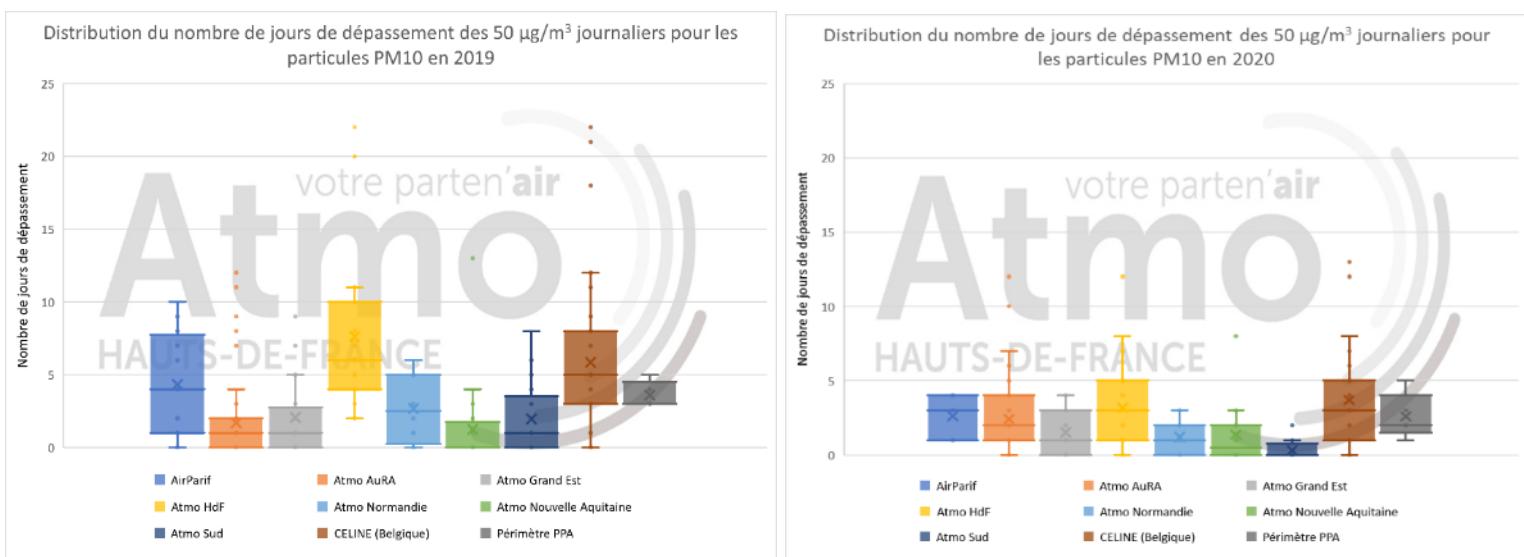


Figure 30 Distribution du nombre de jours des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ journaliers pour les particules fines PM10 en situation de fond de 2019 à 2020

En 2019, on observe une amplitude marquée du nombre de jours de dépassement des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les différentes régions, avec la présence de valeurs extrêmes, marquées en Auvergne-Rhône-Alpes et en Belgique. Au regard de la ligne directrice de l'OMS retenue jusqu'en septembre 2021 (non réglementaire), toutes les régions présentées dépassent la valeur seuil sur l'année 2019. Tout comme pour les particules PM2.5, les Hauts-de-France se distinguent des autres régions, avec des dépassements allant de 2 à 22 jours. Cette valeur extrême a été enregistrée à la station urbaine de **Calais Berthelot**. Contrairement aux particules PM2.5, le nombre de jours du périmètre d'étude fait partie des plus bas de la région. En effet, le maximum a été enregistré à la station périurbaine de Nœux-les-Mines, soit 5 jours.

Tout comme pour les particules PM2.5, le nombre de dépassements de la Belgique possède une amplitude marquée. Le maximum est atteint en situation urbaine, avec 22 jours. A contrario, trois stations rurales ne comptent aucun jour de dépassement. La Nouvelle Aquitaine et l'Auvergne Rhône Alpes se situent dans les mêmes ordres de grandeur, malgré des valeurs extrêmes pour cette dernière. En effet, la station urbaine de Lyon Centre enregistre 12 jours supérieurs aux $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le maximum de la région en 2019.

En 2020, tout comme pour les particules PM2.5, le nombre de jours excédant le seuil journalier pour le cas des PM10 diminue. Les régions n'enregistrent pas plus de 14 jours de dépassement.

La région Hauts-de-France tend à présenter les mêmes résultats que d'autres régions, notamment la Belgique. Le périmètre d'étude possède une plus grande amplitude de dépassements, contrairement à 2019. Le maximum est atteint à la station périurbaine de Nœux-les-Mines, enregistrant 5 jours de dépassement. La Normandie et la Nouvelle-Aquitaine présentent des dépassements du même ordre de grandeur, ne franchissant pas les 3 jours, excepté pour la station périurbaine de Biarritz Hippodrome en Nouvelle Aquitaine, comptabilisant 8 jours supérieurs à la valeur limite. La majorité des stations de ces deux régions respectent l'ancienne ligne directrice de l'OMS.

La région Auvergne Rhône-Alpes présente, elle également, une amplitude plutôt marquée, avec un maximum de 12 jours de dépassement à la station urbaine de Passy. La région Sud est quant à elle celle dont le nombre de jours dépassant la valeur limite est le plus bas. En effet, la station urbaine de Gap Commanderie enregistre un maximum de deux jours, le reste des stations n'enregistrant qu'un seul voire aucun dépassement sur l'année 2020. Elle est la seule région respectant l'ancienne ligne directrice de l'OMS.

Réglementation : valeur limite - percentile P90.4

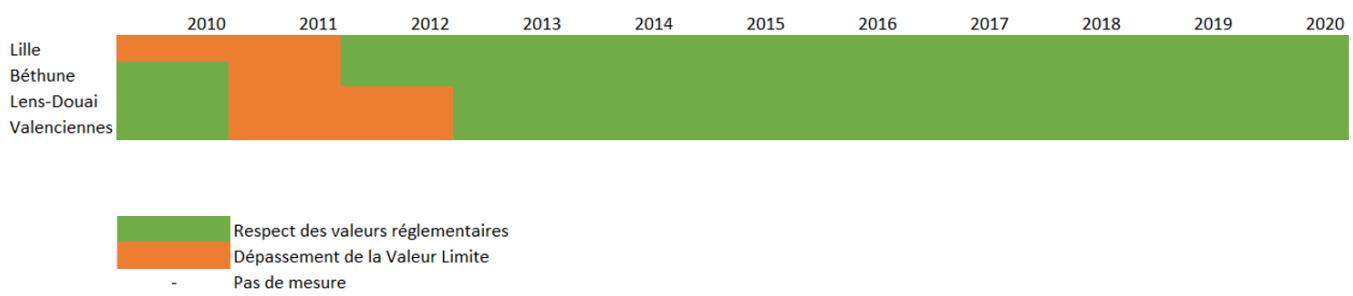


Tableau 11 Réglementation du percentile 90.4 des particules PM10 de 2010 à 2020

Entre 2010 et 2012, un dépassement de la valeur limite réglementaire (percentile 90.4) fixée à **50 µg/m³** journalier à ne pas dépasser plus de 35 jours par an a été constaté sur de nombreuses stations du périmètre d'étude.

Durant deux ans, des mesures du **secteur lillois** ont enregistré des niveaux dépassant la valeur limite plus de 35 jours par an. En 2010, la station urbaine de **Tourcoing** enregistre **37 jours** de dépassement (valeur de percentile à **51 µg/m³**). En 2011, la totalité des stations de l'agglomération ne respectent pas la valeur limite. Le maximum est enregistré pour la mesure sous influence automobile de **Roubaix Serres**, enregistrant **56 jours** de dépassement (valeur de percentile de **61 µg/m³**).

Bien que l'année 2012 ne montre pas de non-respect de la valeur limite, la station de Roubaix Serres a enregistré 34 jours au-dessus de la valeur limite, avec un percentile moyen à **51 µg/m³**.

Pour le **territoire de Béthune**, l'année 2011 est également marquée par un dépassement de la valeur limite plus de 35 jours cette année, à la station périurbaine de **Nœux-les-Mines**, avec **37 jours** (percentile à **51 µg/m³**). En dehors de cette année, le territoire respecte les valeurs réglementaires.

Concernant **l'agglomération de Lens-Douai**, ici encore la valeur limite est dépassée en 2011 et 2012, à la station urbaine de **Douai Theuriet**, enregistrant respectivement **39 et 43 jours** de non-respect (percentiles de **52 et 53 µg/m³**). L'année 2011 est également marquée par un dépassement de la valeur limite à la station d'observation **d'Evin-Malmaison** pendant **48 jours** et enregistrant une valeur de percentile de **54 µg/m³**.

Enfin, **l'agglomération de Valenciennes** connaît un dépassement de la valeur limite en 2011 pour la mesure sous influence industrielle **d'Escautpont**, durant **39 jours**, (percentile de **51 µg/m³**). En 2012, la mesure sous influence automobile de **Valenciennes Wallon** (**54 µg/m³**) enregistre **45 jours** de dépassement. La mesure sous influence industrielle **d'Hornaing** comptabilise quant à elle **37 jours** de dépassement (**53 µg/m³**)

De manière générale, l'année 2011 est marquée par un dépassement de la valeur limite 50 µg/m³ en moyenne journalière plus de 35 jours par an pour une multitude de stations du périmètre.

Carte modélisée

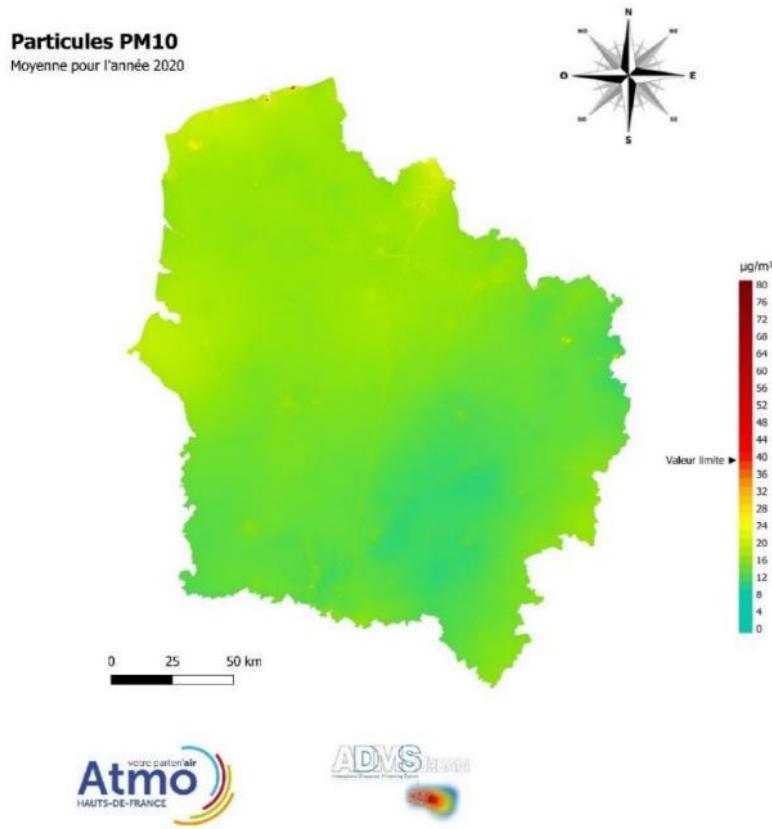


Figure 31 Modélisation des concentrations en particules PM10 en 2020

En 2020, la modélisation des concentrations de **particules PM10** en moyenne annuelle montre une problématique à échelle régionale (niveau moyen régional de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) accentuée par les contributions locales. Le **minimum régional** ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dans le centre de l'Aisne, qui fait figure d'exception avec des niveaux plus faibles qu'ailleurs. Les niveaux sont légèrement moins élevés qu'en 2019 (- $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne). Au niveau régional, la modélisation met en relief, les **centres urbains**, les **axes routiers** structurants ainsi que certains **sites industriels**. La valeur limite sur la moyenne annuelle fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ peut être dépassée ponctuellement en proximité industrielle (en lien avec le type d'industries implantées) et le long de certains tronçons routiers. La superficie de dépassement est de 2 km^2 , la population reste, quant à elle, non concernée par des concentrations supérieures à la valeur limite.

Ce qu'il faut retenir concernant les particules PM10 :

- Le **chauffage résidentiel** comme source principale sur le territoire
- Une **baisse des émissions** insuffisante pour atteindre les objectifs, actions de réduction à renforcer
- Une **baisse des concentrations** moyennes entre 2010 et 2020
- **Respect des valeurs réglementaires**

7. Dioxyde de soufre

7.1. Emissions

Evolution des émissions

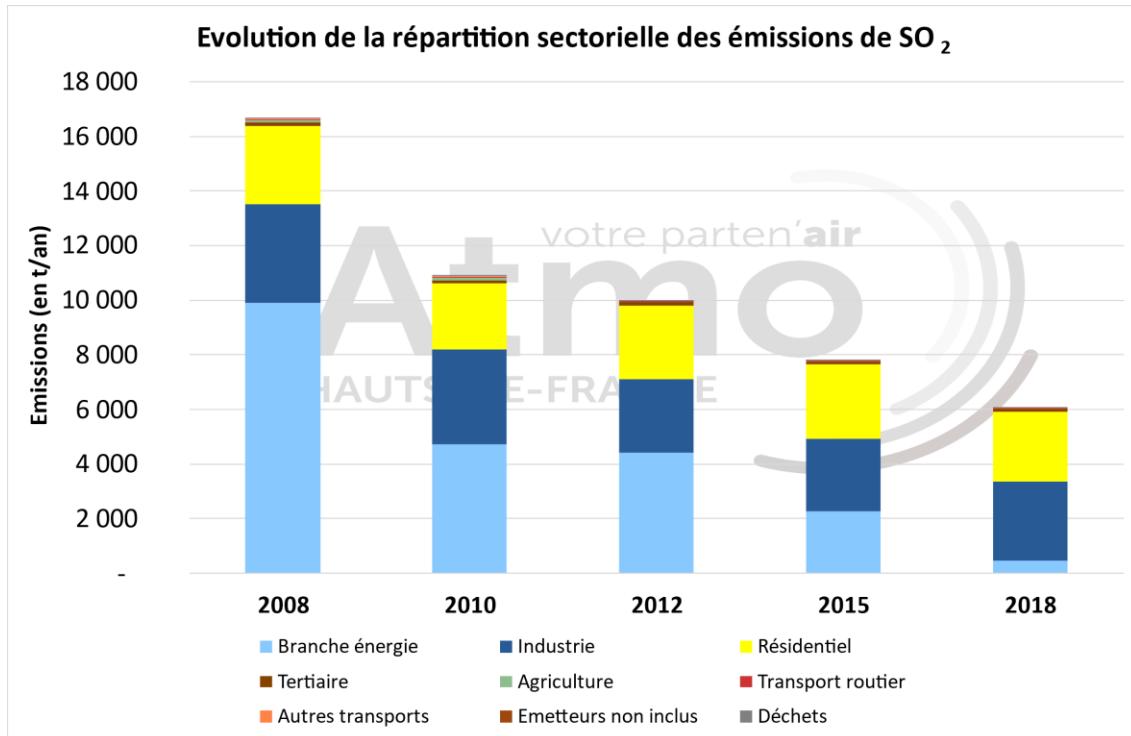


Figure 32 Evolution des émissions de SO₂ par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)

Entre 2008 et 2018, les **émissions de dioxyde de soufre** du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 **sont en baisse de 10 580 tonnes**, soit **64%**. Cette diminution est essentiellement engendrée par le secteur de la **branche énergie** qui voit ses émissions réduire de 95% (soit 9 441 tonnes) en lien avec les fermetures des centrales électrique alimentées au charbon de Bouchain et de Hornaing en 2015.

Les émissions de SO₂ ont pour principale origine les secteurs **industriel et résidentiel** avec des parts respectives de 48% et 42% en 2018. Pour l'année 2018, les émissions de SO₂ du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 sont de **6 071 tonnes**.

Comparaison avec la région

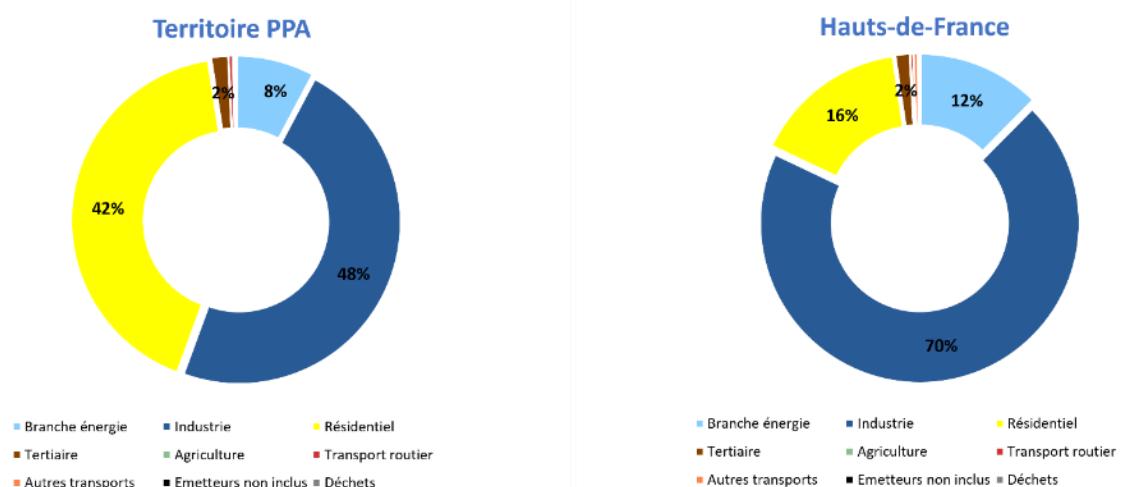


Figure 33 Comparaison de la répartition des émissions de SO₂ par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France
(Source : M2020_V2)

La répartition sectorielle des émissions de SO₂ du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 est **similaire** à celle observée sur la région des Hauts-de-France avec néanmoins une part plus importante de l'activité industrielle sur cette dernière (70%).

En 2018, les émissions de la zone d'étude représentent **22% des émissions totales régionales**.

Répartition spatiale des émissions pour 2018

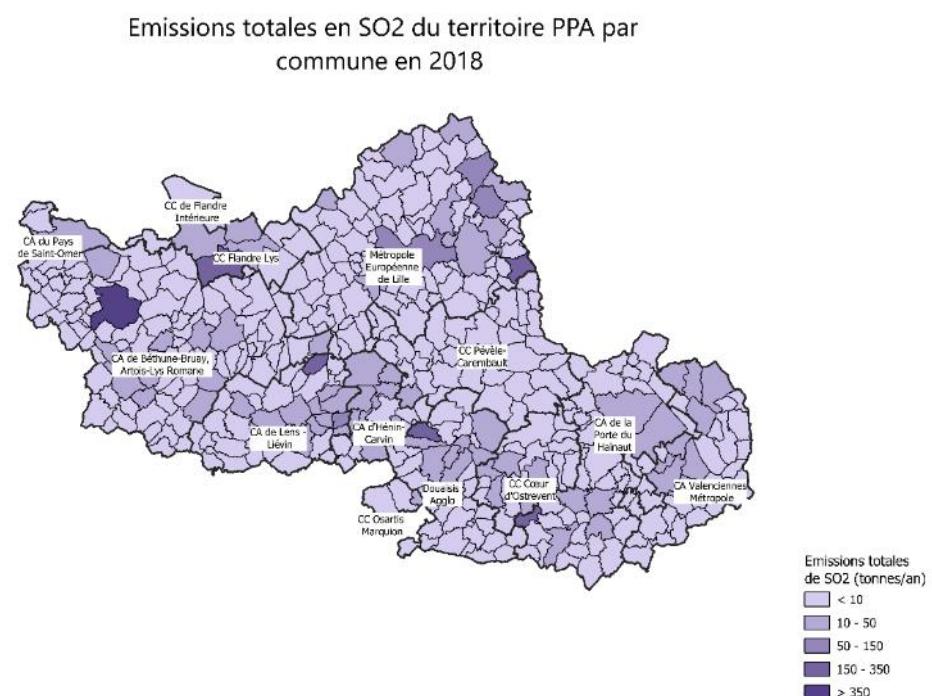


Figure 34 Répartition spatiale 2018 des émissions de SO₂ sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027
(Source : M2020_V3)

La répartition spatiale des émissions de **SO₂** sur la zone PPA permet d'identifier les principales communes émettrices pour l'année 2018 :

- **Lillers** avec **1 847** tonnes, principalement liées à **l'activité industrielle** (combustion) ;
- **Auby** avec **344** tonnes, principalement liées à **l'activité industrielle** (procédés chimiques) ;
- **Baisieux** avec **286** tonnes, principalement liées à **l'activité énergétique** (brûlage de torchère).

Analyse des principaux secteurs de contribution en 2018

Industrie

Les émissions de SO₂ de l'industrie sont de 2 905 tonnes en 2018. Elles sont essentiellement liées à la **combustion d'énergies** dans les chaudières ainsi qu'aux **procédés énergétiques** avec contact dans le domaine du verre.

Domaine



Combustion
d'énergie
dans les
chaudières
59%



Procédés
énergétiques avec
contact **17%**

Usage



Chauffage
97%

Energies



Charbon
91%

Résidentiel

Les **émissions de SO₂** du résidentiel sont de **2 548 tonnes en 2018**.

L'utilisation de **chauffage** est responsable de la quasi-totalité des émissions de SO₂ avec comme principale source le **charbon**. Il est à noter que cette énergie est la **4^{ème} consommée** par le secteur résidentiel avec une part de 5% en 2018, derrière le gaz, l'électricité et le bois.

Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel

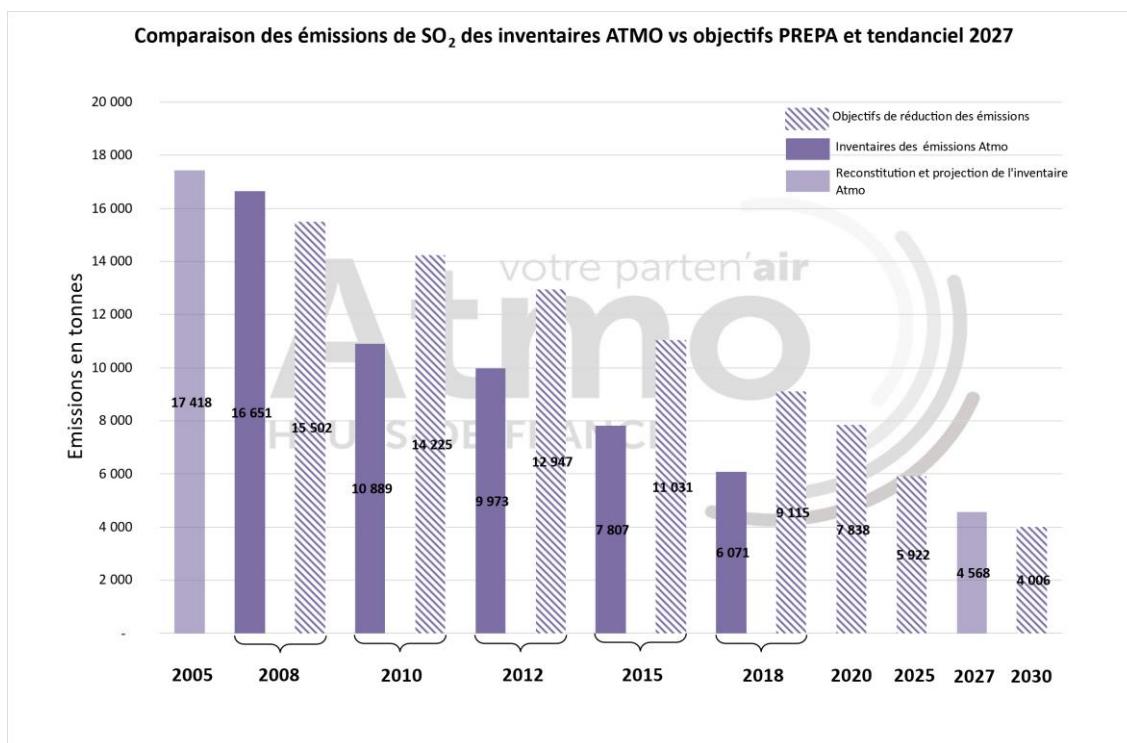


Figure 35 Evolution des émissions de SO₂ des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027
(Source : M2020_V3)⁶

En ce qui concerne le dioxyde de soufre, la baisse observée entre 2005 et 2018 est plus importante que celle projetée avec les objectifs du PREPA. **De plus, l'objectif 2020 du SO₂ du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 est déjà rempli en 2018.**

Le **scénario tendanciel à l'horizon 2027** montre une continuité dans la diminution des émissions de SO₂. L'objectif 2030 devrait être rempli si l'évolution se poursuit.

SO ₂	2020	2025	2030
% de baisse par rapport aux émissions 2018 pour atteindre l'objectif PREPA	atteint	-2 %	-34 %

⁶ Le graphique présente en colonnes pleines les inventaires d'émissions réalisés par Atmo Hauts-de-France (M2020_V3). Les colonnes en transparence représentent l'année 2005 reconstituée (à partir des années d'inventaire) et l'année 2027 projetée sur les bases du scénario tendanciel national PREPA AME. Enfin les colonnes hachurées montrent les projections des émissions à ne pas dépasser pour répondre aux exigences des objectifs du PREPA.

7.2. Concentrations

Moyennes annuelles

La limite de détection de SO₂ des appareils de mesures est fixée à **5.3 µg/m³** en moyenne annuelle. Or l'ensemble des moyennes annuelles enregistrées dans les stations du périmètre d'intérêt sur la période 2010-2020 est inférieur à cette limite. Il n'est donc pas possible de les exploiter et de fournir une représentation graphique de l'évolution des moyennes annuelles pour le SO₂ ces dix dernières années.

Réglementation : valeur limite - percentile P99.2

Le graphique ci-dessous présente les maxima du percentile 99.2 du SO₂ par influence de mesures. Globalement, les concentrations en dioxyde de soufre du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 sont en baisse. De 2010 à 2016, toutes valeurs relevées dans les différentes typologies de stations sont bien en deçà de la valeur limite du percentile 99.2 fixée à 125 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

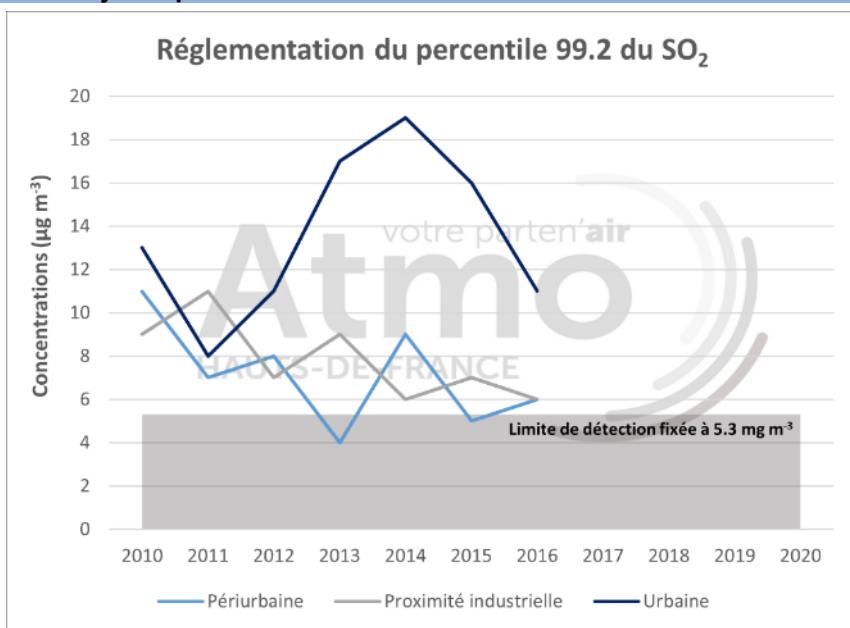


Figure 36 Réglementation du Percentile 99.2 du Dioxyde de soufre

La courbe urbaine, issue de la seule mesure urbaine de fond de **Lille Fives**, présente les concentrations les plus élevées et bien supérieures aux mesures périurbaines et sous influence industrielle. Après une diminution notable au début de période où les concentrations atteignent **8 µg/m³** en 2011, elle augmente de manière importante jusqu'à atteindre un pic en 2014 à **19 µg/m³**. Par la suite, la valeur du percentile entame une diminution tout aussi marquée jusqu'en 2016, de l'ordre de **42%**. Ces concentrations plus élevées sont notamment dues à la présence d'une chaufferie urbaine à proximité de la station de mesure, qui par l'utilisation de charbon lors de certaines périodes de grand froid pouvait engendrer des émissions de SO₂.

Les concentrations périurbaines de fond et sous influence industrielle montrent davantage de variations au fil des années. Entre 2010 et 2016, les concentrations périurbaines de fond diminuent de **45%**, contre **33%** pour les concentrations sous influence industrielle, qui présentent les taux les plus bas en SO₂ en comparaison avec les deux autres influences de mesure. Cependant, les moyennes annuelles en 2013 et 2015 s'élèvent respectivement à **4 et 5 µg/m³**, soit en dessous de la limite de détection de l'appareil.

La baisse de la teneur en soufre des carburants, l'amélioration des techniques de combustion et la diminution des consommations d'énergies fossiles peuvent expliquer les diminutions des niveaux. La variabilité interannuelle s'explique par la variation d'activité des sources d'émissions de SO₂ en proximité des sites de mesure combinée aux variations des conditions météorologiques

Réglementation : valeur limite - percentile P99.7

Le graphique ci-dessous présente les maxima du percentile 99.7 du SO₂ par influence.

De 2010 à 2016, toutes les typologies de stations respectent la valeur limite du percentile 99.7 fixée 350 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.

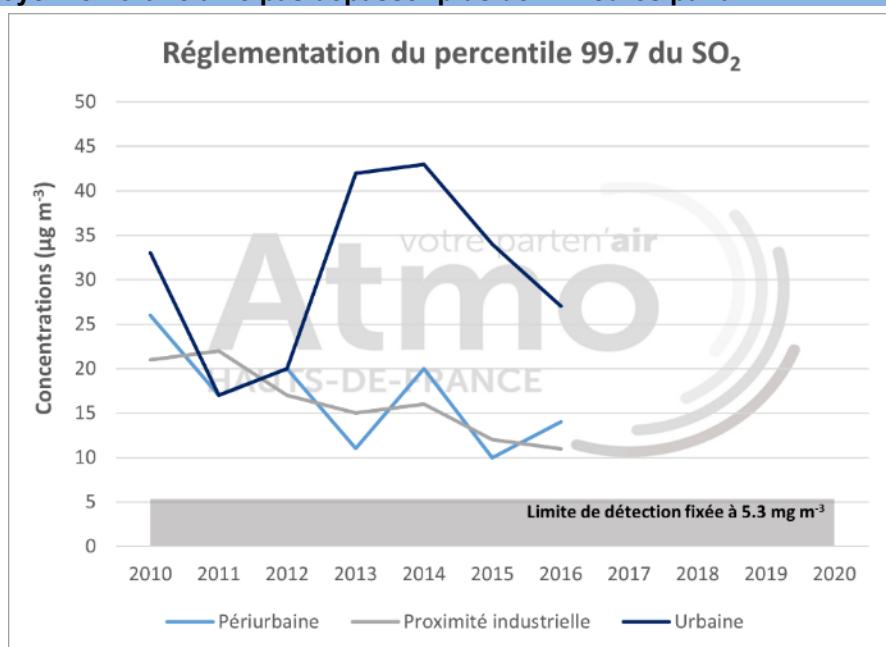


Figure 37 Réglementation du Percentile 99.7 du Dioxyde de soufre

Le profil des valeurs du percentile 99.7 des trois influences de mesure est similaire à celui du percentile 99.2. En effet, le percentile en sites **urbains de fond** entame une phase de diminution jusqu'en 2011 atteignant **17 µg/m³**, puis augmente nettement jusqu'en 2014 pour se situer à **43 µg/m³**. Il diminue ensuite de **37%** pour atteindre **27 µg/m³** en 2016. Dans ce cas également, les maxima correspondent à ceux de la mesure urbaine de fond de **Lille Fives**.

Les concentrations périurbaines de fond et sous influence industrielle varient de manière plus importante ici aussi. Sur la période de 2010 à 2016, elles diminuent respectivement de **46** et **48%**.

Maxima horaires

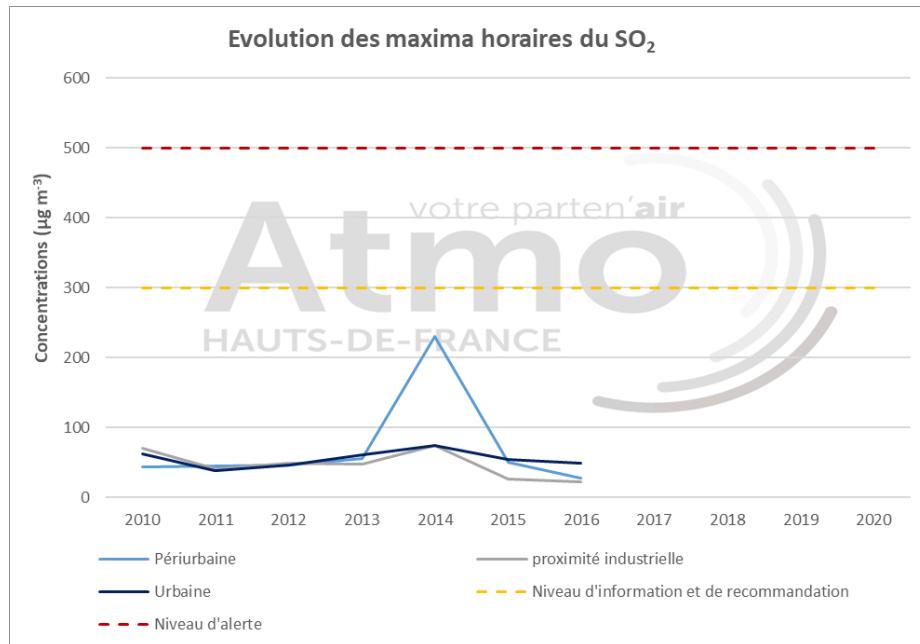


Figure 38 Evolution des maxima horaires du SO_2

On ne constate aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation sur la période 2010 – 2016. Le maximum est enregistré en 2014 pour la station périurbaine de fond de Harnes.

Ce qu'il faut retenir concernant le dioxyde de soufre :

- Le secteur industriel comme source principale mais une part importante du **chauffage résidentiel** dans les émissions
- Une **baisse des émissions** suffisante pour atteindre les objectifs, actions de réduction à maintenir
- Des **concentrations moyennes faibles** et sous la limite de détection entre 2010 et 2020
- **Respect des valeurs réglementaires**

8. Composés organiques volatiles (COVnM)

8.1. Emissions

Evolution des émissions

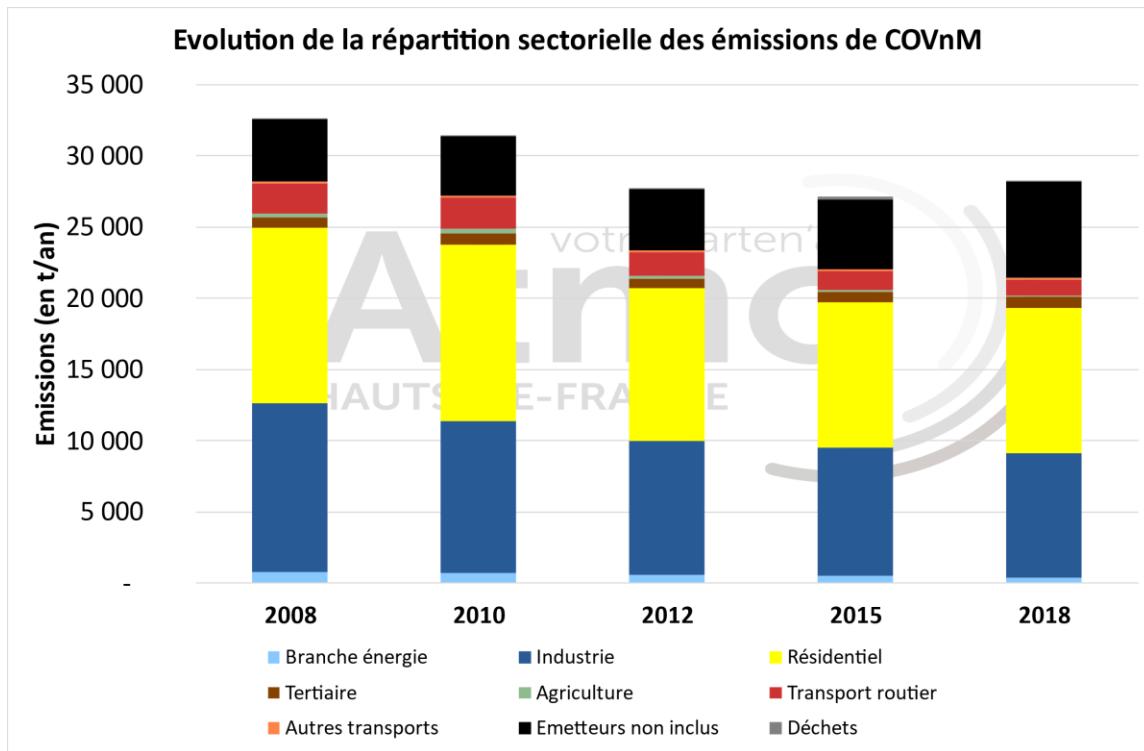


Figure 39 Evolution des émissions de COVnM par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)

Entre 2008 et 2018, les émissions de COVnM du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 sont en baisse de 4 380 tonnes, soit 13%. Cette baisse est essentiellement engendrée par les secteurs de :

- **Industrie** avec une baisse de 3 132 tonnes, soit 26% liée entre autres à la diminution de l'utilisation de solvants ;
- **Résidentiel** avec une diminution de 2 094 tonnes, soit 17% liées au renouvellement des appareils de chauffage et la réduction de l'utilisation de solvants ;
- **Transports routiers** avec une baisse de 1 024 tonnes, soit 48% liée au renouvellement du parc automobile.

Il est à noter la hausse des émissions du secteur des émetteurs non inclus (comprenant le biotique : les forêts et autres couverts végétaux, les sols ainsi que la combustion de biomasse) sur l'année 2018 par rapport à l'historique. En effet, cette année présentait un ensoleillement particulièrement important qui a engendré une hausse des émissions de COVnM des forêts.

Les émissions de COVnM sont essentiellement issues du secteur résidentiel avec une part de 36% en 2018, suivie par l'industrie(31%). Pour l'année 2018, les émissions de COVnM du territoire de la zone PPA sont de 28 283 tonnes.

Comparaison avec la région

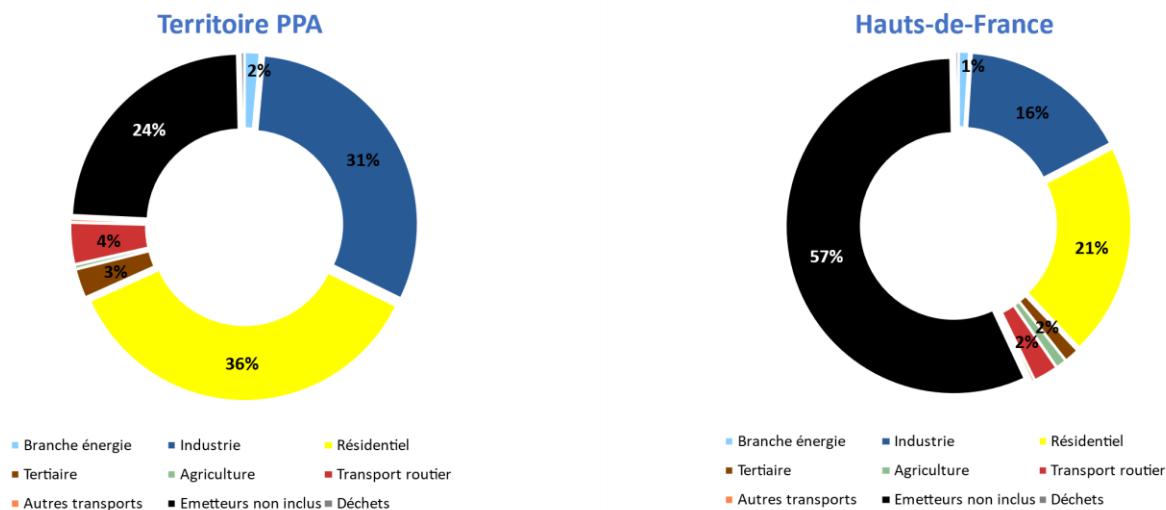


Figure 40 Comparaison de la répartition des émissions de COVnm par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France (Source : M2020_V3)

La répartition sectorielle des émissions de COVnm fait ressortir les secteurs des émetteurs non inclus, du résidentiel et de l'industrie sur les deux échelles spatiales avec néanmoins une différence dans l'ordre. Cela est lié à la typologie du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027, qui concentre plus d'activités anthropiques comparativement avec la région. En 2018, les émissions de la zone d'étude représentent **21% des émissions totales régionales**.

Répartition spatiale des émissions pour 2018

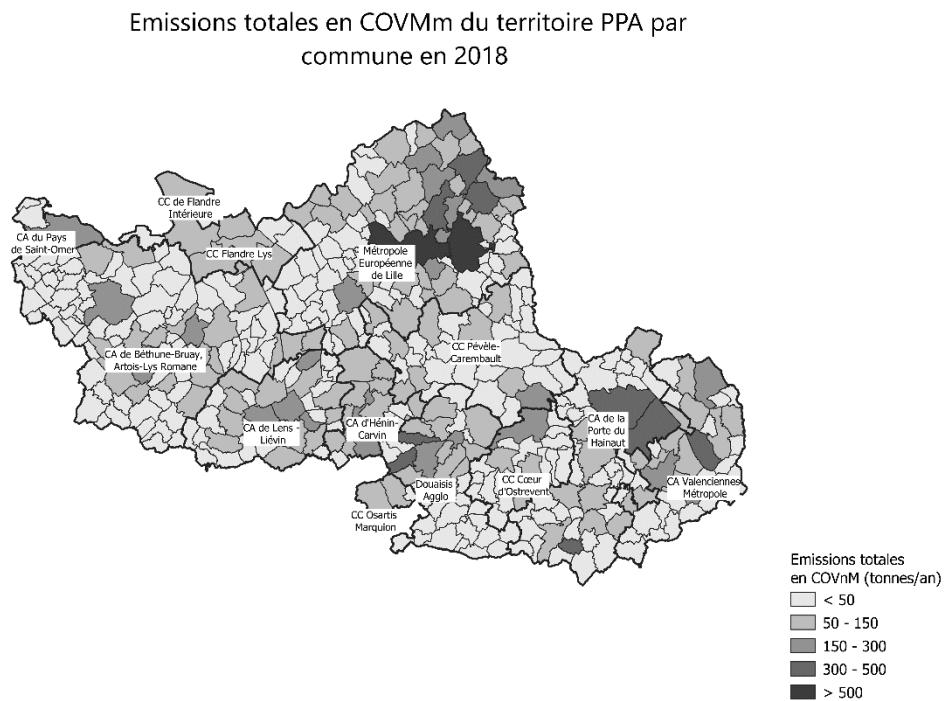


Figure 41 Répartition spatiale 2018 des émissions de COVnm sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027

La répartition spatiale des émissions de **COVnm** sur la zone PPA permet d'identifier les principales communes émettrices pour l'année 2018 :

- **Lille** avec **1 724** tonnes, principalement liées aux **secteurs industriel et résidentiel** ;
- **Villeneuve-d'Ascq** avec **520** tonnes, principalement liées aux **secteurs industriel et résidentiel** ;

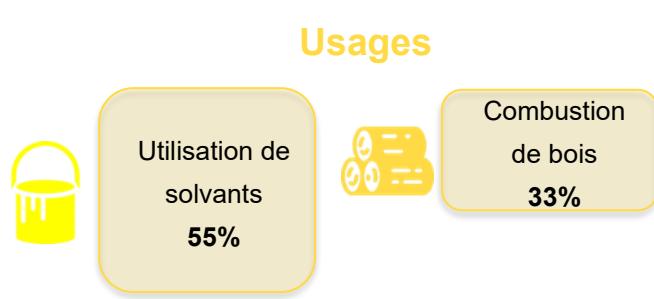
- Roubaix avec 497 tonnes, principalement liées au **secteur résidentiel**.

Analyse des principaux secteurs de contribution en 2018

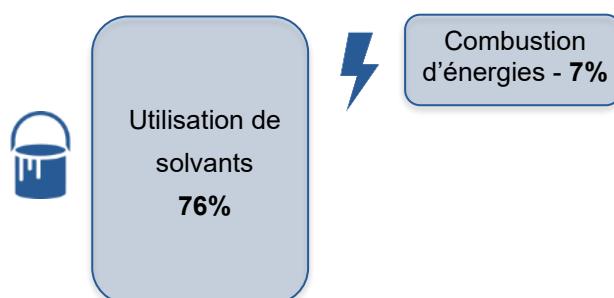
Résidentiel

Les **émissions de COVnM** du résidentiel sont de **10 202 tonnes en 2018**.

L'utilisation des **solvants** (colles ou peintures) est à l'origine de **55% des émissions de COVnM**. La **combustion d'énergies** pour le chauffage est responsable de **40%** des COVnM du secteur avec comme source principale le **bois**.



Domaine



Industrie

Les **émissions de COVnM** de l'industrie sont de **8 709 tonnes en 2018**.

Seules 7% des émissions de COVnM sont liées à la combustion d'énergies dans les engins spéciaux et les chaudières.

Le reste des émissions provient de **l'utilisation de solvants** tels que les peintures dans le domaine de la construction automobile.

Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel

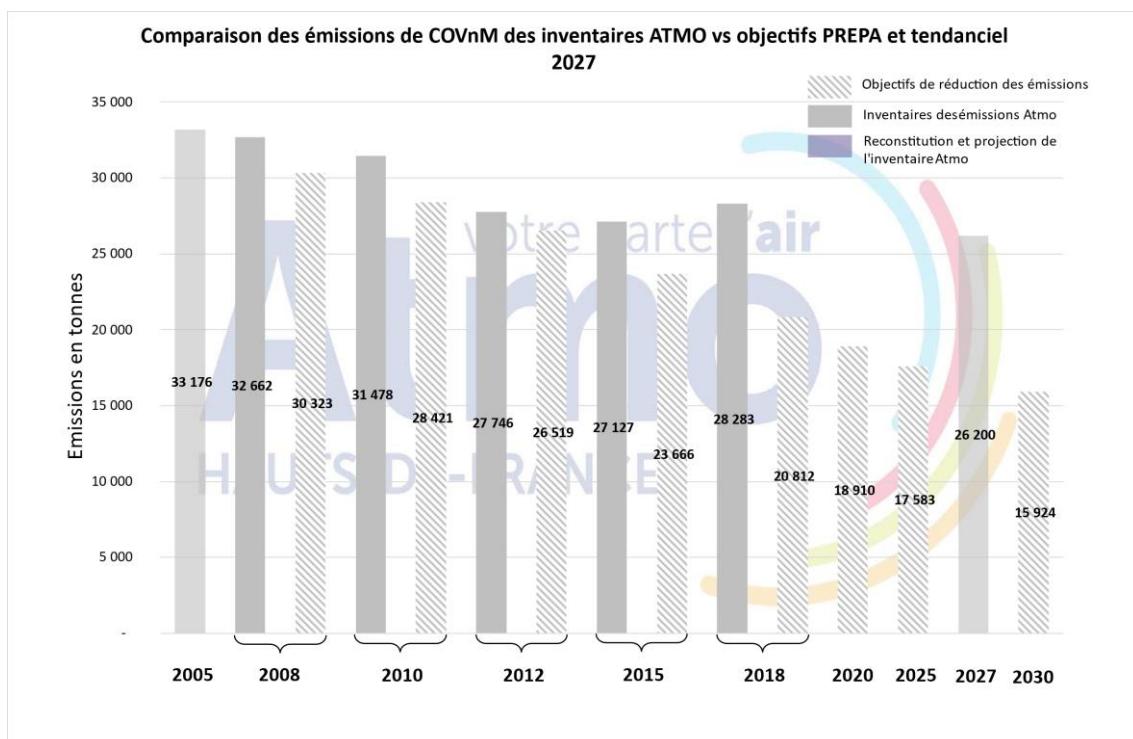


Figure 42 Evolution des émissions de COVnM des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du scénario tendanciel 2027 (Source : M2020_V3)⁷

⁷ Le graphique présente en colonnes pleines les inventaires d'émissions réalisés par Atmo Hauts-de-France (M2020_V3). Les colonnes en transparence représentent l'année 2005 reconstituée (à partir des années d'inventaire) et l'année 2027 projetée sur les bases du

A l'exception de l'année 2018 qui a été exceptionnelle pour les émissions de COVnM du secteur biotique, la tendance globale de l'historique montre une diminution des émissions. Cette baisse est bien **moins importante** que celle espérée, projetée avec les objectifs PREPA pour les mêmes années. Ainsi, pour l'année 2018, les émissions de COVnM sont supérieures de **7 470** tonnes par rapport à l'objectif.

De plus, le scénario tendanciel montre **qu'à l'horizon 2027, les émissions de COVnM seront 1,5 fois plus importantes que celles projetées en 2025** (soit 8 617 tonnes en plus).

La mise en place d'actions à fort gain sur les principaux secteurs émetteurs (résidentiel et industrie) **doit donc être développée** afin d'amorcer une diminution plus franche que celle observée dans l'historique.

COVnM	2020	2025	2030
% de baisse par rapport aux émissions 2018 pour atteindre l'objectif PREPA	-33 %	-38 %	-44 %

scénario tendanciel national PREPA AME. Enfin les colonnes hachurées montrent les projections des émissions à ne pas dépasser pour répondre aux exigences des objectifs du PREPA.

9. Ammoniac (NH₃)

9.1. Emissions

Evolution des émissions

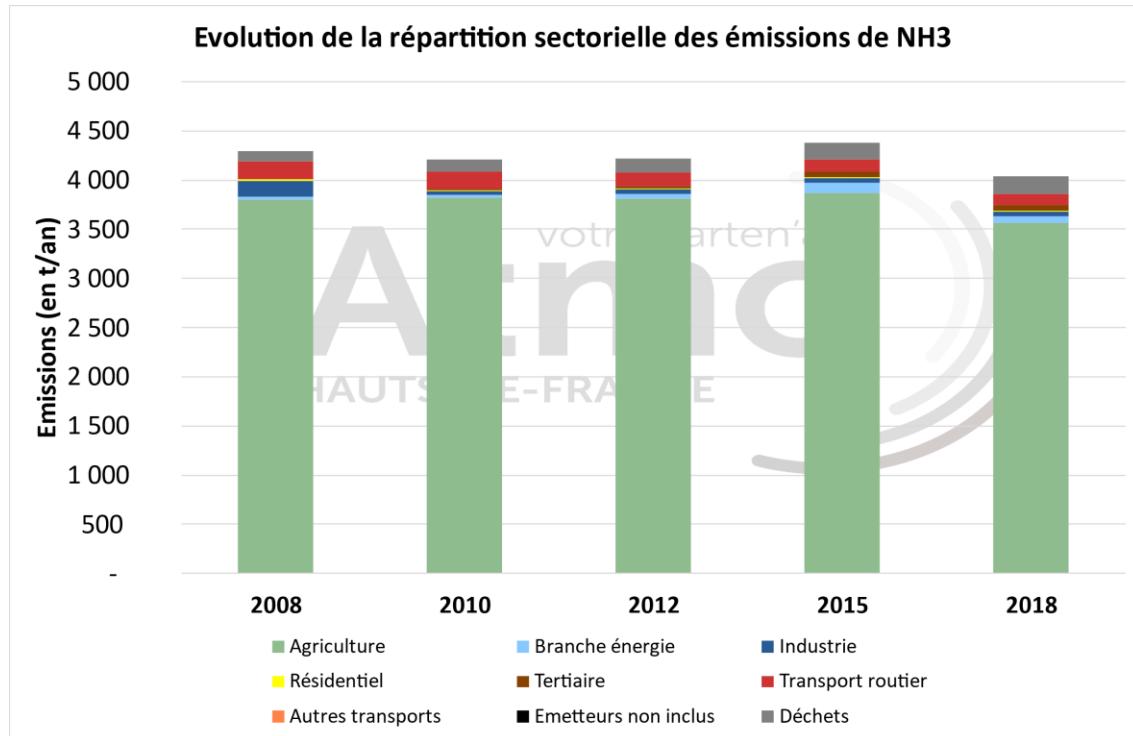


Figure 43 Evolution des émissions d'Ammoniac par secteur entre 2008 et 2018 (Source : M2020_V3)

Entre 2008 et 2018, les **émissions de NH₃** du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 **sont en baisse de 256 tonnes**, soit 6%. Cette diminution est essentiellement engendrée par le **secteur agricole** qui voit ses émissions réduire de 237 tonnes, soit 6%, principalement sur l'année 2018 en lien avec la baisse de consommation d'engrais azotés. L'agriculture est responsable de **88%** des émissions d'ammoniac en 2018, ce qui en fait le principal émetteur. Pour l'année 2018, les émissions de NH₃ du territoire de la zone PPA sont de **4 035 tonnes**.

Comparaison avec la région



Figure 44 Comparaison de la répartition des émissions de NH₃ par secteur d'activité sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et les Hauts-de-France (Source : M2020_V3)

La répartition sectorielle des émissions du NH₃ du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 est cohérente avec ce qui est observé au niveau régional. En effet, dans les deux cas le secteur agricole est responsable de la quasi-totalité des émissions d'ammoniac. En 2018, les émissions de la zone d'étude représentent **10% des émissions totales régionales**.

Répartition spatiale des émissions pour 2018

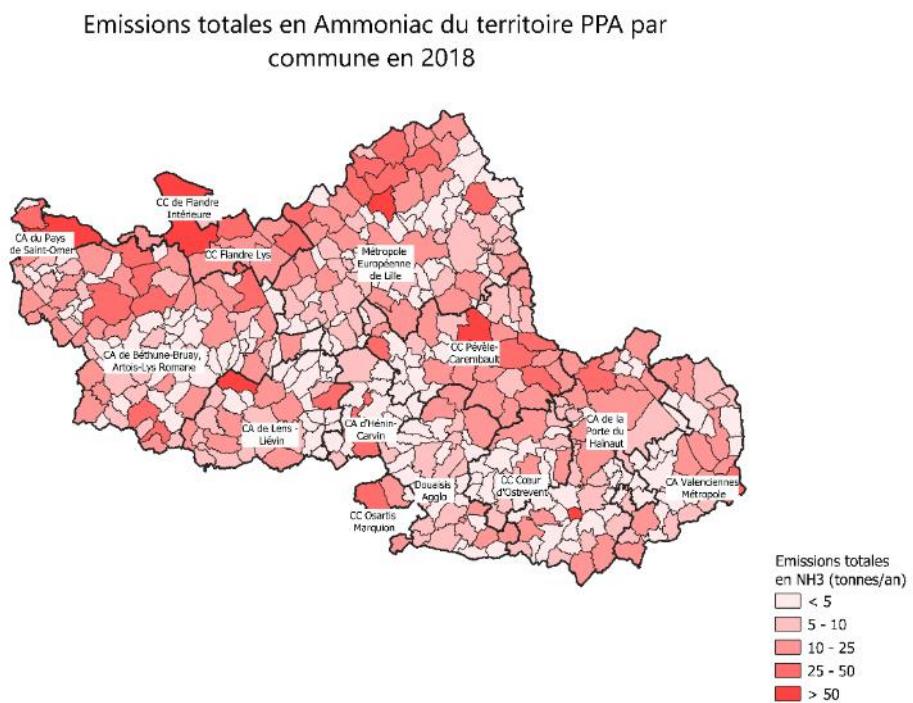


Figure 45 Répartition spatiale 2018 des émissions de NH₃ sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 (Source : M2020_V3)

La répartition spatiale des émissions de NH₃ sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 permet d'identifier les principales communes émettrices pour l'année 2018 :

- **Vieux-Berquin** avec **93** tonnes, principalement liées au **secteur agricole** ;

- **Lourches** avec **80** tonnes, principalement liées au secteur **des déchets** (production de compost) ;
- **Merville** avec **62** tonnes, principalement liées au **secteur agricole**.

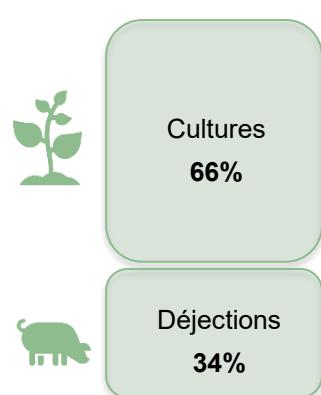
Analyse des principaux secteurs de contribution en 2018

Agricole

Les émissions de NH₃ du secteur agricole sont de **3 568 tonnes en 2018**.

Elles ont pour origine deux sources distinctes :

- L'épandage **d'engrais** sur les cultures (terres arables et prairies) ;
- Les **déjections animales** issues de l'élevage réparties tel que :
 - Vaches laitières : 11%
 - Autres bovins : 10%
 - Porcs : 4%
 - Poulets : 4%.



Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel

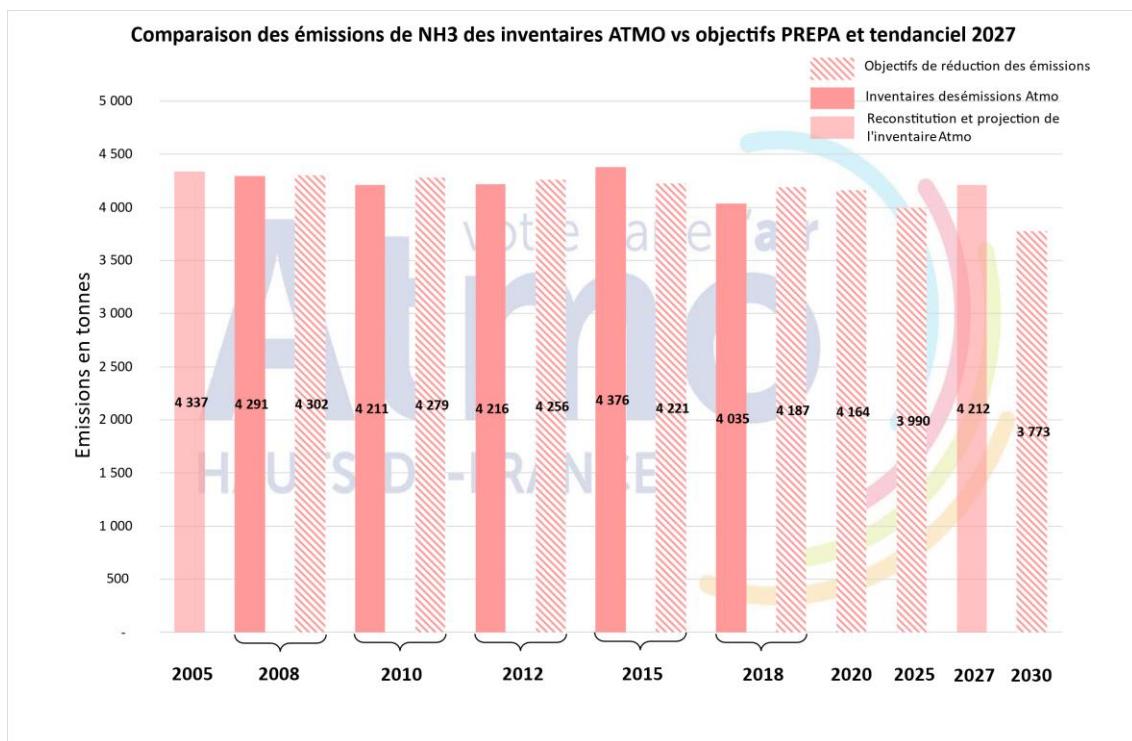


Figure 46 : Evolution des émissions de NH₃ des inventaires ATMO au regard des objectifs PREPA et du tendanciel 2027
(Source : M2020_V3)⁸

A l'exception de l'année 2015 qui se situe au-dessus des objectifs PREPA pour la même année, la tendance globale sur les émissions d'ammoniac est à la baisse sur le périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 et remplit les objectifs pour les autres années d'inventaire (2008-10-12-18). De plus, les émissions de l'année 2018 remplissent dès à présent l'objectif pour l'année 2020. Les émissions restent, cependant, proches des objectifs.

⁸ Le graphique présente en colonnes pleines les inventaires d'émissions réalisés par Atmo Hauts-de-France (M2020_V3). Les colonnes en transparence représentent l'année 2005 reconstituée (à partir des années d'inventaire) et l'année 2027 projetée sur les bases du scénario tendanciel national PREPA AME. Enfin les colonnes hachurées montrent les projections des émissions à ne pas dépasser pour répondre aux exigences des objectifs du PREPA.

Le scénario tendanciel réalisé à partir des tendances observées au niveau national prévoit une hausse des émissions d'ammoniac à l'horizon 2027. Il est donc nécessaire de poursuivre les efforts engagés sur le territoire PPA pour ne pas inverser la tendance mise en place.

NH ₃	2020	2025	2030
% de baisse par rapport aux émissions 2018 pour atteindre l'objectif PREPA	atteint	-1 %	-6 %

9.2. Concentrations

Atmo Hauts-de-France est en cours d'élaboration de la stratégie de surveillance du NH₃ en région.

10. Monoxyde de carbone

10.1. Concentrations

Moyennes annuelles

Au cours des 10 dernières années, les concentrations en monoxyde de carbone sont faibles pour tous les environnements de station.

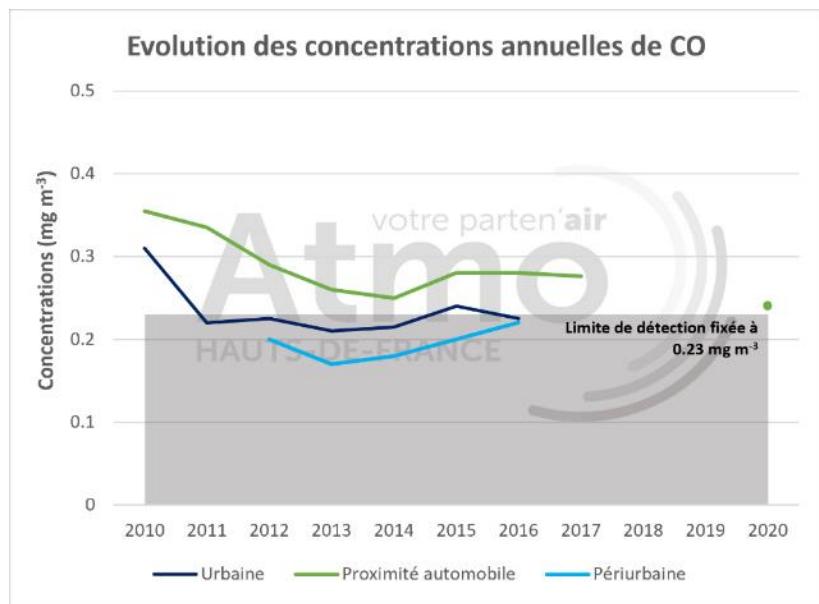


Figure 47 Evolution des concentrations en Monoxyde de carbone de 2010 à 2020

Certains résultats issus des mesures de CO ne sont pas exploitables. En effet, en situation urbaine de fond, les moyennes annuelles de CO se situent sous la limite de détection fixée à 0.23 mg/m³ entre 2011 et 2014 ainsi qu'en 2016. Les résultats mesurés en situation périurbaine de fond quant à eux se situent intégralement sous la limite de détection.

La surveillance pour ces deux implantations est interrompue en 2017. Conformément à la stratégie de surveillance issue du PRSQA, seule la mesure sous influence de **Roubaix-Serres** est maintenue pour un suivi continu. Il n'y a pas d'enjeu à surveiller ailleurs que sous influence automobile, représentant l'exposition maximale de la population du territoire.

Malgré la surveillance non continue, les concentrations semblent augmenter à partir de 2013 pour les stations de fond et 2014 sous influence automobile, pour finir par diminuer à partir de 2015. C'est sous influence automobile que les concentrations moyennes annuelles en monoxyde de carbone sont les plus élevées, ayant diminué de **32%** entre 2010 et 2020. La mesure de **Roubaix Serres** enregistre **0.4 mg/m³** en 2010, soit la valeur la plus élevée mesurée sur la période.

Les concentrations en station urbaine ont diminué de **27%** sur la période. Enfin, on constate une diminution des concentrations périurbaines de fond de **10%** de 2012 à 2016, représentées par la station de **Salomé**.

Après la mise en place du PPA en 2014, bien que les concentrations des trois influences de mesures aient décrit une augmentation ponctuelle, elles finissent par poursuivre leur diminution à partir de 2015 sous influence automobile et en mesure urbaine de fond.

Réglementation : valeur limite sur 8h glissantes

Conformément à la stratégie de surveillance issue du PRSQA expliqué précédemment, seule la station de **Roubaix-Serres** est maintenue pour un suivi continu du respect de la valeur limite du CO, soit **10 mg/m³ sur 8 heures glissantes**.

Le tableau ci-dessus illustre les maxima journaliers de la moyenne glissante sur 8h de la mesure de Roubaix Serres (urbaine sous influence automobile). Ils sont bien en deçà de la valeur limite.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Roubaix-Serres (mg/m³)	2.1	2.8	1.7	1.4	-	-	2.1	1.96	-	-	1.33

Tableau 12 Evolution des maxima journaliers de la moyenne glissante 8 heures en CO à la station de Roubaix-Serres

11. Hydrocarbures Polycycliques (HAP)

Aromatiques

11.1. Concentrations

Moyennes annuelles des HAP totaux

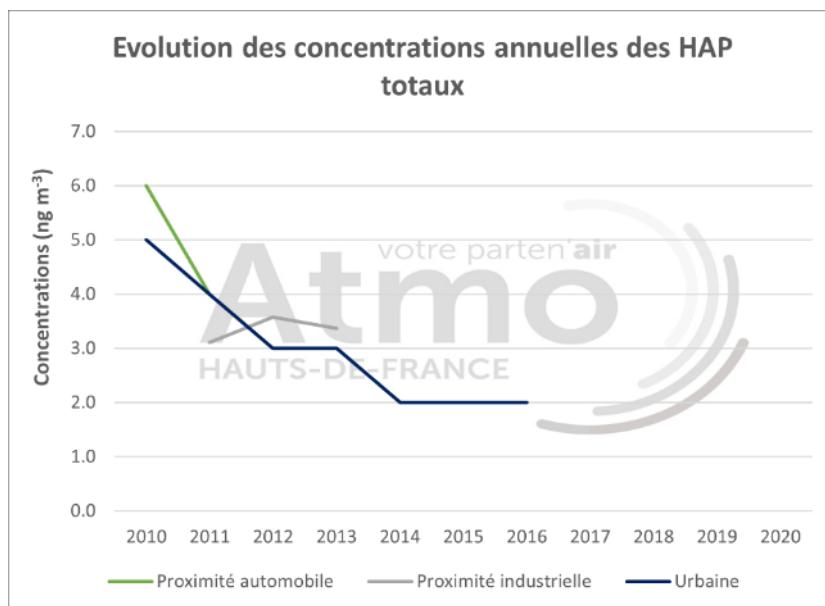


Figure 48 Evolution des concentrations moyennes annuelles des HAP de 2010 à 2020

Entre 2010 et 2016, les concentrations en HAP du périmètre d'étude pour le PPA 2023-2027 montrent une baisse pour les trois influences de mesure. En 2010, c'est sous influence automobile qu'est enregistrée la valeur la plus élevée, à la station de **Roubaix Serres (6.8 ng/m³)**. Les concentrations moyennes sous influence automobile diminuent de **67%** sur la période 2010-2016.

De 2011 à 2016, les concentrations en zone urbaine et sous influence automobile suivent le même profil. Les stations urbaines ont diminué de **60%** entre 2010 et 2016.

Les mesures sous influence industrielle, quant à elles, montrent un profil différent des autres influences de mesure, avec une augmentation de 2011 à 2012, suivie d'une baisse en 2013.

Moyennes annuelles en Benzo[a]pyrène

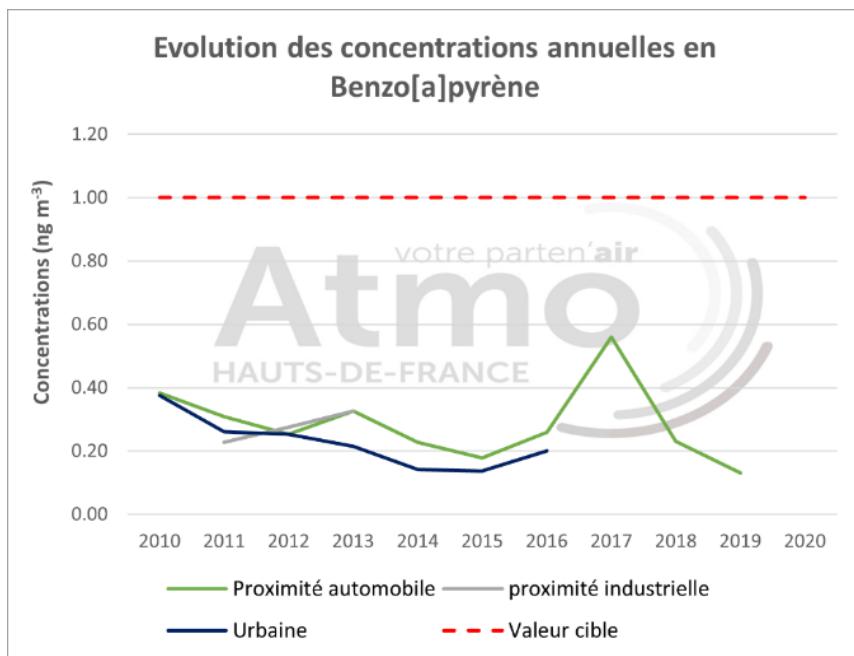


Figure 49 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Benzo[a]pyrène de 2010 à 2020

Les concentrations en Benzo[a]pyrène sur la période 2010-2020 respectent **la valeur cible** (voir Glossaire) fixée à 1 ng/m³ en moyenne annuelle. C'est sous influence automobile que sont relevées les concentrations moyennes les plus élevées. L'année 2017 est marquée par un pic de concentration, avec une donnée moyenne annuelle de 0.56 ng/m³. Cela est notamment dû à la mesure de Valenciennes Wallon (urbaine sous influence trafic) qui enregistre la plus forte concentration en B[a]P du périmètre du PPA cette année, soit 0.86 ng/m³, augmentant ainsi la moyenne annuelle. Malgré cette hausse ponctuelle, les concentrations moyennes annuelles du Benzo[a]pyrène des mesures sous influence automobile diminuent de 66% entre 2010 et 2020. La diminution est également visible sur toutes les mesures urbaines de fond, dont les niveaux sont les plus bas comparés aux deux autres influences de mesure. Ces dernières montrent une diminution de 47% entre 2010 et 2016.

A l'inverse, sous influence industrielle, les moyennes annuelles représentées pour la mesure de Trith-Saint-Léger augmentent durant sa période de surveillance de 2011 à 2013, passant de 0.23 à 0.33 ng/m³ soit une hausse de 43%.

12. Métaux lourds

12.1. Concentrations

Arsenic

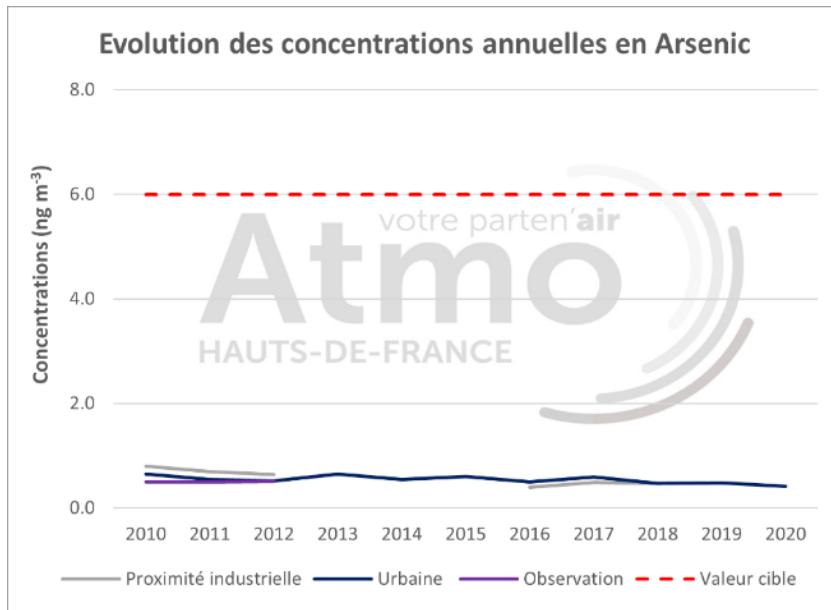


Figure 50 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Arsenic de 2010 à 2020

Entre 2010 et 2020, les concentrations moyennes annuelles en arsenic ont été faibles pour toutes les influences de mesures, bien en dessous de la **valeur cible de 6 ng/m³ en moyenne annuelle**.

Sur la période, les concentrations restent relativement stables, se situant entre **0.4 et 0.8 ng/m³**.

Cadmium

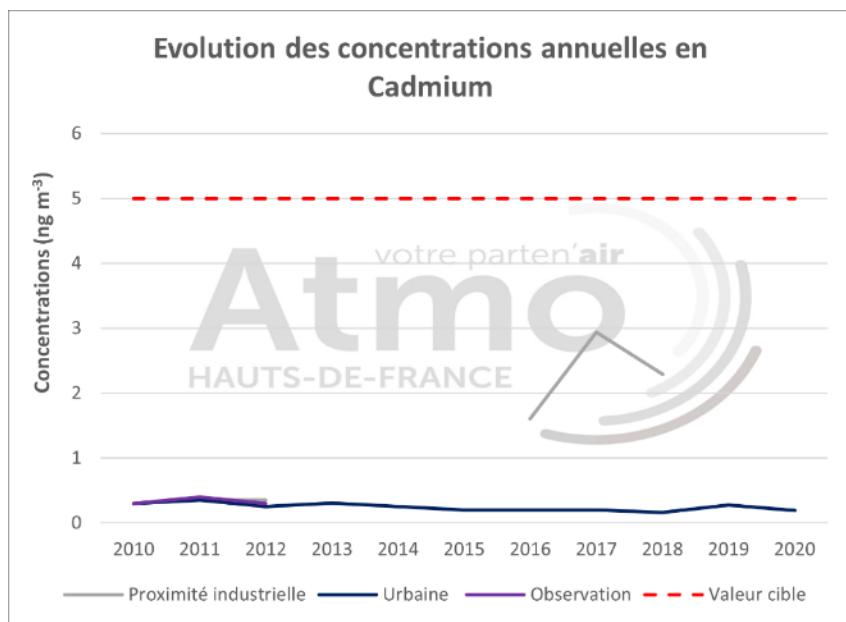


Figure 51 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Cadmium de 2010 à 2020

Entre 2010 et 2020, les concentrations moyennes en cadmium des différentes influences de mesures sont relativement faibles, ne dépassant pas la **valeur cible de 5 ng/m³ en moyenne annuelle**. Néanmoins, on

constate une augmentation nette des concentrations sous influence industrielle de 2016 à 2017, bien que la surveillance soit intermittente sur la période 2010-2020.

Le maximum en 2017 provient de la station **Escautpont** située à Valenciennes, enregistrant une moyenne de **2.9 ng/m³**. Par la suite en 2018 une diminution nette se dessine.

Nickel

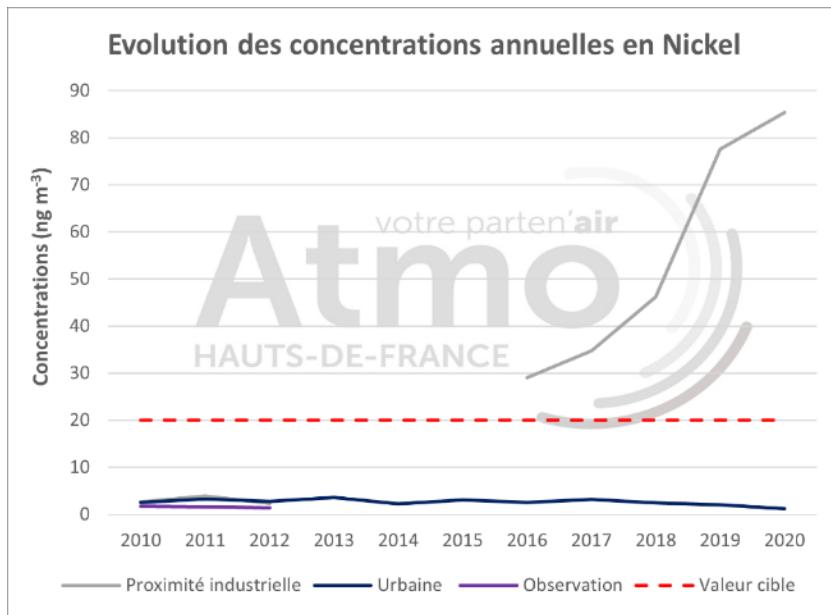


Figure 52 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Nickel de 2010 à 2020

Entre 2010 et 2020, les concentrations en moyennes nickel ont été relativement **basses** en zone urbaine et en situation d'observation, bien que dans ce cas la mesure n'ait pas été continue.

Cependant, les concentrations sous influence industrielle ont fortement augmenté. De 2010 à 2013, les concentrations se situent au même niveau que les mesures urbaines de fond et d'observation. Après un arrêt temporaire de la surveillance, elles augmentent de manière exponentielle de 2016 à 2020, bien au-dessus de la valeur cible fixée à **20 ng/m³** en moyenne annuelle. Cette hausse nette des moyennes annuelles du nickel sous influence industrielle est due aux résultats de surveillance de la station d'**Isbergues**, dont le maximum atteint **84.5 ng/m³** en 2020.

Le suivi du nickel à la station d'**Isbergues** entre 2011 et 2013 a révélé des concentrations supérieures au seuil d'évaluation de 14 ng/m³ en moyenne annuelle, expliquées en partie par les activités de la plateforme industrielle. Par la suite et depuis 2015, le secteur fait l'objet d'une surveillance réglementaire renforcée du nickel contenu dans les particules PM10⁹. Celle-ci a permis de mettre en évidence des dépassements de la valeur cible (fixée 20 ng/m³ en moyenne annuelle) entre 2016 et 2018, les mesures hebdomadaires les plus élevées ayant atteint environ 155 ng/m³. Les dépassements étant liés à une activité industrielle spécifique, des mesures de suivi et de réduction des émissions sont prises dans le cadre du suivi des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) assuré par les services de la DREAL.

⁹ https://www.atmo-hdf.fr/joomlatools-files/docman-files/Rapport_et_synthese_etudes/2020/Aperam-2018_synth%C3%A8se-communicante_VF-min.pdf

Plomb

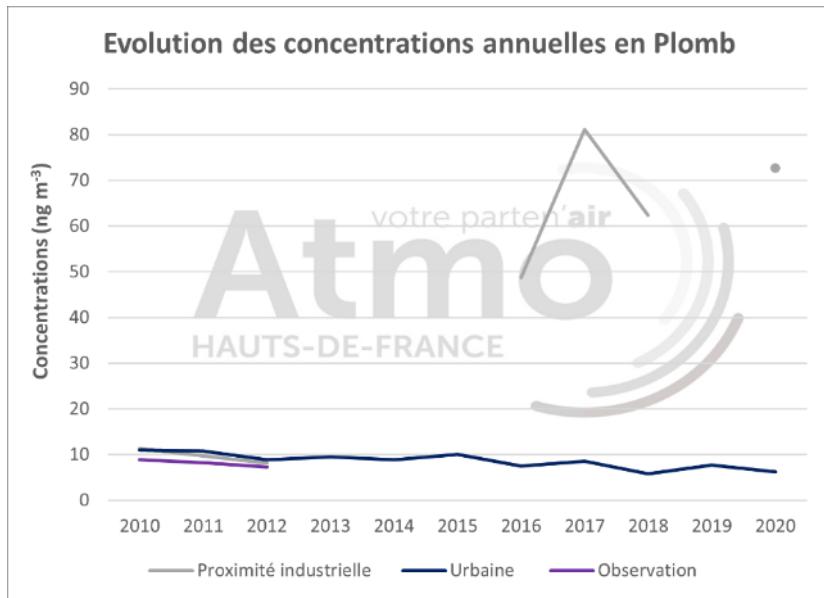


Figure 53 Evolution des concentrations moyennes annuelles en Plomb de 2010 à 2020

Entre 2010 et 2020, toutes les influences de mesure respectent les valeurs réglementaires pour le plomb, à savoir **l'objectif de qualité fixé à 250 ng/m³ en moyenne annuelle** et la **valeur cible fixée à 500 ng/m³ en moyenne annuelle**.

Les concentrations en moyennes annuelles en plomb ont été relativement **basses** sur les stations urbaines de **Marcq-en-Barœul** et **Valenciennes Acacias** sur la période, profilant toutes deux une lente diminution au fil des années. Entre 2010 et 2020, les concentrations moyennes annuelle en plomb ont diminué de **44%**.

A la station d'observation **d'Evin-Malmaison**, la diminution des concentrations moyennes en plomb est visible jusqu'à sa fermeture en 2012.

En revanche, les concentrations sous influence industrielle ont fortement augmenté. De 2010 à 2012, les concentrations se situent au même niveau que les mesures urbaines de fond et d'observation. Après un arrêt temporaire de la surveillance, elles augmentent de manière exponentielle de 2016 à 2020 avec la mise en œuvre de la **surveillance sous influence industrielle à Isbergues** et les résultats élevés associés. Le maximum est atteint en 2017 avec une moyenne annuelle de 81.2 ng/m³.

13. Bilan des épisodes de pollution de la région en 2020

Dans le cadre de sa mission réglementaire, Atmo Hauts-de-France caractérise les épisodes de pollution et active les procédures selon le niveau de pollution franchi.

Les polluants concernés par cette procédure sont le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules PM10. Les critères de déclenchement concernent la population exposée (10% de la population d'un département) ou la superficie (100 km² en région, avec 25 km² par département). L'échelle d'activation est départementale.

L'historique des épisodes sur la période 2011-2019 est disponible dans le rapport d'évaluation du PPA du Nord et du Pas-de-Calais (disponible en ligne sur le site d'Atmo Hauts-de-France).

La figure ci-dessous synthétise les épisodes de pollution enregistrés durant l'année 2020. Au sein des Hauts-de-France, 11 épisodes de pollution ont été enregistrés en 2020. Aucun épisode au dioxyde de soufre n'a été constaté, contrairement à l'année 2019. En outre, aucun épisode au dioxyde d'azote n'a été observé durant l'année.

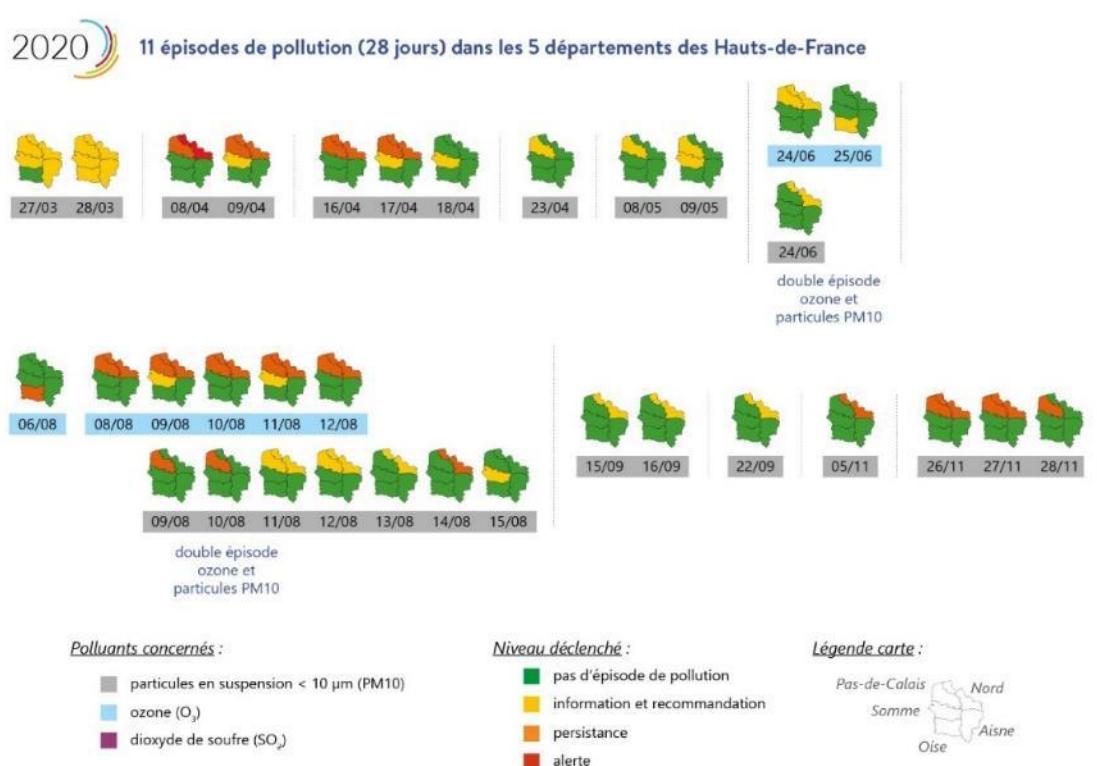


Figure 54 Bilan des épisodes de pollution des Hauts-de-France en 2020

Le nombre de jours a bien diminué en comparaison à l'année précédente, passant de **51 jours** en 2019 à **28 jours** en 2020. Pour le cas du nombre d'épisodes de pollution, il a **baisonné de moitié** en une année, passant de **23** en 2019 à **11** l'année suivante.

Sur la région, seul le 8 avril 2020 a été concerné par un niveau d'alerte aux particules PM10 dans le Nord. **14 jours** d'alerte sur persistance ont été enregistrés en 2020, sur le Nord, le Pas-de-Calais, et l'Oise, contre **25 en 2019**. De plus, la région compte **13 jours** d'information et de recommandation, contre 21 l'année

précédente. Le 28 mars 2020 a été marqué par un épisode de pollution particulaire (Niveau d'Information et de Recommandation - NIR) qui a touché toute la région.

L'année 2020 enregistre trois jours de pollution à l'ozone, durant la période estivale en juin et en août. Elle compte, de plus, deux doubles épisodes de pollution à l'ozone et aux particules PM10 ayant duré 1 et 4 jours durant les mois de juin et d'août.

La **majorité des épisodes** de la région sont dus au **particules PM10**, totalisant **20 jours sur l'année**, contre 39 jours en 2019.

De manière générale, **les épisodes de pollution ont majoritairement eu lieu au nord de la région, dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais.**

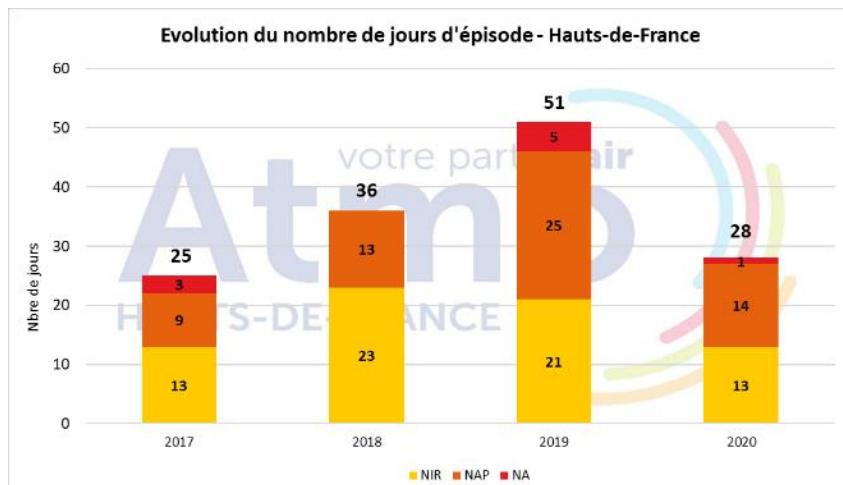


Figure 55 Historique des épisodes de pollution en Hauts-de-France entre 2017 et 2020

Conclusion

Ce rapport fait suite à l'évaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère du Nord et du Pas-de-Calais (approuvé en 2014 pour une durée de 5 ans) réalisée en 2019. La première étape de révision a redéfini le **périmètre pour le futur PPA 2023-2027 aux territoires obligés réglementairement et aux intercommunalités intermédiaires**. L'analyse des concentrations et des émissions de ce nouveau périmètre a été faite et comparée au périmètre en vigueur (départements du Nord et du Pas-de-Calais) et à la région Hauts-de-France.

Le périmètre d'étude pour le futur PPA 2023 – 2027 représente une part importante dans les **émissions régionales**, allant de 21% pour les composés organiques volatils non méthaniques (COVnM) à 27% pour les particules PM2.5. La contribution aux émissions régionales d'ammoniac est plus faible, autour de 10%, en lien avec le caractère moins rural du périmètre par rapport à la région.

D'un point de vue de la **dynamique de baisse des émissions**, elle est plus ou marquée selon le polluant investigué. Ainsi, il est nécessaire de mettre **en place des actions de réduction ambitieuses pour atteindre les objectifs** de réduction nationaux du PREPA pour les **oxydes d'azote, les particules PM10 et les composés organiques volatils COVnM**. Une tendance à la **baisse compatible avec les objectifs nationaux** est notée pour les **particules PM2.5, le dioxyde de soufre SO₂ et l'ammoniac NH₃**; il est néanmoins **nécessaire de maintenir cette dynamique sur le territoire**.

Les **secteurs d'émissions prépondérants** pour chacun des polluants sur le périmètre d'étude pour le futur PPA 2023-2027 sont **cohérents avec ceux en région**, mais dans des proportions différentes. Ainsi, le secteur résidentiel, notamment **le chauffage**, impacte fortement les émissions de **particules PM10 et PM2.5**, ainsi qu'en second volet celles de **SO₂** et de **COVnM**. Le secteur **des transports routiers** marque majoritairement les émissions **d'oxydes d'azote**. Les secteurs **industrie et agriculture** impactent respectivement les émissions de **SO₂** et de **NH₃** mais dans des proportions un peu plus faibles qu'en région.

D'un point de vue des concentrations, le territoire du futur PPA 2023-2027 **respecte les valeurs réglementaires excepté pour l'ozone** (valeur cible pour la santé, objectifs long terme pour la protection de la végétation et de la santé), pour les **particules PM2.5** (objectif de qualité) et pour **le nickel** (valeur cible, sous influence industrielle).

L'évolution des **concentrations sur 10 ans** montre une **diminution des concentrations** pour les **particules PM10 et PM2.5 et le dioxyde d'azote**. L'ozone est le seul polluant dont les **concentrations augmentent** depuis 10 ans. Les tendances sont identiques en région.

Le territoire retenu pour le PPA 2023-2027 se distingue également sur la **fréquence de dépassements de valeurs journalières** (recommandation OMS pour les PM2.5, valeur limite journalière réglementaire pour les PM10) **plus élevée qu'en région ou encore dans d'autres régions françaises**. Cette spécificité territoriale met l'accent sur la **nécessité** d'un travail de **réduction des émissions de particules primaires** mais également des **émissions de précurseurs de particules secondaires**, la caractérisation des particules en région montrant régulièrement la présence des deux types de particules dans l'atmosphère.

L'ensemble des secteurs d'activité joue un rôle **prépondérant** pour l'un ou l'autre des polluants concernés par les objectifs PREPA. Les **actions de réduction** doivent donc toucher **l'ensemble des activités anthropiques**, permettant ainsi **l'implication de tous les acteurs** que sont l'Etat, les collectivités, les acteurs économiques et les citoyens.

Secteurs d'activités	Principaux polluants	Origines	Axes de progrès
	Industrie	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} sur le SO₂ 2nd sur les NO_x 3^{ème} sur les COVnM, PM10 et PM2.5 	<ul style="list-style-type: none"> > Combustion d'énergies > Procédés industriels > Système d'épuration/filtration des fumées > Utilisation des meilleures techniques disponibles⁷ > Réduction de l'utilisation de solvants
	Transports Routiers	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} sur les NO_x 2^{ème} sur les PM2.5 et PM10 	<ul style="list-style-type: none"> > Combustion de carburants > Abrasion > Remise en suspension > Véhicules personnels (majorité)
	Résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} sur les COVnM, PM2.5 et PM10 2^{ème} sur le SO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> > Utilisation du chauffage > Combustion de biomasse et de charbon > Utilisation de solvants
	Agriculture	1 ^{er} sur le NH₃	<ul style="list-style-type: none"> > Réduction de l'utilisation d'engrais azotés > Sensibilisation sur les méthodes d'épandage > Rappel de l'interdiction du brûlage des déchets verts

Annexes

Annexe 1 : Glossaire

µg/m³ : Microgramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,001 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,001 \text{ milligramme de polluant par mètre cube d'air.}$

AASQA : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air.

AOT40 : Somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 parties par milliard) et $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur une heure, mesurées quotidiennement entre 8h00 et 20h00.

As : Arsenic.

B[a]P : Benzo(a)pyrene.

Cd : Cadmium.

Concentration : La concentration d'un polluant représente la quantité du composé présent dans l'air et s'exprime en masse par mètre cube d'air. Les concentrations des polluants caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

Conditions de dispersion : Ensemble de conditions atmosphériques permettant la dilution des polluants dans l'atmosphère et donc une diminution de leurs concentrations (vent, température, pression, rayonnement...).

Emissions : Rejets d'effluents gazeux ou particulaires dans l'atmosphère issus d'une source anthropique ou naturelle (exemple : cheminée d'usine, pot d'échappement, feu de biomasse...).

Emetteurs non inclus : Biotique comprenant les forêts, couverts végétaux et autres sols.

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale.

ML : Métaux lourds.

Moyenne 8 heures glissantes : Moyenne calculée à partir des 8 dernières moyennes horaires toutes les heures. Le pas de temps est égal à 1 heure et l'intervalle est de 8 heures.

ng/m³ : Nanogramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \text{ ng}/\text{m}^3 = 0,000001 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,000001 \text{ milligramme de polluant par mètre cube d'air.}$

Ni : Nickel.

NH₃ : Ammoniac.

NO₂ : Dioxyde d'azote.

NO_x : Oxydes d'azote.

O₃ : Ozone.

Objectif à long terme (OLT) : Niveau d'ozone à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

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

Pb : Plomb.

Percentile 90.4 (PM10) : Le percentile 90.4 représente la 35^{ème} valeur la plus élevée sur une année de 365 jours. Si cette valeur est supérieure à 50 µg/m³, cela signifie qu'il y a plus de 35 jours de dépassement de 50 µg/m³ et que la valeur limite en PM10 n'est pas respectée. À l'inverse, si le percentile 90.4 est inférieur à 50 µg/m³, cela signifie qu'il y a moins de 35 jours supérieurs à 50 µg/m³ et donc que la valeur limite en PM10 est respectée.

Percentile 99.2 (SO₂) : Le percentile 99.2 représente la 3^{ème} valeur la plus élevée sur une année de 365 jours. Si cette valeur est supérieure à 125 µg/m³, cela signifie qu'il y a plus de 3 jours de dépassement de 125 µg/m³ et que la valeur limite en SO₂ n'est pas respectée. À l'inverse, si le percentile 99.2 est inférieur à 125 µg/m³, cela signifie qu'il y a moins de 3 jours supérieurs à 125 µg/m³ et donc que la valeur limite en SO₂ est respectée.

Percentile 99.7 (SO₂) : Le percentile 99.7 représente la 1^{ère} valeur la plus élevée sur une année de 365 jours. Si cette valeur est supérieure à 350 µg/m³, cela signifie qu'il y a plus de 3 jours de dépassement de 350 µg/m³ et que la valeur limite en SO₂ n'est pas respectée. À l'inverse, si le percentile 99.7 est inférieur à 350 µg/m³, cela signifie qu'il y a moins d'un jour supérieur à 350 µg/m³ et donc que la valeur limite en SO₂ est respectée.

Percentile 99.8 (NO₂) : Le percentile 99.8 représente la 1^{ère} valeur la plus élevée sur une année de 365 jours. Si cette valeur est supérieure à 200 µg/m³, cela signifie qu'il y a plus de 18 heures de dépassement de 200 µg/m³ et que la valeur limite en NO₂ n'est pas respectée. À l'inverse, si le percentile 99.8 est inférieur à 200 µg/m³, cela signifie qu'il y a moins de 18 heures supérieures à 200 µg/m³ et donc que la valeur limite en NO₂ est respectée.

PM10 : Particules en suspension de taille inférieure ou égale à 10 µm.

PM2.5 : Particules en suspension de taille inférieure ou égale à 2,5 µm.

Polluant primaire : Polluant directement émis par une source donnée.

Polluant secondaire : Polluant non émis directement, produit de la réaction chimique entre plusieurs polluants présents dans l'atmosphère.

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère.

PRSQA : Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air.

SO₂ : Dioxyde de soufre.

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

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

Annexe 2 : Stations de mesure en activité associées au périmètre d'étude de 2010 à 2020

Station	Code Station	EPCI	Département	Typo	SO ₂	NO ₂	O ₃	PM2.5	PM10	ML	CO	BaP	Mise en service	Arrêt	Zonage tableau réglementaire	
Béthune Stade	BE2	CABBLR	Pas-de-Calais	urbaine		x	x	x	x					2003		Béthune
Noeux-les-Mines	BE5	CABBLR	Pas-de-Calais	périurbaine	x	x	x		x					1998	2014	Béthune
Noeux-les-Mines	BE8	CABBLR	Pas-de-Calais	périurbaine		x	x		x					2014		Béthune
Wingles	BE6	CA de Lens-Liévin	Pas-de-Calais	proximité industrielle	x	x			x	x				2000	2017	Béthune
Isbergues impasse Vandaele	BE9	CABBLR	Pas-de-Calais	proximité industrielle					x	x				2016	2018	Béthune
Douais Theuriet	DO1	Douaisis Agglo	Nord	urbaine		x	x	x	x					1998		Lens-Douai
Lens Rue Briquet	LE1	CA de Lens-Liévin	Pas-de-Calais	urbaine		x	x		x		x	x		1992	2011	Lens-Douai
Harnes	LE4	CA de Lens-Liévin	Pas-de-Calais	périurbaine	x	x	x		x					1992		Lens-Douai
Evin-Malmaison	LE9	CA d'Hénin-Carvin	Pas-de-Calais	observation					x	x				2003	2014	Lens-Douai
Evin-Malmaison	LE9	CA d'Hénin-Carvin	Pas-de-Calais	périurbaine					x					2015	2016	Lens-Douai
Lens Stade	LEF	CA de Lens-Liévin	Pas-de-Calais	urbaine		x			x		x	x		2011	2017	Lens-Douai
Lens Varsovie	LEG	CA de Lens-Liévin	Pas-de-Calais	proximité automobile					x					2015		Lens-Douai
Lille Fives	MC5	MEL	Nord	urbaine	x	x	x	x	x					1995		Lille
Lille Leeds	MC7	MEL	Nord	proximité automobile		x		x	x					2016		Lille
Lesquin	ME2	MEL	Nord	périurbaine		x	x							2000	2015	Lille
Wattignies	ME4	MEL	Nord	périurbaine			x							2015		Lille
Roubaix Serres	MN1	MEL	Nord	proximité automobile		x		x	x		x	x		2001		Lille
Tourcoing	MN3	MEL	Nord	urbaine	x	x	x		x	x				1997	2018	Lille
Marcq-en-Baroeul	MN5	MEL	Nord	urbaine	x	x	x		x	x		x		1993		Lille
Halluin	MN6	MEL	Nord	périurbaine		x	x							2003		Lille
Armentières	MO1	MEL	Nord	urbaine	x	x	x		x		x			2004	2016	Lille
Salomé	MS4	MEL	Nord	périurbaine	x	x	x		x	x	x	x		1997	2018	Lille
Valenciennes Acacias	VA1	CAVM	Nord	urbaine		x	x	x	x	x				1998		Valenciennes
Valenciennes Wallon	VA2	CAVM	Nord	proximité automobile		x		x	x		x	x		1999		Valenciennes
Denain	VA6	CA de la Porte du Hainaut	Nord	périrurbaine										2000		Valenciennes
Hornaing	VA9	CCCO	Nord	proximité industrielle					x					2009	2016	Valenciennes
Escautpont	VAA	CA de la Porte du Hainaut	Nord	proximité industrielle	x	x			x	x				2008	2017	Valenciennes
Saint-Amand-les-Eaux	VAC	CA de la Porte du Hainaut	Nord	Périurbaine		x	x							2011		Valenciennes

Annexe 3 : Comparaison avec les objectifs PREPA et le scénario tendanciel

Projection des objectifs stratégiques nationaux et d'un scénario tendanciel

Qu'est-ce que le PREPA ?

Le Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), en application de la directive 2016/2284 NEC, fixe les objectifs de réduction des émissions de 5 polluants au niveau de la France aux horizons 2020-2025-2030, au regard de l'année de référence, soit 2005. Il est à noter qu'il n'existe pas au niveau national d'objectif de réduction pour les particules PM10.

Objectifs de réduction des émissions du PREPA pour la France par rapport à l'année 2005

	A l'horizon 2020	A l'horizon 2025	A l'horizon 2030
SO₂	-55%	-66%	-77%
NOx	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH₃	-4%	-8%	-13%
PM2.5	-27%	-42%	-57%

Méthodologie

1. Reconstitution de l'année 2005

Afin de pouvoir appliquer les objectifs de réduction déterminés au niveau national sur le territoire du PPA 2023-2027, il est nécessaire de disposer de la même année de référence : **2005**. Cependant, celle-ci n'est pas disponible dans l'historique de l'inventaire comprenant les années 2008, 2010, 2012, 2015 et 2018.

Une **reconstitution de l'année 2005** a donc été réalisée de manière simplifiée suivant les évolutions observées sur les années suivantes. Une **courbe de tendance linéaire** a été tracée pour chacun des **6 polluants traités** dans la partie émissions (SO₂, NOx, PM10, PM2.5, COVnM, NH₃) afin de reconstituer des émissions pour l'année 2005. **Il est à noter que cette méthodologie simplifiée est utilisée uniquement dans le but de pouvoir projeter les objectifs de réduction issus du PREPA.** L'année 2005 ne constitue pas une nouvelle année officielle de l'inventaire des émissions, la méthodologie employée ne correspondant pas à celle définie dans le guide PCIT (Pôle national de Coordination des Inventaires Territoriaux).

2. Projection des objectifs du PREPA

Une fois l'année 2005 obtenue, il est possible de déterminer les objectifs à atteindre par polluant sur le territoire PPA 2023-2027 pour les horizons 2020, 2025 et 2030. **Les particules PM10 ne disposant pas d'engagement au niveau national, il est proposé de leur appliquer les objectifs de réduction fixés pour les particules PM2.5.**

3. Elaboration d'un scénario tendanciel

Un scénario tendanciel à l'**horizon 2027** a été construit afin de déterminer la **tendance du territoire** de la zone PPA 2023-2027. Il découle du scénario tendanciel national « **avec mesures existantes (AME)** » issu du PREPA. Ce scénario se base sur des hypothèses, notamment sur les secteurs de la production d'énergie, des transports (ex : pénétration des véhicules hybrides et électrique) et résidentiel (ex : aides au parc privé : rénovation et systèmes de chauffage, réglementations thermiques, etc.).

Annexe 4 : Origine et devenir des polluants dans l'atmosphère

Tableau 13 Polluants réglementés : Origines, devenir et conséquences sur la santé

	Origines	Pollutions générées	Conséquences sur la santé
Dioxyde de soufre (SO ₂)	<p>Le dioxyde de soufre (SO₂) est émis lors de la combustion des combustibles fossiles (charbon, fioul) au cours de laquelle le soufre présent dans ces combustibles est oxydé par l'oxygène de l'air. Les principales sources émettrices sont donc les centrales thermiques, les grosses installations de combustions industrielles et les installations de chauffage. Le secteur du transport, également responsable d'émissions de SO₂ (diesel), a vu sa part diminuer avec la suppression progressive du soufre dans les carburants.</p> <p>Le SO₂ est également émis par des sources naturelles telles que les éruptions volcaniques, la décomposition biologique et les feux de forêt.</p> <p>L'ensemble des mesures techniques et réglementaires prises depuis une vingtaine d'années a permis d'observer une forte baisse des émissions de SO₂. Cette baisse est également due à la diminution de la consommation des combustibles fossiles, et à l'utilisation croissante de combustibles à faible teneur en soufre et de l'énergie nucléaire.</p>	<p>Au contact de l'humidité de l'air, le dioxyde de soufre forme principalement de l'acide sulfurique à l'origine des pluies acides responsables de la modification des équilibres chimiques des sols (acidification). L'acide sulfurique participe également à la dégradation des bâtiments.</p>	<p>Le dioxyde de soufre est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures. Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets bronchospasmodiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire), altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme).</p>
Particules en suspension PM10 et PM2.5	<p>Les particules en suspension ont de nombreuses origines tant naturelles qu'humaines. Les particules d'origine naturelle proviennent des érosions éoliennes, des feux de forêts, des éruptions volcaniques...</p> <p>L'activité humaine, aussi, génère des particules en suspension par l'intermédiaire des combustions industrielles, des installations de chauffage, du transport automobile et</p>	<p>Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes. En se déposant sur les végétaux, les particules peuvent entraver la photosynthèse et ainsi nuire à leur développement.</p>	<p>Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire : les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures alors que les plus petites pénètrent facilement jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent. Ainsi, les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement</p>

	<p>de l'agriculture. Ces particules ont une très grande variété de tailles, de formes et de compositions. Elles servent de support pour de nombreuses substances comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les métaux lourds ou le dioxyde de soufre.</p> <p>Les particules généralement mesurées ont un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (PM10) ou 2,5 µm (PM2,5).</p> <p>Les particules primaires sont émises directement sous cette forme dans l'atmosphère. Les particules secondaires sont obtenues à partir de réactions chimiques des composés gazeux, appelés précurseurs de particules entre eux, ou avec d'autres particules. Les principaux précurseurs gazeux sont les oxydes d'azote (NOx), de soufre (SO₂), l'ammoniac (NH₃) et les composés organiques volatiles (COV).</p>	<p>basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble.</p> <p>Les particules ultrafines sont des particules dont le diamètre est inférieur à 0,1 µm. Ces dernières sont très dangereuses pour la santé. En effet, du fait de leur diamètre très petit, elles pénètrent plus profondément dans l'appareil respiratoire que les particules PM10 et PM2.5. En outre, elles peuvent pénétrer les poumons, le réseau sanguins, ainsi que les autres organes du corps.</p> <p>Sur le long terme, le risque de bronchite chronique et de décès par maladie cardio-respiratoire et par cancer pulmonaire augmente.</p> <p>Pour les particules les plus fines (provenant notamment des véhicules diesel), il existe des présomptions d'effets cancérogènes du fait de la particule en elle-même mais également des composés qui y sont adsorbés (HAP, métaux lourds).</p>
Oxyde d'azote (NO _x)	<p>Parmi les oxydes d'azote, le monoxyde d'azote (NO) est produit à partir de l'oxygène et de l'azote de l'air en présence d'une source de chaleur importante (cheminée, moteur, chauffage...). Le monoxyde d'azote, assez instable, se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO₂) à l'aide des oxydants présents dans l'air (comme l'ozone).</p> <p>Ainsi, à proximité d'une source de pollution par les oxydes d'azote, la concentration en NO sera plus importante. De même, en s'éloignant de la source, la concentration en NO va diminuer au profit de celle en NO₂.</p> <p>La principale source anthropique des</p>	<p>Le dioxyde d'azote participe à la formation de l'ozone troposphérique ainsi qu'à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'augmentation de l'effet de serre. Il contribue également aux phénomènes de pluies acides, par son caractère de polluant acide et son rôle dans la pollution photo-oxydante.</p> <p>Enfin, même si les dépôts d'azote possèdent un certain pouvoir nutritif, à long terme, ces apports peuvent créer un déséquilibre nutritif dans le sol qui se répercute par la suite sur les végétaux.</p> <p>A forte concentration, le dioxyde d'azote est un gaz toxique et irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Les effets chroniques spécifiques de ce polluant sont difficiles à mettre en évidence du fait de la présence dans l'air d'autres polluants avec lesquels il est corrélé. Il est suspecté d'entraîner une altération respiratoire et une hyperactivité bronchique chez l'asthmatique et chez les enfants, et d'augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes. Cependant, on estime aujourd'hui qu'il n'y a pas de risque</p>

	<p>oxydes d'azote est le trafic automobile (52% en 2015 dans les Hauts-de-France¹⁰). Même si l'arrivée des pots catalytiques en 1993 a permis la diminution des émissions des véhicules à essence, cette diminution est compensée par une forte augmentation du trafic. Les oxydes d'azotes sont également émis de façon naturelle par les volcans, les océans, la décomposition biologique et les éclairs.</p>		cancérogène lié à l'exposition au dioxyde d'azote.
Ozone (O_3)	<p>Naturellement, les concentrations en ozone dans la troposphère (entre 0 et 10 km) sont faibles. La plus grande partie des teneurs présentes résulte donc de l'activité humaine. L'ozone est un polluant dit « secondaire » c'est-à-dire qu'il n'est pas émis directement dans l'atmosphère. Cependant, la présence de polluants « primaires » précurseurs de l'ozone (oxydes d'azote, COV) permettent, lorsque les conditions d'ensoleillement sont favorables, la production de ce polluant. Les mécanismes réactionnels de formation de ce composé sont complexes et les concentrations les plus élevées sont relevées dans les zones situées en périphérie des zones émettrices des polluants primaires. L'ozone ainsi formé peut être transporté sur de grandes distances.</p>	<p>L'ozone altère la photosynthèse et la respiration des végétaux. Il peut donc être responsable de la baisse de la productivité de certaines cultures. L'exposition à ce polluant peut provoquer des nécroses chez les végétaux les plus sensibles comme le tabac.</p>	<p>L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il est responsable d'irritations oculaires, de toux et d'altérations pulmonaires principalement chez les enfants et les personnes asthmatiques. Ces effets, variables selon les individus, sont augmentés par l'exercice physique.</p>

¹⁰ Inventaire des émissions A2015_M2017_V6

Monoxyde de carbone (CO)	<p>Il provient de la combustion incomplète notamment dans les moteurs de voitures à essence, ainsi que des foyers de combustion lors de mauvais réglages. Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand le moteur tourne dans un espace clos (garage) ou quand il y a une concentration de véhicules qui roulent au ralenti dans des espaces couverts (tunnel, parking).</p>	<p>Le monoxyde de carbone participe au mécanisme de production de l'ozone troposphérique. Il contribue également à l'effet de serre en se transformant en dioxyde de carbone (CO_2).</p>	<p>Il se fixe en lieu et place de l'oxygène sur l'hémoglobine conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur, des vaisseaux sanguins. A doses importantes et répétées, il peut être à l'origine d'intoxication chronique avec céphalées, vertiges, asthénie, vomissements. En cas d'exposition prolongée et très élevée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles.</p>
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (dont le benzo[a]pyrène BaP)	<p>Cette dénomination regroupe l'ensemble des substances composées de 2 à 6 cycles aromatiques. Les HAP sont produits par combustion incomplète ou par pyrolyse et sont principalement émis par le trafic automobile (véhicules essence non catalysés et diesel) et les installations de chauffage au bois au charbon ou au fioul. Ils se fixent sur les particules en suspension.</p> <p>Le benzo[a]pyrène est généralement choisi comme traceur des HAP.</p>	<p>Bio-accumulables, modérément et lentement biodégradables, les HAP ont un effet nocif sur les organismes vivants qui l'absorbent.</p>	<p>Ces molécules lourdes sont le plus souvent adsorbées sur les fines particules de suie pénétrant profondément dans l'appareil respiratoire. Les HAP sont des substances cancérogènes et mutagènes. Le risque de cancer lié aux HAP est l'un des plus anciens connus.</p>
Eléments Traces Métalliques Arsenic (As), Nickel (Ni), Cadmium (Cd), Plomb (Pb)	<p>Les métaux lourds réglementés regroupent l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb. Ils sont présents dans l'atmosphère sous forme solide, associés aux fines particules en suspension. Ils sont émis principalement par les activités de raffinage, de métallurgie, de transformation d'énergie et par l'incinération des déchets.</p>	<p>Les métaux lourds lorsqu'ils sont émis dans l'atmosphère sont bio-persistants.</p> <p>De plus, ils ont des effets néfastes sur les écosystèmes : pollution des sols, contamination de l'eau. Du fait d'un temps de vie long, leurs effets négatifs sont d'autant plus importants.</p>	<p>Ces métaux ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme et d'engendrer un risque de toxicité à long terme impliquant d'éventuelles propriétés cancérogènes. L'inhalation de ces métaux, même en faible quantité, peut conduire à des niveaux de concentrations toxiques (le cadmium peut provoquer des intoxications rénales et le plomb attaque le système nerveux) ou cancérogènes (arsenic et nickel) par bio-accumulation.</p>

Annexe 5 : Réglementation relative aux polluants atmosphériques

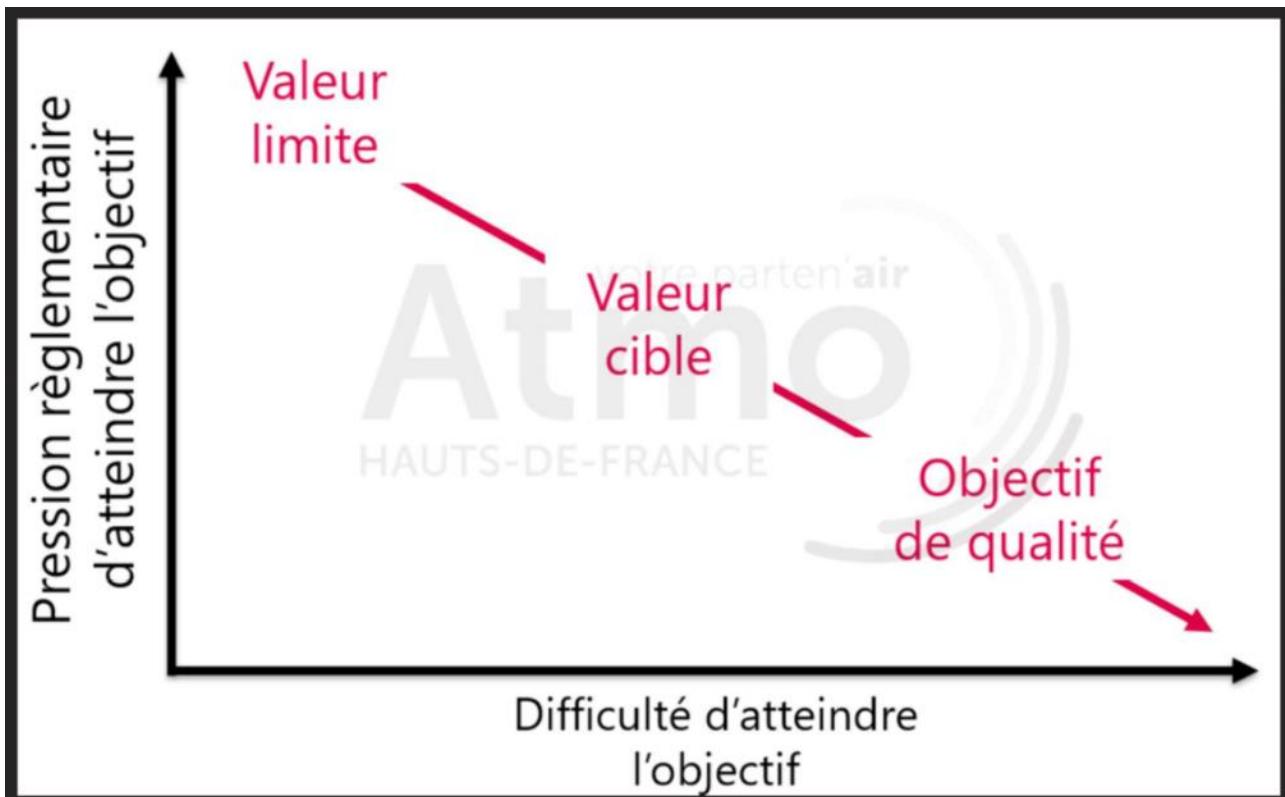


Figure 56 Hiérarchie des valeurs réglementaires

Tableau 14 Réglementation des polluants surveillés (Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010)

Polluant	Valeurs réglementaires				
	Valeur limite	Valeur cible	Objectif long terme Objectif de qualité	Niveau d'information et de recommandation	Niveau d'alerte
Dioxyde d'azote (NO ₂)	40 µg/m³ en moyenne annuelle		-	200 µg/m³ en moyenne horaire	400 µg/m³ pendant 3h consécutives ou Persistance : 200 µg/m³ plus de 2 jours consécutifs (J-1, J et J+1) (moyenne horaire)
	200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18h/an	-	-		
Ozone (O ₃)	-	<u>Protection de la santé</u> 120 µg/m³ en moyenne glissante sur 8h, à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne calculée sur 3 ans	<u>Protection de la santé</u> 120 µg/m³ en moyenne sur 8h glissantes	180 µg/m³ en moyenne horaire	<u>Seuil 1 :</u> 240 µg/m³ pendant 3h consécutives
		<u>Protection de la végétation</u> 18 000 µg/m³.h pour l'AOT40 (moyenne calculée sur 5 ans)	<u>Protection de la végétation</u> 6 000 µg/m³.h pour l'AOT40		<u>Seuil 2 :</u> 300 µg/m³ pendant 3h consécutives
Particules PM10	40 µg/m³ en moyenne annuelle		30 µg/m³ en moyenne annuelle	50 µg/m³ en moyenne journalière	<u>Seuil 3 :</u> 360 µg/m³ (moyenne horaire)
	50 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 j/an	-			80 µg/m³ (seuil admis par le CSHPF) ou Persistance : 50 µg/m³ plus de 2 jours consécutifs (J et J+1) (moyenne journalière)
Particules PM2.5	25 µg/m³ en moyenne annuelle	20 µg/m³ en moyenne annuelle	10 µg/m³ en moyenne annuelle	-	-

Dioxyde de soufre (SO₂)	125 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 j/an	-	50 µg/m³ en moyenne annuelle	300 µg/m³ en moyenne horaire	500 µg/m³ pendant 3h consécutives
	350 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 h/an				
Monoxyde de carbone (CO)	10 mg/m³ en moyenne sur 8h glissantes	-	-	-	-
Benzène (C₆H₆)	5 µg/m³ en moyenne annuelle	-	2 µg/m³ en moyenne annuelle	-	-
Benzo[a]pyrène (BaP)	-	1 ng/m³ en moyenne annuelle	-	-	-
Plomb (Pb)	0.5 µg/m³ en moyenne annuelle	-	0.25 µg/m³ en moyenne annuelle	-	-
Cadmium (Cd)	-	5 ng/m³ en moyenne annuelle	-	-	-
Nickel (Ni)	-	20 ng/m³ en moyenne annuelle	-	-	-
Arsenic (As)	-	6 ng/m³ en moyenne annuelle	-	-	-

Annexe 6 : Techniques utilisées pour l'évaluation de la pollution atmosphérique

Tableau 15 Techniques de mesure de la pollution atmosphérique

Polluants	Méthode de mesure	Norme de référence	Méthode équivalente	Méthode utilisée à Atmo Hauts-de-France
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UV	NF EN 14212 (janv 2013)		Fluorescence UV
Oxydes d'azote (NO _x)	Chimiluminescence	NF EN 14211 (oct 2012)		Chimiluminescence
Monoxyde de carbone (CO)	Absorption Infra Rouge	NF EN 14626 (oct 2012)		Absorption Infra Rouge
Ozone (O ₃)	Absorption UV	NF EN 14625 (fév 2013)		Absorption UV
Particules en suspension (PM10 et PM2.5)	Gravimétrie	NF EN 16450 (avril 2017)	Micro gravimétrie, Rayonnement beta	Micro-balance, Micro-balance avec FDMS, radiométrie béta avec RST
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - HAP dont le benzo(a)pyrène	Principe de la collecte de la fraction PM10 des particules ambiantes sur un filtre, dosage par chromatographie liquide haute performance avec détection par fluorescence ou par chromatographie gazeuse par spectrométrie de masse	NF EN 15549 (analyse) NF ISO 12341 (prélèvement)		Principe de la collecte de la fraction PM10 des Particules ambiantes sur un filtre, dosage par Chromatographie liquide haute performance avec détection par Fluorescence
Métaux lourds	Principe de la collecte de la fraction PM10 des Particules ambiantes sur un filtre sur 24h et analyse par spectrométrie de masse/plasma inductif ou spectrométrie d'absorption atomique	NF EN 14902 (analyse) NF ISO 12341 (prélèvement)	Principe de la collecte de la fraction PM10 des particules ambiantes sur un filtre sur 7 jours	Principe de la collecte de la fraction PM10 des particules ambiantes sur un filtre sur 7 jours puis spectrométrie de masse/ plasma inductif

**RETRouvez toutes
nos publications sur :**
www.atmo-hdf.fr

Atmo Hauts-de-France

Observatoire de l'Air

199, rue Colbert – Bâtiment Douai

59000 Lille

