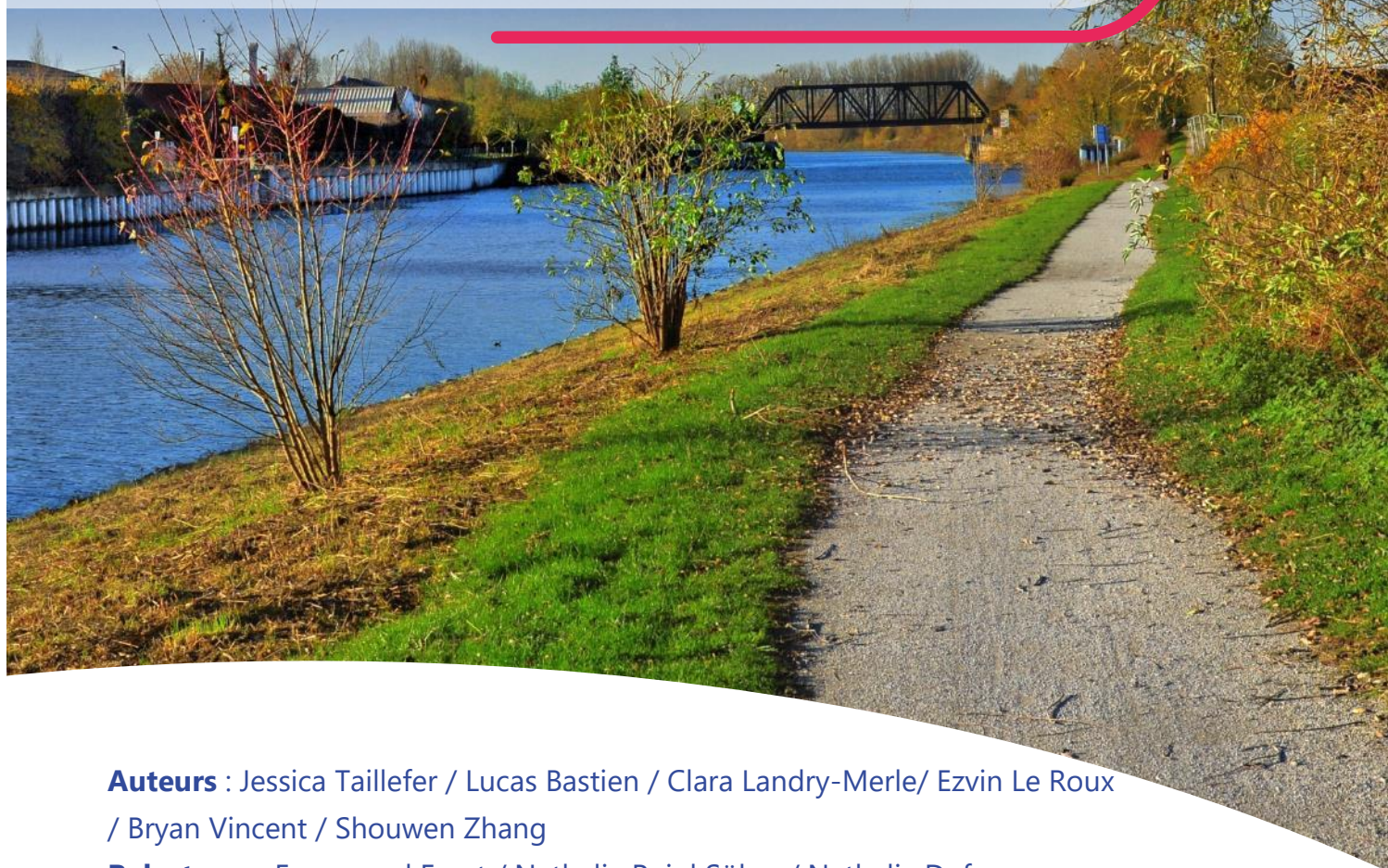


Impact du confinement lié à la pandémie du COVID-19 sur la qualité de l'air de la Métropole Européenne de Lille



Auteurs : Jessica Taillefer / Lucas Bastien / Clara Landry-Merle/ Ezvin Le Roux
/ Bryan Vincent / Shouwen Zhang

Relecteurs : Emmanuel Escat / Nathalie Pujol Söhne/ Nathalie Dufour

Diffusion : août 2021



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°02/2020/JTA/V2**.

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.

	Nom	Qualité	Visa
Approbation	Benoit ROCQ	Directeur adjoint	

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

Date d'application : 01/01/2021

Sommaire

1. Introduction.....	10
2. Contexte de l'étude	11
3. Impact sur les émissions de polluants atmosphériques	12
3.1. <i>Inventaire d'Atmo Hauts-de-France.....</i>	<i>12</i>
a. Qu'est-ce qu'un inventaire des émissions ?	12
b. Des émissions aux concentrations de polluants dans l'atmosphère	12
3.1. <i>Contexte environnemental.....</i>	<i>13</i>
a. Localisation des principaux émetteurs anthropiques de la zone d'études	13
3.2. <i>Méthodologie.....</i>	<i>13</i>
a. Période d'investigation	13
b. Secteurs étudiés	13
c. Polluants étudiés	14
d. Méthode de travail	14
e. Données sources et hypothèses	16
3.3. <i>Résultats.....</i>	<i>19</i>
a. Zoom sur la répartition des émissions par polluant	20
b. Zoom sur les répartitions des émissions par secteur	23
c. Conclusion	27
4. Impact sur les concentrations modélisées	28
4.1. <i>Méthodologie.....</i>	<i>28</i>
a. Choix des jours représentatifs.....	28
b. Cartographies	29
4.2. <i>Résultats.....</i>	<i>29</i>
a. Dioxyde d'azote	29
b. Particules PM10	33
c. Particules PM2.5	37
d. Projection sur l'exposition des populations	41
e. Conclusion	42
5. Impact sur les concentrations mesurées	43
5.1. <i>Contexte.....</i>	<i>43</i>
5.2. <i>Méthodologie.....</i>	<i>43</i>
a. Analyse des paramètres météorologiques	44
b. Analyse des concentrations mesurées.....	44
c. Synthèse	46
5.3. <i>Résultats.....</i>	<i>47</i>
a. Analyse des paramètres météorologiques	47
b. Analyse des concentrations mesurées.....	53
6. Impact sur la composition chimique des particules avec un zoom sur les épisodes de pollution.....	79
6.1. <i>Méthodologie.....</i>	<i>79</i>
a. Objectifs et polluants mesurés	79
b. Techniques de mesure	80
c. Episode de pollution.....	81
6.2. <i>Résultats.....</i>	<i>82</i>
a. Bouclage chimique	82



b.	Composition chimique.....	83
c.	OC/EC et lévoglucosan	87
d.	Métaux liés au trafic routier	88
e.	Episodes de pollution.....	89
f.	Comparaison avec Grande-Synthe	92
7.	Conclusion.....	96

Annexes

Annexe 1 : Glossaire.....	98
Annexe 2 : Méthodologie détaillée de l'inventaire des émissions	100
Annexe 3 : Cartes de modélisation des concentrations.....	109
Annexe 4 : Données météorologiques – station Valenciennes (Météo France).....	130



Illustrations

Figure 1 : Exposition de la population à la pollution de l'air	12
Figure 2 : Localisation des sites ICPE et occupation des sols sur la Métropole Européenne de Lille	13
Figure 3 : Processus du calcul des émissions de l'inventaire scénario "Sans confinement" du 17 mars au 11 mai 2020.....	15
Figure 4 : Processus du calcul des émissions de l'inventaire scénario "Avec confinement" du 17 mars au 11 mai 2020.....	15
Figure 5 : Emissions (en %) des scénarii de NOx par secteurs d'activité au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	20
Figure 6 : Emissions (en %) des scénarii de PM10 par secteurs d'activité au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	21
Figure 7 : Emissions (en %) des scénarii de PM2.5 par secteurs d'activité au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	22
Figure 8 : Emissions en tonnes du secteur agricole par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	23
Figure 9 : Emissions en tonnes du secteur autres transports par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	23
Figure 10 : Emissions en tonnes des scénarii par sous-secteurs autres transports au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	24
Figure 11 : Emissions en tonnes du secteur industriel par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	25
Figure 12 : Emissions en tonnes du secteur résidentiel par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	25
Figure 13 : Emissions en tonnes du secteur tertiaire par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	26
Figure 14 : Emissions en tonnes du secteur transports routiers par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v1 + hypothèses + ajustement profils temporels).....	26
Figure 15 : Stations de mesures fixes d'Atmo Hauts-de-France et de Météo France situées dans la zone d'étude (MEL) et le bassin minier (Source : Atmo Hauts-de-France et Météo France).....	43



Figure 16: En haut : profil journalier de température sur la période du confinement (17/03 au 11/05) pour Lille-Lesquin.....	47
Figure 17: Cumul des précipitations mensuelles sur la station de Lille-Lesquin (Source : Météo France)	48
Figure 18 : En haut : profil journalier de l'humidité relative sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Lille-Lesquin En bas : profil mensuel de l'humidité sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Lille-Lesquin) (Source : Météo France)	48
Figure 19 : En haut : profil journalier de la vitesse de vents sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Lille-Lesquin En bas : profil mensuel de la vitesse de vents sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Lille-Lesquin) (Source : Météo France)	49
Figure 20 : Roses des vents de Lille-Lesquin du 1 ^{er} janvier au 16 mars (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)	50
Figure 21 : Roses des vents de Lille-Lesquin du 17 mars au 11 mai (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)	51
Figure 22 : Roses des vents de Lille-Lesquin du 12 mai au 30 juin (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)	51
Figure 23 : Profils moyens mensuel du NO ₂ sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020).....	53
Figure 24: (au-dessus) Evolution des concentrations de dioxyde d'azote en moyenne glissante sur 7 jours	54
Figure 25 : Profils moyens journaliers de NO ₂ par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL.....	55
Figure 26 : Ecart entre le profil moyen journalier en fond urbain et périurbain (à gauche) ; entre la proximité automobile et le fond périurbain (à droite) pour les périodes de pré-confinement, confinement et post-confinement.....	56
Figure 27 : Profils moyens mensuel du NO ₂ sur toutes les typologies de stations du territoire du bassin minier (2015-2020).....	57
Figure 28: (au-dessus) Evolution des concentrations de dioxyde d'azote en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier	58
Figure 29: Ecart entre le profil moyen journalier en fond urbain et périurbain (à gauche) ; entre la proximité automobile et le fond périurbain (à droite) pour les périodes de pré-confinement, confinement et post-confinement pour le bassin minier	59
Figure 30 : Profils moyens mensuel de l'ozone sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020).....	60
Figure 31 : Evolution des concentrations d'ozone en moyenne glissante sur 7 jours sur la MEL	61
Figure 32 : Profils moyens journaliers d'ozone par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL.....	62
Figure 33 : Ecart de concentrations en ozone entre le profil moyen journalier en fond périurbain et rural (à gauche) ; entre le fond urbain et rural (à droite) pour les périodes de pré-confinement et confinement sur la MEL.....	64
Figure 34 : Profils moyens mensuel du O ₃ sur toutes les typologies de stations du territoire du	



bassin minier (2015-2020).....	65
Figure 35: évolution des concentrations d’ozone en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier	65
Figure 36: Ecart de concentrations en ozone entre le profil moyen journalier en fond périurbain et rural (à gauche) ; entre le fond urbain et rural (à droite) pour les périodes de pré-confinement et confinement sur le bassin minier.....	66
Figure 37 : Profils moyens mensuel des PM10 sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020).....	67
Figure 38: (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM10 en moyenne glissante sur 7 jours sur la MEL	68
Figure 39 : Profils moyens journaliers de PM10 par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL.....	69
Figure 40 : Profils moyens mensuel des PM10 sur toutes les typologies de stations du territoire du bassin minier (2015-2020).....	70
Figure 41 : (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM10 en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier	71
Figure 42 : Profils moyens mensuel des PM2.5 sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020).....	72
Figure 43: (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM2.5 en moyenne glissante sur 7 jours sur la MEL	73
Figure 44 : Profils moyens journaliers de PM2.5 par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL.....	74
Figure 45 : Profils moyens mensuel des PM2.5 sur toutes les typologies de stations du territoire du bassin minier (2015-2020).....	75
Figure 46 : (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM2.5 en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier.....	76
Figure 47 : Profils moyens mensuel de black carbon (à gauche - marqueur trafic ; à droite – marqueur combustion de biomasse) en typologie urbaine et de prox auto sur le territoire de la MEL (2015-2020).....	77
Figure 48: Ecart de concentrations de black carbon (trafic et combustion de biomasse) par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	77
Figure 49 : Evolution des concentrations de black carbon en moyenne glissante sur 7 jours (à gauche - marqueur trafic ; à droite – marqueur combustion de biomasse) pour la MEL en 2020 ..	78
Figure 50 : Station de mesure d’Atmo Hauts-de-France : Lille-Fives.....	79
Figure 51 : Photos de préleveurs DA80 (intérieur et tête de prélèvement)	80
Figure 52 épisodes de pollution du 1 ^{er} janvier au 30 juin 2020.....	82
Figure 53 Comparaison des concentrations massiques en PM10 reconstituées par bouclage chimique à celles mesurées par TEOM-FDMS.....	83
Figure 54 Composition chimique moyenne des PM10 du 1 ^{er} semestre 2020 et jan-mai 2018.....	84



Figure 55 Composition chimique moyenne des PM10 avant, pendant et après le confinement.....	85
Figure 56 Concentration en OC et EC dans les PM10 pour ces 3 périodes	87
Figure 57 Concentration du lévoglucosan dans les PM10 et la température ambiante pour ces 3 périodes	88
Figure 58 Concentration des 4 métaux (Ba, Cu, Sb et Sn) pour ces 3 périodes	89
Figure 59 Concentrations journalières en PM10 et concentration maximum horaire en particules PM10 et ozone modélisées par la plateforme PREV'AIR pour les épisodes de pollution du 1 ^{er} semestre 2020.....	91
Figure 60 Comparaison de la composition chimique des PM10 pendant et hors les épisodes	92
Figure 61 Comparaison de la composition moyenne du 1 ^{er} semestre 2020 à Lille et à Grande-Synthe	93
Figure 62 Comparaison des niveaux des métaux à Lille et à Grande-Synthe.....	95
Figure 63 : Carte du réseau ferroviaire sur la Métropole Européenne de Lille (SNCF Réseau)	103
Figure 64 : Réseau navigable Nord-Pas-de-Calais du 13 mars au 11 mai 2020 (VNF NPdC)	104
Figure 65: En haut : profil journalier de température sur la période du confinement (17/03 au 11/05) pour Valenciennes En bas : profil mensuel de température sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Valenciennes) (Source : Météo France).....	130
Figure 66: Cumul des précipitations mensuelles sur la station de Valenciennes (Source : Météo France)	130
Figure 67: En haut : profil journalier de l'humidité relative sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Valenciennes En bas : profil mensuel de l'humidité relative sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Valenciennes) (Source : Météo France)	131
Figure 68 : En haut : profil journalier de vitesses de vents sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Valenciennes En bas : profil mensuel de vitesses de vent sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Valenciennes) (Source : Météo France)	131
Figure 69 : Roses des vents de Valenciennes du 1 ^{er} janvier au 16 mars (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France).....	132
Figure 70 : Roses des vents de Valenciennes du 17 mars au 11 mai (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)	132
Figure 71 : Roses des vents de Valenciennes du 12 mai au 30 juin (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)	132



Tableaux

Tableau 1 : Synthèse méthodologique des paramètres étudiés.....	11
Tableau 2 : Emissions totales (en tonnes) par polluant et par secteur selon les scénarii.....	19
Tableau 3 : Liste des stations de mesures prises en compte dans le cadre de cette étude.....	44
Tableau 4 : synthèse des paramètres analysés sur les mesures.....	46
Tableau 5 : Ecart de concentrations de NO ₂ par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	53
Tableau 6 : Ecart de concentrations de NO ₂ par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	57
Tableau 7 : Ecart de concentrations d'ozone par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	60
Tableau 8 : Ecart de concentrations de O ₃ par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	65
Tableau 9 : Ecart de concentrations de PM10 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	67
Tableau 10 : Ecart de concentrations de PM10 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	70
Tableau 11 : Ecart de concentrations de PM2.5 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	72
Tableau 12 : Ecart de concentrations de PM2.5 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique.....	75
Tableau 13 : Station de mesure sélectionnés pour cette étude.....	80
Tableau 14: Le seuil d'information et de recommandation et le seuil d'alerte pour l'ozone, NO ₂ , SO ₂ et PM10	81
Tableau 15 : Consommations dominantes associées aux réseaux de chaleur sur la MEL.....	106



1. Introduction

Le mardi **17 mars 2020**, des **mesures d'urgences sanitaires extraordinaires** ont été mises en place en France en vue de lutter contre la pandémie de **COVID-19**. L'interdiction de se déplacer a été instaurée afin de limiter la propagation du virus. Ces restrictions ont conduit à un **confinement de la population** sur une durée de 55 jours, soit jusqu'au 11 mai 2020.

Ce **bouleversement a modifié de façon drastique les habitudes** des français avec la réduction voire la mise à l'**arrêt de plusieurs activités économiques du pays**.

Des **changements de modes de vie** ont été observés pour palier à cette crise comme le recours au **télétravail**, aux **visioconférences** ou encore l'approvisionnement en **circuits courts**.

A partir du **11 mai 2020**, un **déconfinement** progressif a été mis en place sur le pays cependant, la recrudescence de cas au mois de septembre 2020 a conduit à la mise en place d'un second confinement moins strict le 30 octobre.

La baisse des activités anthropiques a un impact direct sur les émissions de polluants atmosphériques et par conséquent sur les concentrations respirées. D'après une étude de **Santé Publique France**¹, la pollution de l'air est responsable de **6500 décès chaque année sur les Hauts-de-France**, soit **13% des causes de mortalité régionale**. A l'échelle de la **France**, pas moins de **48 000 décès** sont imputés à la pollution de l'air, ce qui en fait la 3^{ème} cause de mortalité derrière le tabac et l'alcool.

L'étude de **l'impact du confinement sur la qualité de l'air** vise à améliorer les connaissances sur ce sujet et à apporter à la **Métropole Européenne de Lille** des clés afin d'élaborer sa politique de demain en matière d'amélioration de la qualité de l'air. La mise en place d'actions à l'échelle de son territoire permettra de réduire l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

Fort de plus de 40 ans d'expertise en matière de qualité de l'air, **Atmo Hauts-de-France** accompagne ses partenaires sur la réalisation **d'études spécifiques**.

Ce rapport d'étude vise à **évaluer à travers l'inventaire des émissions**, les données des **concentrations** issues des **stations de mesures**, la **modélisation** et des zooms sur les épisodes de pollution, l'impact sur la qualité de l'air des mesures politiques prises pendant la période du confinement.

¹ <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/documents/rapport-synthese/impacts-de-l-exposition-chronique-aux-particules-fines-sur-la-mortalite-en-france-continentale-et-analyse-des-gains-en-sante-de-plusieurs-scenarios>



2. Contexte de l'étude

La Métropole Européenne de Lille s'étend sur **95 communes** et compte **1 146 320 habitants** (INSEE – 2017). Comme tous les EPCI (établissement public de coopération intercommunale) de plus de 20 000 habitants, la MEL a réalisé son **Plan Climat Air Energie Territorial** (PCAET) qui est arrêté depuis le 13 décembre 2019. Parmi les actions de ce plan, le **Fond Air Bois** et la mise en place d'une **Zone à Faibles Emissions** constituent les principales sources de réduction des émissions de polluants sur le territoire.

De plus, la MEL se situe dans zone soumise à un **Plan de Protection de l'Atmosphère** (PPA). Il s'agit du **PPA Nord-Pas-de-Calais** mis en place en **2014** suite aux dépassements de la valeur limite des 50 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an. Sa **révision** a commencé en 2020 et se terminera sur 2021 ; le périmètre géographique d'application restant encore à définir.

Sur ces sujets, la MEL travaille en partenariat avec Atmo Hauts-de-France afin de comprendre les enjeux de l'air sur son territoire et d'anticiper sa politique de demain.

Le présent rapport se focalise **sur l'étude de l'impact du confinement sur la qualité de l'air**, essentiellement sur le **premier semestre 2020**. L'étude se divise en **quatre sous-parties** afin de traiter de la façon la plus exhaustive possible l'impact du confinement sur la qualité de l'air. Le tableau suivant fait la synthèse des **polluants, dimensions spatiales et temporelles en fonction des paramètres analysés**.

Paramètres analysés	Polluants	Dimension spatiale	Période
Emissions de polluants	Particules PM10, PM2.5 et oxydes d'azote (NOx)	Métropole Européenne de Lille	17 mars au 11 mai
Modélisation des concentrations	Particules PM10, PM2.5, dioxyde d'azote (NO ₂)	Métropole Européenne de Lille	17 mars au 11 mai 1 jour semaine 1 jour weekend
Mesures des concentrations	Particules PM10, PM2.5, NO ₂ , ozone, Black Carbon (BC)	Métropole Européenne de Lille Comparaison bassin minier	Avant / pendant / après la période de confinement
Zoom sur la composition chimique des particules – Episodes de pollution	Sucres, carbone élémentaire, carbone organique, anions/cations, métaux lourds	Métropole Européenne de Lille Comparaison avec la Communauté Urbaine de Dunkerque	Avant / pendant / après la période de confinement

Tableau 1 : Synthèse méthodologique des paramètres étudiés



3. Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

3.1. Inventaire d'Atmo Hauts-de-France

a. Qu'est-ce qu'un inventaire des émissions ?

L'inventaire d'Atmo Hauts-de-France dresse le **bilan des émissions** de 43 polluants dont 6 Gaz à Effet de Serre (GES) pour des années définies (2008-2010-2012-2015). Il permet de réaliser un **état des lieux** pour des documents de politique publique (Plan Climat Air Energie Territorial, Plan de Déplacement Urbain, etc.) et est utilisé comme données d'entrée pour la **modélisation**.

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.

b. Des émissions aux concentrations de polluants dans l'atmosphère

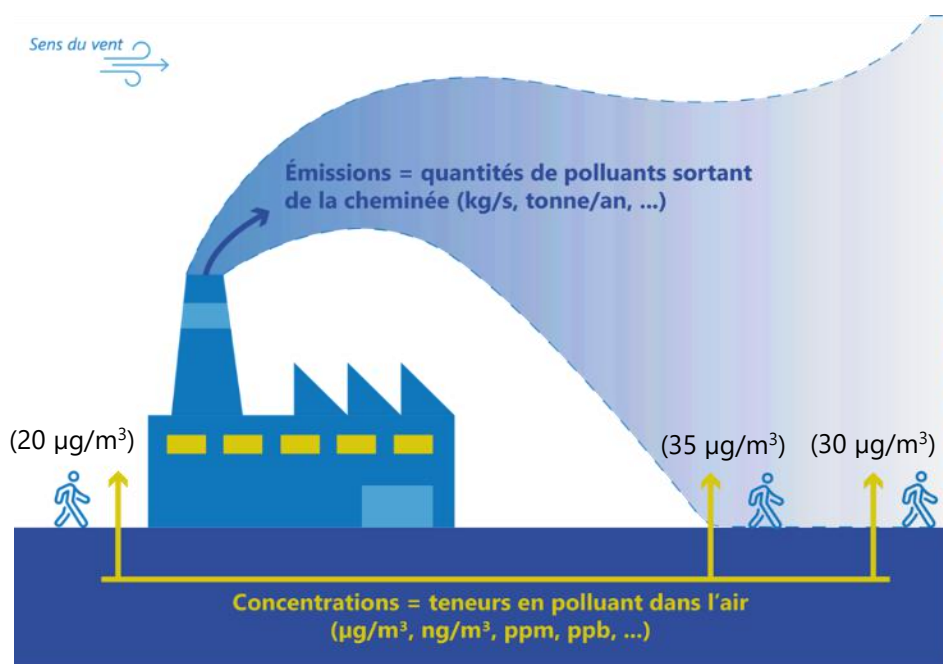


Figure 1 : Exposition de la population à la pollution de l'air

L'exposition de la population aux polluants atmosphériques est liée à de nombreux paramètres météorologiques et aux sources d'émissions. Sur le schéma, le vent provient de l'Ouest et transporte les polluants vers l'Est. Ainsi, bien que ces 3 personnes soient situées à proximité de la même source d'émissions, ils ne sont pas pour autant exposés aux mêmes concentrations.

3.1. Contexte environnemental

a. Localisation des principaux émetteurs anthropiques de la zone d'études

La **Métropole Européenne de Lille** est majoritairement occupée par des **territoires agricoles** et des **zones urbanisées**, quelques zones industrielles ou commerciales sont également situées en périphérie de ces zones urbaines. Au total, **3 sites SEVESO** sont recensés sur le territoire. Le reste des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont soumis par un régime d'autorisation (A).

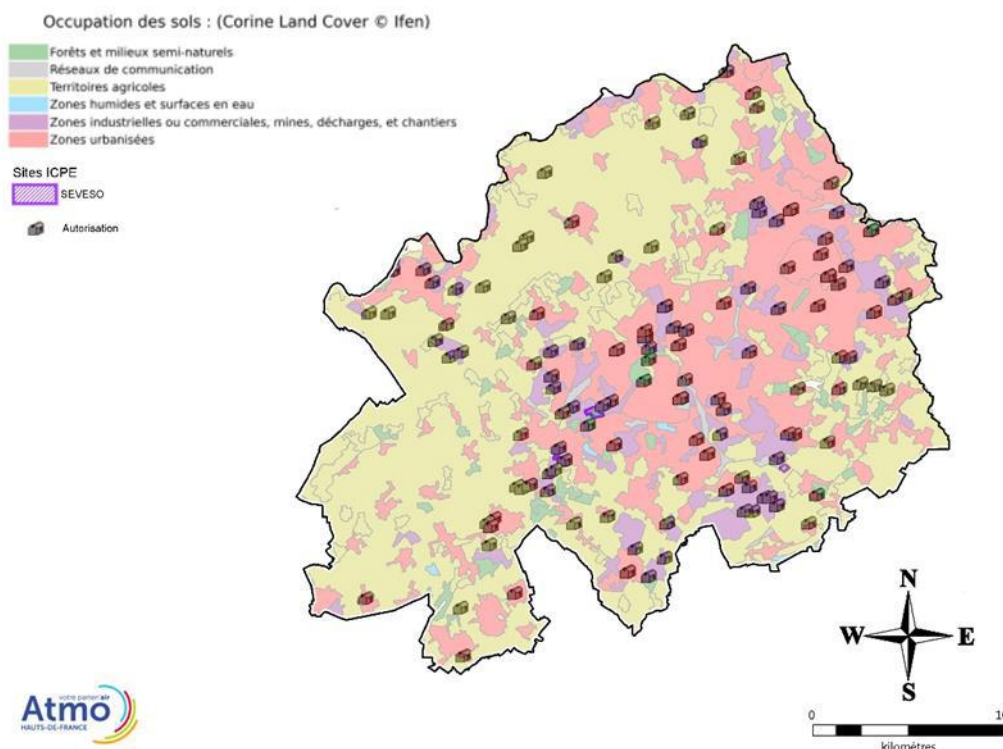


Figure 2 : Localisation des sites ICPE et occupation des sols sur la Métropole Européenne de Lille (Corine Land Cover © Ifen, 2012)

3.2. Méthodologie

a. Période d'investigation

Les émissions ont été calculées entre le **17 mars 2020 et le 11 mai 2020**.

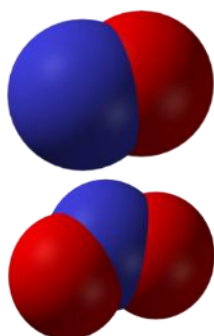
b. Secteurs étudiés

Les secteurs pris en compte pour cette étude sont les secteurs suivants :

- **Agricole** (comprend le biotique et la sylviculture)
- **Autres Transports** (aérien, ferroviaire, fluvial)
- **Industrie** (hors Branche Energie)
- **Résidentiel**
- **Tertiaire**
- **Transports Routiers**

c. Polluants étudiés

Les oxydes d'azote



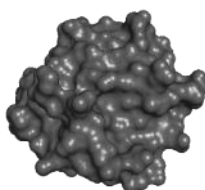
Ils représentent les formes **oxydées de l'azote**, les principaux sont le dioxyde d'azote (NO_2) et le monoxyde d'azote (NO).

Ils proviennent de la **combustion de combustibles** et de **procédés industriels** (fabrication d'engrais, traitement de surface etc.). Les principaux émetteurs sont le **transport routier** et les **grandes installations de combustion**, ainsi que les feux de forêts, les volcans et les orages.

Le NO_2 est un **gaz très toxique** (40 fois plus que le monoxyde de carbone et quatre fois plus que le monoxyde d'azote). **Il pénètre profondément dans les poumons** et irrite les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

Les NO_x participent au phénomène des **pluies acides**. De plus, ce sont des **précurseurs d'ozone et de particules**.

Les particules



Les particules en suspension varient en fonction de la taille, des origines, de la composition et des caractéristiques physico-chimiques. Les particules PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ ont un diamètre respectivement inférieur à 10 micromètres (μm) et à 2,5 μm . **Elles sont d'origine naturelle ou d'origine humaine.**

Les particules PM_{10} proviennent essentiellement du **chauffage au bois, de l'agriculture, de l'usure des routes, des carrières et chantiers BTP**. Les $\text{PM}_{2.5}$ proviennent essentiellement des **transports routiers** et du **chauffage au bois**.

Plus les particules sont fines, plus **elles pénètrent profondément dans les voies respiratoires**. Elles peuvent irriter et altérer la fonction respiratoire. Certaines particules ont des **propriétés mutagènes et cancérigènes** du fait de leur propension à adsorber des polluants et les métaux lourds.

Les effets de **salissure des bâtiments et monuments** sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes. Bien que certains composants des particules aient un **effet réchauffant** (notamment le carbone suie), l'effet global des particules est considéré comme étant refroidissant.

d. Méthode de travail

Deux scénarii ont été établis :

- « **Sans confinement** » qui estime les émissions par polluant et par secteur sur la MEL sur la période du 17 mars au 11 mai 2020 si le confinement n'avait pas été décrété. Les émissions de la dernière version d'inventaire ont, à ce titre, été ajustées avec des données récentes (voir ci-dessous) pour divers secteurs.



- « **Avec confinement** » qui représente les émissions avec l'application des hypothèses conçues à partir des informations récupérées auprès d'entreprises, de services et/ou d'acteurs respectifs à chacun des secteurs présentés précédemment.

Des données plus récentes ont été fournies et intégrées dans les 2 scénarii, celles-ci ont été intégrées dans l'inventaire permettant d'ajuster les scénarii, il s'agit des :

- données trafic 2019 et 2020 de l'aéroport de Lille-Lesquin (secteur autres transports) ;
- données trafic 2018 et 2020 de SNCF Réseau Hauts-de-France (secteur autres transports) ;
- données trafic 2019 et 2020 de VNF Nord-Pas-de-Calais (secteur autres transports) ;
- données consommation 2019 et 2020 des réseaux de chaleur de la MEL (secteur résidentiel).

Les émissions ont, dans un premier temps, été calculées sur une année entière. Des **profils temporels** ont été appliqués aux émissions calculées à la suite de ces hypothèses. En effet, les émissions ne sont pas constantes sur une année, elles varient avec l'activité saisonnière (chauffage), les jours ouvrés et week-end, etc. Ces profils, **propres à chaque secteur**, ont été choisis afin de **représenter le plus finement la réalité** et donc les émissions associées à la période de l'étude. Dans le cas où se présentaient plusieurs profils temporels, le profil le plus pertinent en fonction de la prédominance des émissions de l'activité a été choisi.

Le **processus** du calcul des émissions pour le scénario « **avec confinement** » est résumé via le schéma ci-dessous :

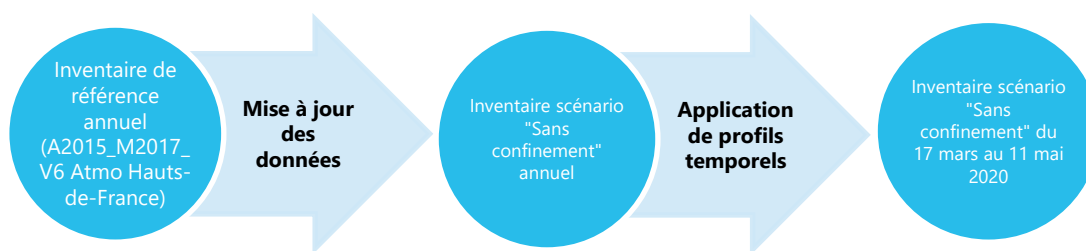


Figure 3 : Processus du calcul des émissions de l'inventaire scénario "Sans confinement" du 17 mars au 11 mai 2020

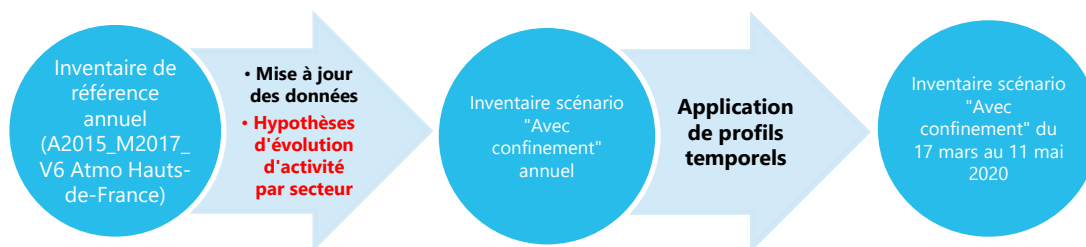


Figure 4 : Processus du calcul des émissions de l'inventaire scénario "Avec confinement" du 17 mars au 11 mai 2020



e. Données sources et hypothèses

Les données sources ont été calculées, extraites et/ou intégrées à partir du **dernier inventaire** des émissions de polluants disponible recensant les émissions de l'année 2015. Celui-ci a été réalisé en **2018** et se base sur la **méthodologie 2017 version 6**. Le détail des hypothèses prises par secteur est disponible en Annexe 2.



Le secteur agricole

Les données d'émissions relatives au **secteur agricole** ont été sollicitées auprès du service Etudes, Prospective économique et territoriale de la **Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais**, cependant aucune information précise n'a pu être récoltée sur la période investiguée.

Bien que le confinement ait eu un fort impact économique sur ce secteur, les **émissions ont été considérées comme constantes**, sur cette période.



Le secteur aérien

Les données de trafic aérien (vols d'aéronefs) 2019 et 2020 proviennent du service « Qualité-SGS-Environnement » de l'**aéroport Lille-Lesquin, unique aéroport** présent sur le territoire de la métropole. Une comparaison a été effectuée entre les données trafic 2020 de la période d'étude et les données trafic 2019 pour la même période d'étude, du 17 mars au 11 mai 2020 (soit 55 jours). Un pourcentage d'évolution a pu être calculé pour chaque type de vol et de destination.

Au cours de la période de confinement, le **trafic aérien moyen a chuté de -97%** :

- -80% pour les vols internationaux non commerciaux ;
- -97% pour les vols domestiques commerciaux et non commerciaux ;
- -99% pour les vols internationaux commerciaux.



Le secteur ferroviaire

Les données de trafic ferroviaire ont été collectées auprès de **SNCF Réseau**, direction régionale des Hauts-de-France. Les informations de **trafic** relatives aux **10 lignes ferroviaires parcourant la MEL** ont été converties sous forme de données trafic moyen journalier annuel (TMJA) en accord avec la période du 17 mars au 11 mai 2020 (soit 55 jours).

En 2018, le trafic ferroviaire se répartissait de manière suivante : 39% de TGV, 50% de TER, 1% d'Intercités et 10% de fret ferroviaire.

Au cours de la période confinement, le **trafic ferroviaire moyen a chuté de -81%** :

- -91% pour les TGV* ;
- -75% pour les TER ;
- -100% pour les Intercités ;
- -55% pour le fret ferroviaire.

**les TGV regroupent les trains du réseau SNCF ainsi que ceux des réseaux Eurostar et Thalys.*





Le secteur fluvial

Les données de trafic fluvial proviennent du service « Exploitation maintenance environnement » de Voies Navigables de France (VNF), direction territoriale Nord-Pas-de-Calais. Le trafic fluvial relatif aux flux de bateaux aux écluses a été étudié sur une moyenne glissante sur la période du confinement. **Quatre écluses** sont présentes sur le secteur de la MEL : l'écluse d'Armentières, l'écluse de Quesnoy, l'écluse du Grand Carré et l'écluse de Don. La **navigation de plaisance a été suspendue**, seuls 4 passages (considérés comme négligeables) ont été observés sur ces 4 écluses. **L'essentiel du trafic a été occupé par le fret fluvial.**

Au cours de la période confinement, le **trafic de fret fluvial a chuté de** :

- -21% sur le tronçon Quesnoy/Grand-Carré ;
- -14% sur le tronçon Grand-Carré/ Don.



Le secteur industriel

En ce qui concerne les données d'émissions relatives au secteur industriel, les informations trouvées auprès de la **Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de la région Hauts-de-France** ont été croisées avec plusieurs documents de la CCI², de l'Insee³ et de la Banque de France⁴. Ces documents apportent des informations générales sur les secteurs d'activité et notamment sur les **taux de fermeture (partielles ou totales) par secteur d'entreprises**. Les données régionales ont été priorisées par rapport aux données nationales lorsque cela était possible.

Au cours de la période confinement, les **taux d'activité de ce secteur ont chuté en moyenne de 50%.**



Le secteur résidentiel

Les données brutes mensuelles de consommations (MWh) des **réseaux de chaleur** ont été fournies par la **MEL** pour les mois de mars à juin, pour les années 2019 et 2020. Seules les données d'indicateurs du mois d'avril de 2 réseaux de chaleur (à forte dominance résidentiel) ont été sélectionnées pour évaluer la tendance des consommations sur la métropole.

Au cours de la période confinement, les **consommations d'énergie des logements ont augmenté en moyenne de +6,03%.**

² CCI Hauts-de-France – 13 mai 2020 - « Etude d'impact sur l'économie des Hauts-de-France 3^{ème} baromètre au 13 mai 2020 »

<https://hautsdefrance.cci.fr/covid19-impacts-sur-les-hauts-de-france/>

³ Insee Hauts-de-France – 07 mai 2020 - « Impact économique lié à la crise sanitaire - Situation au 6 mai 2020 »

<https://www.insee.fr/fr/information/4492925>

⁴ Banque de France – 09 juin 2020 – « Point de conjoncture au 09 juin 2020 »

<https://www.banque-france.fr/statistiques/conjoncture/enquetes-de-conjoncture/point-de-conjoncture/precedentes-parutions>

Impact du confinement lié à la pandémie du COVID-19 sur la qualité de l'air de la Métropole Européenne de Lille



Le secteur tertiaire

Tout comme pour le secteur industriel, les données d'émissions relatives au secteur tertiaire ont été récupérées avec la **Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de la région Hauts-de-France**, complétées par les documents de l'Insee et de la Banque de France utilisés précédemment. Comme vu précédemment, les données de sources régionales ont été préférentiellement utilisées dans les calculs. Un **facteur télétravail**⁵ par catégorie a été ajouté.

Au cours de la période confinement, les **taux d'activité de ce secteur ont chuté en moyenne de 50%**.



Le secteur transports routier

Les données d'émissions du secteur routier proviennent de l'inventaire 2015 A2015_M2017_v1, des informations de comptages de voiries 2019 fournies par la **Métropole Européenne de Lille** et par la **DIR Nord** (données utilisées pour le calcul annuel des cartes des concentrations 2019 sur la MEL). Concernant les données du parc roulant, ce sont les données de 2017 qui ont été utilisées dans Circul'air (version 4). Une **baisse de -76%** a été calculée en comparant l'évolution des TMJA entre 2019 et 2020. Cette estimation a été appliquée sur les émissions de l'ensemble du trafic (véhicules légers, poids lourds, véhicules utilitaires légers et 2 roues) et pour les 3 polluants étudiés.

⁵ Insee – 19 juin 2020 – « Conditions de vie pendant le confinement : des écarts selon le niveau de vie et la catégorie socioprofessionnelle »
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4513259>



3.3. Résultats

Les émissions totales calculées sur la période de confinement du **17 mars au 11 mai 2020** dans le cadre du scénario « **Sans confinement** » sont de :

- de **1 829 tonnes pour les NOx** ;
- de **335 tonnes pour les particules PM10** ;
- de **265 tonnes pour les particules PM2.5**.

Les émissions totales calculées sur la période de confinement du **17 mars au 11 mai 2020** dans le cadre du scénario « **Avec confinement** » sont de :

- de **606 tonnes pour les NOx** ;
- de **191 tonnes pour les particules PM10** ;
- de **169 tonnes pour les particules PM2.5**.

Concernant les émissions totales, La **chute des émissions** la plus importante est celle des oxydes d'azotes ou **NOx avec -67%**, suivie des particules **PM10 et PM2.5 avec -43% et -36%**, respectivement.

La **baisse des émissions des transports routiers** est la **principale cause de la diminution des émissions totales** en raison de leur forte contribution et de la réduction importante du trafic au cours du confinement.

Secteurs d'activité	Emissions totales (en tonnes) par polluant et par secteur selon les scénarii								
	Scénario "Sans confinement"			Scénario "Avec confinement"			Evolution (en %) entre scénarii		
	NOX	PM10	PM2.5	NOX	PM10	PM2.5	NOX	PM10	PM2.5
Agriculture	23	44	14	23	44	14	0%	0%	0%
Autres Transports	35	10	5	20	3	2	-44%	-70%	-59%
Industrie (hors branche énergie)	177	63	47	81	28	22	-54%	-55%	-53%
Résidentiel	118	118	114	125	124	120	6%	5%	5%
Tertiaire	72	3	3	38	2	2	-47%	-48%	-48%
Transport routier	1428	142	95	343	34	23	-76%	-76%	-76%
Total	1829	335	265	606	191	169	-67%	-43%	-36%

Tableau 2 : Emissions totales (en tonnes) par polluant et par secteur selon les scénarii
(Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)



a. Zoom sur la répartition des émissions par polluant

Oxydes d'azote

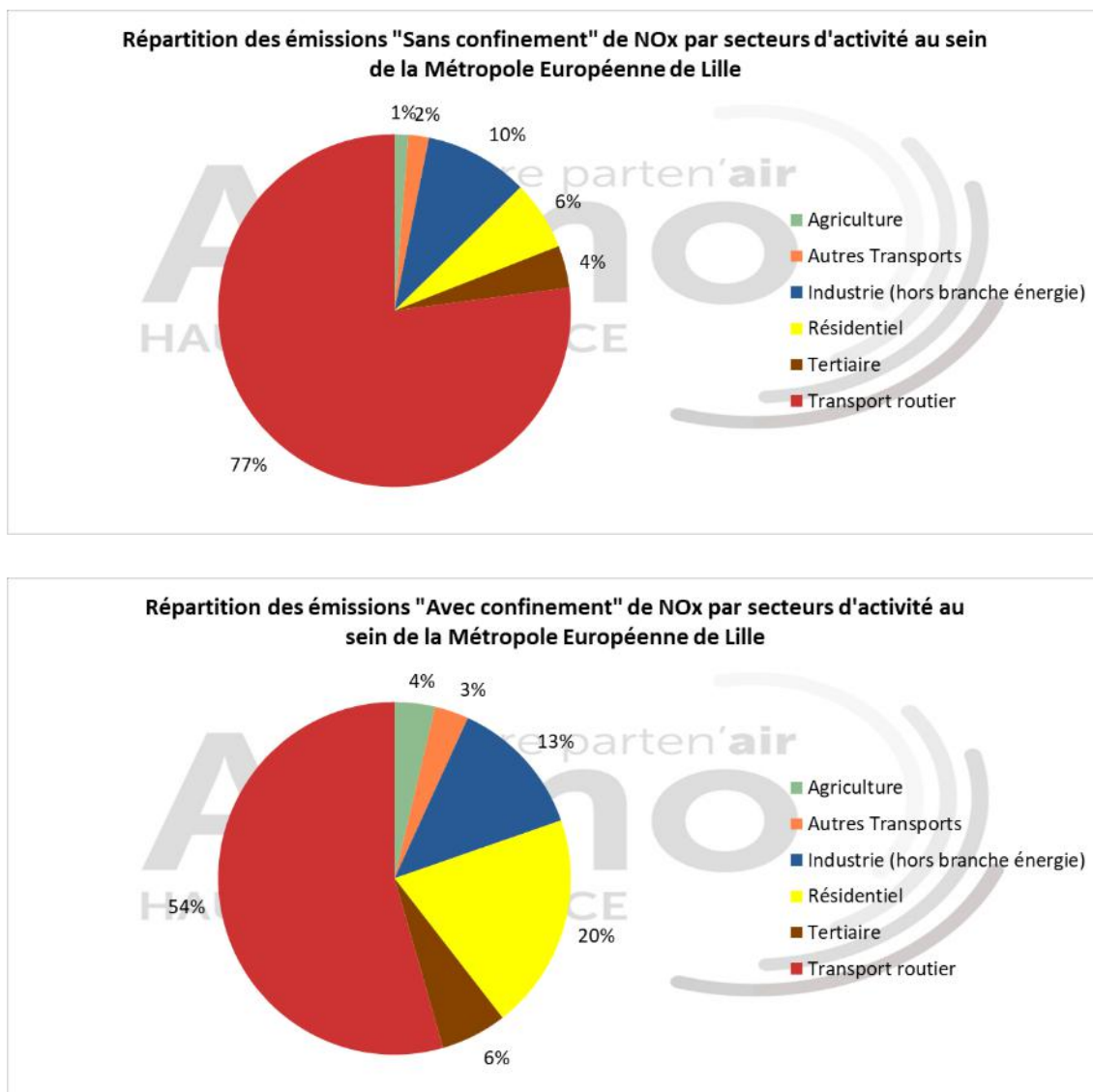


Figure 5 : Emissions (en %) des scénarii de NOx par secteurs d'activité au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017 v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Pour le scénario « **Sans confinement** », les **NOx** sont émis à **77%** par le secteur des **transports routiers**, soit **environ trois quarts des émissions totales**. Le secteur **industriel** est le **2^{ème} émetteur** de la MEL avec 10% des émissions, suivi par le résidentiel avec 6% des émissions.

Pour le scénario « **Avec confinement** », les **NOx** sont émis à **54%** par le secteur des **transports routiers**, soit **environ la moitié des émissions totales**. Le secteur **résidentiel** est **2^{ème} émetteur** des oxydes d'azote, avec 20% des émissions. Le secteur industriel est le **3^{ème} émetteur** de la MEL avec 13% des émissions.

Par rapport au scénario « Sans confinement », le **classement des secteurs d'émissions de NOx a changé**. Bien que les **transports routiers** soient toujours en tête des émissions, la part des **émissions en NOx a fortement chuté** avec le confinement de 77% à 54%, **au profit des autres secteurs** et principalement du secteur **résidentiel** passant de 6% à 20%. Le secteur industriel se classe en **3^{ème} position** avec une part relativement stable de 10% à 13% d'émissions des oxydes d'azote.

Particules PM10

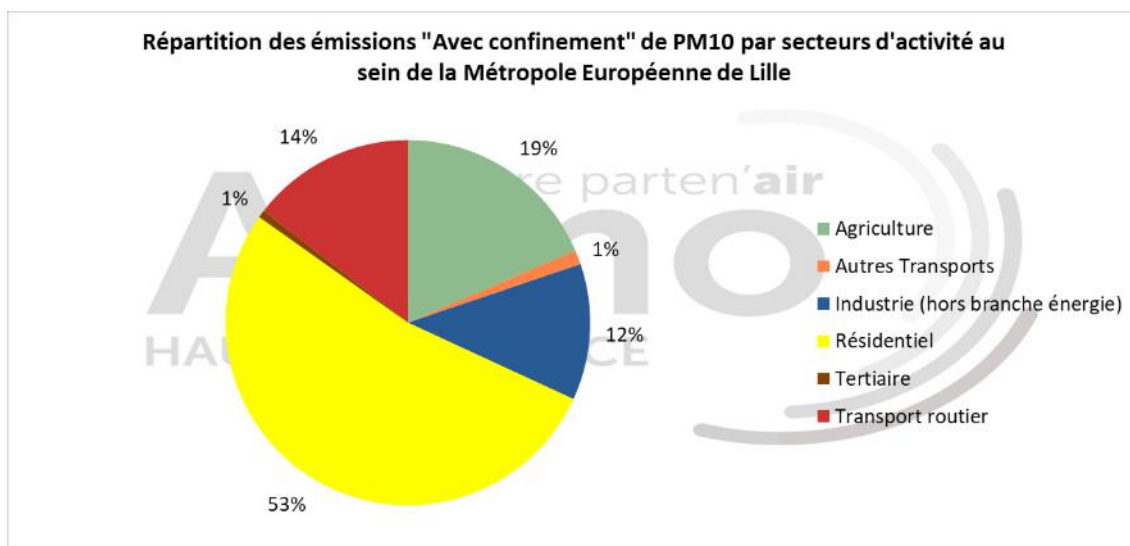
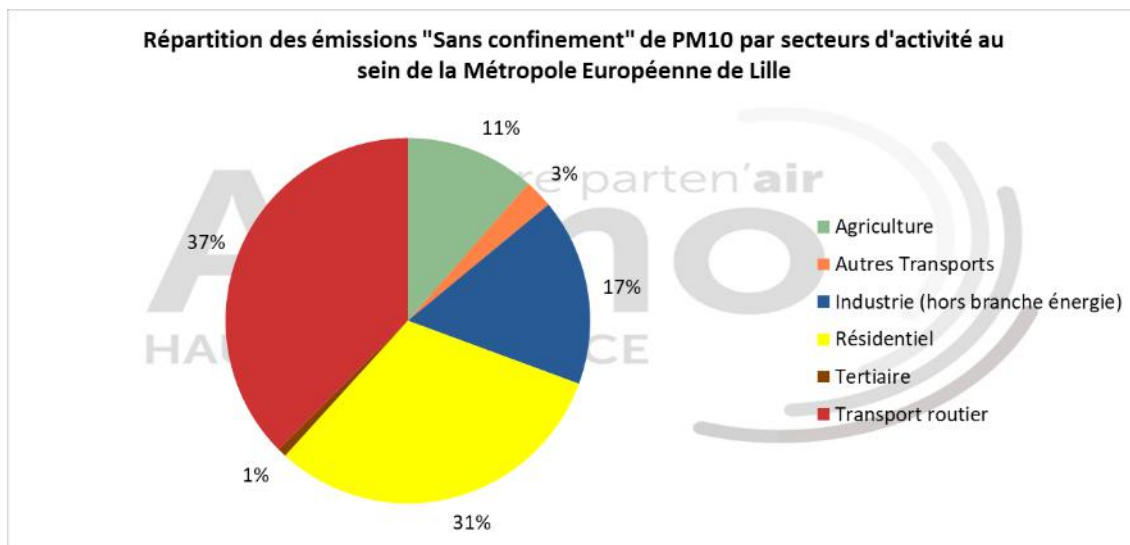


Figure 6 : Emissions (en %) des scénarii de PM10 par secteurs d'activité au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Pour le scénario « **Sans confinement** », les **particules PM10** sont émises à 37% par le secteur des **transports routiers**, suivi de près avec 31% pour le secteur **résidentiel**. Les secteurs industriel et agricole, occupent la 3^{ème} et 4^{ème} place avec 17% et 11% des émissions, respectivement.

Pour le scénario « **Avec confinement** », les **particules PM10** sont émises à 53% par le secteur **résidentiel**, soit **environ la moitié des émissions totales**. Elles sont suivies par le secteur **agricole**, avec 19%. Les secteurs des transports routiers et industriel occupent la 3^{ème} et 4^{ème} place avec 14% et 12% des émissions, respectivement.

Par rapport au scénario « Sans confinement », le **classement des secteurs d'émissions des PM10 a changé**. La part du secteur **résidentiel** augmente, en lien avec la hausse des émissions de ce secteur. Il devient ainsi le premier émetteur dans le scénario « Avec confinement ». Considérées comme stable, les émissions du secteur **agricole** passent de la 3^{ème} à la 2^{ème} position.

Particules PM2.5

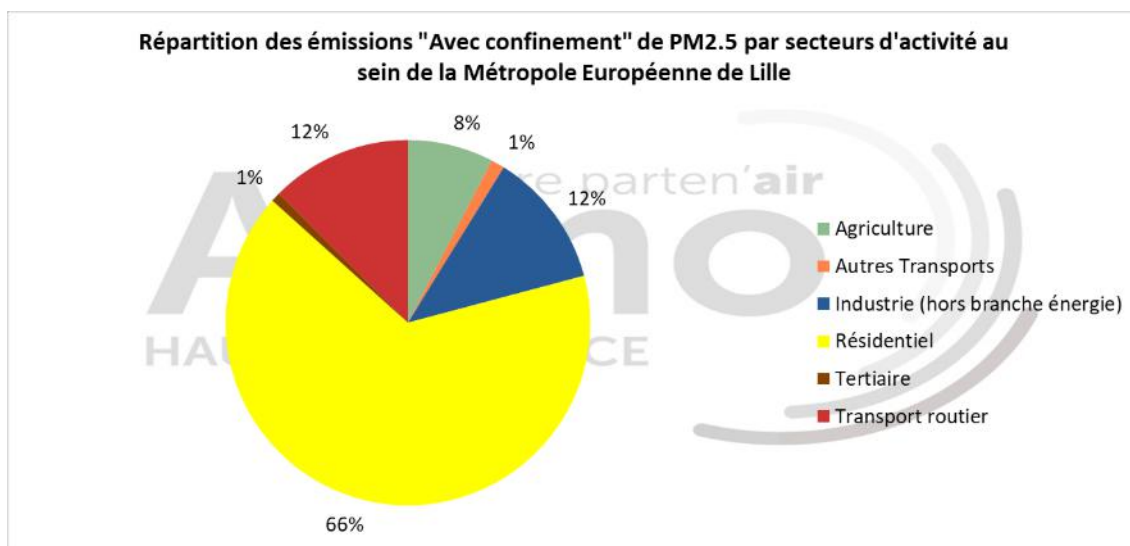
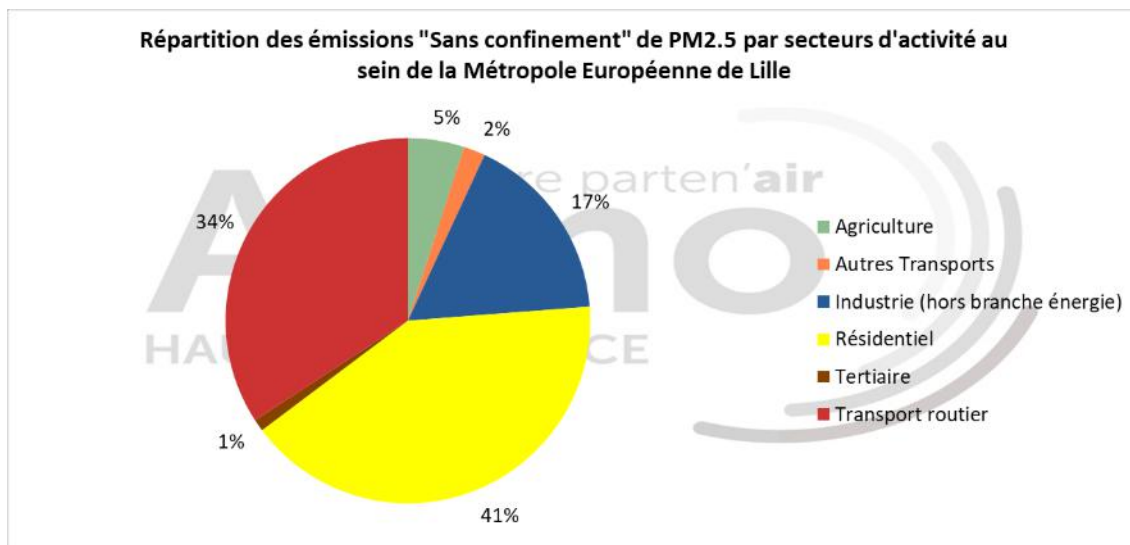


Figure 7 : Emissions (en %) des scénarii de PM2.5 par secteurs d'activité au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Pour le scénario « **Sans confinement** », les **particules PM2.5** sont émises majoritairement par le secteur **résidentiel** avec 41% des émissions. Le secteur des **transports routiers** arrive en 2^{ème} position avec 34% des émissions, suivi de loin par le secteur industriel avec 17% des émissions.

Pour le scénario « **Avec confinement** », les **particules PM2.5** sont émises majoritairement par le secteur **résidentiel** avec 66%, soit **environ deux tiers des émissions totales**. Les secteurs **industriel** et **transports routiers** arrivent en 2^{ème} position avec 12% des émissions totales, suivi le secteur agricole avec 8% des émissions.

Par rapport au scénario « Sans confinement », le **classement des secteurs d'émissions des PM2.5 a changé**. Tout comme les particules PM10, la part des émissions du secteur **résidentiel** en particules PM2.5 a augmenté avec le confinement, de 41 à 66%. Cette augmentation se traduit par une baisse importante des émissions des autres secteurs tels que les **transports routiers** et l'**industriel**.

b. Zoom sur les répartitions des émissions par secteur

Le secteur agricole

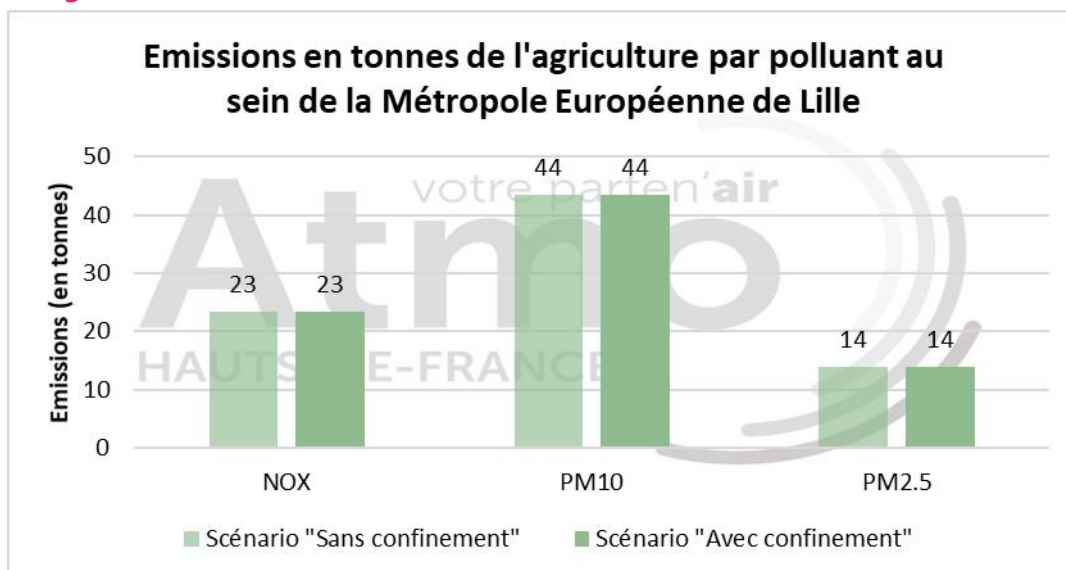


Figure 8 : Emissions en tonnes du secteur agricole par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Les **émissions en tonnes du secteur agricole** sont restées **stables** pendant la période d'étude d'après l'hypothèse prise pour l'inventaire. Les émissions de NOx sont de 23 tonnes, et les émissions de particules PM10 sont de 44 tonnes, dont 14 tonnes associées aux particules PM2.5.

Le secteur autres transports (aérien, ferroviaire et fluvial)

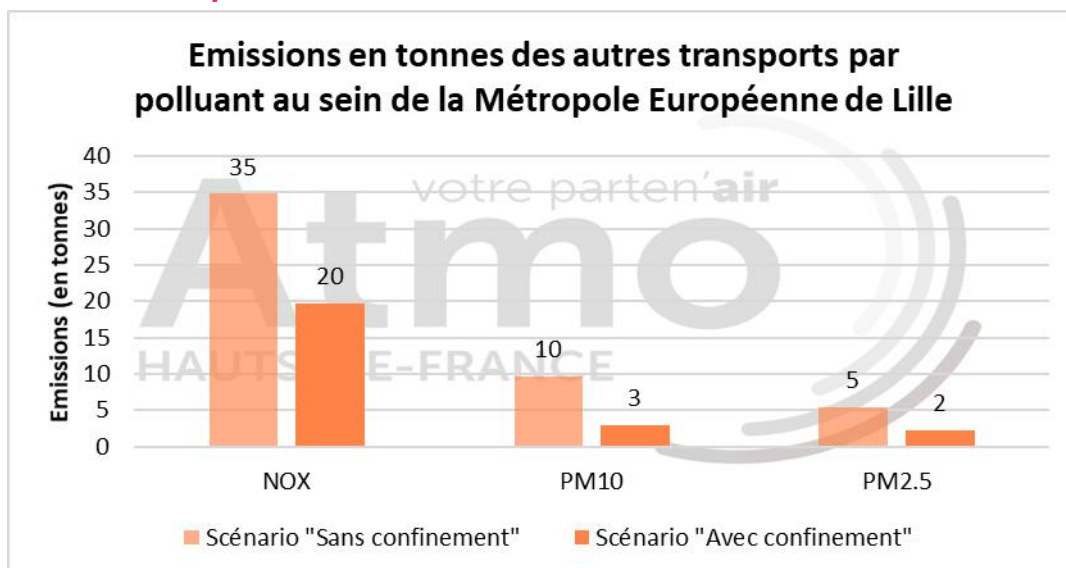


Figure 9 : Emissions en tonnes du secteur autres transports par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Les **émissions du secteur des autres transports** recalculées sur la base du scénario « **Sans confinement** » sont de 35 tonnes pour les NOx, 10 tonnes pour les particules PM10 et 5 tonnes pour les particules PM2.5.

La mise en place du confinement a conduit à une baisse de **-42% pour les NOx**, **-70% pour les particules PM10** et **-59% pour les particules PM2.5**. Ainsi, la **baisse d'émissions en pourcentage la plus marquée** est celle des **particules PM10**.

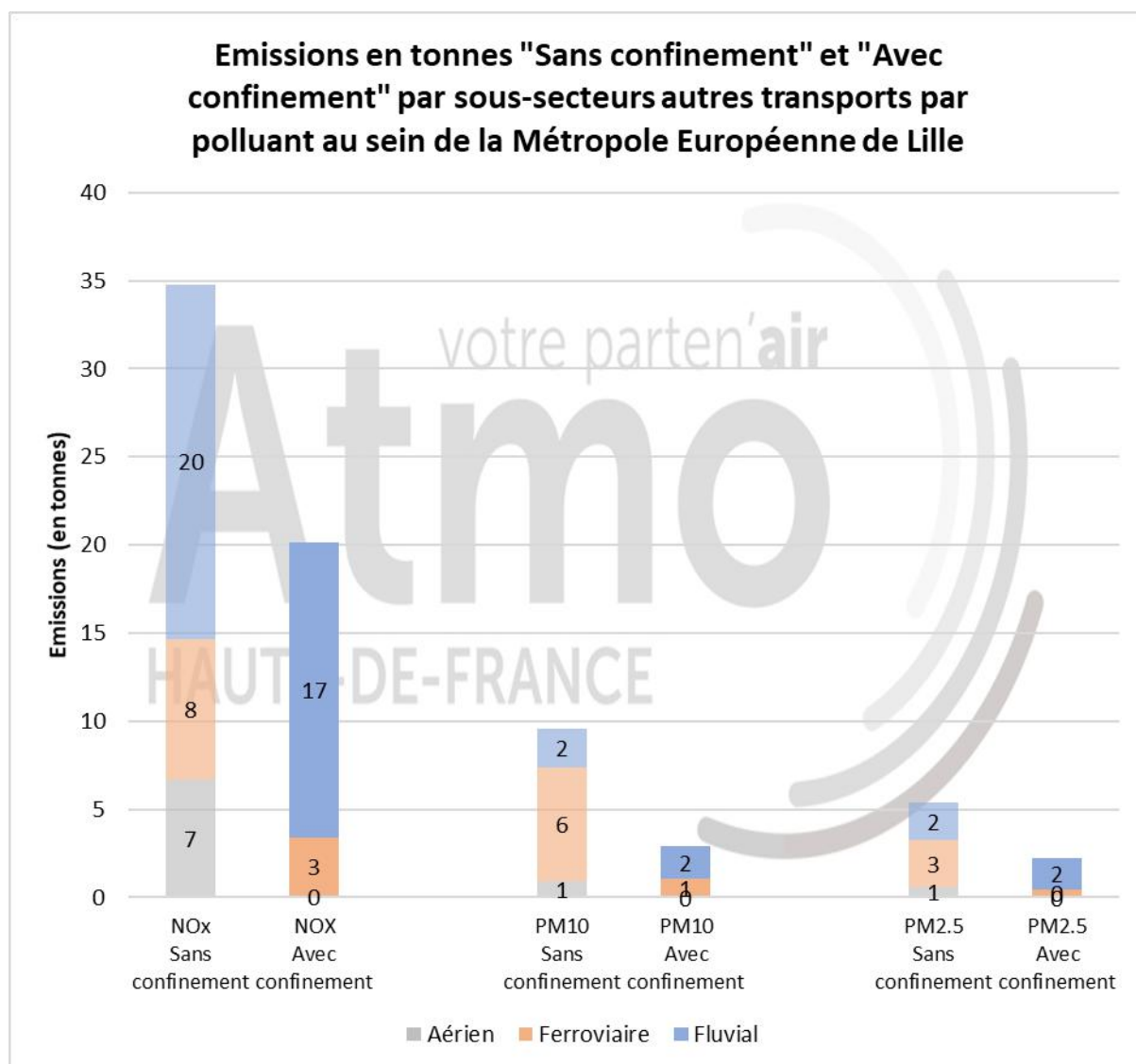


Figure 10 : Emissions en tonnes des scénarii par sous-secteurs autres transports au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Dans le scénario « **Sans confinement** » les émissions de **NOx** sont de 20 tonnes pour le **sous-secteur fluvial**, **en tête devant les sous-secteurs ferroviaires et aérien** avec 8 et 7 tonnes, respectivement. Les **particules PM10** sont **majoritairement émises par le sous-secteur ferroviaire**, avec 6 tonnes contre 2 et 1 tonnes pour les sous-secteurs fluvial et aérien, respectivement. **De même pour les particules PM2.5**, les sous-secteurs fluvial et aérien, avec 2 et 1 tonne(s) arrivent derrière le sous-secteur ferroviaire (3 tonnes).

Concernant la répartition des émissions par sous-secteurs du secteur autres transports « **Avec confinement** », le **classement reste inchangé pour les NOx**, cependant pour les particules PM10 et PM2.5, c'est le sous-secteur fluvial en tête, il a émis 2 tonnes pour chaque classe de particules.

Le secteur industriel

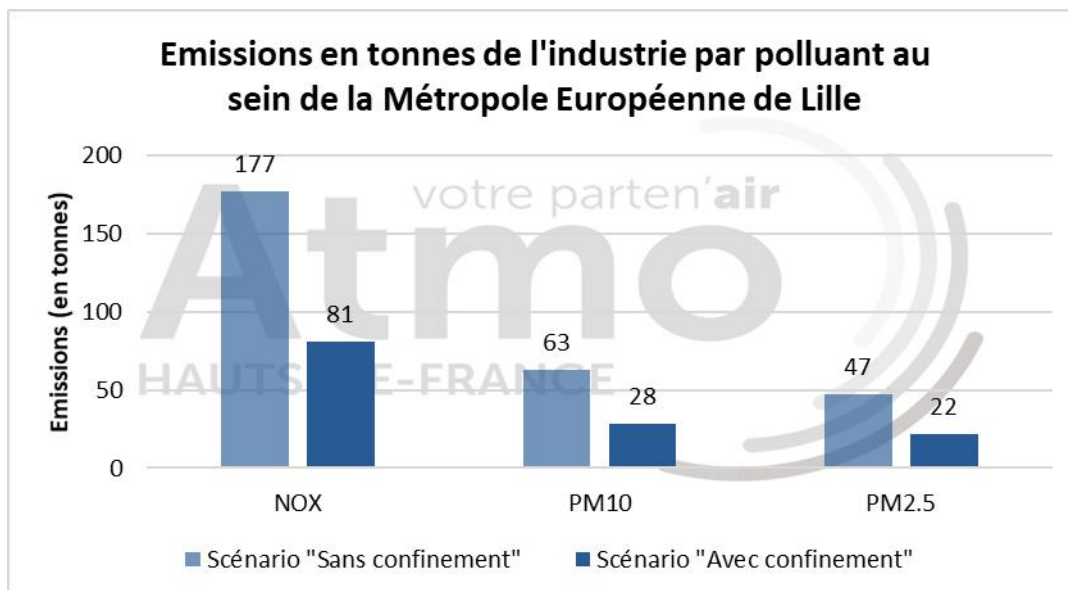


Figure 11 : Emissions en tonnes du secteur industriel par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Les émissions de **NOx pendant le confinement ont diminué de -54% selon les hypothèses retenues**. Une baisse similaire est observée pour les **particules PM10 avec -55%** et pour les **particules PM2.5 avec -53%**. Ainsi les émissions lors de cette période sont de 81 tonnes de NOx, 28 tonnes de PM10 et 22 tonnes de PM2.5.

Le secteur résidentiel

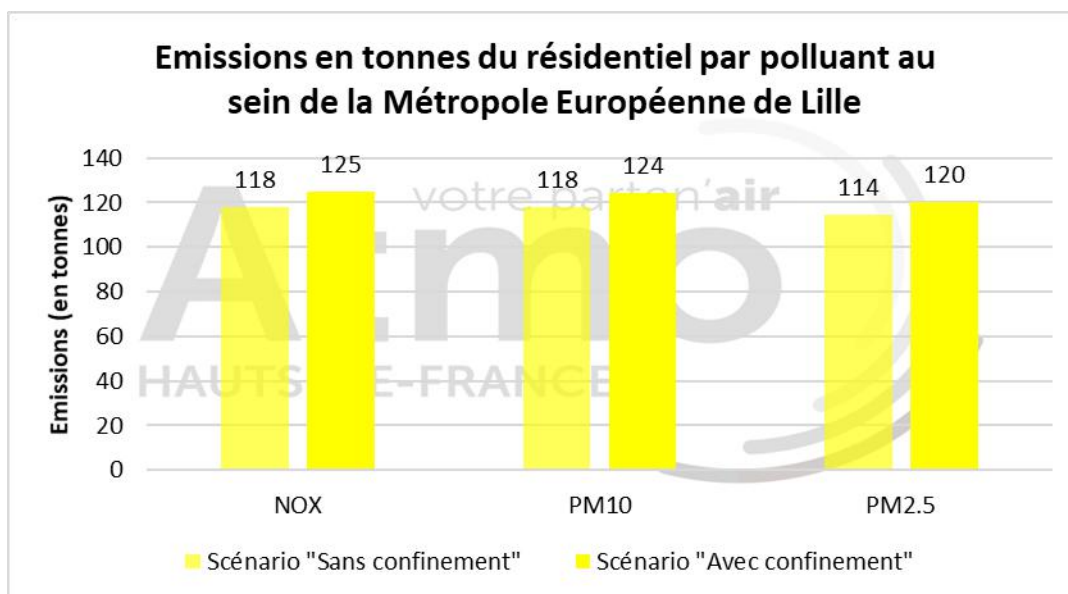


Figure 12 : Emissions en tonnes du secteur résidentiel par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Les émissions du secteur **résidentiel** sont, d'après les hypothèses choisies, **les seules qui auraient augmenté sur la période du confinement** avec une hausse comprise **entre 5 et 6% pour chaque polluant**. Les émissions de NOx passent ainsi de 118 à 125 tonnes, celles des particules PM10 de 118 à 124 tonnes et celles des particules PM2.5 de 114 à 120 tonnes.

Le secteur tertiaire

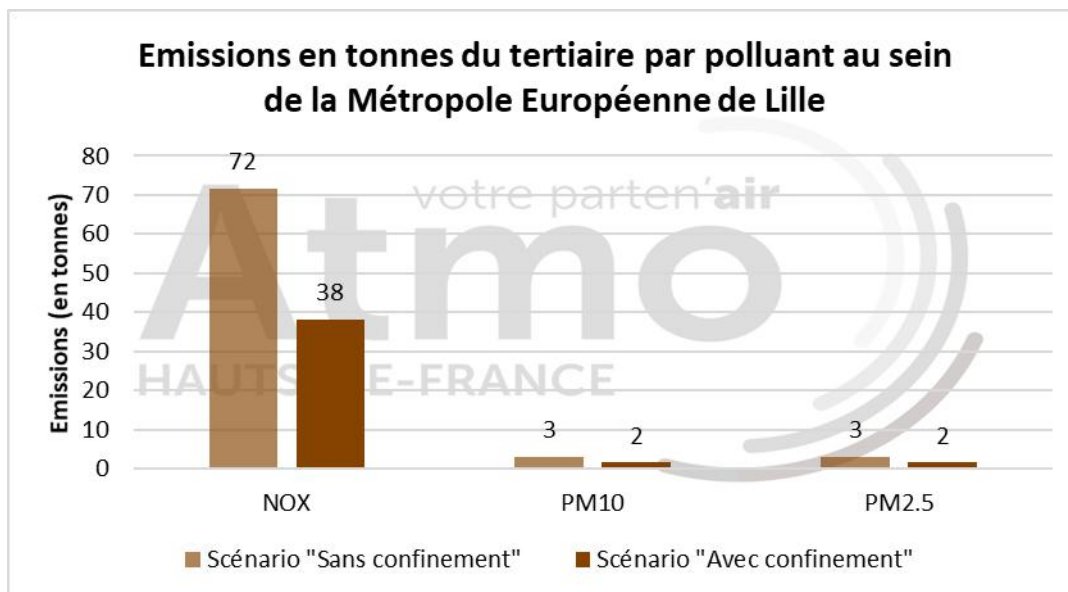


Figure 13 : Emissions en tonnes du secteur tertiaire par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6 + hypothèses + ajustement profils temporels)

La mise en place du confinement a eu comme impact la baisse de **-47%** les émissions de **NOx** et de **-48%** des émissions de **particules PM10 et PM2.5** sur le secteur tertiaire.

Le secteur transports routiers

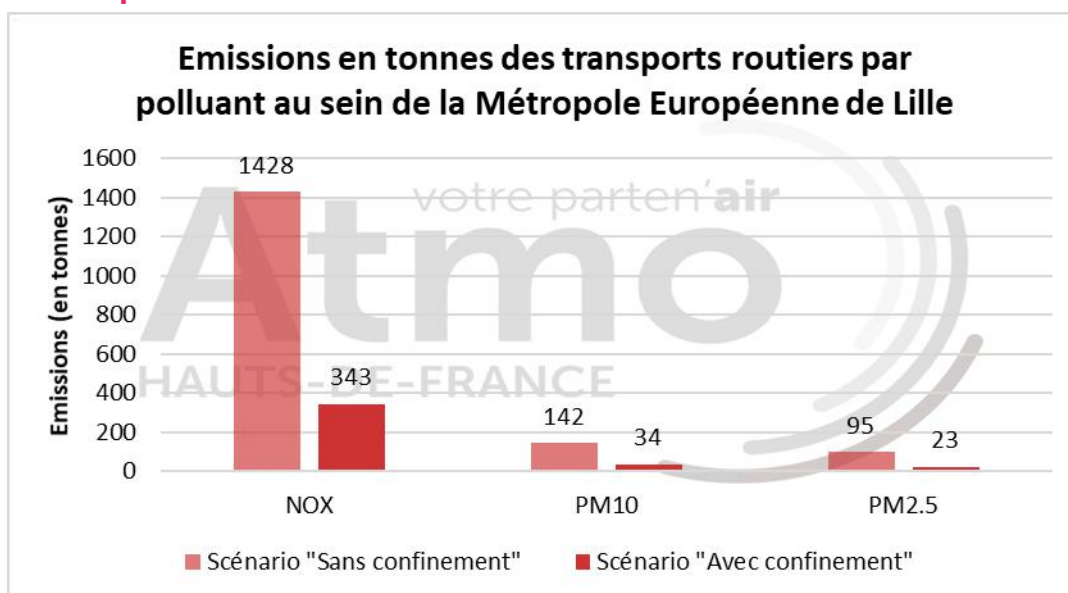


Figure 14 : Emissions en tonnes du secteur transports routiers par polluant au sein de la Métropole Européenne de Lille (Inventaire 2015 Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v1 + hypothèses + ajustement profils temporels)

Les émissions d'**oxydes d'azote** passent de 1428 à 343 tonnes pendant le confinement, soit une **diminution de -76%**. Quant aux **particules PM10 et PM2.5**, les émissions passent de 335 à 191 tonnes pour les PM10 et de 265 à 169 tonnes, soit une **baisse de -76%** pour ces 2 polluants.

c. Conclusion



0% : c'est l'hypothèse choisie pour le secteur agricole, **l'évolution des émissions** pour ce secteur a été considérée comme **stable**.



Baisse du trafic de **97%** sur **l'aérien**, **81%** sur le **ferroviaire** et de **14 à 21%** sur le **fluvial moyen**.

-42%

NOx

-70%

PM10

-59%

PM2.5



Baisse du **taux d'activité** moyen d'environ **50%** sur l'ensemble des secteurs de l'industrie.

-54%

NOx

-55%

PM10

-53%

PM2.5



Hausse des **consommations d'énergie** de **6%** (données des réseaux de chaleur).

+6%

NOx

+5%

PM10

+5%

PM2.5



Baisse du **taux d'activité** moyen d'environ **50%** et **ajout d'un taux de télétravail spécifique par catégorie** (58% cadres, 20% employés et 2% ouvriers).

-47%

NOx

-48%

PM10

-48%

PM2.5



Baisse du **trafic routier** de **76%** observé via les comptages routiers de la MEL et de la DIR Nord.

-76%

NOx

-76%

PM10

-76%

PM2.5

4. Impact sur les concentrations modélisées

4.1. Méthodologie

La **modélisation des concentrations** nécessite la prise en compte de **plusieurs paramètres** :

- Des **émissions** de polluants issues de l'inventaire ;
- Des **données météorologiques** pour une période donnée ;
- Des **conditions aux limites** qui permettent de calibrer le modèle et de prendre en compte la pollution venant de l'extérieur du domaine (import) : utilisation de mesures des concentrations à des stations de référence.

Pour évaluer l'impact du confinement sur les concentrations de polluants, **2 scénarii** ont été réalisés. Un premier « **sans confinement** » et un second « **avec confinement** » en utilisant les **mêmes données météo** et les **mêmes conditions aux limites**. Les émissions des secteurs résidentiel-tertiaire, ferroviaire, fluvial, aérien, industriel, agricole et du trafic routier sont prises en compte dans les modélisations.

Les résultats de la partie 1 du présent rapport sur l'impact du confinement sur les émissions sont utilisés en données d'entrée dans le modèle.

Dans cette étude, les particules **PM10** et **PM2.5** ainsi que le **dioxyde d'azote** (NO₂) ont été modélisés avec le logiciel ADMS Urban V4, sur **trois périodes** :

1. Toute la **durée du confinement** : du **17/03/2020 12h au 11/03/2020 00h**
2. 1 jour représentatif de la **semaine** pendant le confinement : **mardi 31 mars 2020**
3. 1 jour représentatif du **week-end** pendant le confinement : **dimanche 22 mars 2020**

Les **concentrations en ozone** n'ont pas été modélisées car la variable d'intérêt disponible en sortie du modèle (nombre de jours de dépassement du seuil de 120 µg/m³ sur 8 h glissantes) ne semblait pas appropriée dans le cadre de cette étude. En effet, les calculs sur les journées types n'étaient donc pas envisageables et la courte période du confinement ne permettait pas une bonne représentation du paramètre étudié.

a. Choix des jours représentatifs

Une étude a été menée afin de choisir **un jour type en semaine** et **un jour type en weekend** pendant le confinement.

Pour éviter les cas particuliers et identifier les situations les plus fréquentes, la méthode a consisté d'une part à **exclure les journées pour lesquelles la météo n'était pas représentative**, en comparant des paramètres de précipitations, de force et direction du vent et d'humidité, aux valeurs les plus mesurées pendant la période de confinement. D'autre part, la méthode a consisté à **exclure les journées pour lesquelles un épisode de pollution** a été constaté.

Pour finir, une analyse des concentrations de fond a été faite sur ces jours sélectionnés et le choix final s'est donc porté sur les journées du **mardi 31 mars 2020** et du **dimanche 22 mars 2020** (vents de Nord-Est, vitesses moyennes respectives 5,2 et 7,0 km/h et de précipitations moyennes respectives 5,2 et 7,2 mm).



b. Cartographies

Les cartes de modélisation des concentrations produites montrent les **différences de concentrations entre les scénarii avec et sans confinement**. Elles permettent d'évaluer la **diminution des concentrations** en NO₂ et particules PM2.5, PM10 sur la MEL pendant toute la période du confinement, en journée type semaine et en journée type week-end par rapport au niveau qu'elles auraient pu atteindre sans confinement.

Les cartes de chaque scénario pour les trois périodes et les trois polluants sont disponibles en annexes (Annexe 3).

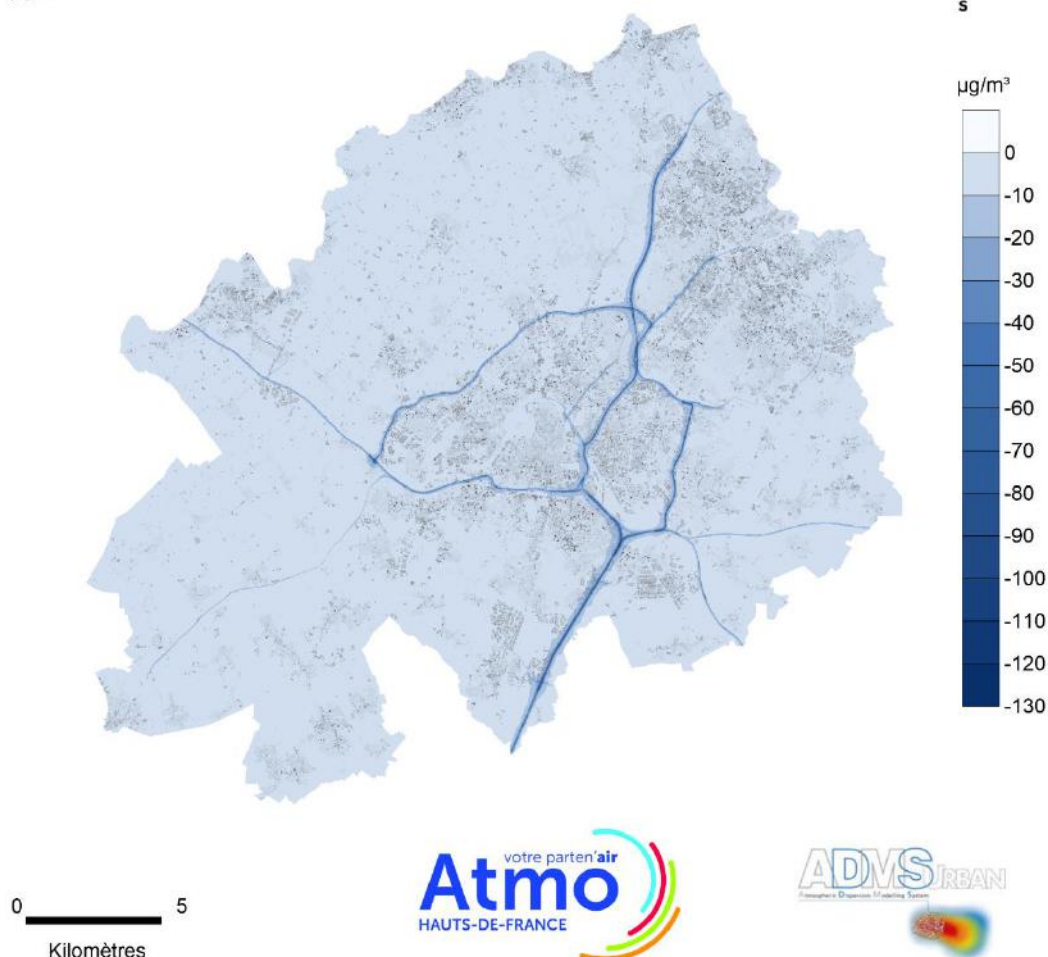
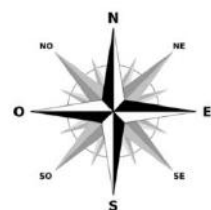
4.2. Résultats

a. Dioxyde d'azote

Période du confinement (17 mars au 11 mai)

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Période du 1^{er} confinement 2020,
µg/m³

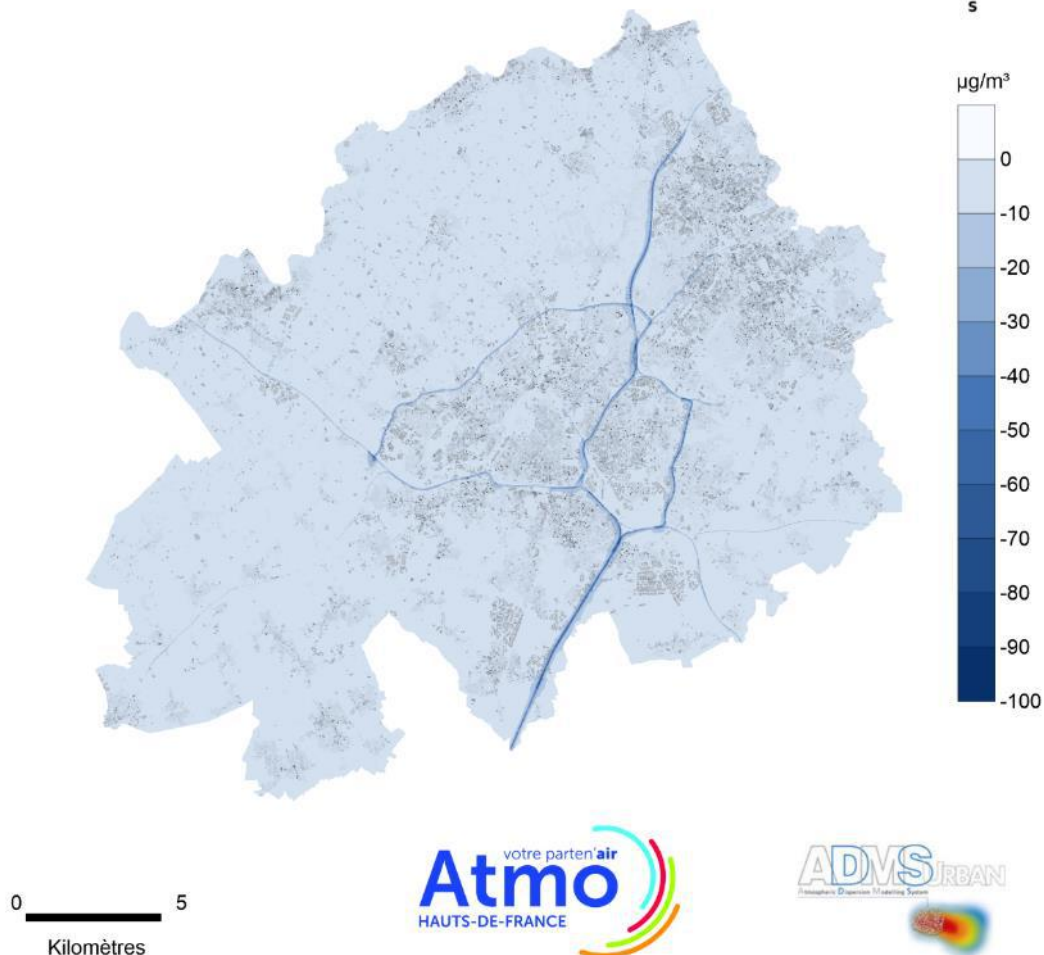
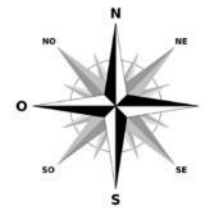


	Diminution moyenne (avec confinement) période 1 ^{er} confinement 2020 en µg/m ³
Gamme des diminutions de concentrations	-140 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-5 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-10 à -3

Journée type semaine

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de dioxyde d'azote (NO_2),
Journée type semaine,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

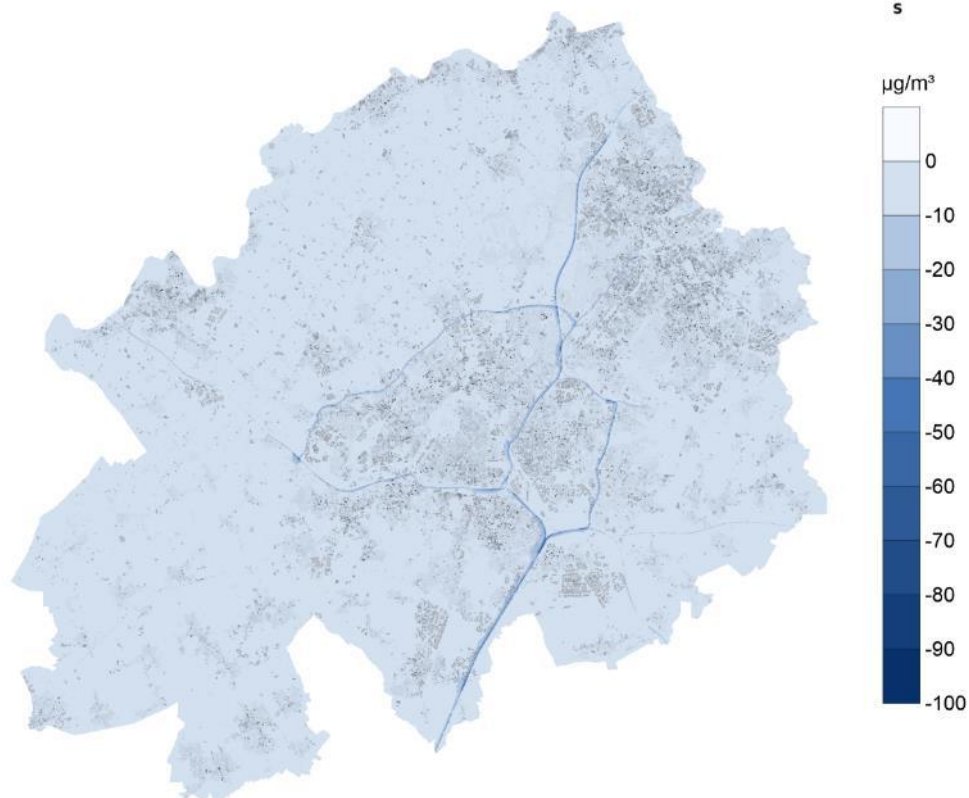
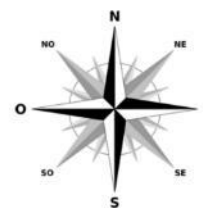


	Diminution moyenne (avec confinement) Journée type semaine en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gamme des diminutions de concentrations	-125 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-2 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-7 à -2

Journée type week-end

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Journée type week-end,
µg/m³



0 5
Kilomètres



	Diminution moyenne (avec confinement) Journée type week-end en µg/m ³
Gamme des diminutions de concentrations	-100 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-1 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-6 à -2

Interprétation

Pendant toute la période, en journée type semaine et en journée type weekend, **les concentrations en dioxyde d'azote sont plus faibles dans le scénario « avec confinement »** que dans le scénario sans.

Les gains de concentrations modélisées avec confinement sont **plus importants en fond urbain qu'en fond rural** pour les trois périodes étudiées. **En fond urbain**, les gains vont jusqu'à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période du confinement, et jusqu'à 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement pour les jours type semaine et week-end. **En fond rural**, les gains vont jusqu'à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période du confinement, et jusqu'à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement pour les jours type semaine et week-end.

La modélisation montre, dans les 2 scénarii, que **les différences de concentrations maximales sont localisées sur les voiries à fort trafic**, comme l'autoroute A25, A22, N227 et N356.

Les valeurs maximales sont différentes selon la période considérée. Le **gain maximal** est de l'ordre de **140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour la modélisation de toute la période du confinement, de 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la journée type semaine et de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la journée type weekend. Ceci s'explique par le fait que les **concentrations modélisées sont plus élevées en semaine qu'en week-end** (cf Annexe 3 cartes concentrations), les différences entre les scénarii sont donc plus marquées sur le jour type semaine que week-end. Concernant la période entière, la baisse des émissions du trafic routier due au confinement se traduit par une **forte baisse des concentrations moyennes** et donc un **gain maximal** sur cette période.

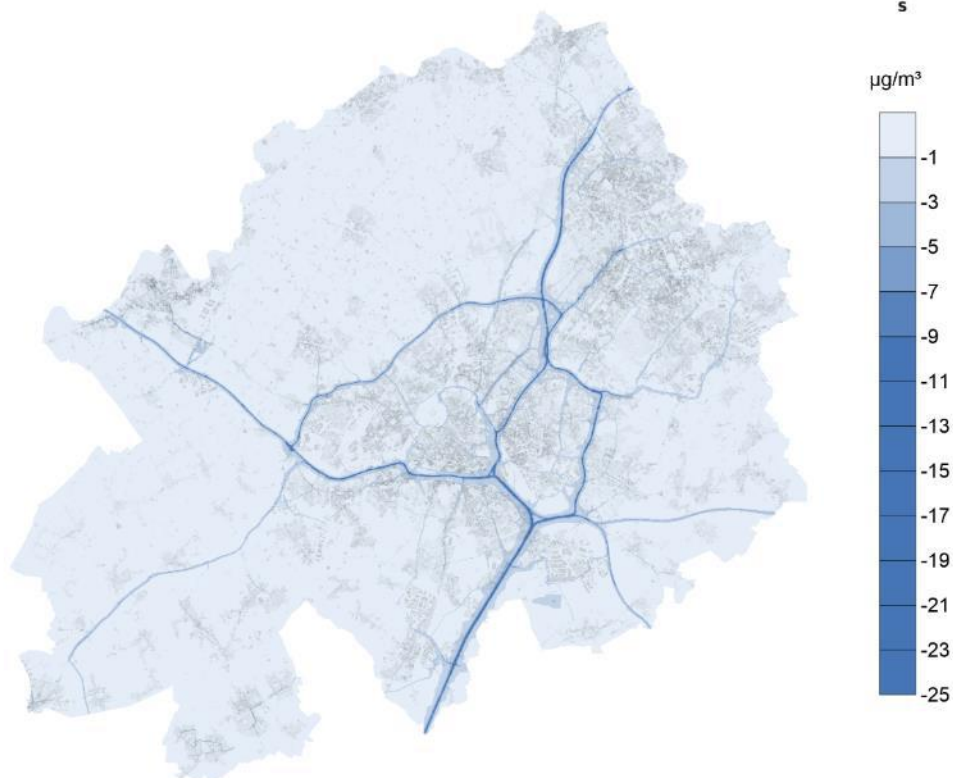
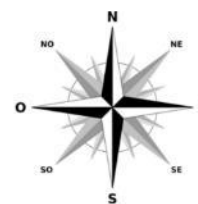


b. Particules PM10

Période du confinement (17 mars au 11 mai)

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de particules PM10,
Période du 1er confinement 2020,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



0 5
Kilomètres

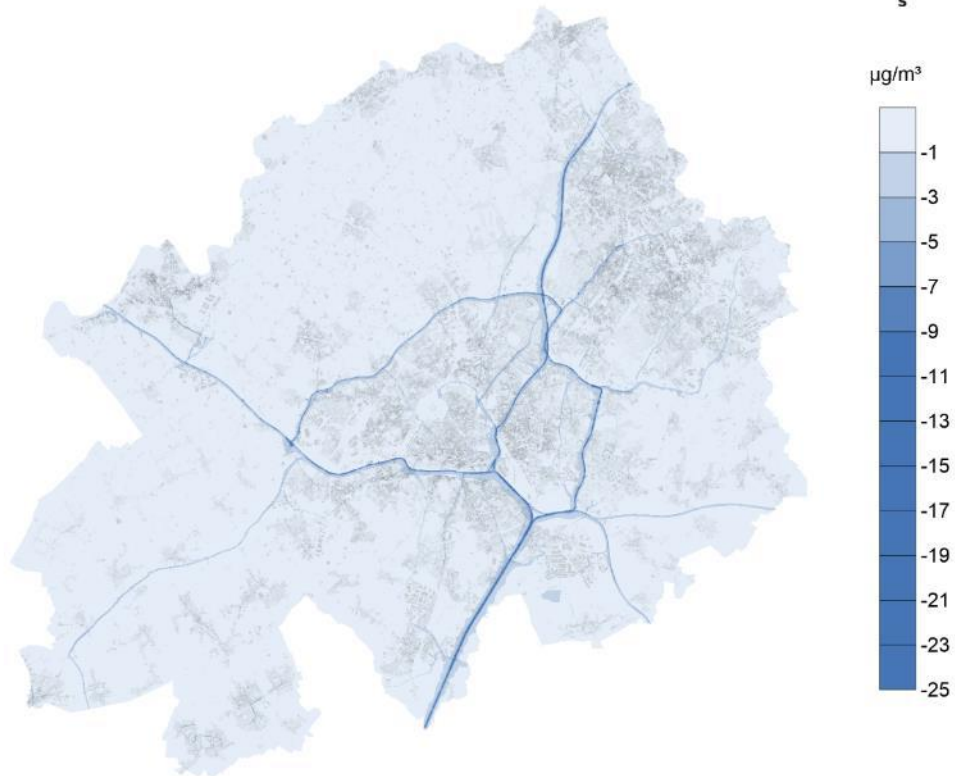
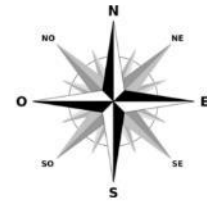


	Diminution moyenne (avec confinement) période 1 ^{er} confinement 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gamme des diminutions de concentrations	-36 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-1 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-2 à 0

Journée type semaine

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de particules PM10,
Journée type semaine
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



0 5
Kilomètres

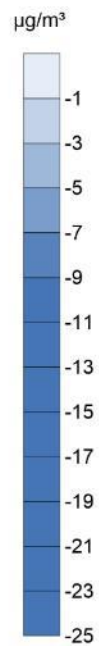
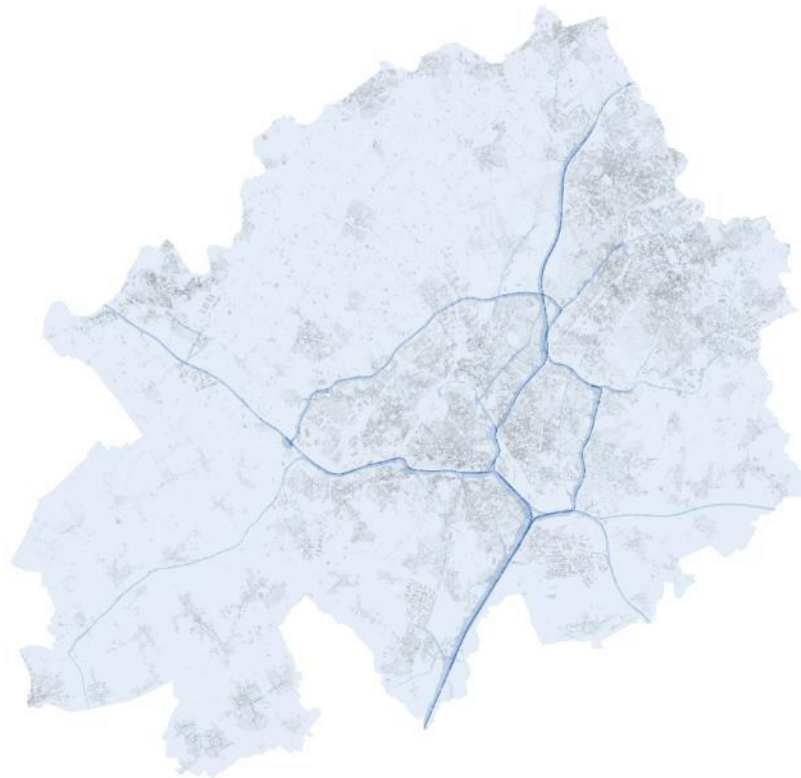
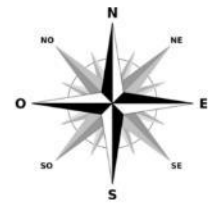


	Diminution moyenne (avec confinement) Journée type semaine en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gamme des diminutions de concentrations	-31 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-1 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-2 à 0

Journée type weekend

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de particules PM10,
Journée type week-end
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



0 5
Kilomètres



	Diminution moyenne (avec confinement) Journée type week-end en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gamme des diminutions de concentrations	-25 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-1 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-2 à 0

Interprétation

Pendant toute la période, en journée type semaine et en journée type weekend, **les concentrations en particules PM10 sont plus faibles dans le scénario « avec confinement »** que dans le scénario sans.

Les gains de concentrations modélisés avec confinement sont légèrement **plus importants en fond urbain qu'en fond rural** pour les trois périodes étudiées. Ils restent cependant faibles, inférieurs à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fond rural et inférieur à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fond urbain.

L'impact est ici moins conséquent que celui obtenu pour le dioxyde d'azote, en lien avec la diversité des sources d'émissions des particules. En effet, les secteurs **résidentiel** et **agricole** ont vu respectivement leurs émissions augmenter ou rester stable au cours de la période du confinement. Avec une part de plus de **40% initialement de ces deux secteurs sur les émissions de particules PM10** contre seulement 7% pour les NOx, il est cohérent de ne pas obtenir la même diminution sur les concentrations de polluants.

La modélisation montre, dans les 2 scénarii, que **les différences de concentration maximales sont localisées sur les voiries à fort trafic**, comme l'autoroute A25, A22, N227 et N356.

Les valeurs maximales sont différentes selon la période considérée. Le **gain maximal** est de l'ordre de **36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour la modélisation de toute la période du confinement, de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la journée type semaine et de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la journée type weekend. Ceci s'explique par le fait que les **concentrations modélisées sont plus élevées en semaine qu'en week-end** (cf Annexe 3 cartes concentrations), les différences entre les scénarii sont donc plus marquées sur le jour type semaine que week-end. Concernant la période entière, la baisse des émissions du trafic routier due au confinement se traduit par une **forte baisse des concentrations moyennes** et donc un **gain maximal** sur cette période.

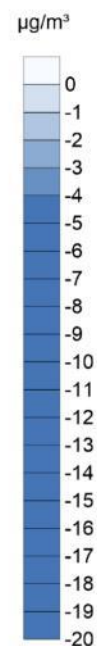
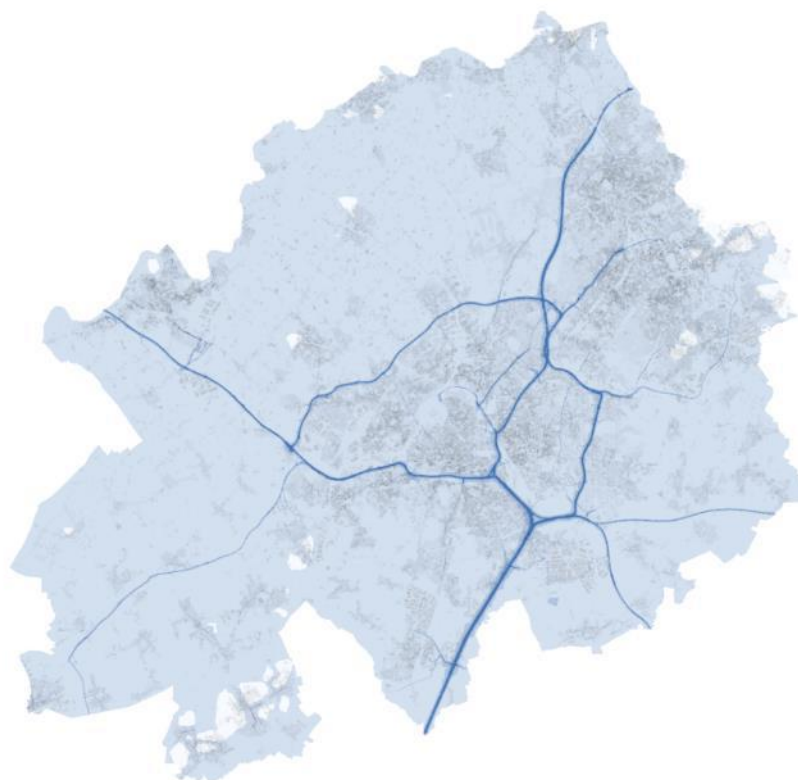
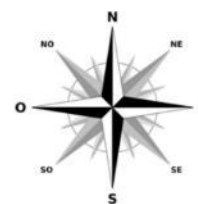


c. Particules PM2.5

Période du confinement (17 mars au 11 mai)

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de particules PM2.5,
Période du 1er confinement 2020,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



0 5
Kilomètres

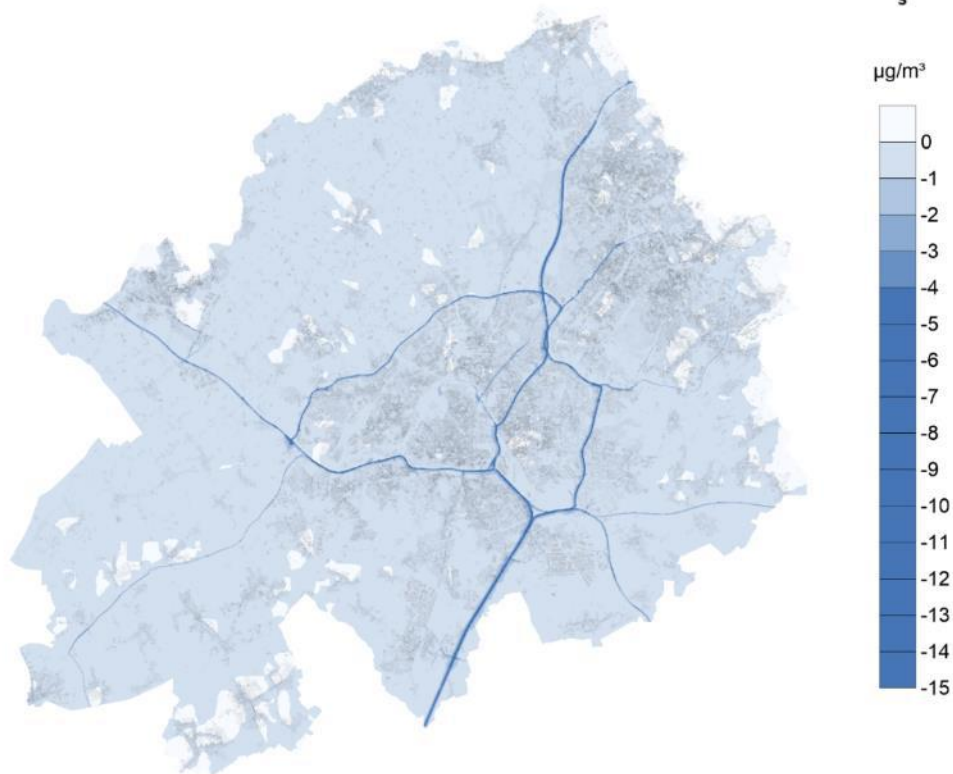
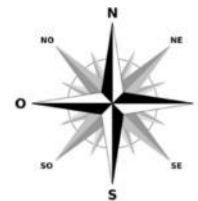


	Diminution moyenne (avec confinement) Période 1 ^{er} confinement 2020 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gamme des diminutions de concentrations	-25 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-1 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-1 à 0

Journée type semaine

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de particules PM_{2.5},
Journée type semaine,
µg/m³



0 5
Kilomètres

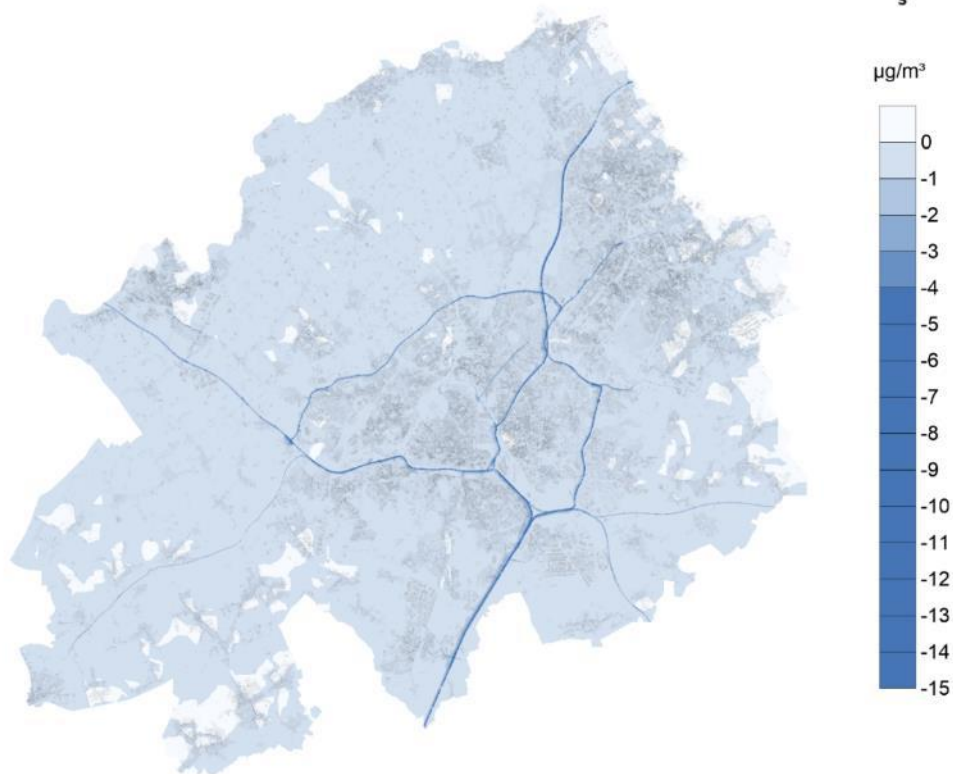
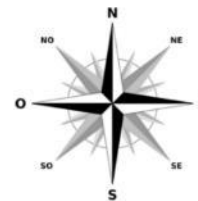


	Diminution moyenne (avec confinement) Journée type semaine en µg/m ³
Gamme des diminutions de concentrations	-21 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-1 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-1 à 0

Journée type weekend

Différence de concentrations entre les scénarios avec et sans confinement.

Moyenne de particules PM2.5,
Journée type week-end
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



0 5
Kilomètres



	Diminution moyenne (avec confinement) Journée type week-end en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gamme des diminutions de concentrations	-17 à 0
Diminution moyenne en fond rural	-1 à 0
Diminution moyenne en fond urbain	-1 à 0

Interprétation

Pendant toute la période, en journée type semaine et en journée type weekend, les concentrations en particules PM2.5 sont plus faibles dans le scénario « avec confinement » que dans le scénario sans.

Les gains de concentrations modélisées avec confinement sont identiques en fond rural et en fond urbain pour les trois périodes étudiées. Ils restent cependant très faibles, de l'ordre de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comme pour les particules PM10, la modélisation montre, dans les 2 scénarii, que **les différences de concentration maximales sont localisées sur les voiries à fort trafic**, comme l'autoroute A25, A22, N227 et N356.

Les valeurs maximales sont différentes selon la période considérée. Le **gain maximal** est de l'ordre de **25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour la modélisation de toute la période du confinement, puis 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en journée type semaine et 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en journée type weekend. Ceci s'explique par le fait que les **concentrations modélisées sont plus élevées en semaine qu'en week-end** (cf Annexe 3 cartes concentrations), les différences entre les scénarii sont donc plus marquées sur le jour type semaine que week-end.



d. Projection sur l'exposition des populations

Le **nombre d'habitants et la superficie** (en ha) qui pourraient être exposés à des dépassements de **valeurs limites annuelles** sans et avec confinement durant toute la période de confinement, le jour de semaine type et le jour de week-end type **si la situation prise sur ces périodes était la situation annuelle** sont repris dans le tableau ci-dessous.

	Période du confinement			
	Année2020 sans confinement		Année2020 avec confinement	
	Population exposée	Surface exposée	Population exposée	Surface exposée
NO₂ (VL40)	3191 hab	886 ha	36 hab	37 ha
PM10 (VL40)	364 hab	168 ha	/	/
PM2.5 (VL25)	664 hab	272 ha	/	< 1 ha
	Jour type semaine			
	Année2020 sans confinement		Année2020 avec confinement	
	Population exposée	Surface exposée	Population exposée	Surface exposée
NO₂ (VL40)	1508 hab	502 ha	/	8 ha
PM10 (VL40)	/	7 ha	/	/
PM2.5 (VL25)	< 1 hab	11 ha	/	/
	Jour type week-end			
	Année2020 sans confinement		Année2020 avec confinement	
	Population exposée	Surface exposée	Population exposée	Surface exposée
NO₂ (VL40)	313 hab	152 ha	/	/
PM10 (VL40)	/	< 1 ha	/	/
PM2.5 (VL25)	/	2 ha	/	/

Les modélisations « **sans confinement** » mettent en évidence une **population exposée aux dépassements de valeurs limites annuelles pour les trois polluants d'intérêt** : le dioxyde d'azote et les particules PM10 et PM2.5. Au contraire, les modélisations **avec confinement** montrent un **léger dépassement des valeurs limites uniquement pour le dioxyde d'azote**. Ces dépassements sont modélisés le long des axes routiers à fort trafic (notamment l'A25 et A22).

Pendant toute la période / Habitants

Presque 89 fois moins d'habitants auraient été impactés par le dioxyde d'azote pendant le confinement par rapport au scénario sans confinement si celui-ci avait duré toute l'année. Ceci s'explique par la localisation des dépassements, centrés majoritairement sur les axes de circulation et la réduction du trafic routier associée. Il n'y a plus de population exposée à des niveaux supérieurs aux valeurs limites pour les particules dans le cadre du scénario avec confinement.

Concernant les jours types semaine et week-end / Habitants

La population exposée aux particules PM10 et PM2.5 est très faible ou inexistante, alors que concernant le **dioxyde d'azote, la population est 4,8 fois plus exposée en semaine qu'en week-end dans les simulations sans confinement** (calcul pour toute une année). Dans les modélisations avec confinement, **aucun dépassement n'est constaté pour les trois polluants sur ces deux journées types**.



Superficies exposées / toutes périodes

Les superficies exposées aux particules en suspension **sont très faibles ou inexistantes** pendant les trois périodes étudiées **avec confinement** et elles restent faibles pour le dioxyde d'azote (37 ha).

Dans le scénario **sans confinement les superficies exposées sont plus élevées pour le NO₂**, avec 886 ha pendant toute la période, 502 ha pendant le jour type semaine et 152 ha pendant le jour type week-end. **La superficie exposée est donc 3,3 fois plus importante en semaine qu'en week-end.** Pour les particules en suspension, les dépassements restent faibles et sont plus importants sur le jour type semaine que week-end (maximum de 11ha pour les PM_{2.5} en jour type semaine).

e. Conclusion

Afin d'estimer l'impact du confinement sur les **concentrations du dioxyde d'azote et des particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2.5})**, des modélisations ont été réalisées sur toute la période du confinement, sur un jour type semaine et sur un jour type week-end.

Les résultats montrent une **diminution des concentrations** entre le **scénario avec et sans confinement** avec **des baisses importantes notamment en zone urbaine** (principalement pour le NO₂) **et en proximité des axes routiers** (pour le NO₂ et les particules).

Globalement, les gains sont plus importants pour le dioxyde d'azote que pour les particules en suspension ; et ils sont plus importants pour les particules PM₁₀ que pour les particules PM_{2.5}.

En projetant les résultats sur une année complète, les cartographies indiquent **l'absence de population exposée aux dépassements** de valeurs limites annuelles en **particules** et **moins de 36 habitants** pour le **dioxyde d'azote** pendant le confinement. La **superficie exposée** à un dépassement est **inférieure à 1 hectare** pour **les particules PM_{2.5} et nulles pour les autres polluants** quelle que soit la période considérée.



CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'IMPACT DU CONFINEMENT

- Une baisse du **dioxyde d'azote** allant jusqu'à **5 µg/m³** en zone **rurale** et **10 µg/m³** en zone **urbaine** liée à la mise en place du confinement
- **Pas ou peu de changement** sur les concentrations de **particules** en zone **rurale et urbaine**.
- **Pas de population exposée** à des valeurs limites en **particules** sur le scénario avec confinement
- **Une baisse de 99%** de la population exposée à des **dépassement de valeurs limites en NO₂** pendant le confinement

Le trafic routier a joué un rôle prépondérant dans la diminution des émissions et des concentrations de polluants sur le territoire de la MEL lors de ce confinement. Il est le principal secteur responsable de la diminution de l'exposition de la population. Cependant, son impact est faible sur la diminution des niveaux de particules en zones urbaine et rurale.

5. Impact sur les concentrations mesurées

5.1. Contexte

Cette partie de l'étude présente les **données issues du parc de mesures** présent sur la **Métropole Européenne de Lille**. Afin de qualifier au mieux l'impact du confinement sur la MEL, une **comparaison** avec les données provenant des stations situées dans le **bassin minier** est réalisée dans un second temps. Ainsi, il sera possible d'évaluer si l'impact du confinement a été plus fort sur la MEL que sur le bassin minier.

L'analyse est faite à partir des **paramètres météorologiques** et des **concentrations mesurées** sur une **période de 6 ans** (2015-2020). Les **polluants** pris en compte ici sont : **les particules PM10, PM2.5, l'ozone, le dioxyde d'azote et le black carbon**. La carte ci-dessous présente la localisation des stations (météo et mesures de concentrations) sur les deux zones d'étude.

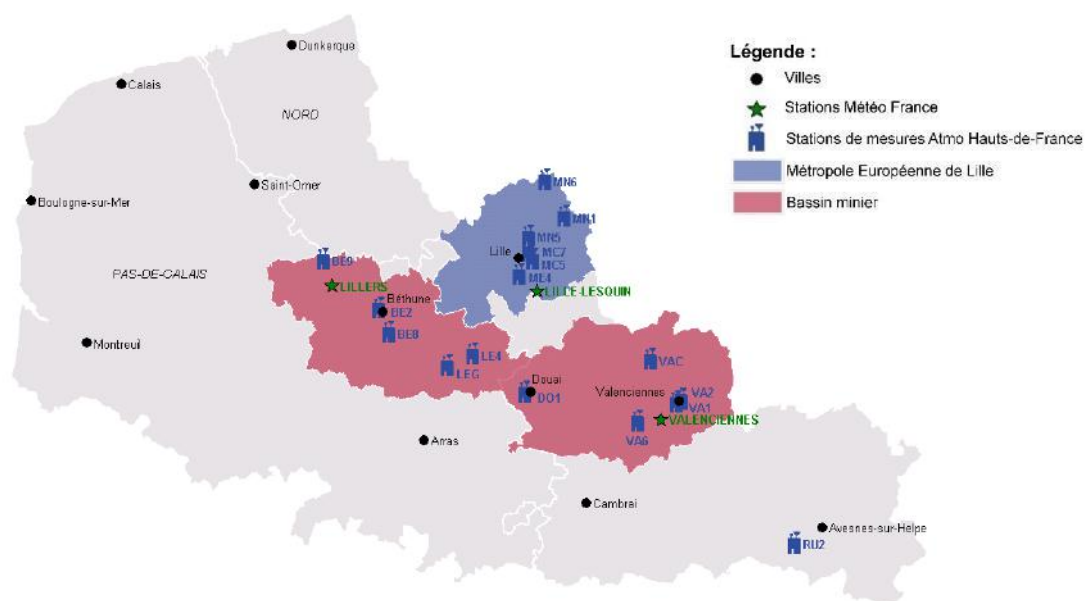


Figure 15 : Stations de mesures fixes d'Atmo Hauts-de-France et de Météo France situées dans la zone d'étude (MEL) et le bassin minier (Source : Atmo Hauts-de-France et Météo France)

Il n'y a pas de station rurale sur les périmètres de la MEL et du bassin minier, ainsi, la station de Cartignies (RU2) a été choisie pour caractériser la pollution de fond rural.

5.2. Méthodologie

La qualité de l'air dépend des polluants rejetés dans l'atmosphère par différents secteurs d'activité couplée à une série de phénomènes auxquels ils vont être soumis lors de leur temps de résidence dans l'atmosphère. Ainsi, les **concentrations de polluants varient en fonction des émissions locales, des réactions chimiques, de la topographie et des conditions météorologiques**.

a. Analyse des paramètres météorologiques

Afin de déterminer au mieux l'**impact du confinement** sur les niveaux de pollution, il est nécessaire dans un premier temps d'**analyser les conditions météorologiques de l'année 2020 et de les comparer à celles des années passées**. En effet, associée aux émissions locales, la météo constitue un **paramètre déterminant** dans l'**accumulation** ou la **dispersion** des particules et dans la formation d'ozone. Elle a donc un effet sur les **concentrations**.

Pour caractériser la météorologie du **premier semestre 2020** (janvier à juin), une comparaison est réalisée à partir des données de la même période sur un **historique de 5 ans** (2015-2019). Plusieurs **paramètres** sont analysés : profils de **températures, précipitations, humidité relative, vitesses** et **directions des vents**.

Sur le périmètre de la **MEL**, c'est la station **Météo France de Lille-Lesquin** qui est prise en compte. Dans un premier temps, les données sont comparées avec l'historique afin de déterminer si l'année 2020 correspond à la moyenne ou si elle représente une année atypique.

Dans un second temps, les données sont comparées avec la station de **Valenciennes** qui représente la météorologie du **bassin minier** afin de savoir si les conditions sont similaires ou différentes entre les deux zones d'études.

b. Analyse des concentrations mesurées

	Code station	Nom de la station	Typologie	Polluants analysés dans cette étude (date de mise en place de la mesure)				
				NO ₂	O ₃	PM2.5	PM10	BC
Métropole Européenne de Lille	MC5	Lille Fives	Urbaine	1995	2017	2008	1996	2015
	MC7	Lille Leeds	Proximité automobile	2016				2016
	ME4	Wattignies	Périurbaine		2015			
	MN1	Roubaix Serres	Proximité automobile	2001		2013	2011	
	MN5	Marcq-en-Barœul	Urbaine				1998	
	MN6	Halluin	Périurbaine	2003	2003			
Bassin minier	BE2	Béthune stade	Urbaine	2003	2003	2008	2004	
	BE8	Nœux-les-Mines	Périurbaine	2014	2014		2014	
	DO1	Douai Theuriet	Urbaine	1998	1998	2008	1999	
	LE4	Harnes	Périurbaine		1997		1992	
	LEG	Lens-Varsovie	Proximité automobile				2015	
	VA1	Valenciennes Acacias	Urbaine	1998	1998		1998	
	VA2	Valenciennes Wallon	Proximité automobile	1999		2004	1999	
	VA6	Denain	Périurbaine	2000	2000		2001	
Fond Rural	RU2	Cartignies	Rurale	2017	2011	2018	2012	

Tableau 3 : Liste des stations de mesures prises en compte dans le cadre de cette étude

Le tableau ci-dessus présente les **typologies** et **polluants mesurés** des stations prises en compte sur les deux unités spatiales de l'étude.



Analyse des profils moyens mensuels

L'analyse des **profils moyens mensuels** est réalisée sur le **premier semestre** de chaque année **depuis 2015**. Cette analyse est faite séparément pour chaque **typologie** (urbaine, périurbaine, proximité automobile) et par **polluant** (PM10, PM2.5, NO₂, O₃ et BC).

Le **profil de l'année 2020** est comparé aux profils moyens calculés sur les années 2015-2019 afin de déterminer s'il est au-dessus, similaire ou en-dessous de l'historique.

Analyse de séries chronologiques hebdomadaires

Cette seconde partie est centrée sur les **moyennes glissantes hebdomadaires** des observations calculées pour chaque **typologie**, du **1^{er} mars au 30 juin 2020** sur le territoire de la **MEL** pour couvrir la période avant/pendant/après le confinement.

Les comportements des différentes typologies de station sont comparés entre eux au cours de la période de confinement/déconfinement.

Analyse des profils moyens journaliers

Un zoom sur les **profils moyens journaliers par polluant** est ensuite réalisé sur **3 périodes différentes : pré-confinement** (1^{er} janvier au 16 mars), **confinement** (17 mars au 10 mai) et **post-confinement** (11 mai au 30 juin).

Ces profils moyens sont comparés pour chaque période aux profils moyens observés au cours des **5 dernières années**.

Comparaison des données avec le bassin minier

Une comparaison est faite à partir des profils moyens mensuels, séries chronologiques hebdomadaires et profils moyens journaliers. **Elle permet de déterminer si les impacts du confinement sont similaires ou différents entre la MEL et le bassin minier.**



c. Synthèse

Le tableau ci-dessous résume les **paramètres** et les **périodes analysés** dans cette partie de l'étude.

Paramètres analysés		Période	Années
Météorologie			
1	Températures, humidité relative, vents, précipitations.	Janvier à juin	2015-2016-2017-2018-2019- 2020
Concentrations			
2	Profils moyens mensuels	Janvier à juin	2015-2016-2017-2018-2019- 2020
3	Séries chronologiques hebdomadaires	Janvier à juin	2020
4	Profils moyens journaliers	Pré-confinement (1/01 – 16/03) Confinement (17/03 – 11/05) Post-confinement (12/05 – 30/06)	2015-2016-2017-2018-2019- 2020
Comparaison données bassin minier			
6	Météorologie + concentrations mesurées	Janvier à juin	2015-2016-2017-2018-2019- 2020

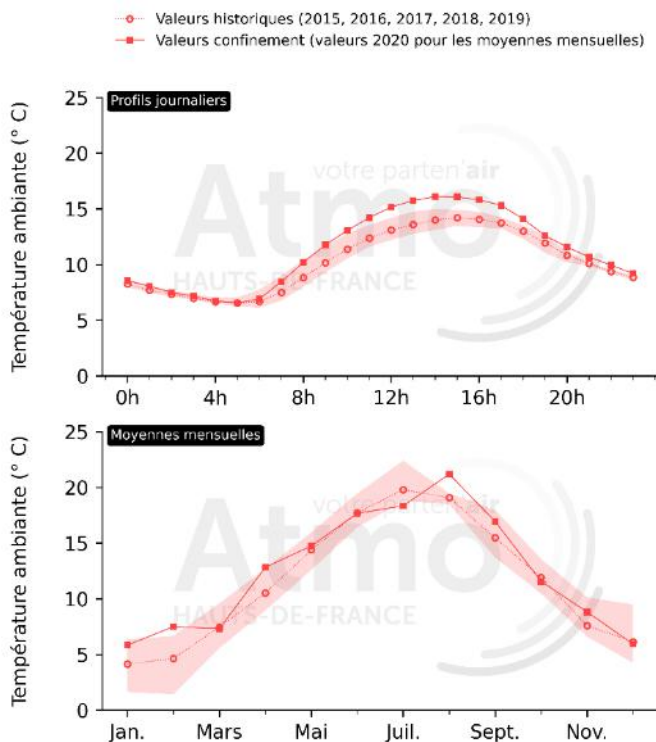
Tableau 4 : synthèse des paramètres analysés sur les mesures



5.3. Résultats

a. Analyse des paramètres météorologiques

Profils de températures



Lecture du graphique :

Etendue rouge transparente : ensemble des données de température mesurées de 2015 à 2019.

Courbe pointillée : moyenne des mesures de température de 2015 à 2019.

Courbe pleine : mesures de température de 2020

Figure 16: En haut : profil journalier de température sur la période du confinement (17/03 au 11/05) pour Lille-Lesquin
En bas : profil mensuel de température sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Lille-Lesquin)
(Source : Météo France)

Les **moyennes mensuelles des températures** observées sur le premier semestre 2020 se situent **au-dessus de la moyenne** mesurée sur les 5 dernières années pour les mois de janvier, février et avril. Les mois de mars, mai et juin correspondent à la moyenne de saison.

Un zoom sur le **profil moyen journalier** est réalisé sur la période du confinement (du 17 mars au 11 mai 2020). Celui-ci montre des **températures plus élevées en journée** (10h à 00h) en 2020 que sur les 5 années précédentes.

Des observations similaires sont notées sur la station météorologique de Valenciennes choisie pour représenter le bassin minier (les graphiques pour la station de Valenciennes sont disponibles en Annexe 4).

Précipitations

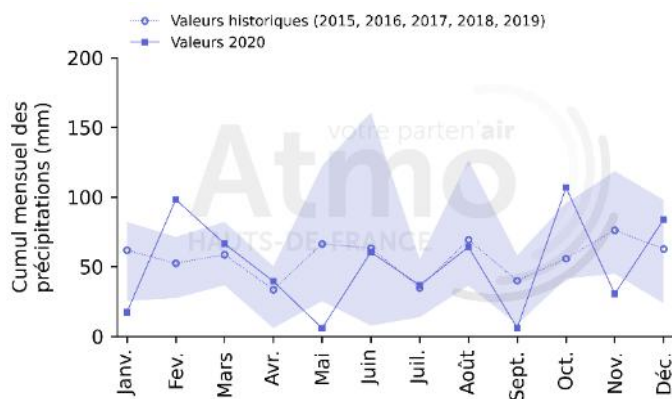


Figure 17: Cumul des précipitations mensuelles sur la station de Lille-Lesquin (Source : Météo France)

Lecture du graphique :

Etendue bleue transparente : ensemble des données de cumul de précipitations mesurées de 2015 à 2019.

Courbe pointillée : moyenne des cumuls de précipitations de 2015 à 2019.

Courbe pleine : mesures de cumul de précipitations de 2020

Le mois de **février** 2020 a été **particulièrement pluvieux** avec près de 100 mm en cumul de précipitations contre 50 mm en moyenne sur les années 2015-2019. En **mars et en avril**, le cumul de pluie est proche de la moyenne des 5 années précédentes. Enfin, le mois de **mai** est caractérisé par de **très faibles précipitations**.

Des observations similaires sont notées sur la station météorologique de Valenciennes choisie pour représenter le bassin minier.

Humidité relative

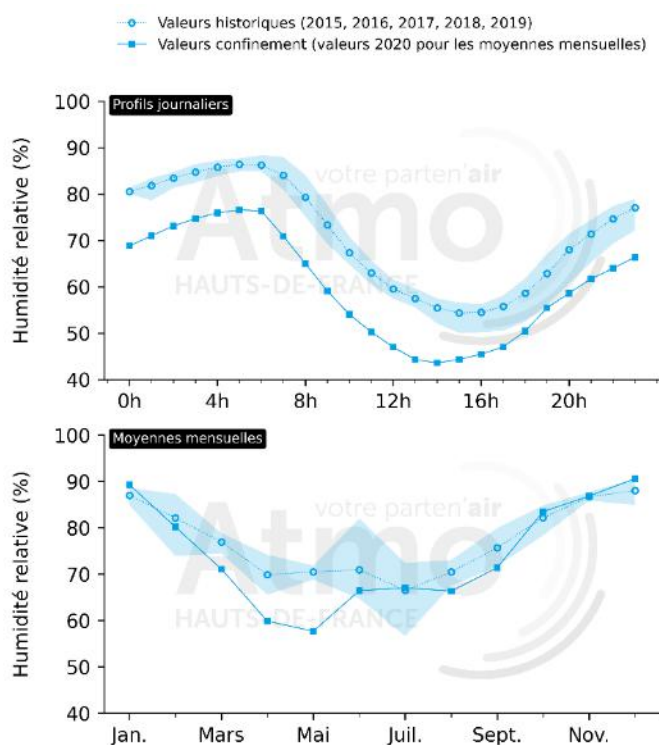


Figure 18 : En haut : profil journalier de l'humidité relative sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Lille-Lesquin

En bas : profil mensuel de l'humidité sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Lille-Lesquin)
(Source : Météo France)

Lecture du graphique :

Etendue bleue transparente : ensemble des données d'humidité relative mesurées de 2015 à 2019.

Courbe pointillée : moyenne des mesures d'humidité de 2015 à 2019.

Courbe pleine : mesures d'humidité de 2020

Au cours des 3 mois de confinement (mars à mai), les moyennes mensuelles d'humidité relative étaient en-dessous des moyennes de saison des 5 dernières années. Cette observation est plus marquée sur le profil journalier de 2020 réalisé sur la période du 17 mars au 11 mai. En effet, quelle que soit l'heure de la journée, l'humidité relative moyenne de 2020 est inférieure de 10 points par rapport à la moyenne 2015-2019.

Des observations similaires sont notées sur la station météorologique de Valenciennes choisie pour représenter le Bassin Minier.

Vitesses de vents

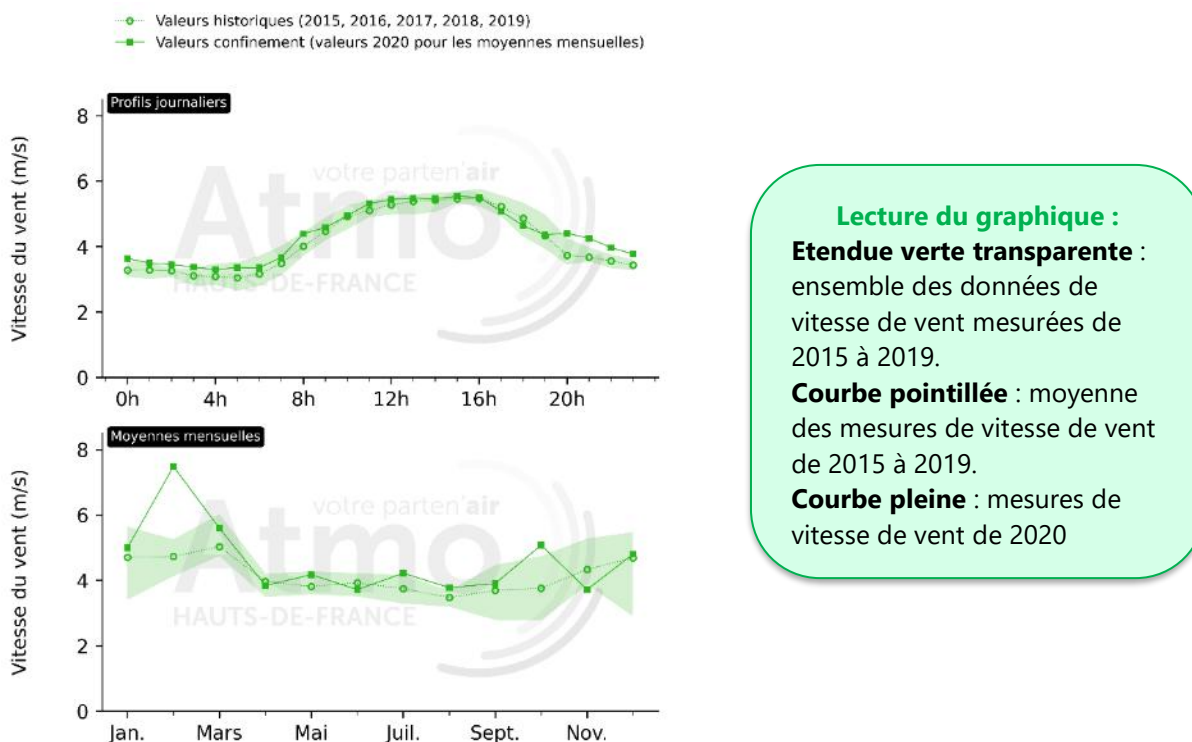


Figure 19 : En haut : profil journalier de la vitesse de vents sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Lille-Lesquin

En bas : profil mensuel de la vitesse de vents sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Lille-Lesquin)
(Source : Météo France)

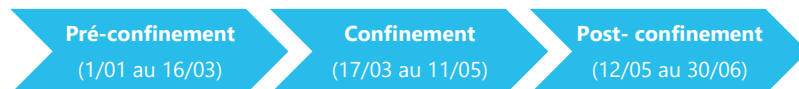
Le mois de février présente des vitesses de vents bien plus élevées que les moyennes observées sur les années 2015-2019. Sur la période de confinement, les vitesses de vent de 2020 sont similaires aux observations faites sur les 5 années précédentes.

L'analyse du profil moyen journalier présente des conclusions similaires avec des moyennes de vents conformes à l'historique en journée.

Des observations similaires sont notées sur la station météorologique de Valenciennes choisie pour représenter le bassin minier.

Roses des vents

Les roses des vents ont été tracées sur **3 périodes différentes** pour les années 2015-2016-2017-2018-2019-2020.



Guide de lecture des roses de vents

- Les **pétales** se placent en fonction des **directions de vents** (d'où vient le vent)
- La **fréquence** des vents est indiquée en **pourcentage** par les cercles concentriques
- Les **couleurs** indiquent les **vitesses** de vents, le **jaune** étant significatif de **vents forts**.
Les vents dont la vitesse est inférieure à 1 m/s ne sont pas représentés car ils ne sont pas significatifs.

Pré-confinement (1 janvier au 16 mars)

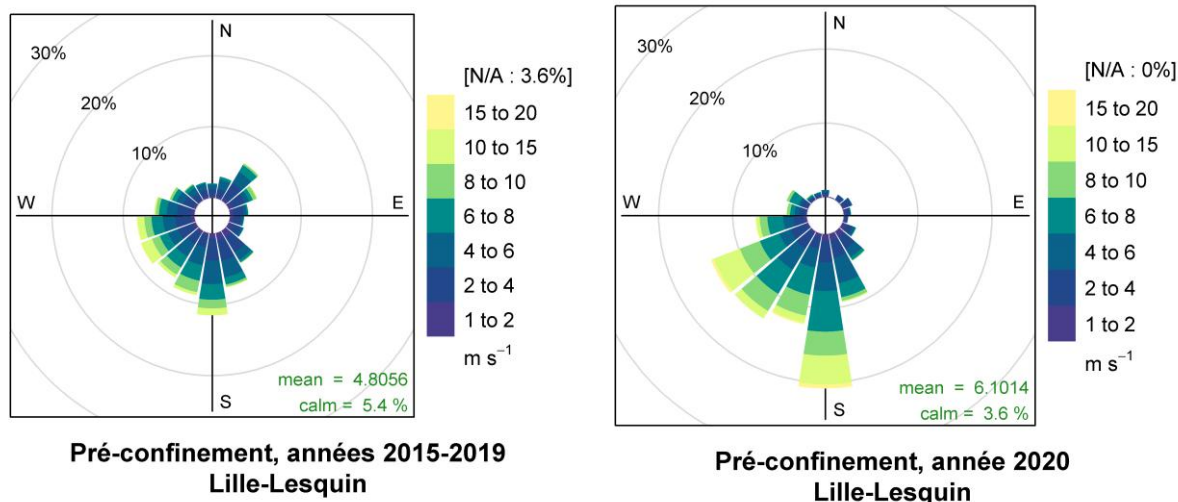


Figure 20 : Roses des vents de Lille-Lesquin du 1^{er} janvier au 16 mars (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)

Sur la période **pré-confinement**, les vents de l'année **2020** proviennent principalement du **quart Sud-Ouest** avec tout de même une dominance pour le secteur **Sud** (plus de 20% des vents observés). Leurs fréquences ainsi que leurs vitesses sont plus importantes (entre 15 et 20 m/s au max en secteur Sud) que celles observées au cours de l'historique.

Des observations similaires sont faites sur la station météo de Valenciennes pour l'année 2020.

Confinement (17 mars au 11 mai)

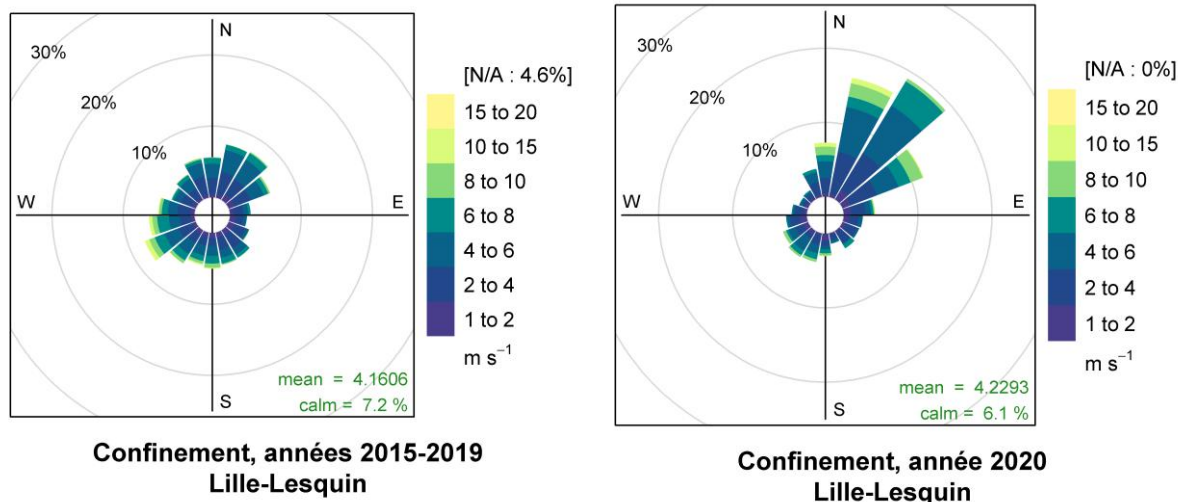


Figure 21 : Roses des vents de Lille-Lesquin du 17 mars au 11 mai (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)

Pendant le confinement, **les vents provenaient essentiellement du secteur Nord-Est**. Les vitesses de vents **les plus élevées** (10 à 15 m/s) résultaient également de ce secteur. **L'analyse de l'historique 2015-2019 permet de constater le caractère exceptionnel de cette période pour l'année 2020.**

Des observations similaires sont faites sur la station météo de Valenciennes pour l'année 2020.

Post-confinement (12 mai au 30 juin)

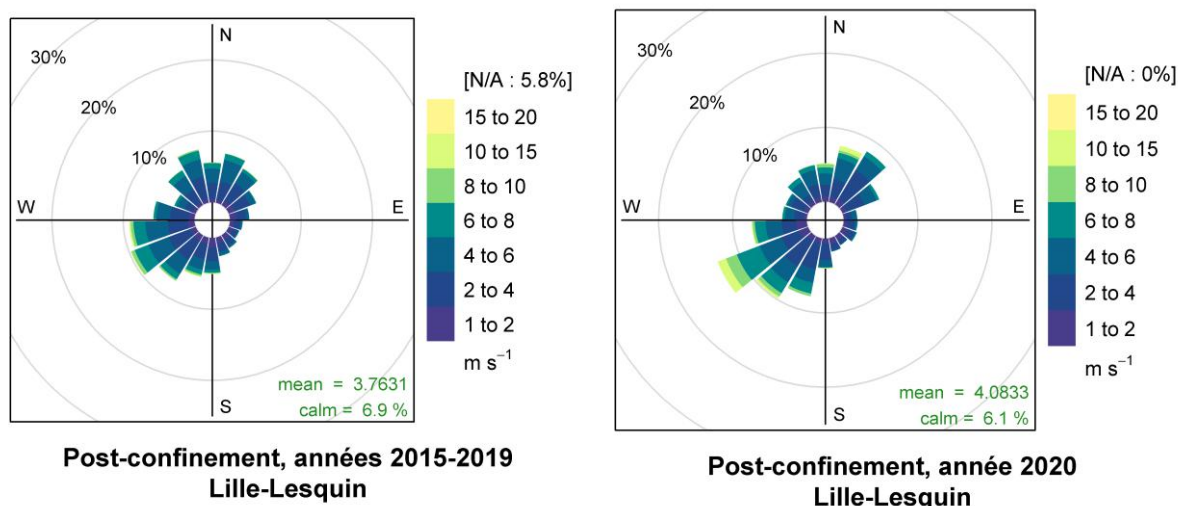


Figure 22 : Roses des vents de Lille-Lesquin du 12 mai au 30 juin (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)

La provenance des vents est partagée entre **les secteurs Sud-Ouest et Nord-Est en 2020**, dans une tendance similaire à celle mesurée entre 2015 et 2019. Cependant les fréquences de vents de 2020 sont plus importantes sur les secteurs Sud-Ouest et Nord.

Des observations similaires sont faites sur la station météo de Valenciennes pour l'année 2020.



CE QU'IL FAUT RETENIR DU PREMIER SEMESTRE 2020

- Les **températures** ont été plus élevées que la moyenne de l'historique en journée.
- Le cumul des **précipitations** des mois de mars et avril correspond à l'historique. Le mois de février a été particulièrement pluvieux. Au contraire, le mois de mai présente un déficit en eau.
- Les trois mois du confinement présentent des **taux d'humidité relative** moyens inférieurs à la moyenne de l'historique.
- Le mois de février présente des **vitesse de vents** moyennes plus élevées que l'historique. Durant la nuit de la période de confinement, les vitesses de vent sont plus importantes que la moyenne de l'historique
- De plus, les mois de mars-avril-mai sont dominés par des **vents de provenance du secteur Nord-Est**, ce qui diffère avec les observations de l'historique.



b. Analyse des concentrations mesurées

Dioxyde d'azote

Profil moyen mensuel

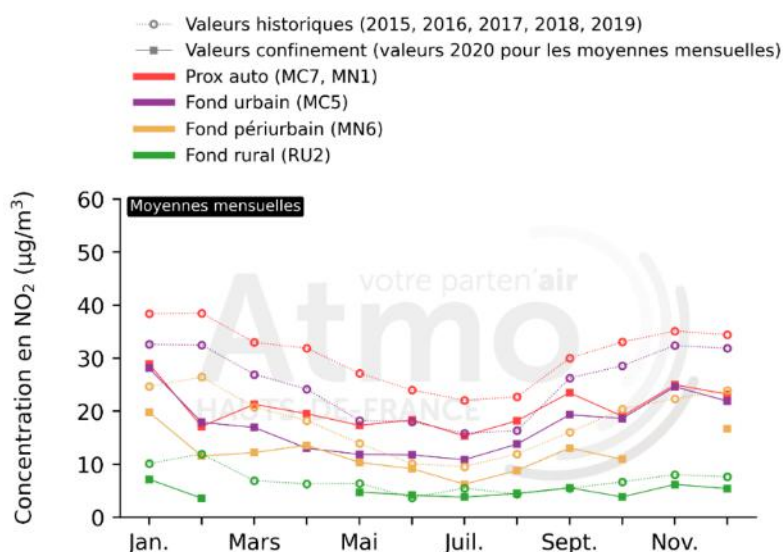


Figure 23 : Profils moyens mensuel du NO₂ sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	-29%	-70%	/	/	-26%	+13%
Périurbaine	-20%	-56%	-41%	-26%	-26%	-9%
Urbaine	-14%	-45%	-37%	-46%	-35%	-35%
Prox. auto	-25%	-56%	-35%	-39%	-36%	-23%

Tableau 5 : Ecart de concentrations de NO₂ par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019)

Le graphique et tableau ci-dessus présentent une synthèse des **concentrations moyennes mensuelles par typologie observées sur le premier semestre de l'année 2020 et de l'historique** (2015 à 2019).

Quelle que soit la typologie, **les concentrations moyennes mensuelles observées sur janvier et février 2020, c'est-à-dire avant le confinement, sont en-dessous de la moyenne de l'historique** (entre 14% et 70%). Cela peut être expliqué par les **conditions météorologiques particulièrement dispersives** survenues sur le début de l'année 2020 (vents forts, précipitations, etc.).

Cette tendance se poursuit sur la période de confinement et de déconfinement. L'analyse des sections qui suivent s'attache à distinguer l'impact du confinement de celui des conditions météorologiques sur la tendance observée.

L'analyse des **comportements des stations par typologie** pour une même période permet de **s'affranchir, en partie, du facteur météo**. En effet, la **météorologie impacte toutes les stations, indépendamment de leur typologie**. Les **variations d'écart entre les différentes typologies ne peuvent donc pas être expliquées par la météorologie**.

Ainsi, si les concentrations en **typologie urbaine étaient proches** de celles de typologie de **proximité automobile** courant **janvier et février**, elles ont **nettement baissé** pour se rapprocher des niveaux de typologie **périurbaine** pendant le **confinement**.

Le confinement a donc réduit les concentrations de dioxyde d'azote en fond urbain. Cette observation est en lien avec les résultats de la modélisation obtenus précédemment. En effet, la baisse des concentrations modélisées est de l'ordre de 3 à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en zone urbaine. Cela est équivalent à la variation de l'écart des typologies urbaine et périurbaine entre les mois de janvier et d'avril. : de l'ordre de 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en janvier, 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en février et seulement de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en avril.

Séries chronologiques

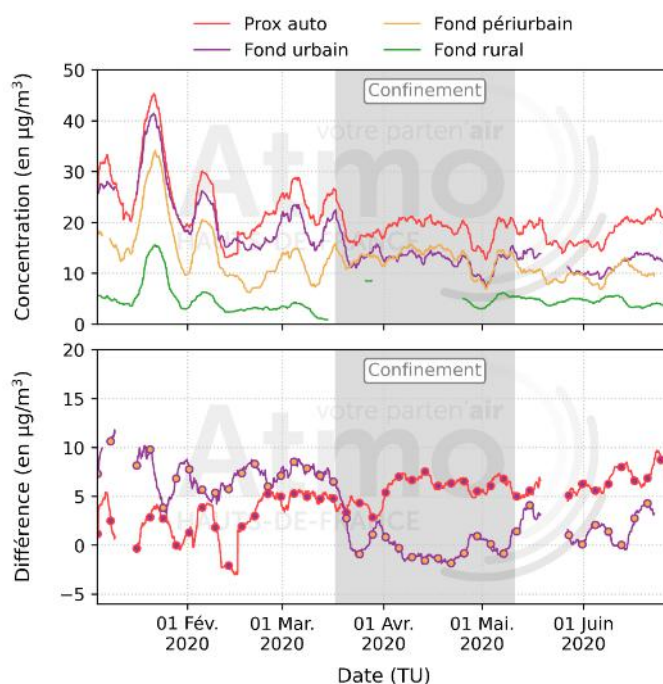


Figure 24: (au-dessus) Evolution des concentrations de dioxyde d'azote en moyenne glissante sur 7 jours
(au-dessous) Evolution de la différence de concentrations entre urbaine/périurbaine et proximité automobile/urbaine

Les graphiques ci-dessus présentent l'évolution des **concentrations par typologie** du 1^{er} janvier au 30 juin 2020. La période du **confinement** est grisée.

La journée du **17 mars 2020** marque une rupture sur les niveaux de NO₂ avec une baisse des concentrations en proximité automobile et en fond urbain.

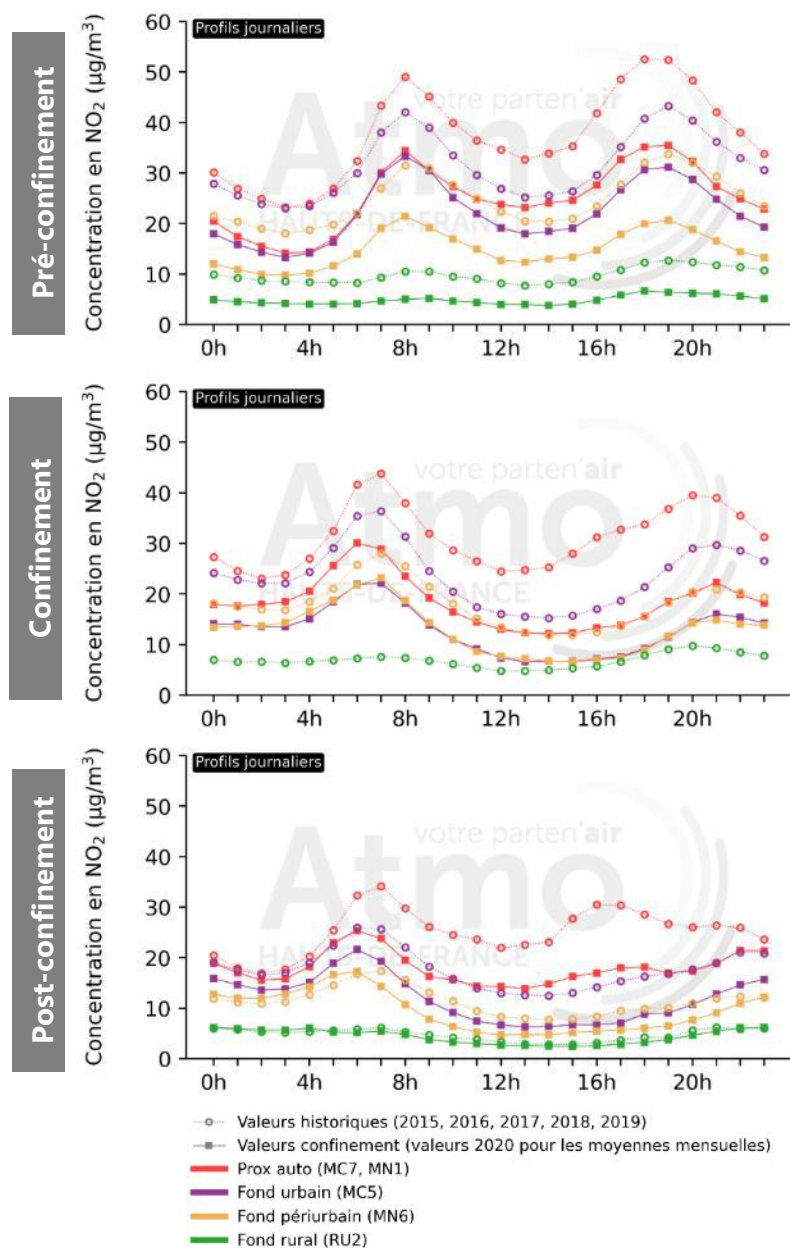
Du 1^{er} janvier au 16 mars, l'**écart moyen** entre la situation en milieu **urbain** et **périurbain** était de l'ordre de **+5 à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Cet **écart est proche de 0** sur la période du **confinement** et post-confinement, ce qui montre que les **niveaux en milieu urbain ont baissé**. A contrario, les niveaux en zone périurbaine sont restés dans les mêmes ordres de grandeurs. Cette différence de tendance s'explique par les sources d'émissions qui sont plus importantes en milieu urbain qu'en périurbain. En effet, la réduction du trafic routier a eu un impact plus conséquent en zone urbaine, là où il est le plus fort en temps normal. **Ces tendances sont dues au confinement et non à la météorologie car cette dernière impacte indistinctement les milieux urbains et périurbains.**

En ce qui concerne l'écart entre les niveaux de **proximité automobile** et de fond **urbain**, il reste de l'ordre de **+5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** du 1^{er} mars au 30 juin. Le confinement a donc permis de diminuer les concentrations le long des axes routiers, en lien avec la réduction du nombre de véhicules en circulation.

Profils moyens journaliers

L'étude des **profils moyens journaliers** est faite sur **3 périodes distinctes** :

- **Pré-confinement** : du 1^{er} janvier au 16 mars ;
- **Confinement** : du 17 mars au 11 mai ;
- **Post-confinement** : du 12 mai au 30 juin.



Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers**, quelle que soit la typologie, sont déjà **en-dessous de la moyenne de l'historique** ainsi que des minimales mesurées entre 2015 et 2019.

Entre **00h et 9h**, les **niveaux sont similaires** entre les profils de typologies **urbaine** et de **prox auto**.

Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers**, quelle que soit la typologie, sont également **en-dessous de la moyenne de l'historique** ainsi que des minimales mesurées entre 2015 et 2019.

Les **niveaux sont similaires** entre les profils de typologies **urbaine** et **périurbain en 2020** mais **pas dans l'historique**.

Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers**, quelle que soit la typologie **sont cohérents** avec l'historique entre **00h et 6h**, mais sont **en-dessous des minimales** enregistrées entre 2015 et 2019 pour le **reste de la journée**.

Bien que légèrement au-dessus, les **niveaux observés en fond urbain** restent **proches du fond périurbain en 2020**.

Figure 25 : Profils moyens journaliers de NO₂ par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL

Au cours du **confinement**, les concentrations de fond et de proximité ont diminué sur le territoire de la MEL. En effet, le **niveau urbain habituellement proche de la proximité automobile** au cours de la matinée, a diminué pour se **rapprocher du niveau périurbain**.

Les deux graphiques suivants présentent **l'écart** entre le profil en **proximité automobile** et de **fond périurbain** (à gauche) et entre le profil de **fond urbain** et **périurbain** (à droite) sur les trois périodes d'étude pour l'année 2020.

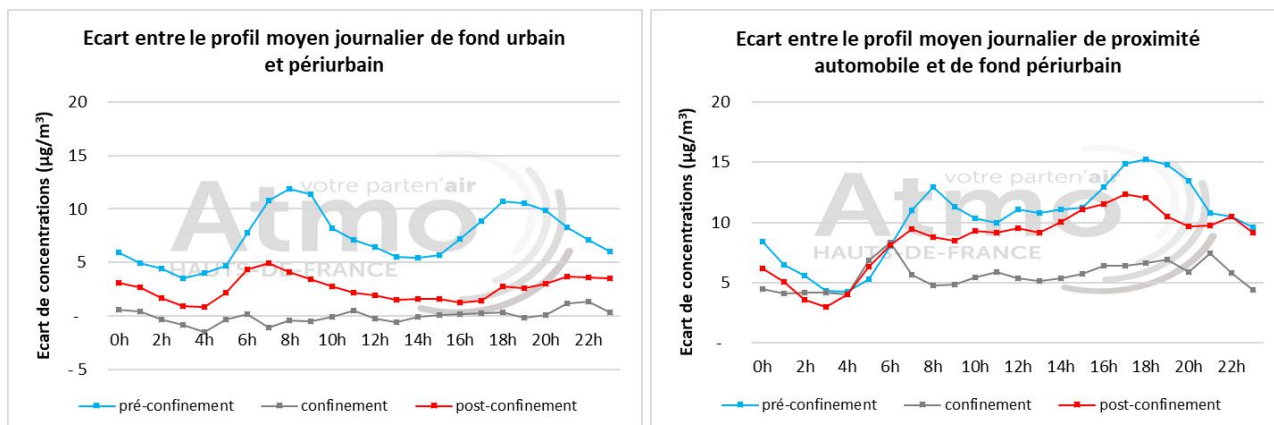


Figure 26 : Ecart entre le profil moyen journalier en fond urbain et périurbain (à gauche) ; entre la proximité automobile et le fond périurbain (à droite) pour les périodes de pré-confinement, confinement et post-confinement



Du 1^{er} janvier au 16 mars, le **fond urbain** était supérieur de **3 à 12 µg/m³** au cours de la journée par rapport au **fond périurbain**. Au cours du **confinement**, les niveaux mesurés sur ces deux typologies étaient **similaires** montrant une **baisse des concentrations en environnement urbain**. Enfin sur la période du **déconfinement**, l'**écart s'est recreusé sans pour autant atteindre les niveaux d'avant confinement**.

L'évolution des écarts entre les 3 périodes sont indépendants de la météorologie car cette dernière impacte indistinctement les milieux urbains et périurbains.

Le confinement aurait conduit à une baisse comprise au moins entre 4 et 12 µg/m³ en milieu urbain sur la MEL (écart entre les profils de pré-confinement et de confinement). Cela est cohérent avec les résultats obtenus par la modélisation.



En ce qui concerne les concentrations en **proximité automobile**, l'écart avec le fond périurbain reste assez similaire entre les trois périodes d'étude durant la nuit (de 00h à 6h). En effet, le faible trafic permet aux concentrations de redescendre à des niveaux proches du fond. C'est au cours de la journée que le contraste est le plus visible. En effet, alors que **l'écart moyen** est de l'ordre de **5 µg/m³** pendant le **confinement**, il est supérieur à **10 µg/m³ pré/post-confinement**.

Contrairement à l'écart visible entre urbain/périurbain, **le déconfinement a marqué un quasi « retour à la normale » sur les niveaux en proximité automobile.**

Comparaison avec le bassin minier

Les paramètres étudiés pour la **Métropole Européenne de Lille** ont été également regardés sur le périmètre du **bassin minier**. Ils sont présentés ci-après et comparés aux résultats observés sur la MEL.

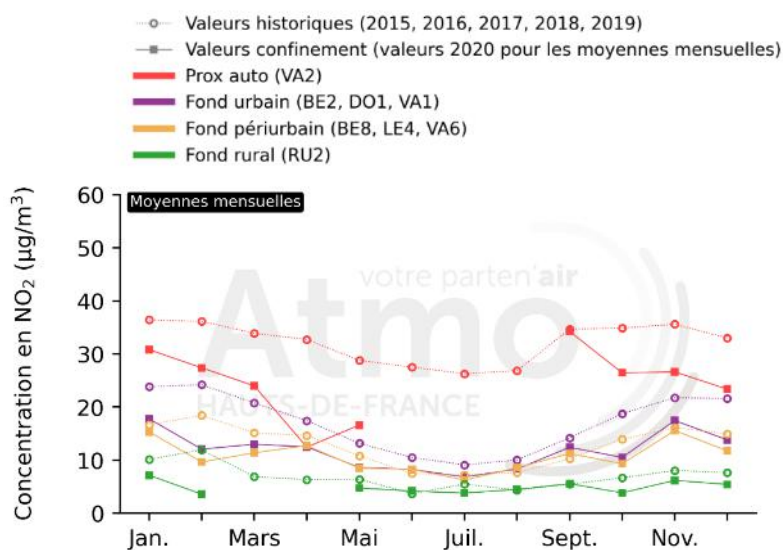


Figure 27 : Profils moyens mensuel du NO₂ sur toutes les typologies de stations du territoire du bassin minier (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	-29%	-70	/	/	-26%	+13%
Périurbaine	-8%	-48%	-25%	-13%	-22%	+11%
Urbaine	-25%	-50%	-37%	-28%	-35%	-22%
Prox. auto	-15%	-24%	-29%	-62%	-42%	/

Tableau 6 : Ecart de concentrations de NO₂ par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur le bassin minier)

Comme pour la MEL, les concentrations de NO₂ sont, quelle que soit la typologie, en-dessous de l'historique avant même le début du confinement. Il **n'est donc pas pertinent de comparer les niveaux avec les années précédentes** afin de quantifier l'impact du confinement.

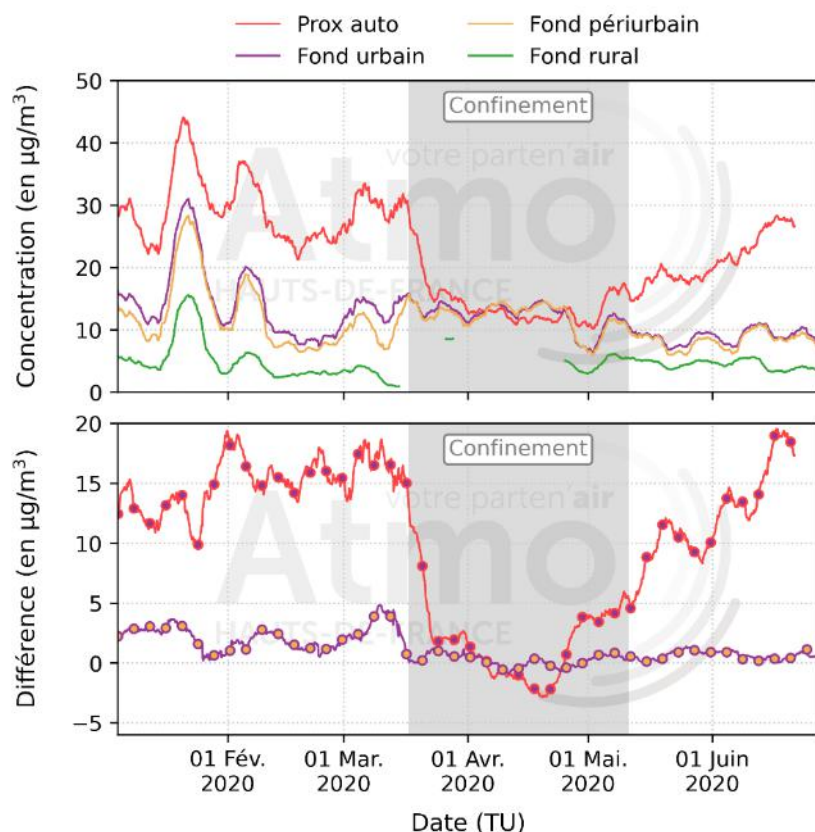


Figure 28: (au-dessus) Evolution des concentrations de dioxyde d'azote en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier (au-dessous) Evolution de la différence de concentrations entre urbaine/périurbaine et proximité automobile/urbaine sur le bassin minier


Baisse entre
2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liée
au confinement
(moy : 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En ce qui concerne les **concentrations moyennes mensuelles**, contrairement à ce qui est visualisé sur la MEL, les **niveaux de NOx du fond urbain sont proches de ceux mesurés en fond périurbain** sur la totalité de la période de mesure considérée ici (1er janvier au 30 juin). Il n'y a **pas de réelle différence observée sur les mois de confinement pour les stations de fond** sur les séries chronologiques. L'analyse de l'écart entre les profils journaliers de fond permet de conclure que le **confinement** aurait conduit à une baisse comprise au moins entre **2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en milieu urbain**.


Baisse entre
5 (matin) et
24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liée au
confinement
(moy : 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En revanche, le profil mensuel de **proximité automobile** montre une chute des concentrations au cours du mois d'avril ($-12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport au mois de mars) pour se **rapprocher des niveaux des stations de fond urbaines et périurbaines**. Cette baisse est plus importante sur le bassin minier que sur la MEL comme le montrent les séries chronologiques. En effet, sur la MEL, **les concentrations en proximité restent supérieures de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de fond urbain**.

L'analyse de l'écart entre les **profils journaliers** en **proximité** et en fond **urbain** vient appuyer cette observation avec une baisse estimée entre **5 et 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en fonction de l'heure de la journée en proximité.

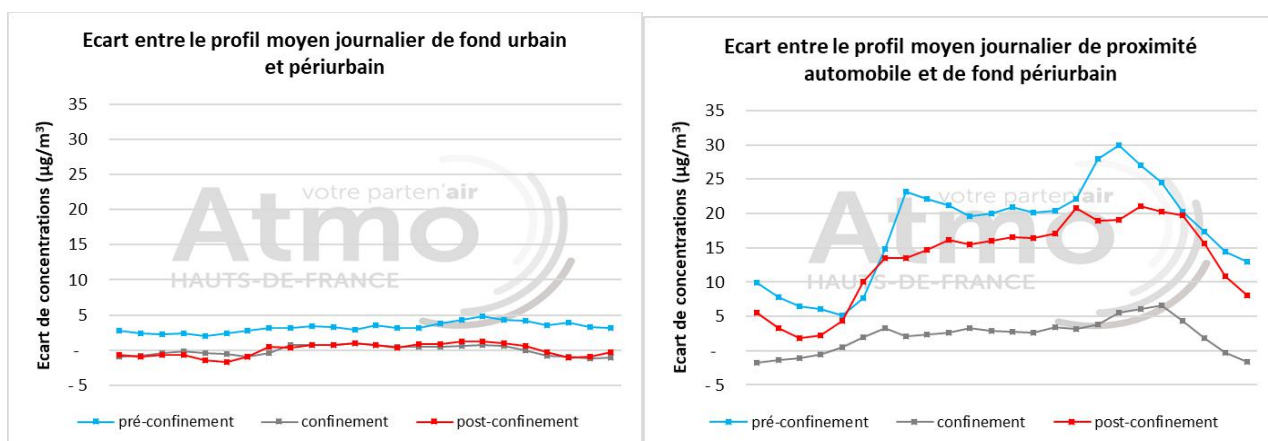


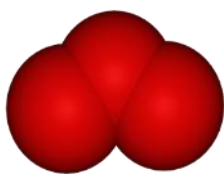
Figure 29: Ecart entre le profil moyen journalier en fond urbain et périurbain (à gauche) ; entre la proximité automobile et le fond périurbain (à droite) pour les périodes de pré-confinement, confinement et post-confinement pour le bassin minier



Par conséquent, le confinement a conduit à une diminution des concentrations de NO_2 :

- **Plus importante en fond urbain sur la MEL ;**
- **Plus importante en proximité automobile sur le bassin minier.**

Ozone



L'ozone est un **polluant secondaire** qui se **forme à partir de polluants primaires** émis par différentes sources de pollution (trafic automobile, activités résidentielle et tertiaire, industries) sous **l'effet du rayonnement solaire**.

Ainsi, les niveaux moyens relevés en ozone sont généralement plus élevés au **printemps** et les **pics de concentrations s'observent en juillet-août**. Les concentrations sont minimales en début de matinée et maximales en fin d'après-midi.

On distingue l'ozone stratosphérique (altitude de 10 à 60 km) qui forme la couche d'ozone protectrice contre les UV du soleil et l'ozone troposphérique (0 à 10 km) qui devient **un gaz agressif**. Il provoque toux, altération pulmonaire ainsi que des irritations oculaires.

L'ozone a un effet **néfaste sur la végétation** (rendement des cultures, respiration des plantes) et sur certains matériaux (caoutchouc). **Il contribue également à l'effet de serre**.

Profil moyen mensuel

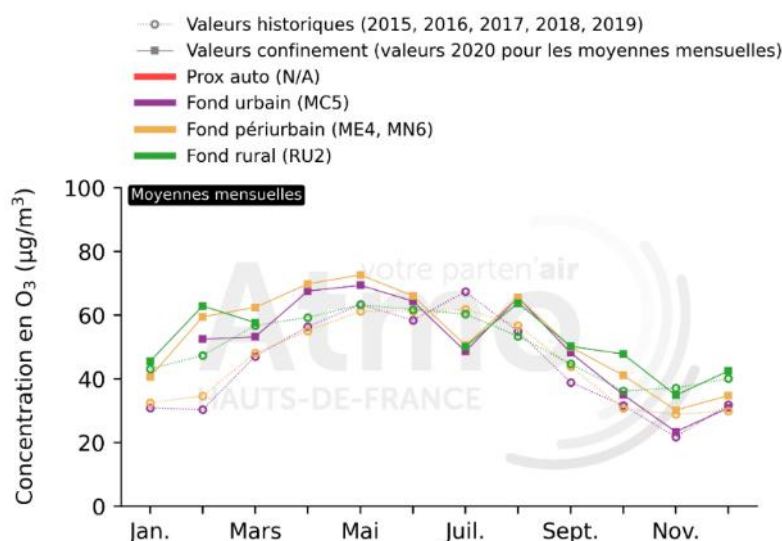


Figure 30 : Profils moyens mensuel de l'ozone sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	+6%	+33%	+2%	/	/	/
Périurbaine	+25%	+72%	+30%	+27%	+19%	+8%
Urbaine	/	+73%	+13%	+20%	+10%	+10%

Tableau 7 : Ecart de concentrations d'ozone par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur la MEL)

Le graphique et tableau ci-dessus présentent une synthèse des données des **concentrations moyennes mensuelles par typologie observées sur le premier semestre de l'année 2020 et de l'historique** (2015 à 2019).

Quelle que soit la typologie, **les concentrations moyennes mensuelles d'ozone de l'année 2020 sont supérieures à celles de la moyenne des années 2015-2019, même avant le confinement**. De plus, en fond périurbain, les valeurs observées sont plus importantes que les maximales enregistrées dans l'historique.

Ces **hauts niveaux d'ozone** peuvent être expliqués en partie par la **douceur des températures** mesurées en ce début d'année 2020 associée à un **ensoleillement exceptionnel** à partir du mois de mars. Le printemps 2020 est marqué par plusieurs records d'ensoleillement notamment sur Le Touquet qui totalise **809h01 minute** sur la saison, soit 60% de plus que la normale (Source : Météo France, bulletins mensuels 2020). De plus, les **vitesses de vents élevées** du mois de février ont pu faire **descendre des flux d'ozone de la haute-troposphère**.

Le caractère météorologique exceptionnel du début d'année 2020 rend difficile la quantification de l'impact du confinement via la comparaison avec les niveaux d'ozone des années précédentes.

Séries chronologiques

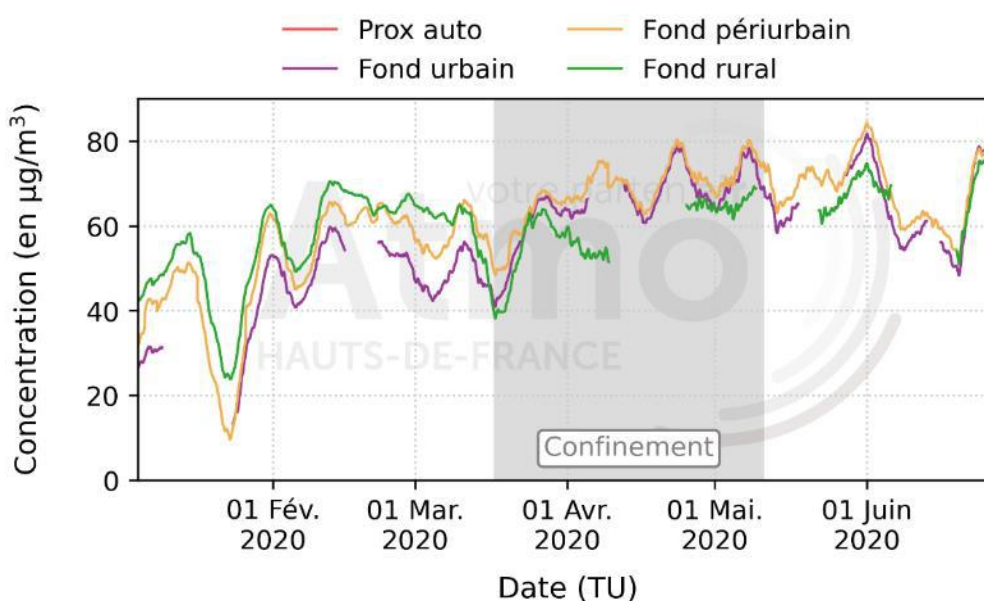


Figure 31 : Evolution des concentrations d'ozone en moyenne glissante sur 7 jours sur la MEL

Les graphiques présentent l'évolution des **concentrations par typologie** du **1^{er} janvier au 30 juin 2020**. La période du **confinement** est **grisée**.

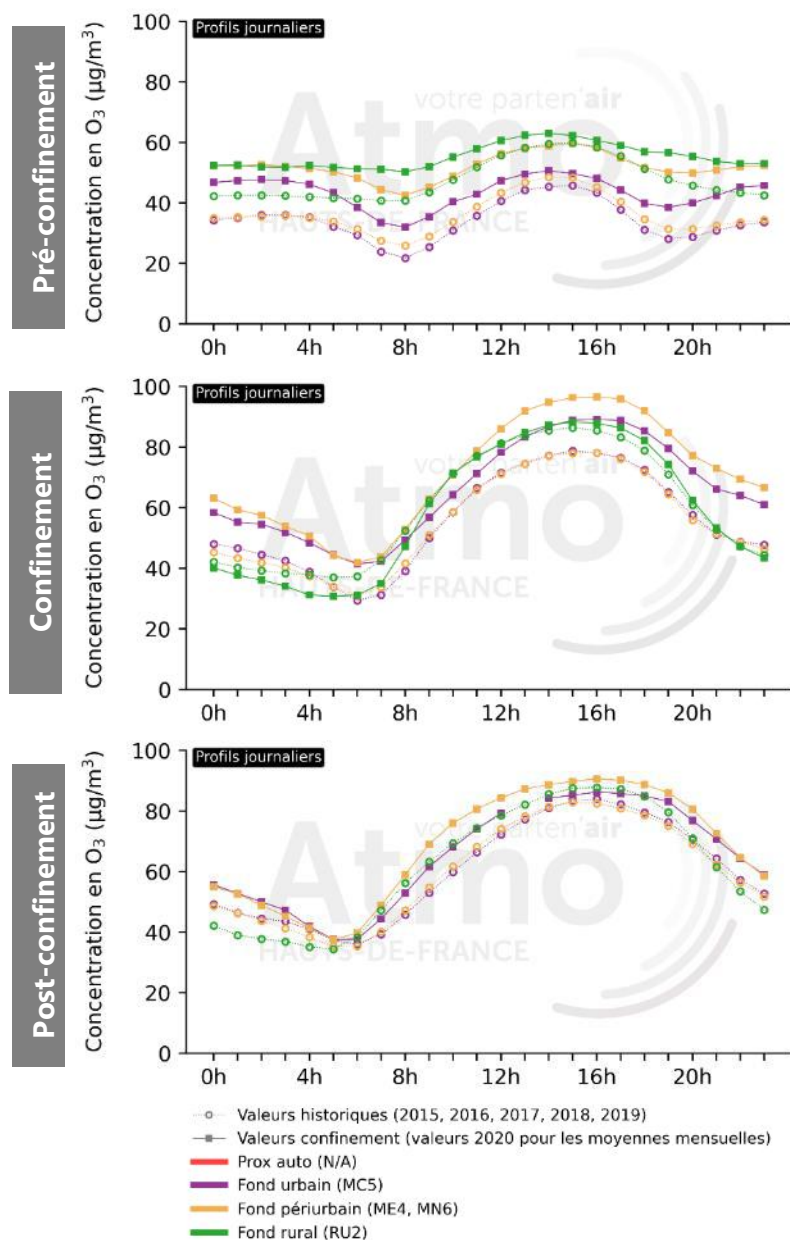
Du 1^{er} janvier au 16 mars, les concentrations d'ozone les plus élevées sont mesurées en fond rural, suivi par le fond périurbain et urbain. Cette situation est normale et conforme avec l'historique. En effet, l'ozone qui est un polluant secondaire se forme, entre autres, à partir d'oxydes d'azote. **Ainsi, les courbes de concentrations de ces deux polluants sont anti-corrélées.** Là où les niveaux de NO₂ sont les plus élevés, ceux d'ozone sont les plus faibles, et inversement.

La tendance s'inverse lors du démarrage du confinement au mois de mars. En effet, les concentrations les plus élevées sont alors relevées en typologie de fond périurbaine, suivie de très près par le fond urbain ; les deux étant au-dessus du fond rural.

Profils moyens journaliers

L'étude des **profils moyens journaliers** est faite sur **3 périodes distinctes** :

- **Pré-confinement** : du 1^{er} janvier au 16 mars ;
- **Confinement** : du 17 mars au 11 mai ;
- **Post-confinement** : du 12 mai au 30 juin.



Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers**, quelle que soit la typologie, sont **au-dessus de la moyenne de l'historique** ainsi que des maximales mesurées entre 2015 et 2019.

Entre **22h et 5h**, les **niveaux sont similaires** entre les profils de typologies **périurbaine** et **rurale**. Cette dernière présente les concentrations les plus élevées.

Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers** de typologie **urbaine** et **périurbaine** sont **au-dessus de la moyenne de l'historique** ainsi que des maximales mesurées entre 2015 et 2019. Le profil **rural** correspond aux ordres de grandeurs mesurés entre 2015 et 2019 et se situe **en-dessous** des deux autres. Les concentrations **d'ozone** sont les **plus élevées** en typologie **périurbaine** contrairement à ce qui est observé dans l'historique.

Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers** de typologie **urbaine** et **périurbaine** sont **au-dessus de la moyenne de l'historique** ainsi que des maximales mesurées entre 2015 et 2019. Le profil journalier de la station rurale pour 2020 n'a pu être calculé compte tenu d'un manque de représentativité des données. Les concentrations **d'ozone** sont les **plus élevées** en typologie **périurbaine**.

Figure 32 : Profils moyens journaliers d'ozone par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL

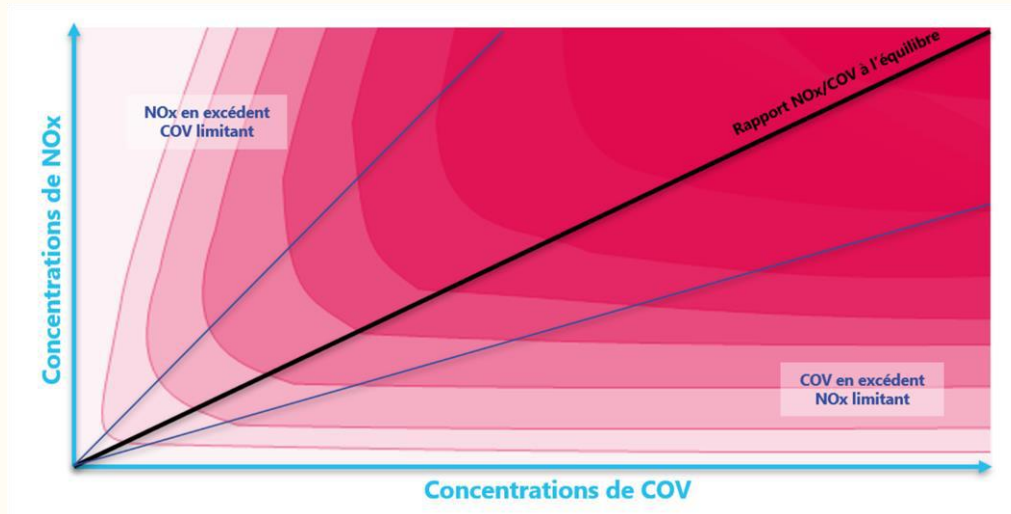
Les profils journaliers historiques (2015-2019) montrent que les **concentrations d'ozone** sont « d'habitude » **plus élevées en fond rural qu'en fond périurbain et urbain**. La période de **pré-confinement** 2020 est en **cohérence** l'historique. Cependant ce n'est pas le cas pour les périodes de **confinement** et de **post-confinement**.

Durant ces deux périodes, les concentrations d'ozone en fond **périurbain** sont **au-dessus** de celles mesurées en fond **rural**.

Cela peut être expliqué par le **rapport NO_x/COV** expliqué dans l'encart ci-après. Ainsi, au cours de l'après-midi, les **concentrations de dioxyde d'azote** en fond **périurbain** sont **proches** des niveaux de l'historique du fond **rural**. Cependant, en ce qui concerne **l'ozone**, elles sont **plus élevées en fond périurbain** qu'en fond rural.

L'ozone est **formé** à partir de **NO_x** et de **COV** sous l'effet du **rayonnement solaire**.

La quantité d'ozone produite dépend de la quantité de NO_x disponible par rapport à la quantité de COV disponible. Quand il y a beaucoup de COV par rapport aux NO_x (partie inférieure droite de la figure), alors une diminution des NO_x entraîne une baisse des concentrations en ozone. Au contraire, quand la quantité de NO_x disponible est importante par rapport aux COV (partie supérieure gauche de la figure), comme c'est souvent le cas dans les zones densément peuplées, alors une augmentation des NO_x peut entraîner une diminution des concentrations en ozone. C'est pourquoi les concentrations moyennes en ozone sont généralement plus élevées en milieu rural qu'en milieu urbain.



Ainsi, en ville, les fortes concentrations de NO₂ ont pour conséquence des niveaux d'ozone faible. Il existe donc une **anti-corrélation sur les concentrations de ces deux polluants**.

En milieu rural, les niveaux de NO₂ sont plus faibles que dans les centres urbains. Ce polluant est donc limitant et peut donc entraîner une hausse des concentrations locales d'ozone en lien avec les niveaux de COV.

Les deux graphiques suivants présentent l'**écart** entre les profils de **fond périurbain** (à gauche) et de **fond urbain** (à droite) avec le **fond rural** sur les périodes de pré/confinement pour l'année 2020. Le peu de données présentes sur la période de post-confinement ne permet pas de constituer un profil moyen journalier.

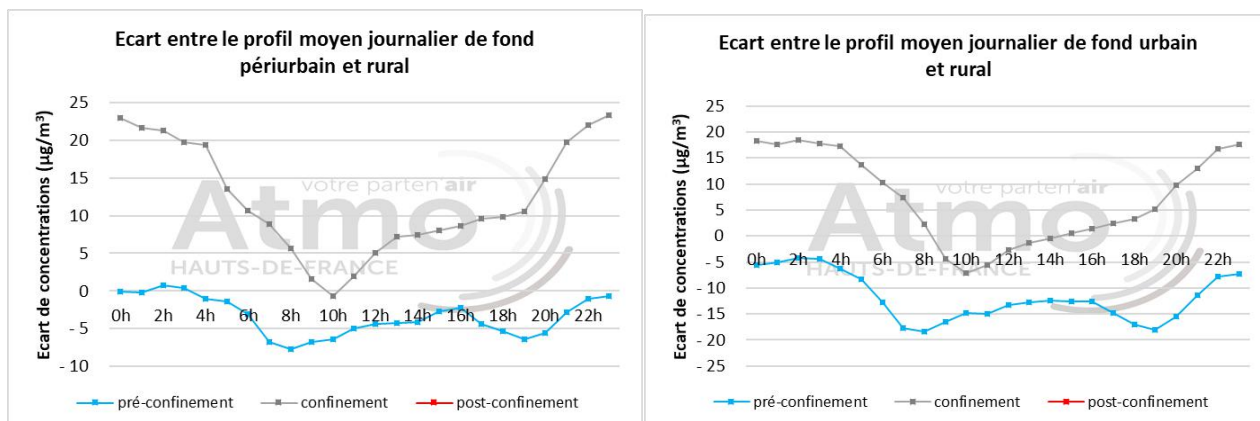


Figure 33 : Ecart de concentrations en ozone entre le profil moyen journalier en fond périurbain et rural (à gauche) ; entre le fond urbain et rural (à droite) pour les périodes de pré-confinement et confinement sur la MEL



Hausse entre
6 et 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liée
au confinement
(moy : 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Du 1^{er} janvier au 16 mars, le **fond périurbain** était **comparable au fond rural de 22h à 6h**, et inférieur de **-3 à -8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** au cours de la journée. La **tendance s'est inversée** lors du confinement puisque le **niveau d'ozone en fond périurbain est devenu plus élevé** qu'en situation rurale (de jusqu'à **+23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**). Cela est cohérent avec la diminution des concentrations de NOx observées pendant le confinement. Un régime limité par les NOx a conduit à une élévation des niveaux d'ozone.



Hausse entre
8 et 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liée
au confinement
(moy : 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Du 1^{er} janvier au 16 mars, le **fond urbain** était inférieur de **-4 à -18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** au cours de la journée par rapport au **fond rural**. Pendant le **confinement**, les niveaux de fond urbain ont augmenté sur la plupart des moyennes horaires de la journée ; passant au-dessus du niveau rural (jusqu'à **+18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**).



Comparaison avec le bassin minier

Les paramètres étudiés pour la **Métropole Européenne de Lille** ont été également analysés sur le périmètre du **bassin minier**. Ils sont présentés ci-après et comparés aux résultats observés sur la MEL.

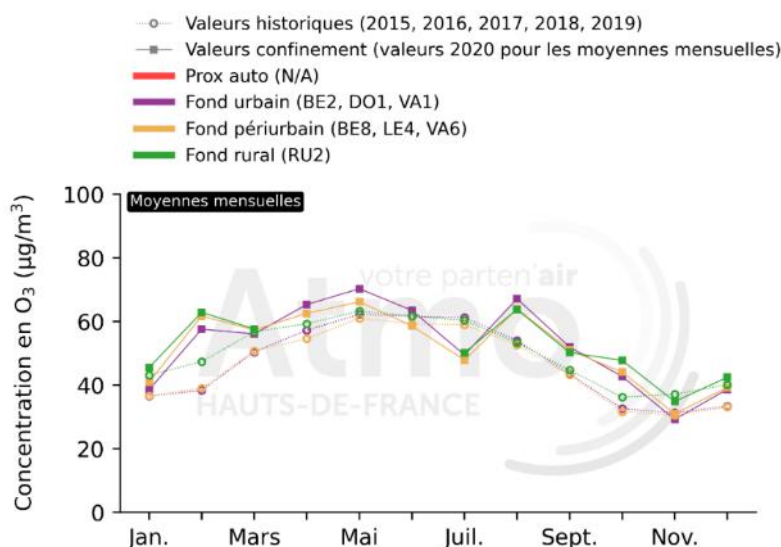


Figure 34 : Profils moyens mensuel du O_3 sur toutes les typologies de stations du territoire du bassin minier (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	+6%	+33%	+2%	/	/	/
Périurbaine	+12%	+58%	+13%	+15%	+8%	-1%
Urbaine	+6%	+50%	+11%	+14%	+13%	+3%

Tableau 8 : Ecart de concentrations de O_3 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur le bassin minier)

Comme pour la MEL, les **concentrations d'ozone du bassin minier sont au-dessus de l'historique avant le confinement**. Il est donc difficile d'estimer l'impact du confinement via la comparaison avec les années précédentes.

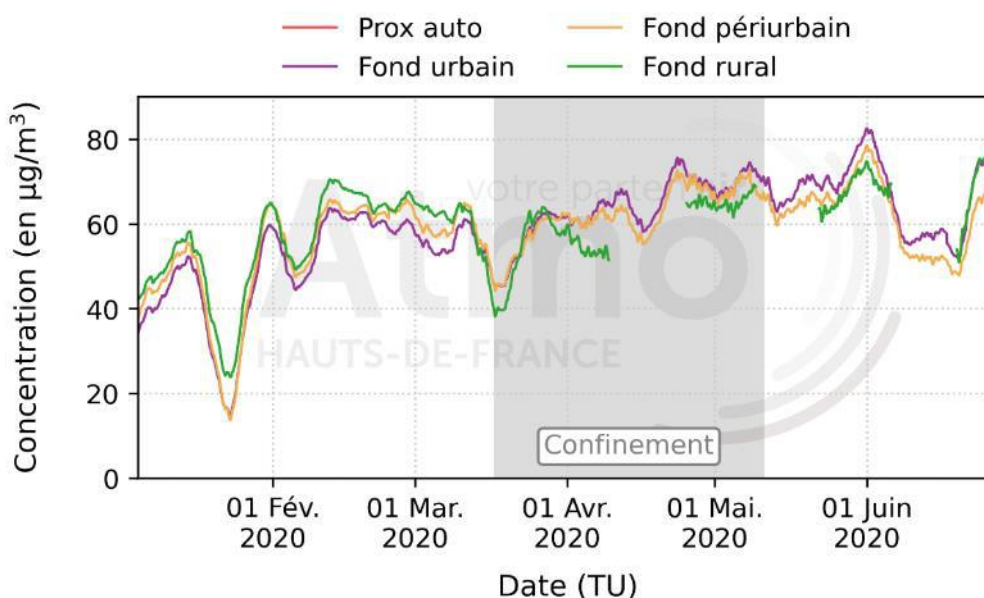


Figure 35: évolution des concentrations d'ozone en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier

Comme pour la MEL, le confinement a été marqué par la hausse des concentrations en fond urbain et périurbain qui sont passées au-dessus des niveaux du fond rural.

Cependant, dans le cas du bassin minier, c'est en typologie urbaine que les concentrations sont les plus élevées, à l'inverse de la MEL où c'est en typologie périurbaine.

En ce qui concerne les **profils journaliers**, ils sont similaires avec ceux de la MEL pour la période de pré-confinement et confinement mais différent sur les périodes de post-confinement.

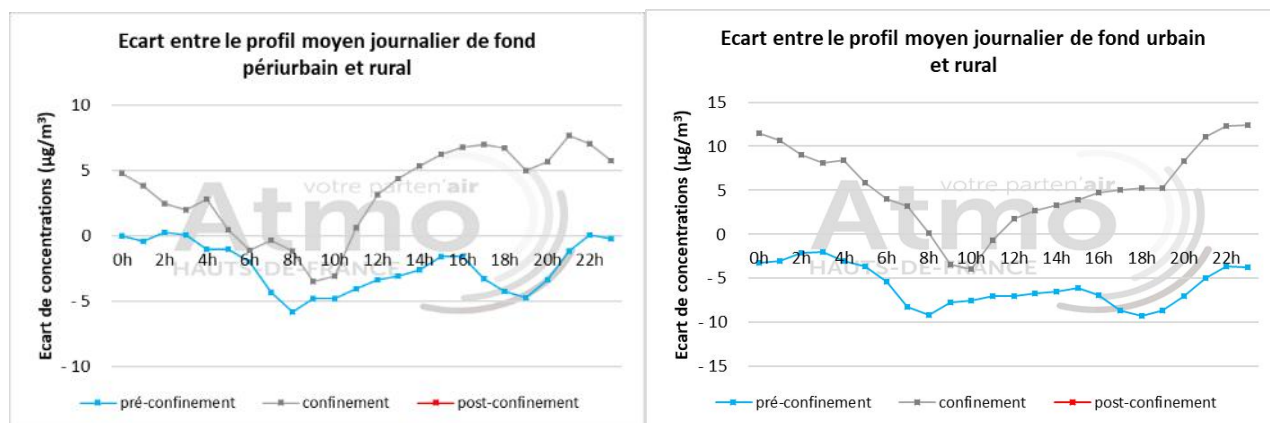
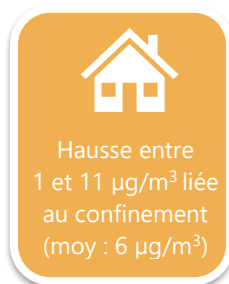


Figure 36: Ecart de concentrations en ozone entre le profil moyen journalier en fond périurbain et rural (à gauche) ; entre le fond urbain et rural (à droite) pour les périodes de pré-confinement et confinement sur le bassin minier

L'analyse de l'écart entre les profils journaliers de fond urbain/rural et fond périurbain/rural permet de conclure que le **confinement** aurait conduit à une hausse des concentrations en ozone comprise entre **1 et 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en milieu périurbain et **4 et 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en milieu urbain.



Par conséquent, le confinement a conduit à une augmentation des concentrations de O_3 :

- **Plus importante en fond urbain et périurbain sur la MEL que sur le bassin minier.**

Cela est à mettre en lien avec la baisse plus importante du NO_2 sur le fond urbain de la MEL que sur celui du bassin minier.

Particules PM10

Profil moyen mensuel

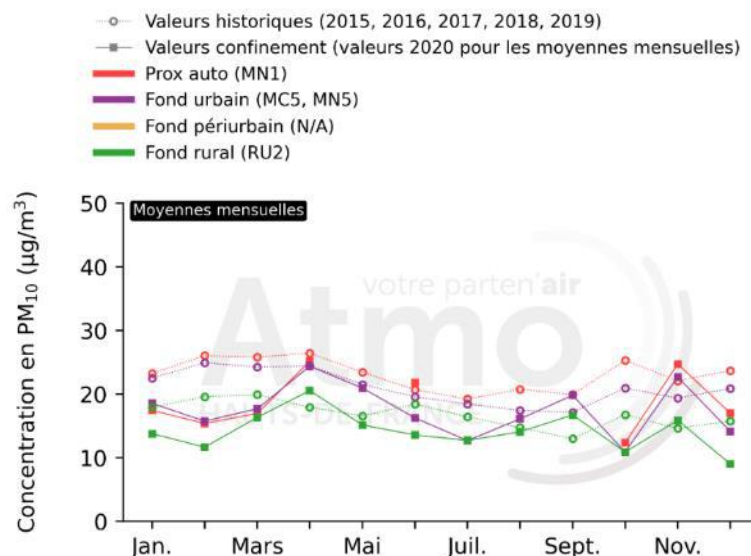


Figure 37 : Profils moyens mensuel des PM10 sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	-23%	-41%	-18%	+15%	-9%	-26%
Urbaine	-18%	-37%	-27%	0%	-3%	-17%
Prox. auto	-25%	-41%	-34%	-5%	/	+6%

Tableau 9 : Ecart de concentrations de PM10 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur la MEL)

Comme pour les oxydes d'azote, **les concentrations de particules PM10 sont déjà en-dessous de la moyenne de l'historique (2015-2019) pour la période pré-confinement**. Cependant, **une hausse des niveaux** sur l'ensemble des typologies s'observe au cours du mois d'**avril** ; se rapprochant de la moyenne de ces dernières années. Le **mois de mai** marque une **baisse des concentrations** sur le territoire de la MEL.

Il est difficile de quantifier via la comparaison avec l'historique, l'impact du confinement sur les niveaux de particules.

Séries chronologiques

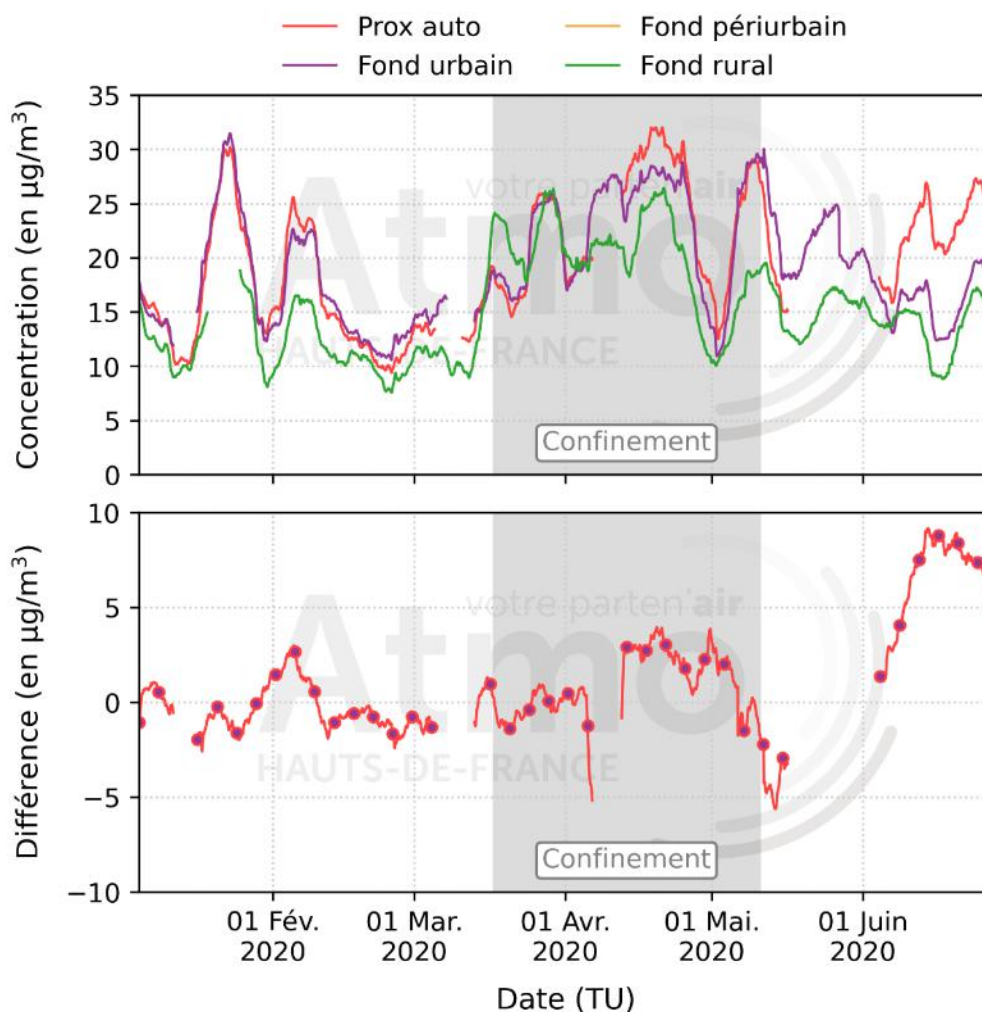


Figure 38: (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM10 en moyenne glissante sur 7 jours sur la MEL
(au-dessous) Evolution de la différence de concentrations entre proximité automobile/fond urbain sur la MEL

Les séries chronologiques présentent l'évolution des concentrations de particules PM10 par typologie pour l'année 2020 entre le 1^{er} janvier et le 30 juin. Le confinement est représenté par la zone grisée.

Du **1^{er} janvier au 16 mars 2020**, les niveaux de PM10 relevés en **fond urbain** sont **proches de ceux mesurés en proximité automobile** et **au-dessus du fond rural**. Cela est cohérent avec l'historique ; en effet, comme évoqué sur le paragraphe du NO₂, les sources d'émissions sont plus importantes et diversifiées en milieu urbain qu'en milieu rural.

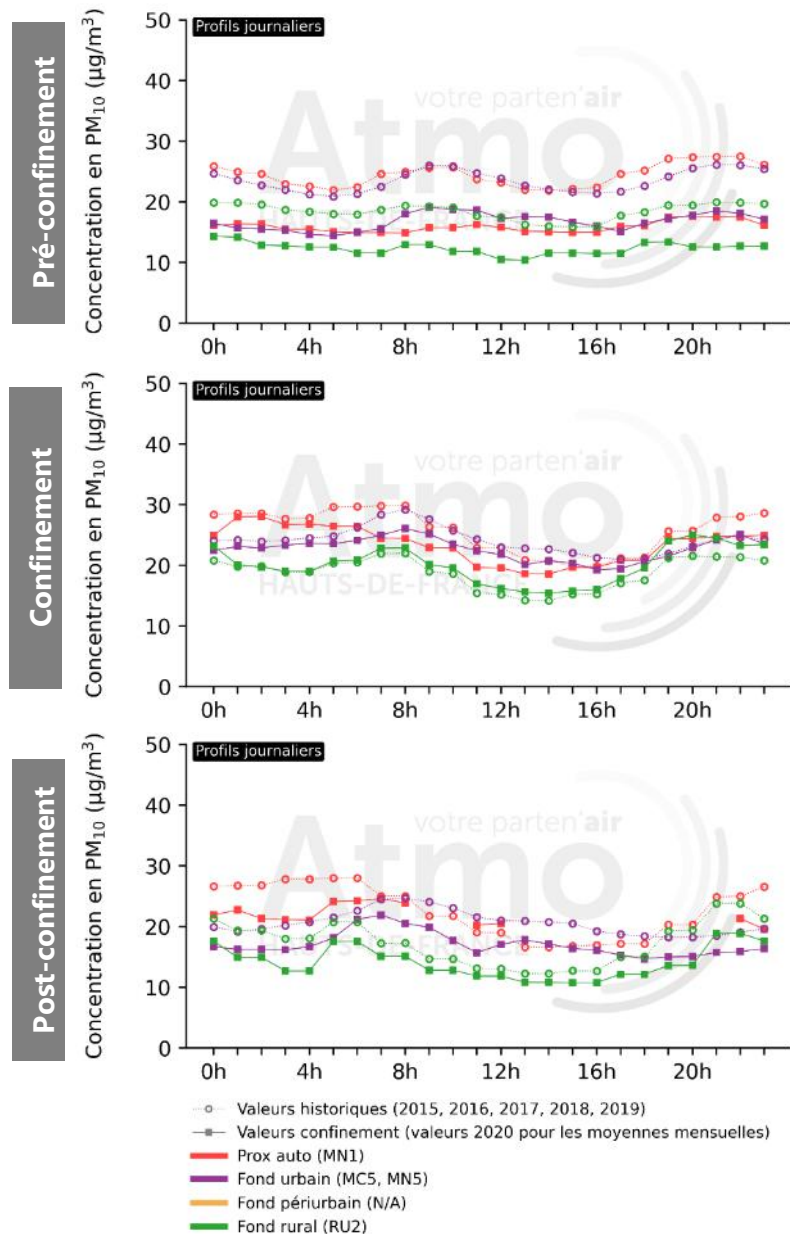
La tendance change au début du **confinement** avec une **hausse globale des concentrations** sur toutes les typologies et particulièrement en **fond rural qui monte temporairement aux mêmes niveaux que les deux autres**.

L'écart de concentrations entre le fond **urbain** et la proximité **automobile** varie peu entre la période de pré-confinement et de confinement.

Profils moyens journaliers

L'étude des **profils moyens journaliers** est faite sur **3 périodes distinctes** :

- **Pré-confinement** : du 1^{er} janvier au 16 mars ;
- **Confinement** : du 17 mars au 11 mai ;
- **Post-confinement** : du 12 mai au 30 juin.



Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers**, quelle que soit la typologie, sont **en-dessous de la moyenne de l'historique** ainsi que des minimales mesurées entre 2015 et 2019.

Entre **17h et 7h**, les **niveaux sont similaires** entre les profils de typologies de **prox auto** et **urbaine**. Cette dernière présente les concentrations les plus élevées en cours de journée.

Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers**, quelle que soit la typologie, sont plus proches des **moyennes de l'historique**.

Les niveaux en fond **urbain** restent les plus élevés au cours de la journée. Cependant, ceux de **prox auto** se détachent des autres courbes et sont les plus hauts au cours de la nuit (1h à 6h). En **fin de journée**, les **concentrations** sur les **3 typologies** sont **similaires**.

Comparaison avec l'historique

Les **profils journaliers**, quelle que soit la typologie, sont **en-dessous de la moyenne de l'historique**.

Le profil de **prox auto** n'est disponible qu'entre 22h et 8h en raison d'un manque de disponibilité des données. Néanmoins, sur cette tranche horaire, les concentrations sont au-dessus de celles mesurées en fond **urbain**.

Figure 39 : Profils moyens journaliers de PM10 par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL

Sur la période de **pré-confinement**, les concentrations en **proximité automobile** et en fond **urbain** sont **au-dessus** du profil de fond **rural**.

Du 17 mars au 11 mai, **une hausse globale des concentrations** est visible sur l'ensemble des typologies. Les niveaux de proximité ont rejoint les niveaux de fond sur la fin de journée (entre 18h et 00h). **La hausse des concentrations a donc été plus importante en fond qu'en proximité.**

L'analyse de l'écart entre les profil moyen journalier ne permet pas de savoir si le confinement a eu un impact sur les concentrations. En effet, des écarts similaires sont observés avec les moyennes de l'historique. Ainsi, il n'est pas possible de conclure avec certitude sur le rôle qu'a joué le confinement sur la hausse des concentrations de particules au cours de la période du 17 mars au 11 mai 2020.

Cela vient corroborer les résultats obtenus dans la modélisation des concentrations de particules. En effet, les cartes de différences n'ont pas montré d'écart significatif entre les deux scénarii sur les zones urbaines et rurales (de l'ordre de 0 à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ainsi, la météorologie a pu avoir un rôle important, via le maintien de conditions peu dispersives et donc l'élévation des niveaux de particules ainsi que la favorisation de la formation de particules secondaires.

Comparaison avec le bassin minier

Les paramètres étudiés pour la **Métropole Européenne de Lille** ont été également analysés sur le périmètre du **bassin minier**. Ils sont présentés ci-après et comparés aux résultats observés sur la MEL.

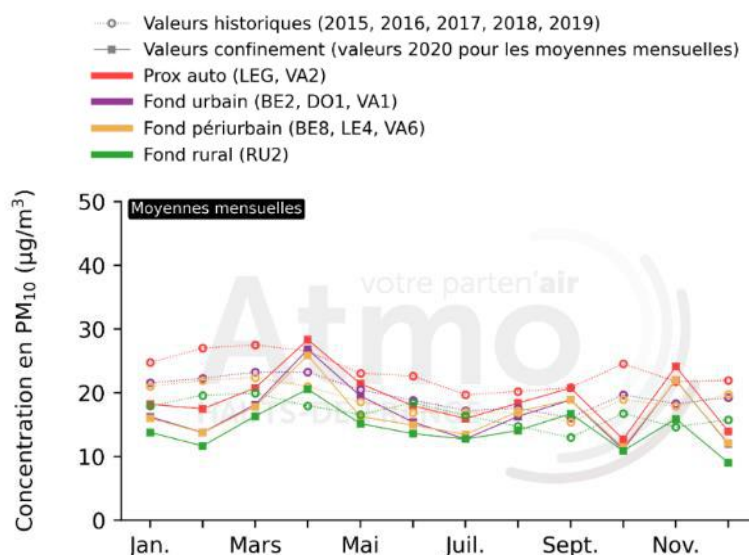


Figure 40 : Profils moyens mensuel des PM10 sur toutes les typologies de stations du territoire du bassin minier (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	-23%	-41%	-18%	+15%	-9%	-26%
Périurbaine	-24%	-27%	-20%	+23%	-12%	-12%
Urbaine	-25%	-38%	-22%	+15%	-5%	-18%
Prox. auto	-26%	-35%	-25%	+7%	-7%	-21%

Tableau 10 : Ecart de concentrations de PM10 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur le bassin minier)

Tout comme pour la Métropole Européenne de Lille, **les concentrations de PM10 au cours des mois de janvier et février sont bien en-dessous des minimales observées sur l'historique.** Le mois d'avril est marqué par une **hausse globale** des niveaux sur l'ensemble des typologies pour passer au-dessus des moyennes des années précédentes. **Il est à noter que l'écart par rapport à la moyenne de l'historique est plus important sur le bassin minier que sur la MEL.**

Impact du confinement lié à la pandémie du COVID-19 sur la qualité de l'air de la Métropole Européenne de Lille

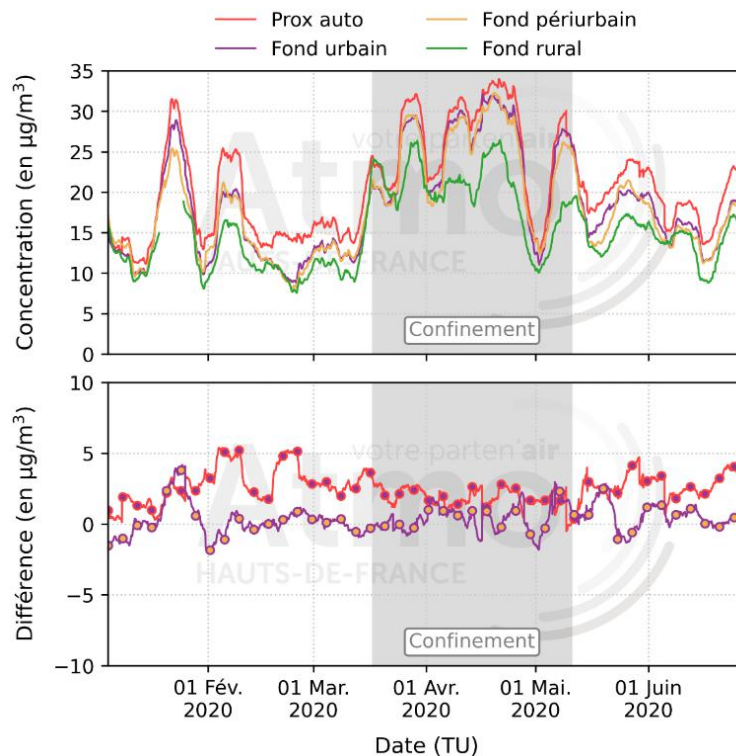


Figure 41 : (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM10 en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier

(au-dessous) Evolution de la différence de concentrations entre proximité automobile/fond urbain et fond urbain/périurbain sur le bassin minier

Contrairement à ce qui est visible sur la MEL, les niveaux de PM10 en proximité automobile sont bien au-dessus de ceux de fond urbain/périurbain sur la période de pré-confinement. A partir du **17 mars**, une **hausse globale des concentrations est visible sur l'ensemble des typologies**. L'analyse des écarts ne révèle pas de changement entre les milieux urbain, périurbain et de proximité automobile.

Sur les profils journaliers, la comparaison entre les 3 périodes ne montre **pas de différence sur la distribution des profils**. En effet, les niveaux en proximité automobile restent au-dessus de ceux mesurés en fond urbain et périurbain. Au cours de la nuit, ces 3 profils se rejoignent.



Sur la période de confinement, **les concentrations de particules PM10 ont augmenté sur le territoire de la MEL tout comme sur le bassin minier**. Il est difficile de déterminer avec exactitude le rôle joué par le confinement sur ces hausses de niveaux. Les **sources et la nature des particules sont multiples**. De plus, la **météorologie particulière** de cette période (vents provenant du secteur Nord-Est) a peut-être permis d'apporter des masses d'air chargées en particules sur la région. De plus, les résultats obtenus par la modélisation des concentrations ne montrent pas de réelle influence du confinement sur les niveaux de particules en fond urbain et rural.

Les particules peuvent être primaires et/ou secondaires

Polluants primaires

Directement émis dans l'air par les différentes sources de pollution (cheminées, pots d'échappement, etc.)

Polluants secondaires

Issus de réactions chimiques ou photochimiques (soleil) entre différents polluants primaires.

4 Polluants précurseurs pour les **particules secondaires** : oxydes d'azote, ammoniac, dioxyde de soufre et composés organiques volatiles

Particules PM2.5

Profil moyen mensuel

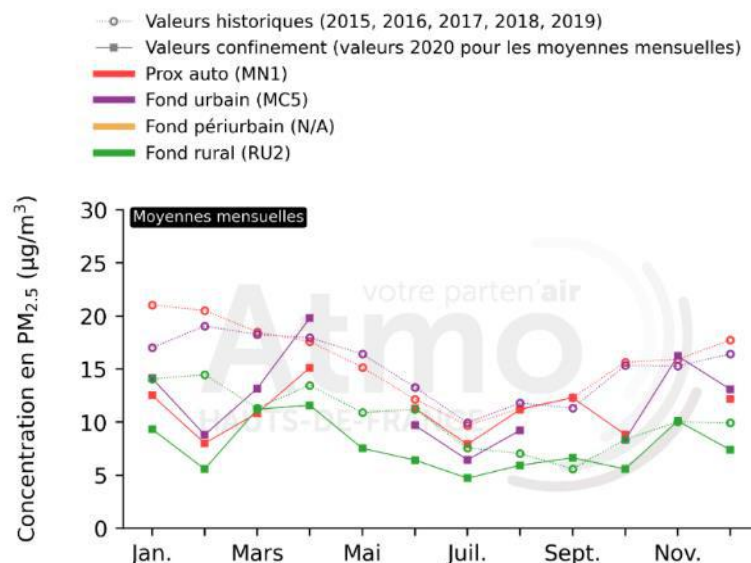


Figure 42 : Profils moyens mensuel des PM2.5 sur toutes les typologies de stations du territoire de la MEL (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	-34%	-61%	-1%	-14%	-31%	-43%
Urbaine	-17%	-54%	-28%	+10%	/	-27%
Prox. auto	-41%	-31%	-41%	-14%	/	-7%

Tableau 11 : Écart de concentrations de PM2.5 par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur la MEL)

Comme pour le NO₂ et les PM10, **les concentrations de particules PM2.5 du début de l'année 2020 sont en-dessous des moyennes** et des minimales observées sur les années 2015 à 2019.

Le mois **d'avril** est ici aussi marqué par **une hausse des concentrations de PM2.5** sur la MEL, passant même **au-dessus des moyennes de l'historique en fond urbain**.

La météorologie du mois d'avril a pu influencer l'accumulation de particules dans l'air et la formation de particules secondaires ; il est difficile de quantifier l'impact qu'aurait pu avoir le confinement via la comparaison avec les niveaux des années précédentes.

Séries chronologiques

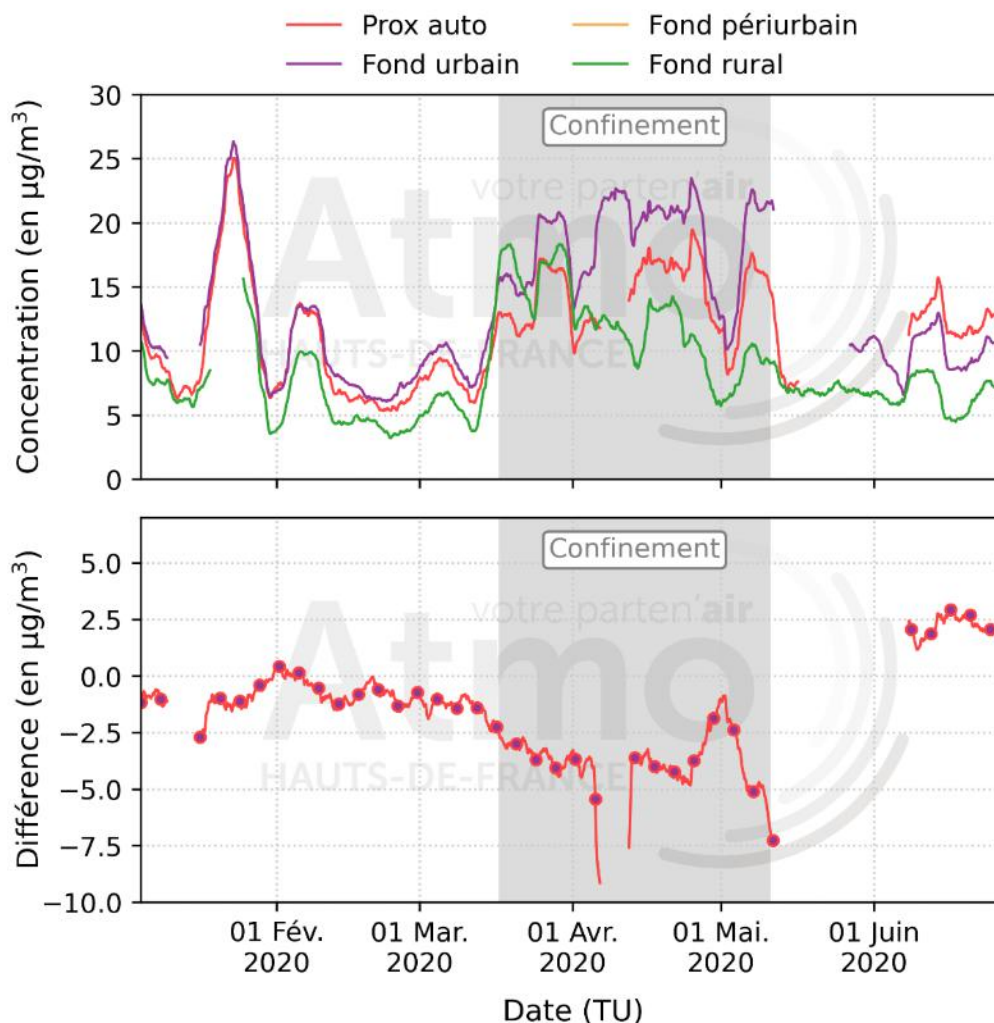


Figure 43: (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM2.5 en moyenne glissante sur 7 jours sur la MEL
(au-dessous) Evolution de la différence de concentrations entre proximité automobile/fond urbain sur la MEL

Sur les deux premiers mois de l'année, les niveaux de particules PM2.5 sont compris entre 5 et 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avec deux pics sur la seconde moitié du mois de janvier et sur la première du mois de février.

A partir du 17 mars, une élévation des niveaux de particules est visible sur l'ensemble des typologies. Les moyennes glissantes sur 7 jours restent supérieures à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et **l'écart entre les concentrations de proximité automobile et de fond urbain s'amplifie.**

Profils moyens journaliers

L'étude des **profils moyens journaliers** est faite sur **3 périodes distinctes** :

- **Pré-confinement** : du 1^{er} janvier au 16 mars ;
- **Confinement** : du 17 mars au 11 mai ;
- **Post-confinement** : du 12 mai au 30 juin.

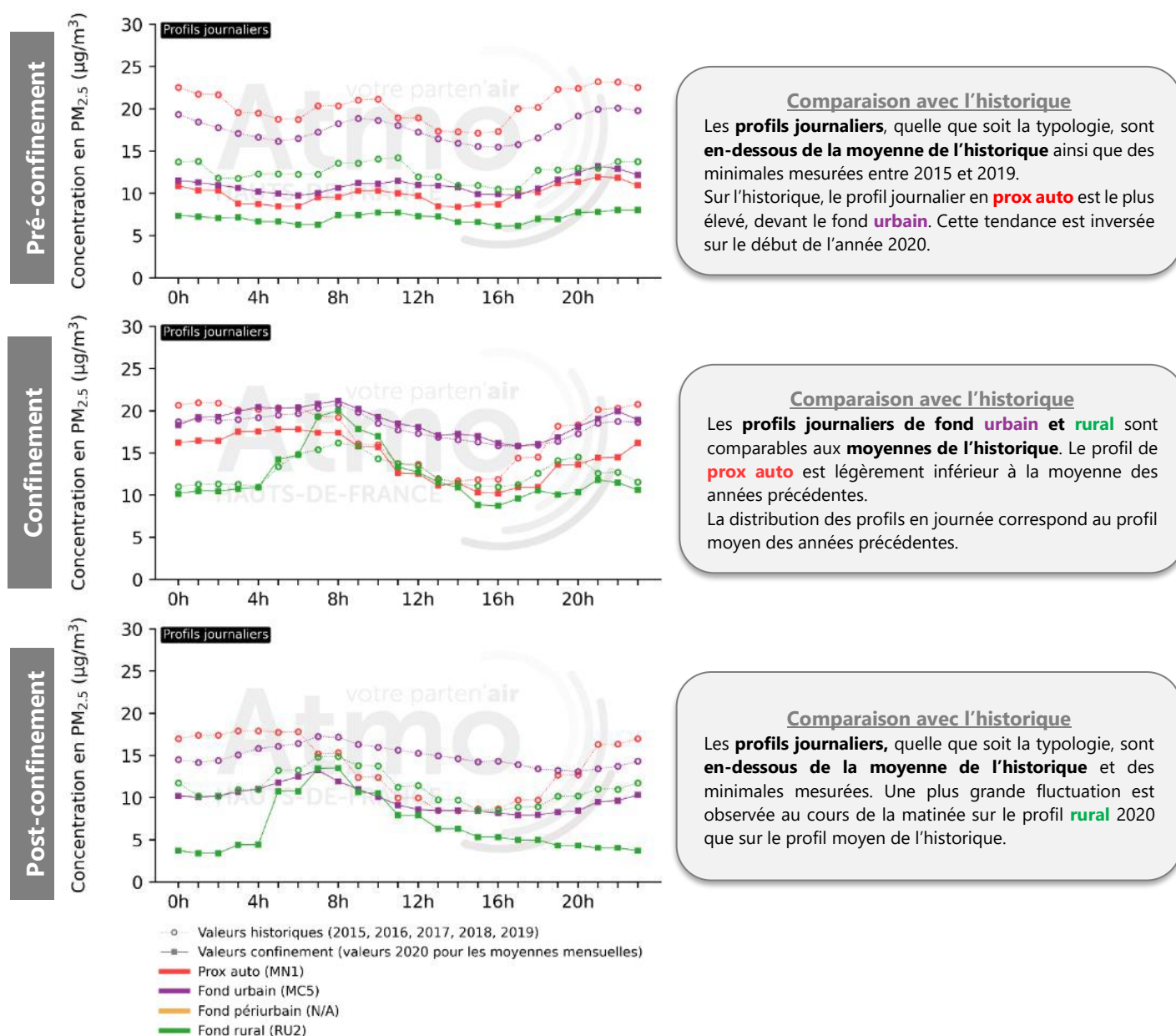


Figure 44 : Profils moyens journaliers de $PM_{2.5}$ par typologie pour l'année 2020 et l'historique (2015-2019) sur les périodes du pré-confinement, confinement et post-confinement sur la MEL

Globalement, que ce soit sur la période pré/post-confinement, les profils journaliers se situent sous les profils moyens de l'historique. **Une hausse des concentrations moyennes est mesurée sur la période de confinement en comparaison avec les deux autres périodes d'étude.**

L'analyse de l'écart entre les profils moyens journaliers ne permet pas de conclure sur l'implication qu'aurait joué le confinement sur les évolutions de concentrations de particules fines. Comme évoqué pour les particules PM_{10} , la **météorologie** particulière de cette période a pu influencer sur l'accumulation et la formation de particules.

De plus, les résultats obtenus dans la modélisation des concentrations de particules $PM_{2.5}$ ne présentent pas d'écart significatif entre les deux scénarii sur les zones urbaines et rurales (de l'ordre de 0 à 1 $\mu g/m^3$).

Comparaison avec le bassin minier

Les paramètres étudiés pour la **Métropole Européenne de Lille** ont été également analysés sur le périmètre du **bassin minier**. Ils sont présentés ci-après et comparés aux résultats observés sur la MEL.

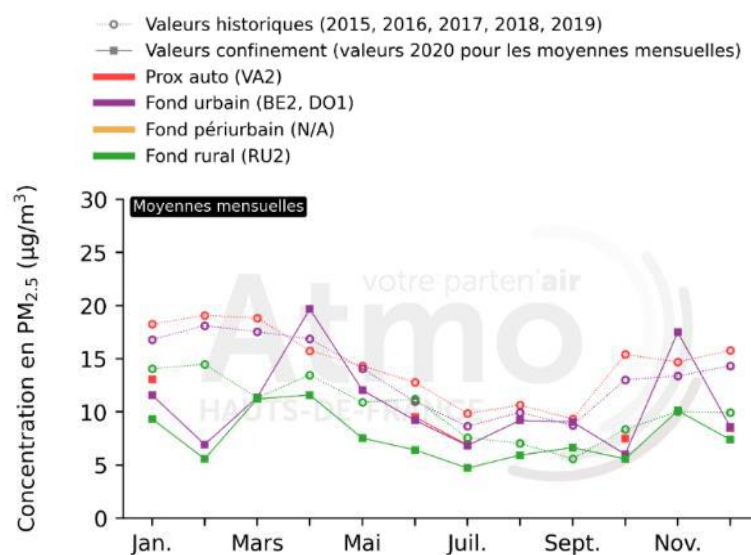


Figure 45 : Profils moyens mensuel des PM_{2.5} sur toutes les typologies de stations du territoire du bassin minier (2015-2020)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Rurale	-34%	-61%	-1%	-14%	-31%	-43%
Urbaine	-31%	-32%	-35%	+17%	-14%	-16%
Prox. auto	-29%	/	/	/	/	-26%

Tableau 12 : Ecart de concentrations de PM_{2.5} par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur le bassin minier)

Comme observé sur la MEL, le mois **d'avril est marqué par des concentrations élevées** de particules PM_{2.5} en moyenne mensuelle par rapport aux autres mois du premier semestre 2020.

L'écart par rapport à la moyenne de l'historique est plus important sur le bassin minier que sur la MEL pour le mois d'avril. **La hausse des concentrations a donc été plus forte sur le bassin minier.**

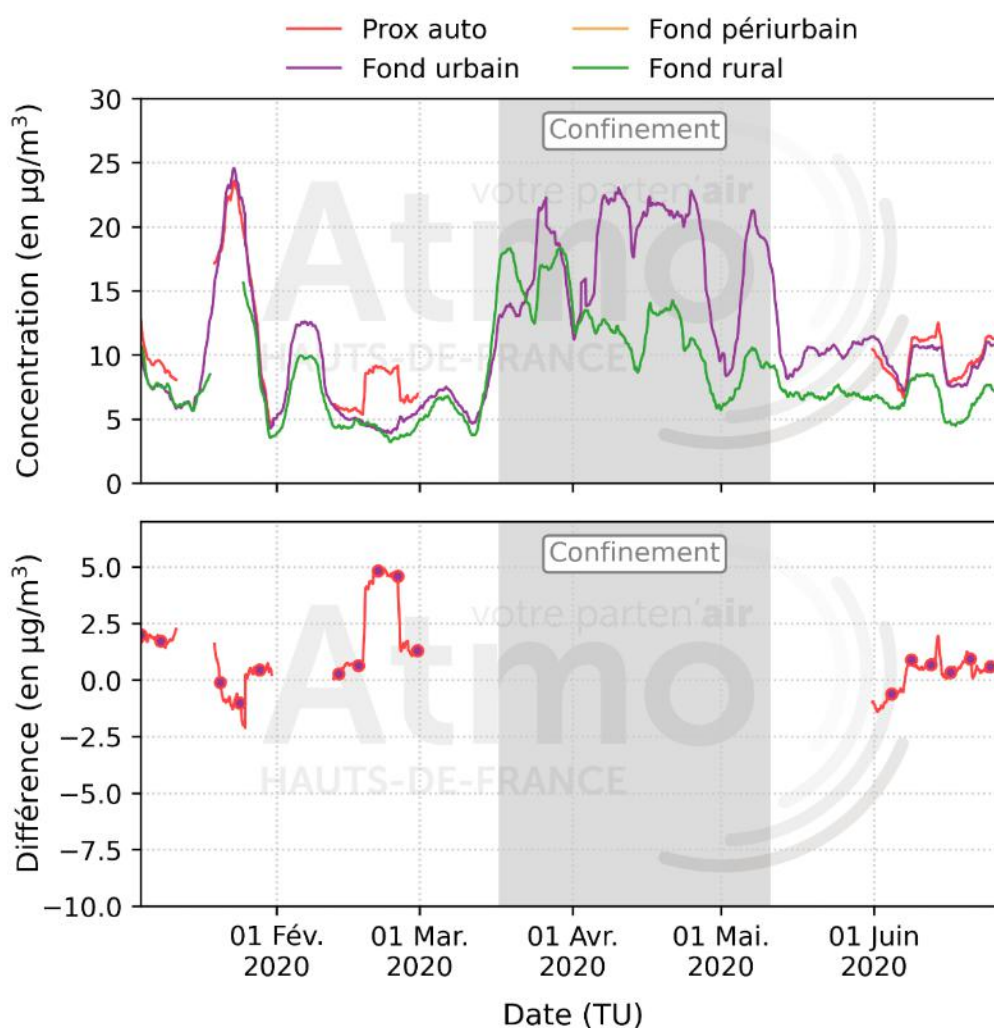


Figure 46 : (au-dessus) Evolution des concentrations de particules PM2.5 en moyenne glissante sur 7 jours sur le bassin minier
(au-dessous) Evolution de la différence de concentrations entre proximité automobile/fond urbain sur le bassin minier

La station de proximité automobile de Valenciennes Wallon ne présente pas de données pour les PM2.5 sur la période de confinement.

L'écart entre les niveaux de fond urbain et rural est bien plus élevé au cours du mois d'avril ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que sur les 3 premiers mois de l'année (entre 0 et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Cela montre que la hausse des concentrations a été plus important en fond urbain.

Sur les profils journaliers, la comparaison entre les 3 périodes ne montre **pas de différence sur la distribution des profils**.



Sur la période de confinement, **les concentrations de particules PM2.5 ont augmenté sur le territoire de la MEL tout comme sur le bassin minier**. Il est difficile de déterminer avec exactitude le rôle joué par le confinement sur ces hausses de niveaux. Les **sources et la nature des particules sont multiples**. De plus, la météorologie particulière de cette période (vents provenant du secteur Nord-Est) a peut-être permis d'apporter des masses d'air chargée en particules sur la région et a pu contribuer à la formation de **particules secondaires**.

Black Carbon

Appelé également **carbone suie**, le **black carbon** est un **composant des particules en suspension**. Il est produit lorsque les **combustibles d'origines fossile** (charbon, fioul lourd) et **biomassique** (bois, granulés) ne sont pas brûlés complètement.

Les principales sources du black carbon sont les **moteurs à combustion** et la combustion du secteur résidentiel, des centrales thermiques et des déchets agricoles.

Il est majoritairement **présent dans les particules PM2.5 et PM1**, contribuant ainsi à **l'irritation de l'appareil respiratoire**. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes. Le black carbon est un « **forceur climatique** » car il absorbe des rayonnements lumineux et contribue au réchauffement de l'atmosphère.

Profil moyen mensuel

Ce composant est mesuré sur deux stations de la MEL : Lille Fives en urbain et Lille Leeds en proximité automobile.

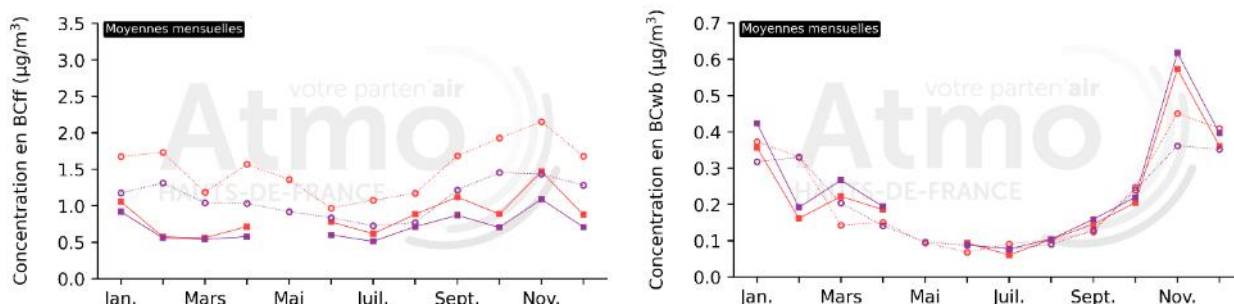


Figure 47 : Profils moyens mensuel de black carbon (à gauche - marqueur trafic ; à droite - marqueur combustion de biomasse) en typologie urbaine et de prox auto sur le territoire de la MEL (2015-2020)

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Black carbon « trafic »	Urbaine	-22%	-57%	-48%	-44%	/	-28%
	Prox. auto	-37%	-67%	-53%	-54%	/	-20%
Black carbon « chauffage »	Urbaine	+34%	-42%	+31%	+38%	/	+1%
	Prox. auto	-4%	-51%	+56%	+23%	/	+37%

Figure 48: Ecart de concentrations de black carbon (trafic et combustion de biomasse) par typologie entre les profils mensuels de l'année 2020 et de l'historique (moyenne 2015-2019 sur la MEL)

Le marqueur du **trafic automobile** montre que les **concentrations mensuelles sont inférieures** à la moyenne des niveaux de ces 5 dernières années ainsi que des minimales mesurées sur le premier semestre 2020, même avant le début du confinement.

En ce qui concerne la **combustion de biomasse** (notamment le chauffage au bois), le mois de janvier 2020 se trouve au-dessus de la moyenne de l'historique. Les concentrations diminuent pour passer sous la moyenne de l'historique au cours du mois de février en lien avec les précipitations survenues. Les mois de mars et d'avril sont de nouveau au-dessus de la moyenne. Les informations à disposition ne permettent pas de déterminer la cause de cette tendance (transport extra-régional, production locale, conditions météorologiques).

Impact du confinement lié à la pandémie du COVID-19 sur la qualité de l'air de la Métropole Européenne de Lille

Séries chronologiques

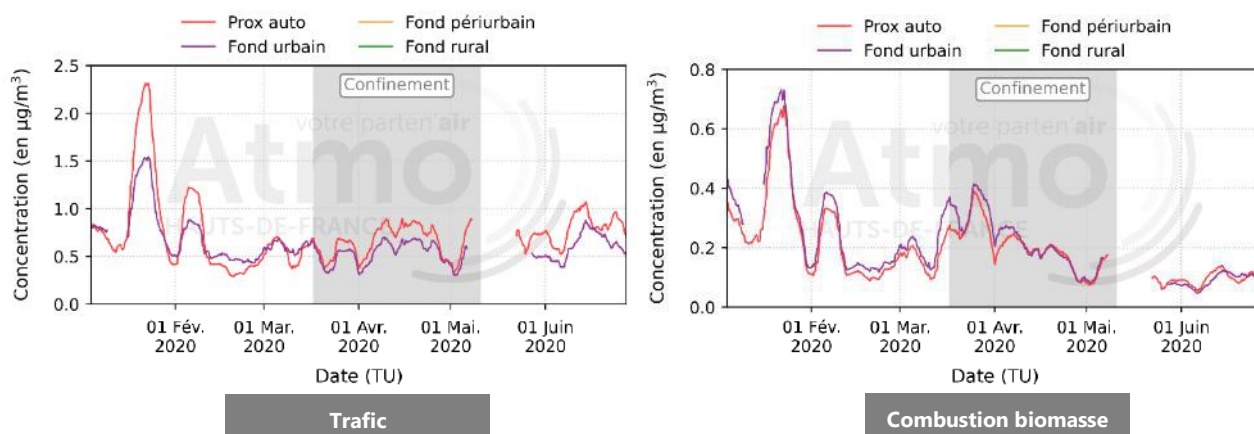


Figure 49 : Evolution des concentrations de black carbon en moyenne glissante sur 7 jours (à gauche - marqueur trafic ; à droite – marqueur combustion de biomasse) pour la MEL en 2020

Les séries chronologiques du **marqueur trafic** du black carbon ne présentent **pas d'évolution notable** au cours de la période du confinement.

En ce qui concerne le marqueur de la **combustion de biomasse (chauffage)**, une hausse est visible sur la **seconde moitié du mois de mars qui peut être liée à la présence plus importante des travailleurs à leur domicile**.

Les concentrations en black carbon issues de la biomasse diminuent au fil des mois (environ 23% des concentrations de PM10 au mois de janvier contre 7% pour le mois de juin), en lien avec la hausse des températures et la réduction du recours au chauffage.



La mise en place du confinement le 17 mars ne montre **pas d'évolution notable sur les concentrations de particules issues du trafic routier**. En ce qui concerne les particules originaires de la **combustion de biomasse**, elles diminuent au fil des mois, en lien avec la hausse des températures et la réduction de l'**utilisation du chauffage**.

6. Impact sur la composition chimique des particules avec un zoom sur les épisodes de pollution

6.1. Méthodologie

a. Objectifs et polluants mesurés

☐ Objectifs

Le programme CARA (caractérisation chimique des particules) a été mis en place en 2008 par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), afin d'améliorer la compréhension des sources et causes des épisodes de pollution en PM₁₀, ainsi que des concentrations observées en dehors des épisodes.

Les objectifs principaux de cette partie sont de :

- (1) Caractériser et comprendre la composition chimique des particules avant, pendant et après du confinement ;
- (2) Zoomer sur les épisodes de pollution ;
- (3) Comparer les résultats obtenus sur les 2 sites sélectionnés (MEL et CUD).

☐ Stations de mesure et polluants mesurés

La caractérisation de la composition chimique des particules PM₁₀ s'est effectuée sur la station Lille Fives pour la période juillet 2019 – juin 2020.

La station de Lille Fives est une station urbaine qui mesure la pollution de fond. Elle mesure les polluants réglementés suivants NO, NO₂, ozone, PM_{2.5}, et PM₁₀. Elle mesure également le carbone suie (black carbone) qui est non réglementé.

Les paramètres mesurés à la station, la population et la densité de population sont présentés sur le Tableau 13.



Figure 50 : Station de mesure d'Atmo Hauts-de-France : Lille-Fives

Station				Commune			EPCI		
Immatriculation	Typologie	Polluants mesurés en continu	Influence des mesures	Nom	Population en 2017*	Densité moyenne de population*	Nom	Population en 2017*	Densité moyenne de population*
Lille Fives (MC5)	Urbaine	PM ₁₀ , NO _x , O ₃ , PM _{2.5} , BC	Fond	Lille	232 787	6 683,5	Métropole Européenne de Lille (MEL)	1 146 320	1769,6

Tableau 13 : Station de mesure sélectionnés pour cette étude

* Source : INSEE, Recensement de la population RP2017 en géographie au 01/01/2019 (<https://www.insee.fr>, consulté le 07/07/2020).

b. Techniques de mesure

Les particules PM10 sont prélevées sur des filtres en quartz par un préleveur haut débit DA80 (débit = 30 L/min, photos sur la Figure 51). Les prélèvements durent chacun 24 heures et sont effectués tous les jours de minuit à minuit (temps universel – TU) entre le **1 juillet 2019 et le 30 juin 2020**. Les filtres ainsi obtenus peuvent être poinçonnés et chaque poinçon peut être envoyé à un laboratoire qui analyse la composition chimique des particules prélevées sur le filtre.

Ces analyses permettent de calculer la concentration atmosphérique (phase particulaire uniquement) de chaque composé étudié. Les concentrations ainsi mesurées sont des concentrations moyennes journalières.

Les filtres à analyser par les laboratoires sont sélectionnés selon les critères suivants :

- **Un filtre sur six** (i.e. un jour de prélèvement sur six) est **systématiquement analysé**. Un **filtre sur trois** a été systématiquement **analysé pendant le confinement** entre mars et juin 2020.
- Les filtres pour lesquels la concentration massique journalière des PM10 est supérieure à 40 µg/m³.



Figure 51 : Photos de préleveurs DA80 (intérieur et tête de prélèvement)



c. Episode de pollution

Un **épisode de pollution** correspond à une période, où **les concentrations de polluants dans l'air ne respectent pas ou risquent de ne pas respecter les niveaux réglementaires**, selon des critères prédéfinis (pourcentage de surface de la zone ou pourcentage de population impactés, niveau réglementaire franchi, durée de l'épisode, ...).

Quatre polluants sont intégrés dans la procédure de déclenchement d'épisode de pollution de l'air :

- **l'ozone** (O₃)
- le **dioxyde d'azote** (NO₂)
- le **dioxyde de soufre** (SO₂)
- les **particules en suspension** (PM10)

Le Tableau 14 présente les différents seuils réglementaires de la procédure d'information et d'alerte, en microgramme par mètre cube d'air (µg/m³), en moyenne horaire, pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules en suspension PM10.

Deux seuils réglementaires sont définis :

- Le **seuil d'information et de recommandation** (IR) est « un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ».
- Le **seuil d'alerte** est « un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence ».

Le seuil d'information et de recommandation pour les PM10 est de 50 µg/m³ en moyenne journalière. Le seuil d'alerte est de 80 µg/m³, en moyenne journalière également. La Figure 52 liste les épisodes de pollution en PM10 qui ont été constatés en région Hauts-de-France sur la période d'étude (1^{er} semestre 2020).

Seuils définis par l'article R.22-1 du code de l'environnement	Niveau d'information et de recommandation (NIR)	Niveau d'alerte (NA)
Ozone (O₃) moyenne horaire	180 µg/m³	Seuil 1 : 240 µg/m³ pendant 3h consécutives
		Seuil 2 : 300 µg/m³ pendant 3h consécutives
		Seuil 3 : 360 µg/m³
Dioxyde d'azote (NO₂) moyenne horaire	200 µg/m³	400 µg/m³ pendant 3h consécutives ou Persistance : 200 µg/m³ plus de 2 jours consécutifs (J-1, J et J+1)
Dioxyde de soufre (SO₂) moyenne horaire	300 µg/m³	500 µg/m³ pendant 3h consécutives
Particules PM10 moyenne journalière	50 µg/m³	80 µg/m³ (seuil admis par le CSHPF) ou Persistance : 50 µg/m³ plus de 2 jours consécutifs (J et J+1)

Tableau 14: Le seuil d'information et de recommandation et le seuil d'alerte pour l'ozone, NO₂, SO₂ et PM10

2020 6 épisodes de pollution (12 jours) du 1^{er} janvier au 30 juin 2020

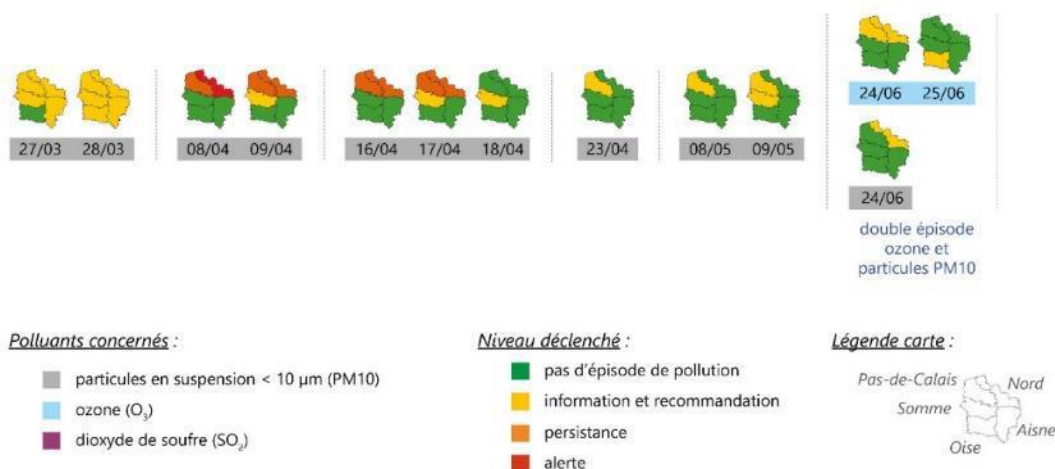


Figure 52 épisodes de pollution du 1^{er} janvier au 30 juin 2020

Plusieurs jours de dépassement de 50 µg/m³ en moyenne journalière de PM10 ont été observés sur la période d'étude (1^{er} semestre 2020) en région Hauts-de-France. Au total, **sur la période étudiée, il y a 6 épisodes et 12 jours de pollution**. A noter que **1 épisode est un double épisode particules-ozone (24/06/2020)**. Cependant, **il n'y a pas de dépassement journalier (> 50 µg/m³) à la station Lille Fives pendant cette période d'étude, ceux-ci ayant plutôt eu lieu sur la zone littorale**.

6.2. Résultats

a. Bouclage chimique

Le bouclage chimique permet **d'estimer la concentration massique des PM10 en utilisant les résultats de l'analyse de la composition chimique** des particules prélevées sur filtres. La méthode consiste à calculer la concentration totale des PM10 en faisant la somme des concentrations massiques de chaque constituant ainsi mesuré. Cette somme peut ensuite être comparée à la concentration totale mesurée par d'autres méthodes. La méthode du bouclage chimique est décrite par Waked et al. (2014)⁶ et a déjà été employée par Atmo Hauts-de-France (rapport d'étude « Nogent-sur-Oise 2013-2016 »⁷).

Les PM10 reconstituées sont comparées avec les PM10 mesurées en continu par TEOM-FDMS (Figure 53). Les deux méthodes (estimées par le coefficient directeur de la régression affine entre PM10 mesurées et PM10 reconstituées) présentent une bonne corrélation (R²=0.8) avec une différence en concentration massique d'environ 8%. Cette étape valide les analyses chimiques des particules PM10 de façon globale.

⁶ (Waked et al. 2014)

⁷ (Zhang 2018)



Figure 53 Comparaison des concentrations massiques en PM10 reconstituées par bouclage chimique à celles mesurées par TEOM-FDMS

b. Composition chimique

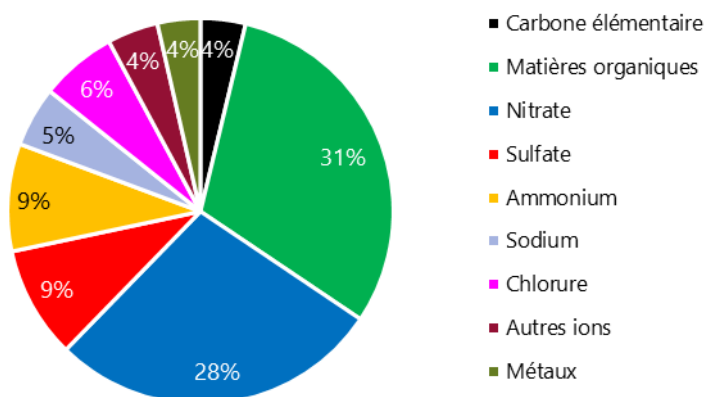
La composition chimique moyenne des PM10 à Lille pour les périodes du 1^{er} janvier au 30 juin 2020 et du 1^{er} janvier au 22 mai 2018 pour comparaison est présentée sur la Figure 54. Sont pris en compte pour calculer la composition chimique des PM10 : le carbone élémentaire, la matière organique, le nitrate, le sulfate, l'ammonium, le sodium, le chlorure, la somme des autres ions (Mg^{2+} , K^+ et Ca^{2+}) et la somme des métaux.

La composition chimique à Lille est très similaire pour les deux années (2020 et 2018) sur une période quasi-identique (1^{er} semestre).

La **matière organique** et le **nitrate** sont les **composés dominants** et **contribuent chacun d'environ 30% des PM10** mesurées. Le sulfate et l'ammonium représentent d'environ 9-10% des PM10, respectivement.

Les sels marins (somme des ions Na^+ et Cl^-) représentent 9% -11% des PM10 à Lille. Les autres ions (somme de Ca^{2+} , Mg^{2+} et K^+) et les métaux sont les fractions mineures, qui contribuent entre 3 à 4% des PM10 respectivement.

Lille Fives (janvier - juin 2020)



Lille Fives (Janvier - mai 2018)

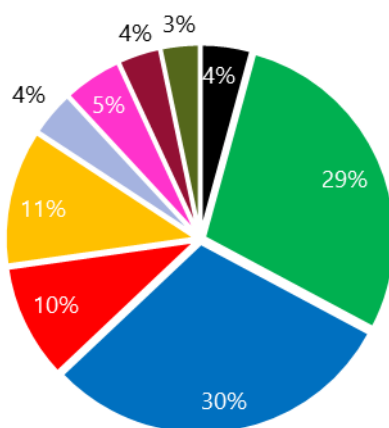
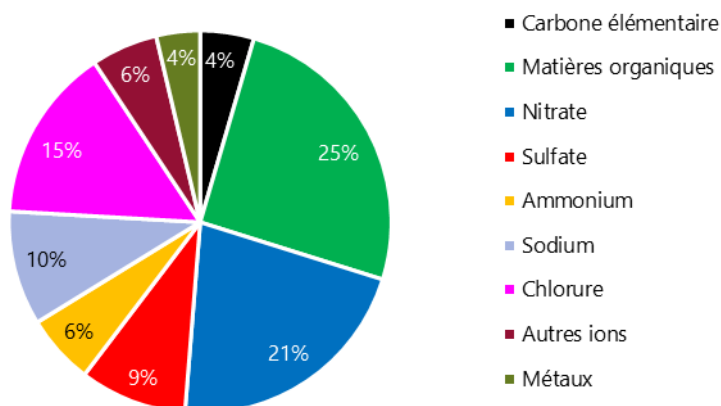


Figure 54 Composition chimique moyenne des PM10 du 1^{er} semestre 2020 et jan-mai 2018

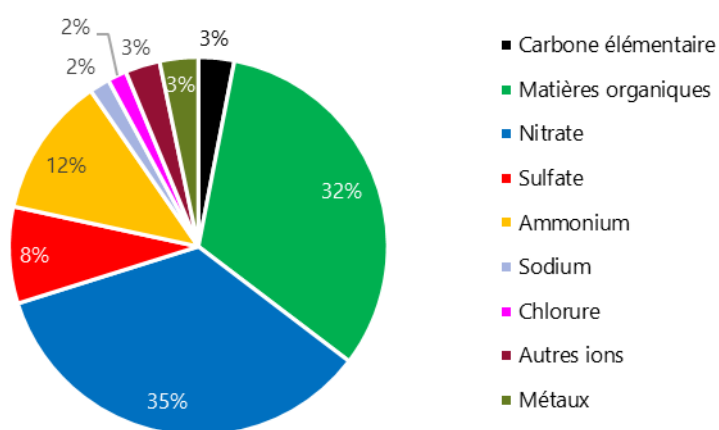
La composition chimique moyenne **avant le confinement (01/01 – 16/03/2020) ; pendant le confinement (17/03 – 10/05/2020) et après le confinement (11/05 – 30/06/2020)** est présentée sur la Figure 55. Le **profil chimique est distinct pour ces 3 périodes différentes.**



Avant le confinement (01/01 - 16/03/2020)



Pendant le confinement (17/03/2020 - 10/05/2020)



Après le confinement (11/05-30/06/2020)

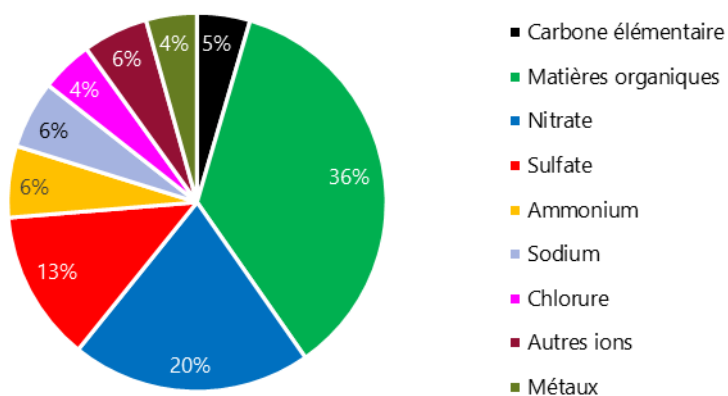


Figure 55 Composition chimique moyenne des PM10 avant, pendant et après le confinement

Le carbone élémentaire, les métaux et les autres ions sont assez stables, et représentent une fraction mineure des particules PM10 (3-6%). Ils sont plus faibles pendant le confinement (3%), un peu plus élevés avant (4-6%) et après le confinement (4-6%). A noter que le carbone élémentaire est un bon traceur pour le trafic routier, qui est en proportion relative à 4-5% des PM10 avant et après le confinement, et seulement à 3% pendant le confinement.

La contribution de la **matière organique augmente** avec le temps. Elle est à **25% avant le confinement et augmente jusqu'à 35% après le confinement**. La source à l'origine de la **matière organique** reste très complexe, elle peut être émise par les **sources primaires** (trafic, résidentielle, industrielle...) mais aussi par les **sources secondaires** (formation dans l'atmosphère via les réactions physico-chimiques). Dans cette partie, **on ne peut pas conclure sur les sources principales de la matière organique**, mais les analyses des traceurs organiques peuvent nous donner plus d'informations dans les sections suivantes.

Le **nitrate** est à **21% avant et après le confinement, et atteint 35% pendant la période de confinement**. Ce phénomène est lié à la **formation** du nitrate d'ammonium (NH_4NO_3) au **printemps**. Le nitrate d'ammonium est un composé inorganique secondaire, qui se forme dans l'air à partir de ses précurseurs gazeux NO_x et NH_3 . Les NO_x peuvent être émis par le trafic, les activités industrielles, les chauffages... et le NH_3 est émis principalement par les **activités agricoles**.

Le **sulfate augmente légèrement après le confinement** (de 8% à 13%). Cela peut être dû aux **activités photochimiques plus élevées** en période plus chaude et à la concentration d'ozone (voir la Figure 34), qui augmente l'oxydation du SO_2 et son taux de conversion en sulfate.

Les **sels marins sont plus importants avant le confinement** (25%) et plus faibles (4%) pendant le confinement. Parce que la **vitesse du vent est plus forte en hiver** (voir la Figure 19), ce qui permet d'apporter les sels marins à l'intérieur du continent.

En résumé, la composition chimique est très différente pendant ces 3 périodes, mais les différences sont considérées liées à la variation saisonnière (dont certaines sources d'émissions différentes) et les conditions météorologiques différentes, notamment l'apport de masses d'air du Nord-Est. Une autre étude de caractérisation des particules (Programme CARA¹), réalisée sur la période 2013-2016 sur Nogent-sur-Oise a pu montrer que dans des conditions proches, les nitrates et les sulfates provenaient de pays plus lointains.

Le lien direct entre le confinement et la composition chimique n'est pas très significatif et se trouve principalement sur le trafic routier (carbone élémentaire) à Lille.



c. OC/EC et lévoglucosan

Le **carbone élémentaire** (EC) présente un niveau stable pour ces 3 périodes mais il est un peu plus faible après le 11/05. Le carbone élémentaire est un **traceur pour le trafic**. **La concentration d'EC dépend non seulement les sources d'émissions** (nombre/type de véhicules), **mais aussi des conditions de dispersion atmosphérique**. Les concentrations relevées ne semblent pas impactées par le confinement.

En revanche, le **carbone organique** (OC) est beaucoup **plus important pendant le confinement**, avec un niveau quasi deux fois plus élevé qu'avant le confinement. La raison principale est que **les épisodes de pollution liés aux particules PM10 ont eu lieu principalement en période de confinement** (épisodes printaniers). Et l'OC est un des composés majeurs pendant ces épisodes de pollution (voir Figure 55).

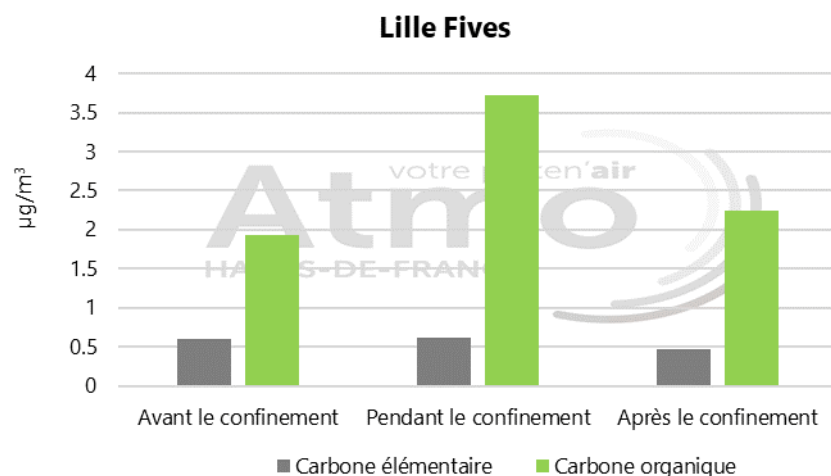


Figure 56 Concentration en OC et EC dans les PM10 pour ces 3 périodes

Le niveau du **lévoglucosan décroît avec du temps**. Il est considéré comme le **traceur de la combustion de biomasse** (ex., chauffage au bois). Sa concentration est principalement liée à la température extérieure : plus la température est élevée, moins le chauffage au bois est utilisé, et par conséquent, il y a moins d'émissions au lévoglucosan. **Le niveau du lévoglucosan est assez élevé pendant le confinement par rapport la variation de la température**. Le lévoglucosan montre une variation saisonnière et le confinement a pu favoriser l'utilisation du chauffage au bois résidentiel, point qui est déjà discuté dans les sections précédentes (Figure 12 et Figure 49).

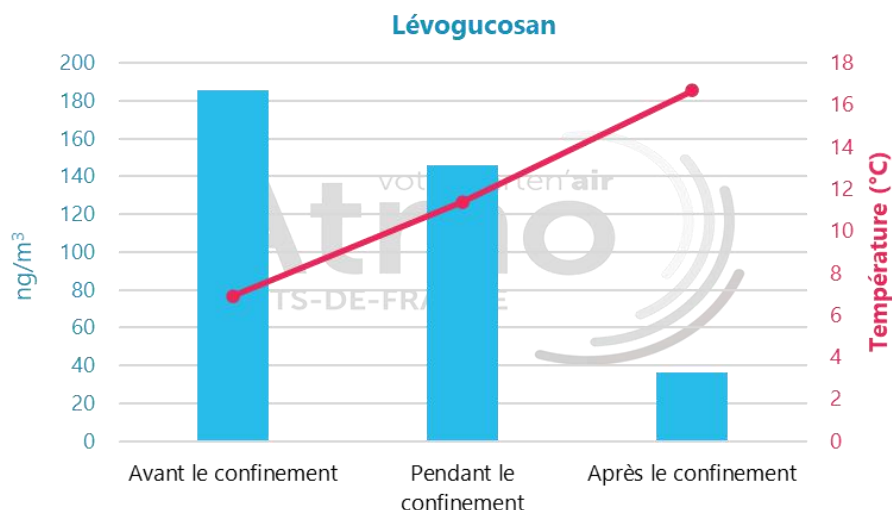
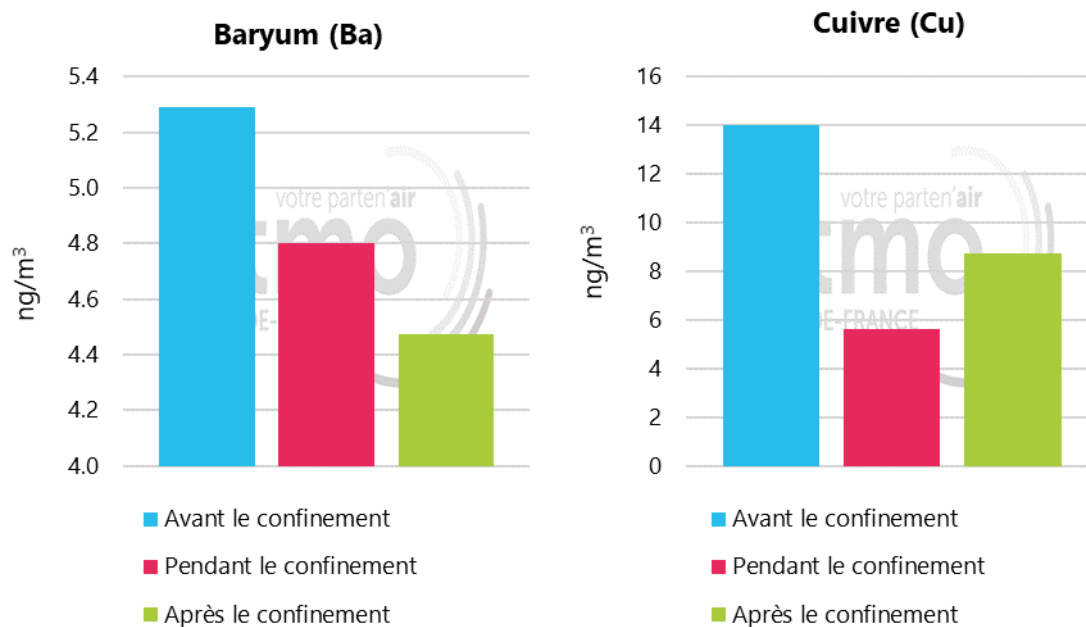


Figure 57 Concentration du lévoglucosan dans les PM10 et la température ambiante pour ces 3 périodes

d. Métaux liés au trafic routier

Certains éléments métalliques (baryum – Ba, cuivre – Cu, antimoine – Sb, et étain – Sn) peuvent être **émis par l'abrasion mécanique des pièces de véhicules motorisés** tels que les freins, les pneus et les embrayages. Ils peuvent également être émis par la **remise en suspension de poussières déposées au sol**. Toutes ces émissions sont qualifiées de « hors-échappement »⁸.

Les 4 métaux montrent une diminution pendant la période du confinement. Hormis pour le Baryum, on observe une **augmentation des autres 3 métaux pour la période du déconfinement**. Le cuivre montre une variation plus significative liée au confinement parmi ces 4 métaux.



⁸ (Pant et Harrison 2013)

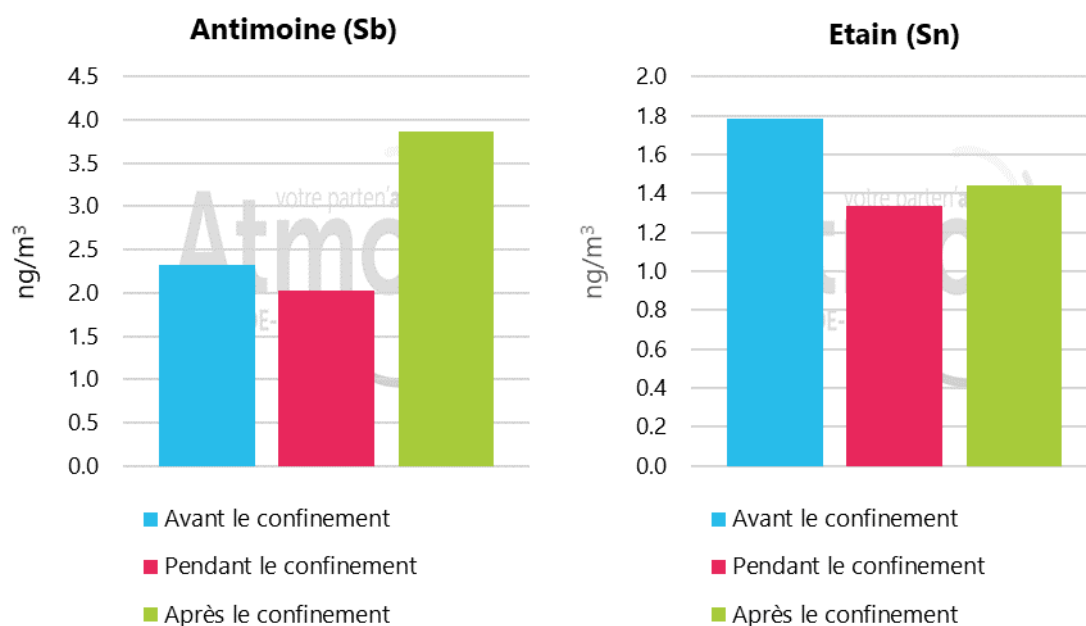


Figure 58 Concentration des 4 métaux (Ba, Cu, Sb et Sn) pour ces 3 périodes

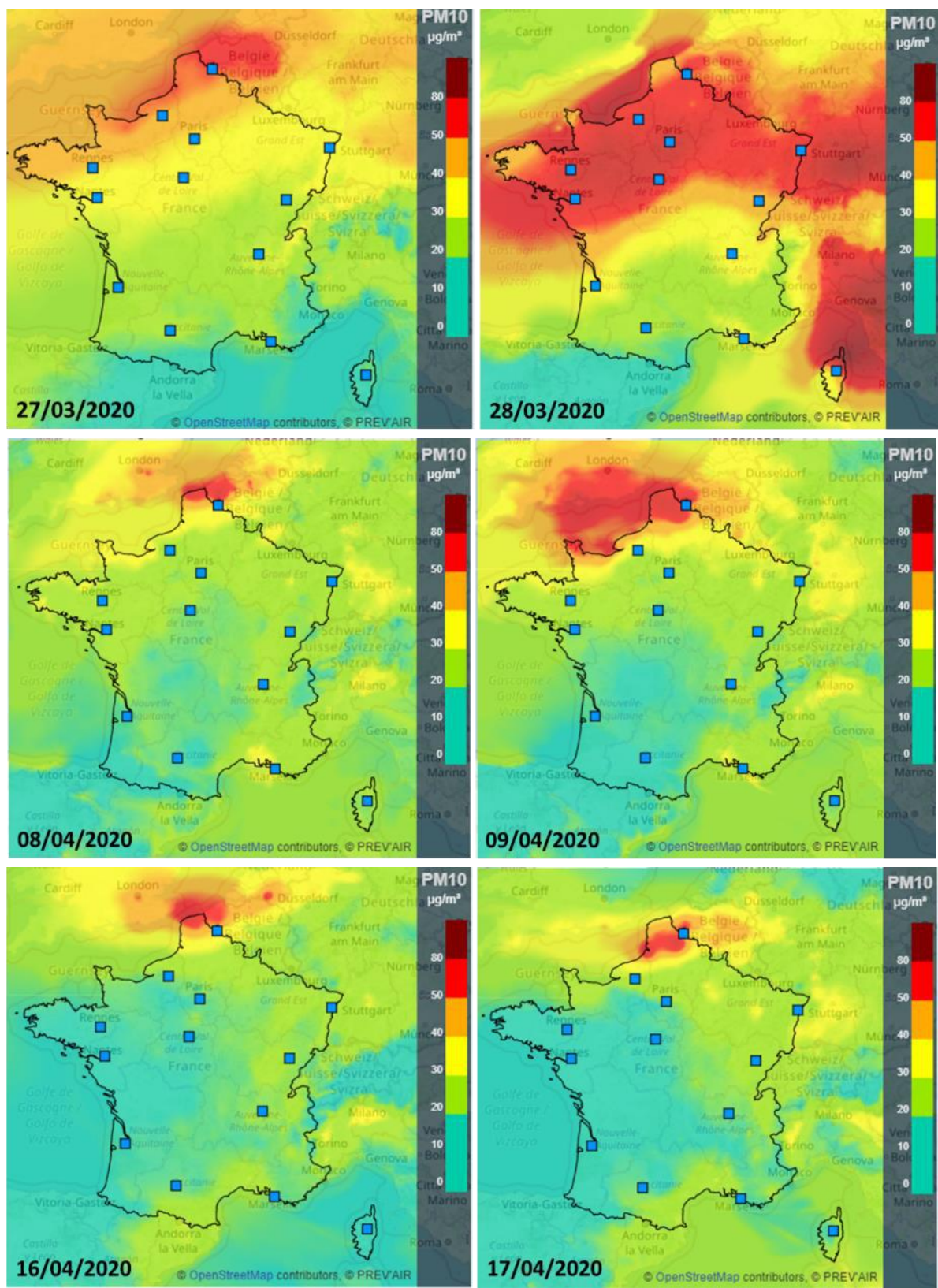
e. Episodes de pollution

Les épisodes liés aux particules PM10 (et un double épisode PM10 et l'ozone) sont présentés dans la Figure 59. Ils ont eu lieu principalement pendant le confinement (mars-avril) et un double épisode (PM10 et ozone) a été observé le 24/06/2020.

Le **27 mars 2020**, les niveaux de particules PM10 ont dépassé le seuil d'information et de recommandation (50 mg/m^3) sur le nord de la région Hauts-de-France, le littoral normand et la Belgique. Le 28 mars, les conditions météorologiques anticycloniques avec des vents faibles favorisant l'accumulation de la pollution a entraîné une nouvelle hausse des concentrations en particules PM10 sur la moitié nord du territoire métropolitain.

Les **8-9 et le 16 avril**, les dépassements des PM10 se sont trouvés principalement sur la **zone littorale** des Hauts-de-France, de la Normandie et de la Belgique. Les conditions anticycloniques avec un vent faible ont été observées pour ces jours. Les conditions de température et d'humidité sur la zone littorale sont souvent favorables à la formation de particules secondaires. Le **17 avril**, cet épisode était localisé sur les **départements du Nord et du Pas-de-Calais** et plus particulièrement sur le **bassin minier**. Il a également débordé sur le département de la Somme.

Le **24 juin**, Un dépassement de la moyenne journalière en PM10 a été constaté sur le **département du Nord pour la zone Dunkerquoise**. L'augmentation des concentrations en particules PM10 et BTX a été observée en même temps sur les stations de proximité industrielle, montrant ainsi potentiellement une **activité locale**. Dans le même temps, des concentrations élevées d'ozone ($> 180 \text{ µg/m}^3$ en horaire) ont été enregistrées sur le département du Nord et du Pas de Calais et plus particulièrement sur la zone de Calais et de Dunkerque.



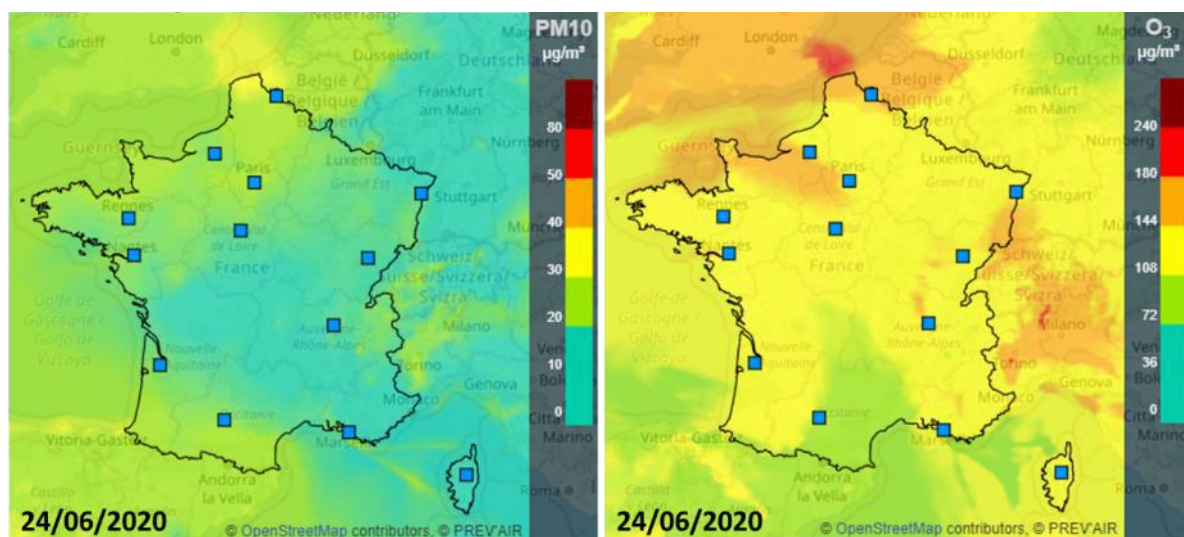
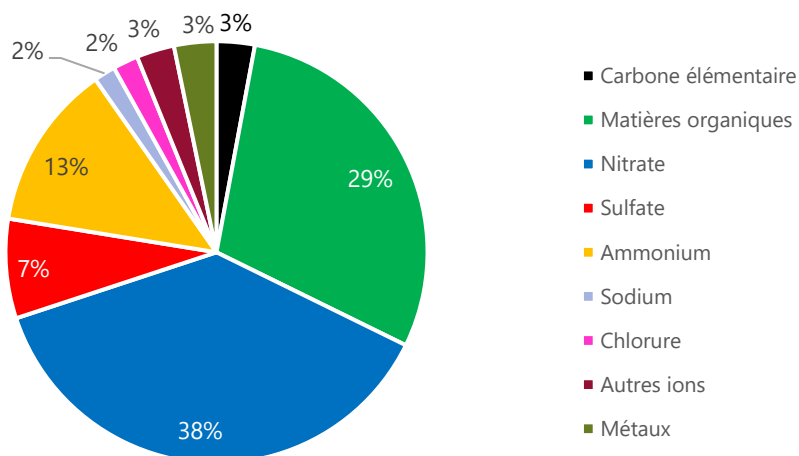


Figure 59 Concentrations journalières en PM10 et concentration maximum horaire en particules PM10 et ozone modélisées par la plateforme PREV'AIR pour les épisodes de pollution du 1^{er} semestre 2020

La composition moyenne pendant les épisodes liés aux particules PM10 montre une **forte contribution par le nitrate d'ammonium** (38% contre 28% pour le nitrate et 13% contre 9% pour l'ammonium). La **matière organique représente environ toujours 30%** des PM10. Les sels marins sont moins importants en cas d'épisodes (4% contre 11%). Les autres ions, les métaux et le carbone élémentaire restent les fractions mineures (3-4%), qui ne varient pas significativement pendant et hors les épisodes.

Composition moyenne pendant les épisodes PM10



Composition moyenne du 1^{er} semestre 2020

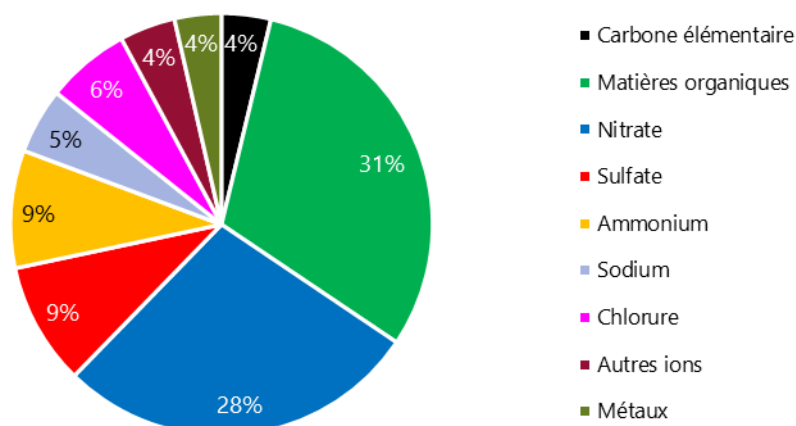


Figure 60 Comparaison de la composition chimique des PM10 pendant et hors les épisodes

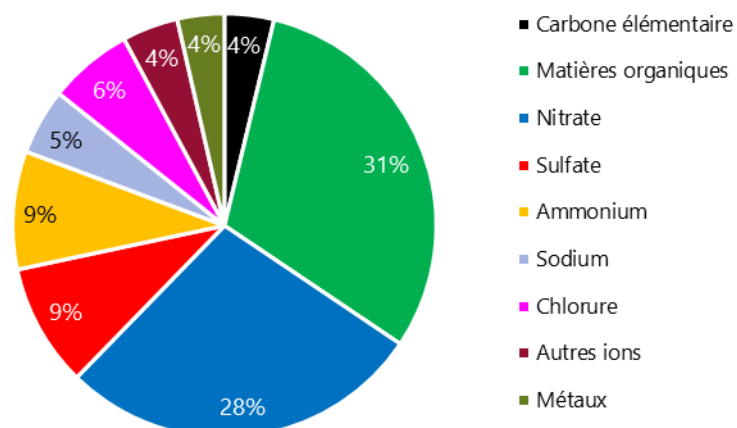
En résumé, les épisodes liés aux particules PM10 du 1^{er} semestre 2020 ont eu lieu principalement en **période printanière** (mars-avril). La composition est **dominée par les particules inorganiques secondaires** (nitrate d'ammonium) et la **matière organique**. Les activités à l'origine des précurseurs (ex., NH₃) qui forment les particules secondaires n'ont pas été impactées par le confinement (par ex., activités agricoles), voir la Figure 8).

Ces épisodes sont fortement **dépendants des conditions météorologiques** (anticyclone, humidité relative, température...) et donc des zones géographiques considérées (par ex., la zone littorale). **Le confinement ne montre pas un effet direct sur les épisodes observés du 1^{er} semestre 2020.**

f. Comparaison avec Grande-Synthe

Le profil de la composition moyenne du 1^{er} semestre 2020 à Lille est différent de ce qu'on observe à Grande-Synthe. La **matière organique** (30% contre 25%) et le **nitrate** (28 contre 26%) sont **plus importants à Lille**. En revanche, les sels marins contribuent plus dans les particules PM10 à Grande-Synthe (16% contre 11%) à cause de la proximité de la mer. Les métaux sont également plus élevés (7% contre 4%) à Grande-Synthe en lien avec les sources industrielles.

Composition moyenne du 1^{er} semestre 2020 (Lille)



Composition moyenne du 1^{er} semestre 2020 (Grande-Synthe)

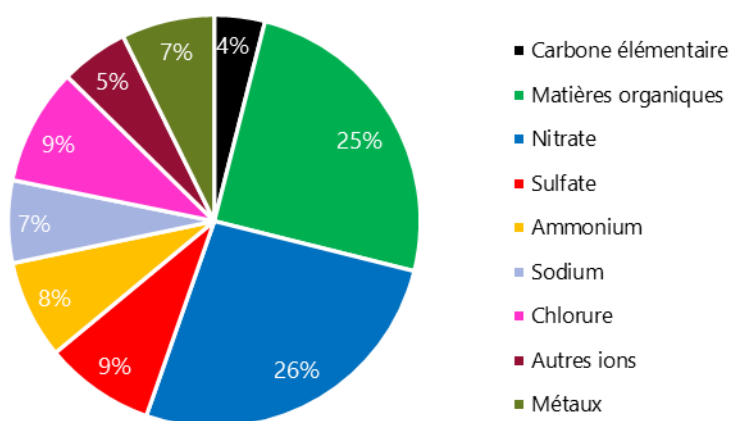
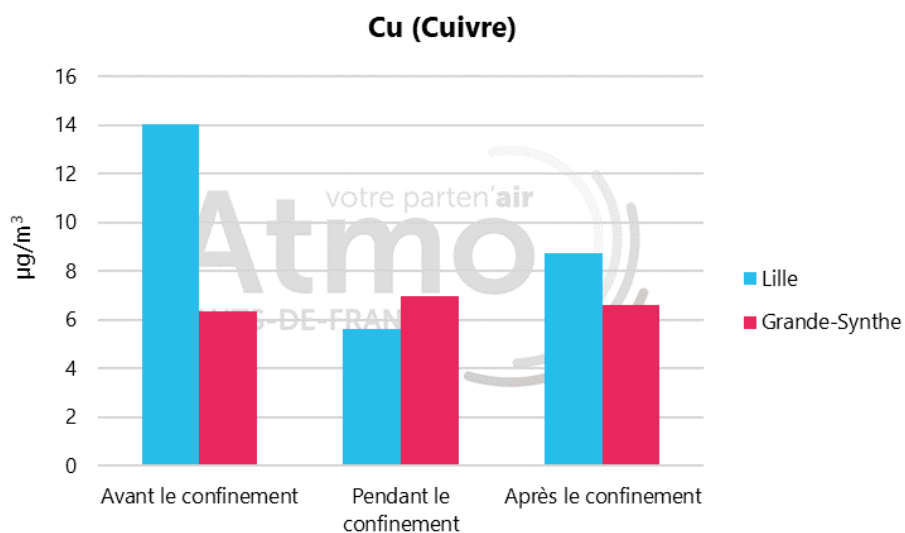


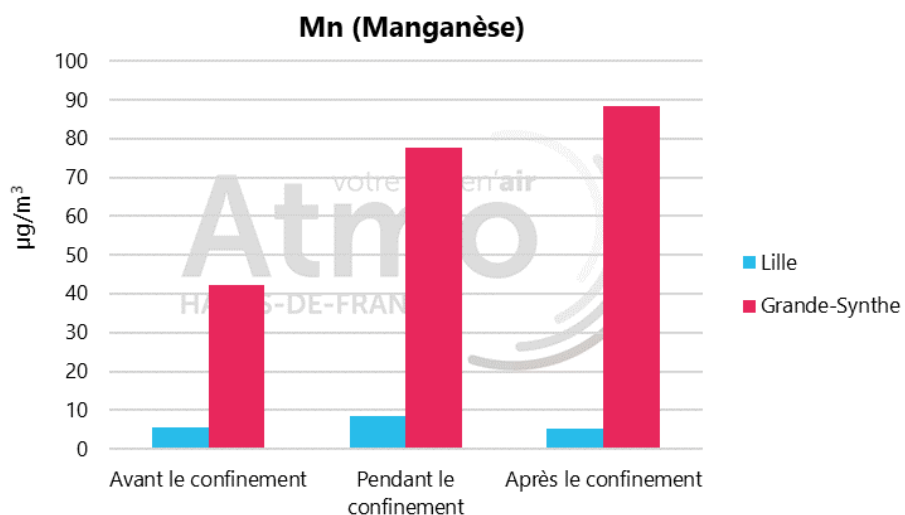
Figure 61 Comparaison de la composition moyenne du 1^{er} semestre 2020 à Lille et à Grande-Synthe

3 métaux ont été sélectionnés pour évaluer les impacts du confinement sur différentes activités. Le cuivre, le manganèse et le nickel sont un des traceurs pour le trafic routier, l'activité industrielle et la combustion du fioul lourd, respectivement.

A Lille, le cuivre montre un niveau plus élevé qu'à Grande-Synthe avant et après le confinement. Il montre également un effet plus significatif lié au confinement à Lille.



Le manganèse à Grande-Synthe est environ 10-20 fois plus élevé qu'à Lille à cause des activités industrielles locales. Il n'y a pas d'influence par le confinement pour les deux sites malgré la baisse des émissions vue en partie 1 du rapport.



Le nickel est un traceur de la combustion du fioul lourd. Comme le manganèse, son niveau est plus élevé à Grande-Synthe et semble peu influencé par le confinement malgré une hypothèse d'activité industrielle en baisse, en lien probablement avec les conditions de dispersion.

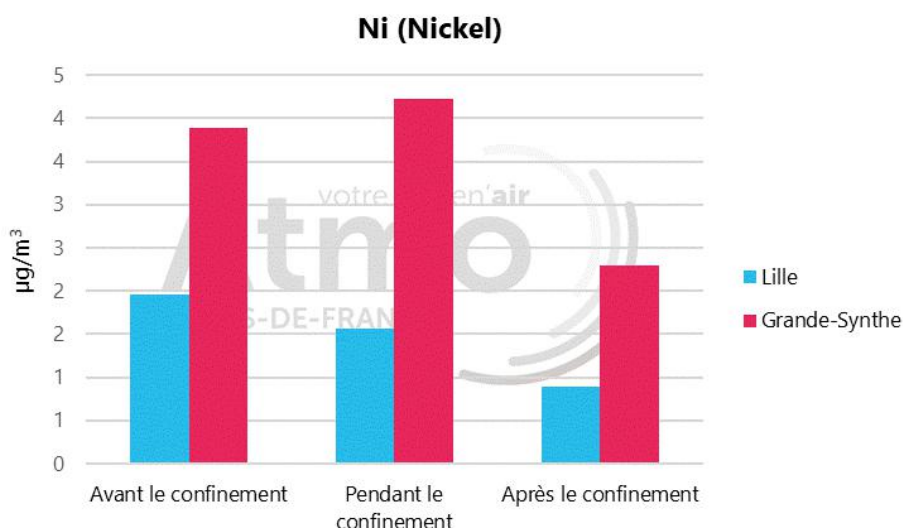


Figure 62 Comparaison des niveaux des métaux à Lille et à Grande-Synthe



CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PARTICULES

- La composition chimique des particules PM10 à Lille montre un profil distinct avant, pendant et après le confinement. Mais cette **variation est plutôt influencée par les conditions météorologiques** (anticyclonique, température, humidité relative...) et les **sources d'émissions saisonnières** (chauffages au bois, épandages...).
- Le **confinement montre l'impact sur la source trafic routier** (carbone élémentaire, cuivre...). Mais les autres sources comme industrielles et agricoles ne montrent pas une influence significative du confinement.
- Les **épisodes de pollution ont eu lieu principalement en période printanière**, notamment sur la zone littorale. **Le confinement ne présente pas un lien direct avec ces épisodes PM10.**

7. Conclusion

La pandémie du COVID-19 a engendré de profonds bouleversements dans les habitudes de vie des français. Des **changements drastiques sur les modes de consommations et de déplacements** se sont opérés au cours de l'année 2020. Cette situation, bien qu'exceptionnelle, est un **cas d'étude particulièrement intéressant** pour identifier les **leviers d'actions possibles** à mettre en place sur le long terme afin de réduire l'impact de l'homme sur son environnement.

La **baisse des activités** a permis de diminuer les émissions anthropiques de la plupart des secteurs de plus de 40%, à l'exception du **secteur résidentiel qui a vu une hausse de ses émissions** liées à l'augmentation du temps de présence des travailleurs sur leur lieu de domicile.

Globalement les émissions du territoire de la MEL ont diminué au cours du confinement. Cependant, l'impact sur les concentrations ne s'est pas révélé être aussi important, notamment pour les particules.

L'impact est essentiellement **visible sur les niveaux de dioxyde d'azote** pour lequel les émissions baissent de 67%, et les concentrations diminuent de près de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ou de 4 à $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en fonction de l'heure de la journée) en zone urbaine sur la période du confinement. Cette baisse est cependant moins importante en zone rurale, en lien avec la contribution du trafic routier qui est moins conséquente en temps normal.

En ce qui concerne **l'analyse de l'évolution des particules, malgré une baisse importante des émissions locales, les concentrations ont augmenté pendant la période de confinement.** Les travaux ne révèlent **pas de lien direct entre la mise en place du confinement et les hausses de concentrations mesurées au cours du mois d'avril.** En effet, les conditions météorologiques favorables à l'accumulation de polluants et à la production de particules secondaires peuvent expliquer cette augmentation. De plus, la modélisation des concentrations ne révèle pas de changement notable sur les niveaux de particules, à l'exception des tronçons routiers. La **diversité des sources d'émissions** ainsi que **l'augmentation la contribution du secteur résidentiel** au cours du confinement peuvent expliquer les résultats obtenus par la modélisation sur les **particules.** L'analyse de leur composition chimique lors des épisodes de pollution ne permet pas d'identifier un lien direct entre le confinement et le dépassement de seuil réglementaire. **Cependant, les activités à l'origine des précurseurs** (ex., NH_3) **qui forment les particules secondaires** (nitrate d'ammonium) **n'ont pas été impactées par le confinement** (par ex., activités agricoles).

Ainsi, afin **d'espérer une diminution du nombre d'épisodes de pollution** liés aux particules ainsi qu'une **baisse globale des concentrations**, il est **nécessaire de mettre en place des actions sur l'ensemble des secteurs à l'origine des émissions de particules et de leurs précurseurs** (routier, résidentiel, agricole, industriel).

Le schéma ci-après présente des pistes de réflexion sur les sources d'émissions des particules et de leurs précurseurs ainsi que des exemples d'actions.



Particules primaires

Agir sur les émissions directes de particules



Transports routiers

- Réduction du nombre de véhicules en circulation
- Renouvellement du parc



Résidentiel

- Renouvellement des appareils de chauffage au bois
- Maîtrise des consommations d'énergie

Industrie

- Changement de combustible
- Utilisation des meilleures techniques disponibles

Déchets

- Rappel de l'interdiction du brûlage des déchets verts

Particules secondaires

Agir sur les émissions de polluants précurseurs

En plus des actions citées pour agir sur les particules primaires qui auront aussi un impact sur les émissions de précurseurs, **d'autres leviers sont possibles** :



- Limitation de l'utilisation des solvants



- Limitation de la volatilisation d'ammoniac (engrais azoté) : 

Ressources disponibles



Action **Zone à Faibles Emissions** (MEL)



Action **Fond Air Bois** (MEL)



EPANDAIR : analyse de l'impact des techniques d'épandage sur les émissions d'ammoniac



Projet **AQACIA** déposé sur l'étude de l'influence des activités agricoles sur les concentrations en **particules**

La **saison printanière** est essentiellement marquée par le **rôle joué par le secteur agricole**. Le **second confinement** mis en place le 30 octobre 2020 donnerait l'opportunité d'étudier plus amplement **l'impact du secteur résidentiel** (en lien avec l'utilisation du chauffage) sur les concentrations de particules en minimisant celui de l'agricole. Une étude pourrait également être menée afin **d'améliorer les connaissances sur les sources et les origines géographiques de la part des particules importées sur le territoire de la MEL**.

Annexes

Annexe 1 : Glossaire

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

µm : micromètre. $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 0,001 \text{ millimètre.}$

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

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

Anthropique : Relatif à l'activité humaine. Qualifie tout élément provoqué directement ou indirectement par l'action de l'homme.

As : arsenic.

B(a)P : benzo(a)pyrène

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

Cd : cadmium.

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

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...).

COVnM : Composés Organiques Volatils non Méthaniques

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.

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

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale.

Episode de pollution : période pendant laquelle la procédure d'information et d'alerte a été déclenchée traduisant le dépassement du niveau d'information et de recommandations voire du niveau d'alerte pour l'un ou plusieurs des polluants suivants : SO₂, NO₂, O₃ et PM₁₀.

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air.

LTECV : Loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte

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



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 ng/m³ = 0,000001 mg/m³ = 0,000001 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 : 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.

PCAET : Plan Climat Air Energie Territorial

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

PM_{2.5} : 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.

SECTEN : SECTeurs Economiques et éNergie.

SO₂ : dioxyde de soufre.

SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Egalité des Territoires.

SRCAE : Schéma Régional Climat Air Energie

Valeur cible : 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 : 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 : Méthodologie détaillée de l'inventaire des émissions

Les données sources ont été calculées, extraites et/ou intégrées à partir du **dernier inventaire** des émissions de polluants disponible recensant les émissions de l'année 2015. Celui-ci a été réalisé en **2015** et se base sur la **méthodologie 2017 version 6**.

Les émissions par secteur ont été traitées par **Selected Nomenclature for Air Pollution (SNAP)** pour les NO_x, les particules PM₁₀ et PM_{2.5}. Les SNAP sont une nomenclature des activités des émissions par polluants atmosphériques, répertoriés par niveau :

- 01 Combustion dans les industries de l'énergie et de la transformation de l'énergie
- 02 Combustion hors industrie
- 03 Combustion dans l'industrie manufacturière
- 04 Procédés de production
- 05 Extraction et distribution de combustibles fossiles/énergies géothermique
- 06 Utilisation de solvants et autres produits
- 07 Transport routier
- 08 Autres sources mobiles et machines
- 09 Traitement et élimination des déchets
- 10 Agriculture et sylviculture
- 11 Autres sources et puits

Les niveaux de SNAP catégorisent plus ou moins finement les émissions. Ci-dessus, les émissions sont classées par **SNAP de niveau 1**. Le détail de ces émissions est compris entre SNAP de niveau 1 et de niveau 3, par exemple :

- SNAP de niveau 1 : 08 Autres sources mobiles et machines
- SNAP de niveau 2 : 0806 Engins spéciaux – Agriculture
- SNAP de niveau 3 : 080601 Echappement moteur

Les **émissions d'un secteur** sont généralement **comprises dans plusieurs SNAP**. Par exemple, le secteur résidentiel comprend les activités suivantes :

- Combustion dans le résidentiel (0202)
- Application de peinture (0601)
- Autres utilisations de solvants et activités associées (0604)
- Utilisation du HFC, N₂O, NH₃, PFC et SF₆ (0605)
- Autres (0606)
- Engins spéciaux - Loisirs / jardinage (0809)
- Utilisation du HFC, N₂O, NH₃, PFC et SF₆ (0605)
- Feux ouverts de déchets agricoles (0907)





Le secteur agricole

Les données d'émissions relatives au **secteur agricole** ont été sollicitées auprès du service Etudes, Prospective économique et territoriale de la **Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais**, cependant aucune information précise n'a pu être récoltée sur la période investiguée.

Bien que le confinement ait eu un fort impact économique sur ce secteur, les **émissions ont été considérées comme constantes**, sur cette période.

Dans le cas où plusieurs SNAP de niveau 2 étaient répertoriées, les émissions des SNAP de niveau 3 des autres sources mobiles et machines, et celles de l'agriculture et de la sylviculture ont été regroupées par SNAP de niveau 2 (0806 à 0807) et (1001 à 1009) respectivement. Seule la SNAP de niveau 3 (020302) a été gardée.

Le secteur autres transports

Le secteur des autres transports se divise en 3 catégories : **aérien**, **ferroviaire** et **fluvial**. Pour connaître les émissions intrinsèques à chaque sous-secteur, les principaux acteurs ont été contactés pour récupérer des données.

Les données d'émissions des sous-secteurs ont ensuite été agrégées par polluant pour connaître la totalité des émissions du secteur autres transports.



Le secteur aérien

Les données de trafic aérien (vols d'aéronefs) 2019 et 2020 proviennent du service « Qualité-SGS-Environnement » de l'**aéroport Lille-Lesquin, unique aéroport** présent sur le territoire de la métropole. Une comparaison a été effectuée entre les données trafic 2020 de la période d'étude et les données trafic 2019 pour la même période d'étude, du 17 mars au 11 mai 2020 (soit 55 jours). Un pourcentage d'évolution a pu être calculé pour chaque type de vol et de destination.

Au cours de la période de confinement, le **trafic aérien moyen a chuté de -97%** :

- -80% pour les vols internationaux non commerciaux ;
- -97% pour les vols domestiques commerciaux et non commerciaux ;
- -99% pour les vols internationaux commerciaux.

Sur la base des données d'émissions 2015 de l'inventaire Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6, ces baisses ont été intégrées dans le calcul des émissions issues :

- de la **combustion** des moteurs d'aéronefs en phase LTO⁹ ;
- des **phénomènes d'usure et d'abrasion** des freins et des roues des aéronefs et d'érosion de la piste, pour les vols domestiques et internationaux.

Les **autres sources d'émissions** ont été soit considérées comme **constantes** (engins de piste), soit associées à d'autres SNAP (centrales énergétiques, stockage et distribution du carburant, ateliers de maintenance).

⁹ Le cycle LTO (Landing Take Off) correspond aux phases de roulage, de décollage, de vol en dessous de 3000 pieds (915m d'altitude) et d'approche des aéronefs. Un cycle LTO correspond ainsi à 2 mouvements d'avion.





Le secteur ferroviaire

Les données de trafic ferroviaire ont été collectées auprès de **SNCF Réseau**, direction régionale des Hauts-de-France. Les informations de **trafic** relatives aux **10 lignes ferroviaires parcourant la MEL** ont été converties sous forme de données trafic moyen journalier annuel (TMJA) en accord avec la période du 17 mars au 11 mai 2020 (soit 55 jours).

En 2018, le trafic ferroviaire se répartissait de manière suivante : 39% de TGV, 50% de TER, 1% d'Intercités et 10% de fret ferroviaire.

Au cours de la période confinement, le **trafic ferroviaire moyen a chuté de -81%** :

- -91% pour les TGV* ;
- -75% pour les TER ;
- -100% pour les Intercités ;
- -55% pour le fret ferroviaire.

**les TGV regroupent les trains du réseau SNCF ainsi que ceux des réseaux Eurostar et Thalys*

La dernière version d'inventaire publiée est la version A2015_M2017_v6, la répartition des types de traction électrique/thermique a été calculée pour chaque ligne et appliquée aux données de trafic ferroviaire 2018 reçues par SNCF Réseau également en juin 2020 dans le cadre du nouvel inventaire 2018 d'Atmo Hauts-France.

Les numéros des lignes ont été attribués à titre indicatif. Il s'agit des lignes :

1. Tourcoing – Lille Flandres ;
2. Baisieux – Lille Flandres ou Saint-Sauveur ;
3. Fretin – Lille Flandres ;
4. Libercourt – Lille Flandres ou Saint-Sauveur ;
5. Don-Sainghin – Lille Flandres ;
6. Béthune – Don-Sainghin ;
7. Bailleul – Lille Flandres ;
8. Calais – Lille Europe ;
9. Bruxelles – Lille Europe ;
10. Paris Nord – Lille Flandres (comprend aussi la ligne 10bis : Paris Nord – Lille Europe).



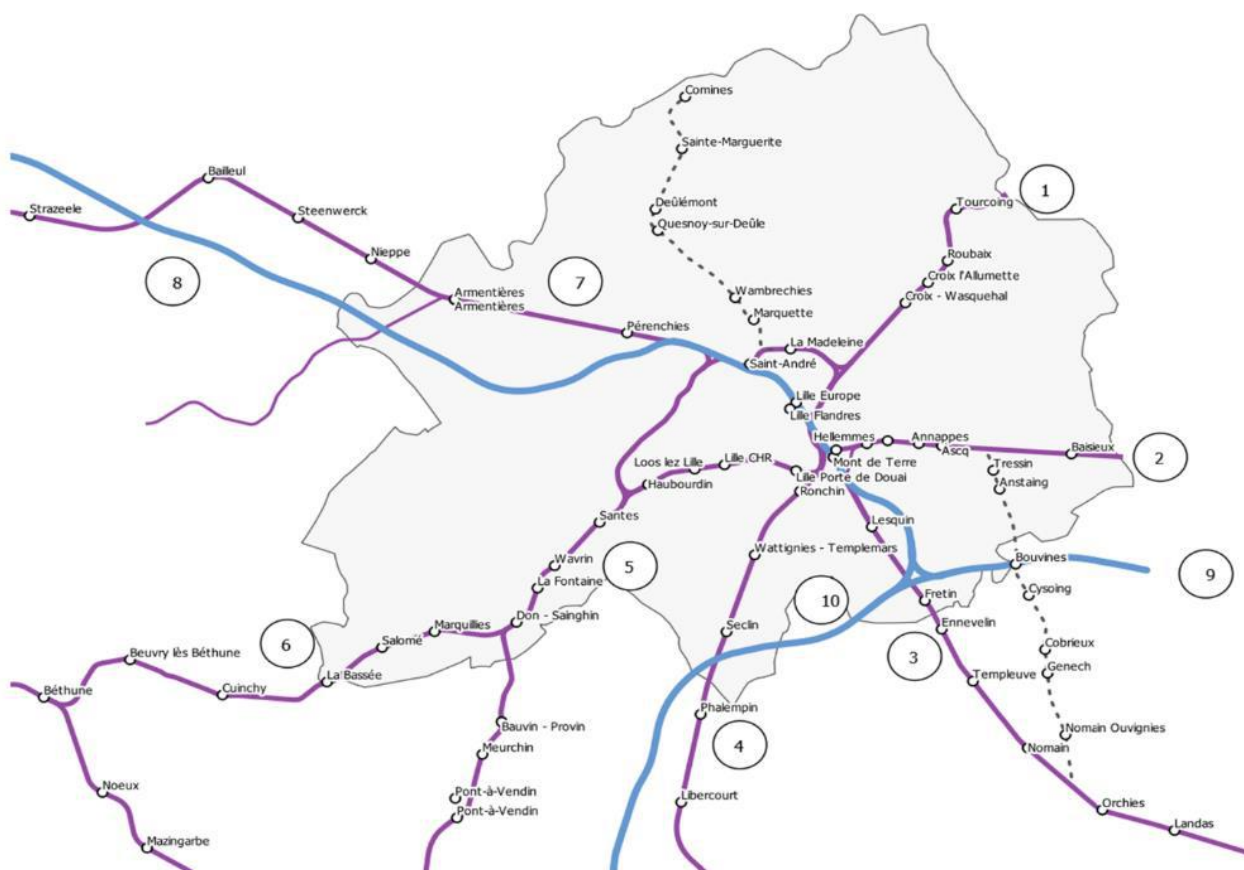


Figure 63 : Carte du réseau ferroviaire sur la Métropole Européenne de Lille (SNCF Réseau)

Les résultats de trafic moyen pendant le confinement ont été croisés avec des informations trouvées dans la presse indiquant des baisses avec -85% pour les TER¹⁰ pour la région Hauts-de-France, -93% pour les TGV et -40% pour le fret ferroviaire¹¹ sur le territoire national. Ces données confirment les hypothèses formulées à partir des données de circulation de train pendant la période.

Sur la base des données d'émissions 2015 de l'inventaire Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6, ces baisses ont été intégrées dans le calcul des émissions issues :

- de la **combustion** des combustibles fossiles dans les moteurs des trains (autorails et locomotives) pendant les phases de roulage et de manœuvre des trains ;
- de l'**usure** des freins, roues et rails et des caténaires.

Les émissions des installations fixes (gares, locaux) sont prises en compte dans le secteur tertiaire. Un profil temporel commun a été appliqué aux données d'émissions pour connaître les émissions en fonction de la période.

¹⁰ BFMTV – 10 mai 2020 - « Hauts-de-France : Un coupon sera obligatoire dès lundi pour monter dans un TER »

<https://www.bfmtv.com/environnement/hauts-de-france-un-coupon-sera-obligatoire-des-lundi-pour-monter-dans-un-ter-AN-202005100086.html>

¹¹ Le Figaro – 20 avril 2020 – « Le fret ferroviaire résiste au confinement »

<https://www.lefigaro.fr/societes/le-fret-ferroviaire-resiste-au-confinement-20200420>



Le secteur fluvial

Les données de trafic fluvial proviennent du service « Exploitation maintenance environnement » de Voies Navigables de France (VNF), direction territoriale Nord-Pas-de-Calais. Le trafic fluvial relatif aux flux de bateaux aux écluses a été étudié sur une moyenne glissante sur la période du confinement. **Quatre écluses** sont présentes sur le secteur de la MEL : l'écluse d'Armentières, l'écluse de Quesnoy, l'écluse du Grand Carré et l'écluse de Don. La **navigation de plaisance a été suspendue**, seuls 4 passages (considérés comme négligeables) ont été observés sur ces 4 écluses. **L'essentiel du trafic a été occupé par le fret fluvial.**

Au cours de la période confinement, le **trafic de fret fluvial a chuté de :**

- -21% sur le tronçon Quesnoy/Grand-Carré ;
- -14% sur le tronçon Grand-Carré/ Don.

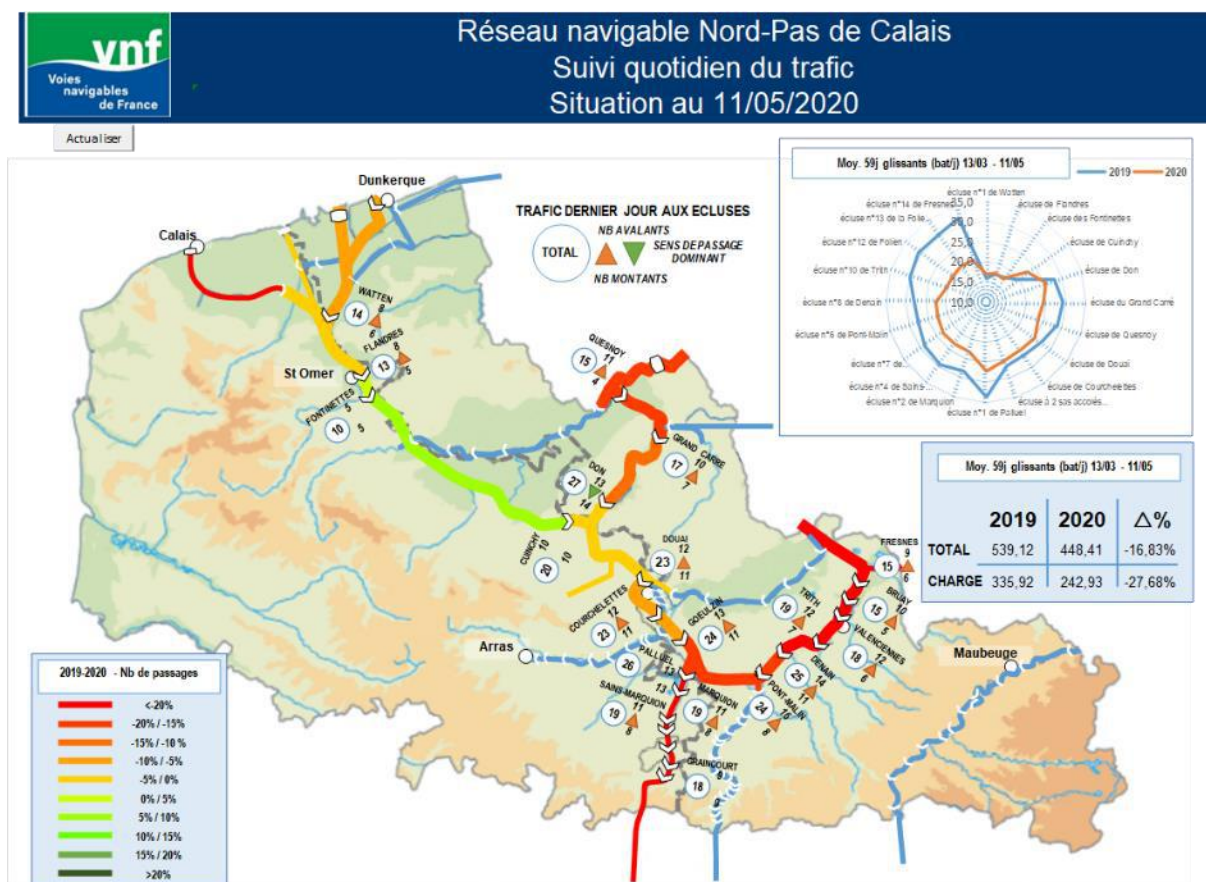


Figure 64 : Réseau navigable Nord-Pas-de-Calais du 13 mars au 11 mai 2020 (VNF NPdC)

Sur la base des données d'émissions 2015 de l'inventaire Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6, ces baisses ont été intégrées dans le calcul des émissions issues :

- de la **combustion** dans les moteurs des bateaux utilisés pour le transport de marchandises.



Le secteur industriel

En ce qui concerne les données d'émissions relatives au secteur industriel, les informations trouvées auprès de la **Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de la région Hauts-de-France** ont été croisées avec plusieurs documents de la CCI¹², de l'Insee¹³ et de la

Banque de France¹⁴. Ces documents apportent des informations générales sur les secteurs

d'activité et notamment sur les **taux de fermeture (partielles ou totales) par secteur d'entreprises**. Les données régionales ont été priorisées par rapport aux données nationales lorsque cela était possible.

Au cours de la période confinement, les **taux d'activité de ce secteur ont chuté en moyenne de 50%**.

Le détail des baisses des taux d'activités pour le secteur industriel :

- -20% pour l'industrie pharmaceutique ;
- -22% pour l'industrie agro-alimentaire ;
- -27% pour l'industrie chimique ;
- -52% pour les machines et équipements ;
- -55% pour les autres produits industriels ;
- -52% pour les produits informatiques, électroniques et optiques ;
- -41% pour le bois, papier, imprimerie ;
- -55% pour les équipements électriques ;
- -57% pour les produits en caoutchouc, plastique ;
- -63% pour l'habillement, textile, chaussure ;
- -59% pour la métallurgie et produits métalliques ;
- -60% pour les autres transports ;
- -89% pour l'automobile ;
- -90% pour la construction ;
- -17% pour les déchets.

Sur la base de l'inventaire Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6, ces taux d'activités ont été appliqués pour des sous-secteurs d'activité présents au sein de l'industrie (SECTEN 2¹⁵) à savoir :

- chimie ;
- construction ;
- diverses autres industries ;
- bien d'équipements, construction mécanique, électrique, électronique ;
- industries agro-alimentaires ;
- métallurgie des métaux non-ferreux ;
- sidérurgie et 1^{ère} transformation des métaux ferreux, y compris fonderie ;
- minéraux non-métalliques et matériaux de construction ;
- papier, carton ;
- traitement des déchets.

Les données d'émission 2015 avec les taux d'activités appliqués ont ensuite été comparées aux données d'émission 2015 de base pour en déduire un pourcentage d'évolution.

¹² CCI Hauts-de-France – 13 mai 2020 - « Etude d'impact sur l'économie des Hauts-de-France 3^{ème} baromètre au 13 mai 2020 »

<https://hautsdefrance.cci.fr/covid19-impacts-sur-les-hauts-de-france/>

¹³ Insee Hauts-de-France – 07 mai 2020 - « Impact économique lié à la crise sanitaire - Situation au 6 mai 2020 »

<https://www.insee.fr/fr/information/4492925>

¹⁴ Banque de France – 09 juin 2020 - « Point de conjoncture au 09 juin 2020 »

<https://www.banque-france.fr/statistiques/conjoncture/enquetes-de-conjoncture/point-de-conjoncture/precedentes-parutions>

¹⁵ Format de rapportage des émissions de polluants atmosphériques (CITEPA)



Le secteur résidentiel

Les données brutes mensuelles de consommations (MWh) des **réseaux de chaleur** ont été fournies par la **MEL** pour les mois de mars à juin, pour les années 2019 et 2020. Seules les données d'indicateurs du mois d'avril de 2 réseaux de chaleur (à forte dominance résidentiel) ont été sélectionnées pour évaluer la tendance des consommations sur la

métropole.

Au cours de la période confinement, les **consommations d'énergie des logements ont augmenté en moyenne de +6,03%**.

Les données brutes mensuelles de consommations (MWh) des **réseaux de chaleur** ont été fournies par la MEL pour les mois de mars à juin, pour les années 2019 et 2020. Les réseaux de chaleur renseignés sont ceux de Lille, Marx Dormoy, Mons-en-Barœul, Roubaix, Villeneuve d'Ascq, Wattignies et Wattrelos.

Réseau de chaleur	Consommation dominante
Lille	Equipements
Marx Dormoy	Piscine
Mons-en-Barœul	Logements
Roubaix	Equipements
Villeneuve d'Ascq	Université
Wattignies	Non renseigné
Wattrelos	Logements

Tableau 15 : Consommations dominantes associées aux réseaux de chaleur sur la MEL

Certains de ces réseaux de chaleur ne sont pas représentatifs de l'impact des consommations résidentielles, comme les communes de Lille et Roubaix à la suite des fermetures d'équipements, Marx Dormoy influencée par la fermeture de la piscine olympique, Villeneuve d'Ascq par la fermeture de l'université, Wattignies n'a quant à elle, que très peu d'impact.

Ainsi, les données des **réseaux de chaleur de Mons-en-Barœul et Wattrelos**, à forte dominante logements, sont représentatifs et utilisés pour la tendance des consommations sur la MEL.

Les consommations (MWh) ont été rapportées sur **les Degrés Jours Unifiés (DJU)** pour chaque mois évalué. Cet indicateur permet **d'évaluer la rigueur du climat** local et de comparer objectivement la consommation du chauffage d'un logement sur plusieurs années, sans incidence de variations climatiques.

Il est apparu pertinent que **seules les évolutions des indicateurs du mois d'avril** soient choisies car c'est l'unique mois de confinement complet, et par conséquent, **représentatif des consommations** des logements. En effet, l'activité classique des foyers début mars et leur reprise au déconfinement pourraient influencer les consommations.

L'évolution du total des indicateurs MWh/DJU des réseaux de chaleur pour ces 2 communes entre avril 2019 et avril 2020 est de 6,03%.

Sur la base des données d'émissions 2015 de l'inventaire Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6, cette hausse a été intégrée dans le calcul des émissions liées à la SNAP 0202 (020202 Résidentiel – Chaudières < 50MW). Les calculs ont été réalisés en utilisant le parc de logements ajusté lors de l'étude Fond Air Bois de la MEL (enquête du bureau d'études Efficience3). Les autres émissions liées aux SNAP 06 (utilisation de solvants et autres produits), 08 (autres sources mobiles et machines) et 09 (traitement et élimination des déchets) ont été considérées comme constantes.





Le secteur tertiaire

Tout comme pour le secteur industriel, les données d'émissions relatives au secteur tertiaire ont été récupérées avec la **Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de la région Hauts-de-France**, complétées par les documents de l'Insee et de la Banque de France utilisés précédemment. Comme vu précédemment, les données de sources régionales ont été

préférentiellement utilisées dans les calculs. Un **facteur télétravail**¹⁶ par catégorie a été ajouté.

Au cours de la période confinement, les **taux d'activité de ce secteur ont chuté en moyenne de 50%**.

Le détail des baisses des taux d'activités pour le secteur tertiaire :

- -87% pour la réparation automobile ;
- -67% pour les transports et entreposage ;
- -65% pour les services d'information ;
- -71% pour les activités juridiques et comptables ;
- -56% pour le nettoyage ;
- -42% pour l'édition ;
- -67% pour la programmation/conseil ;
- -77% pour les activités d'architecture et ingénierie ;
- -76% pour le conseil de gestion ;
- -73% pour les autres activités de service ;
- -79% pour la location ;
- -82% pour la publicité et études de marché ;
- -70% pour le travail temporaire ;
- -98% pour la restauration ;
- -98% pour l'hébergement ;
- -93% pour les services aux particuliers ;
- -73% pour le commerce de détail ;
- -79% pour les services aux entreprises ;
- -55% pour le commerce de gros ;
- -40% pour le transport logistique.

Un **facteur télétravail** par catégorie a été ajouté. En effet la baisse d'activité a été accompagnée par une délocalisation de :

- 58% des cadres et professions intermédiaires soit 42% de présentiel ;
- 20% des employés soit 80% de présentiel ;
- 2% des ouvriers soit 98% de présentiel.

Quelques exemples de calcul du taux d'activité :

- Branche : taux d'activité x taux de présentiel (par catégorie)
- Activités d'architecture et ingénierie : $0.55 \times 0.42 = 0.23$, soit -77% d'activité
- Restauration : $0.03 \times 0.80 = 0.02$, soit -98% d'activité

Sur la base des données d'émissions 2015 de l'inventaire Atmo Hauts-de-France A2015_M2017_v6, ces taux d'activités ont été intégrées dans le calcul des émissions à la SNAP 0201 (020103 Tertiaire – Chaudières < 50MW) pour chaque branche du secteur. Les consommations ont ensuite été calculées à partir de chaque branche ajustée pour ensuite calculer les émissions. Les autres émissions liées à la SNAP 06 (utilisation de solvants et autres produits) ont été considérées comme constantes.

¹⁶ Insee – 19 juin 2020 – « Conditions de vie pendant le confinement : des écarts selon le niveau de vie et la catégorie socioprofessionnelle »
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4513259>



Le secteur transports routier

Les données d'émissions du secteur routier proviennent de l'inventaire 2015 A2015_M2017_v1, des informations de comptages de voiries 2019 fournies par la **Métropole Européenne de Lille** et par la **DIR Nord** (données utilisées pour le calcul annuel des cartes des concentrations 2019 sur la MEL).

Concernant les données du parc roulant, ce sont les données de 2017 qui ont été utilisées dans Circul'air (version 4). Une **baisse de -76%** a été calculée en comparant l'évolution des TMJA entre 2019 et 2020. Cette estimation a été appliquée sur les émissions de l'ensemble du trafic (véhicules légers, poids lourds, véhicules utilitaires légers et 2 roues) et pour les 3 polluants étudiés.

Les données de comptages de voiries ont été récupérées avec la **MEL** (données de Système Informatisé de REcueil de DONnées routières – SIREDO) et la **DIR Nord** et ont permis de mettre à jour les données d'inventaire routier d'Atmo Hauts-de-France pour le périmètre étudié.



Annexe 3 : Cartes de modélisation des concentrations

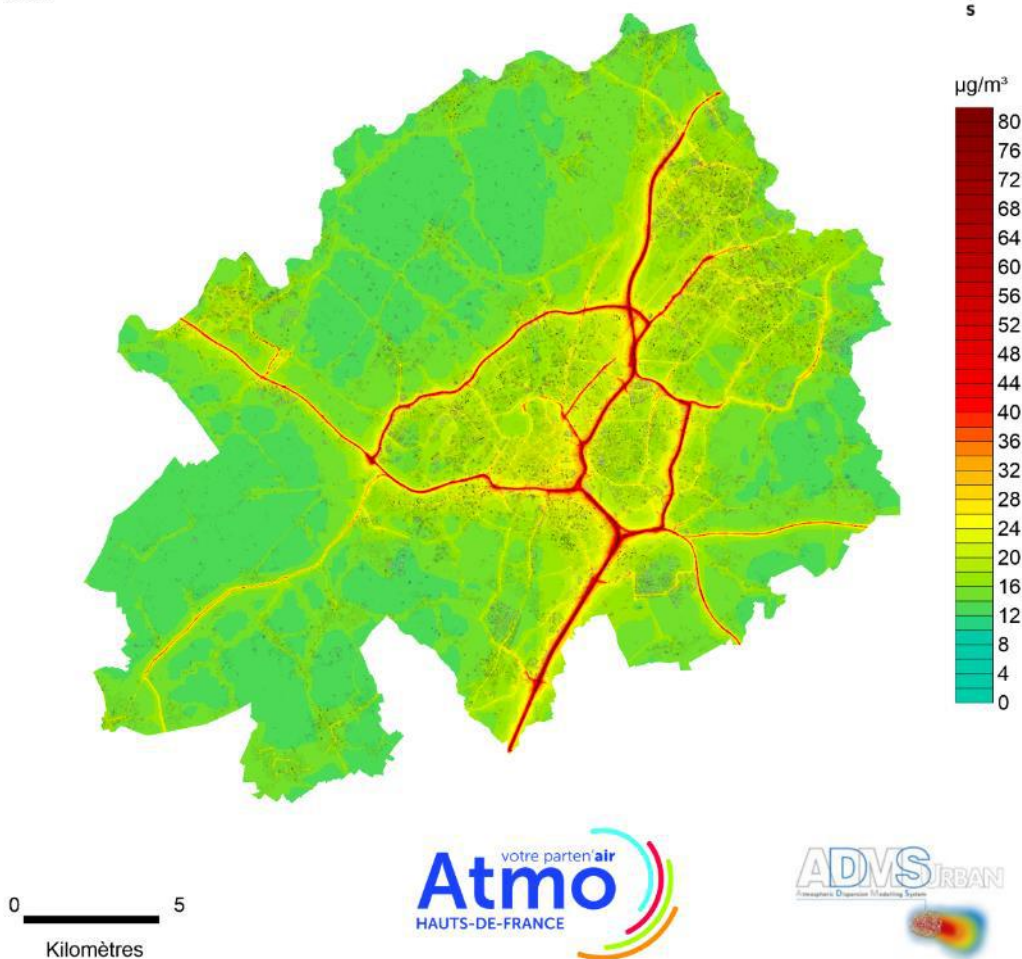
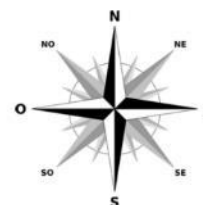
Dioxyde d'azote (NO₂)

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) en **moyenne pour la période du confinement** du 17/03/2020 12h au 11/03/2020 00h, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

Scénario SANS confinement

Concentration moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Période du 1er confinement 2020,
µg/m³

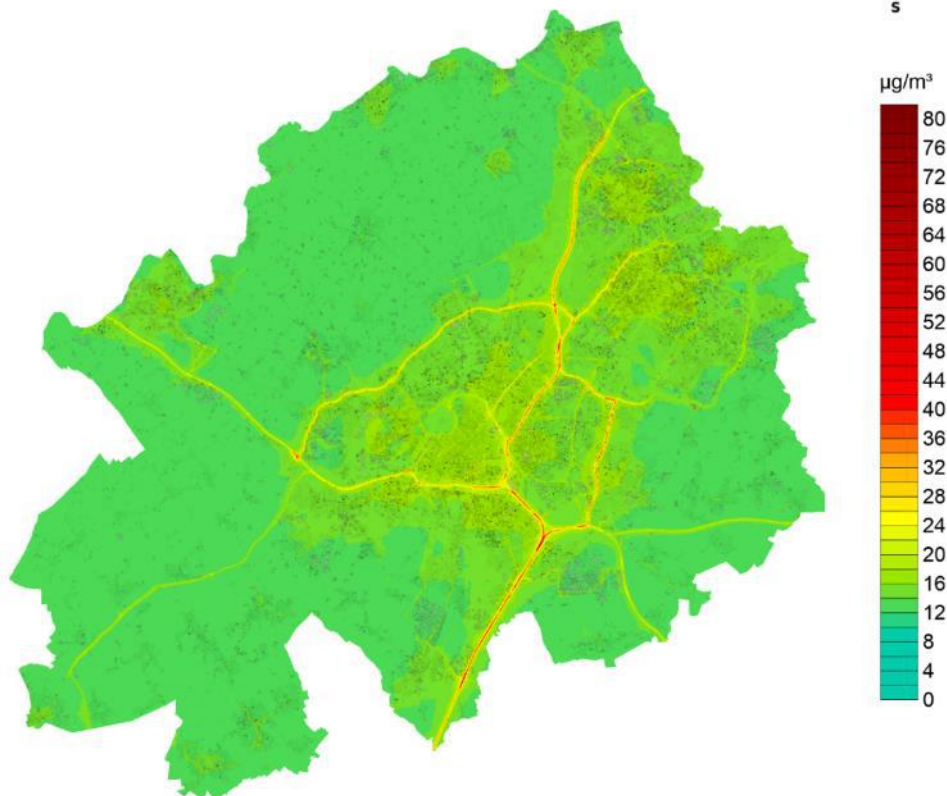
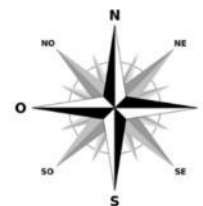


		Moy. Période du 1 ^{er} confinement 2020 en µg/m ³
		SANS confinement
Gamme de concentrations	de	13 - 214
Moyenne niveau de fond rural		13
Moyenne niveau de fond urbain		19 - 25

Scénario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Période du 1er confinement 2020,
µg/m³



0 5
Kilomètres



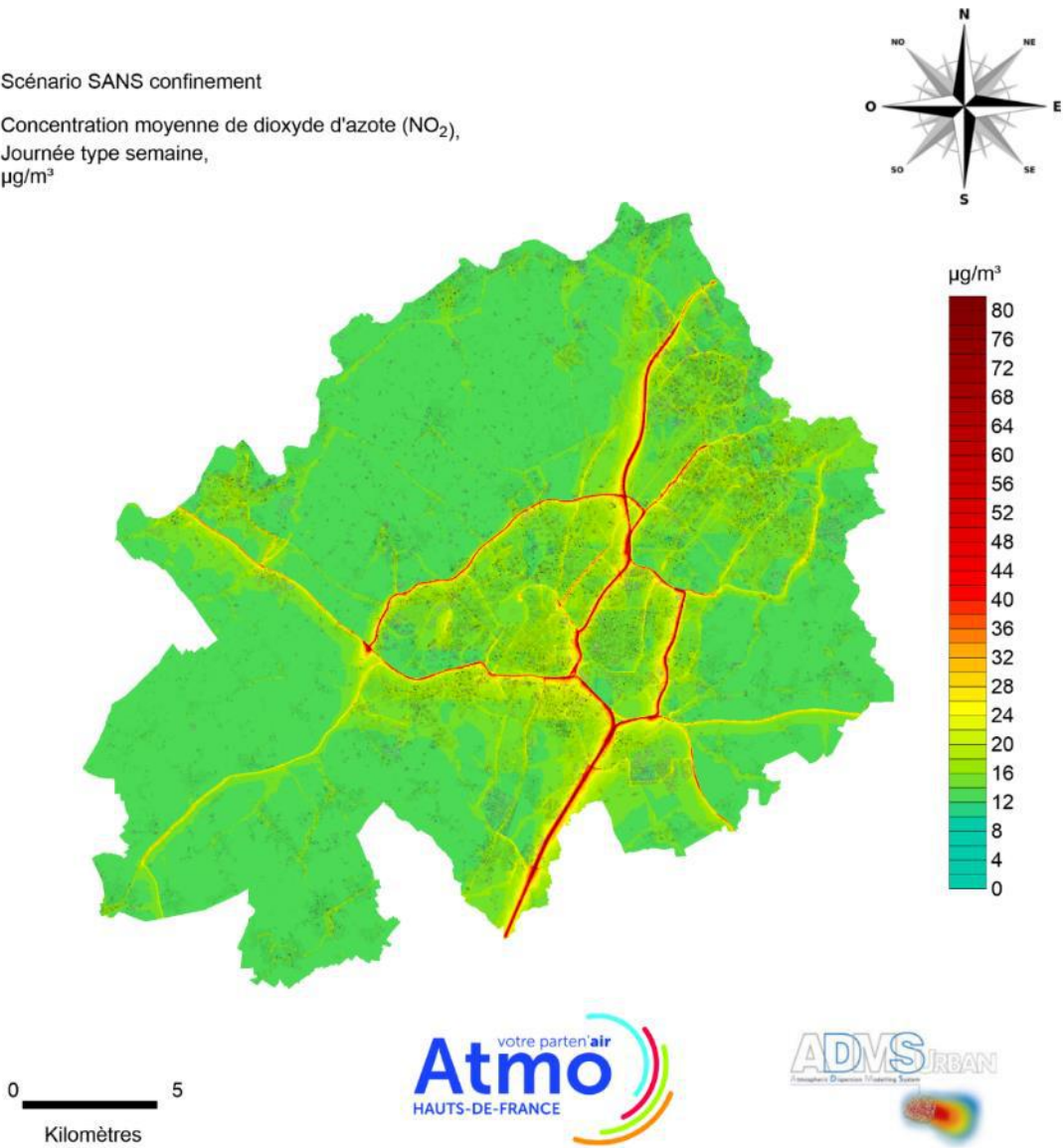
Moy. Période du 1 ^{er} confinement 2020 en µg/m ³ AVEC confinement	
Gamme de concentrations	13 - 74
Moyenne niveau de fond rural	13
Moyenne niveau de fond urbain	16 - 19

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) en **moyenne pour la journée type semaine**, journée du mardi 31 mars 2020, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

Scénario SANS confinement

Concentration moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Journée type semaine,
µg/m³

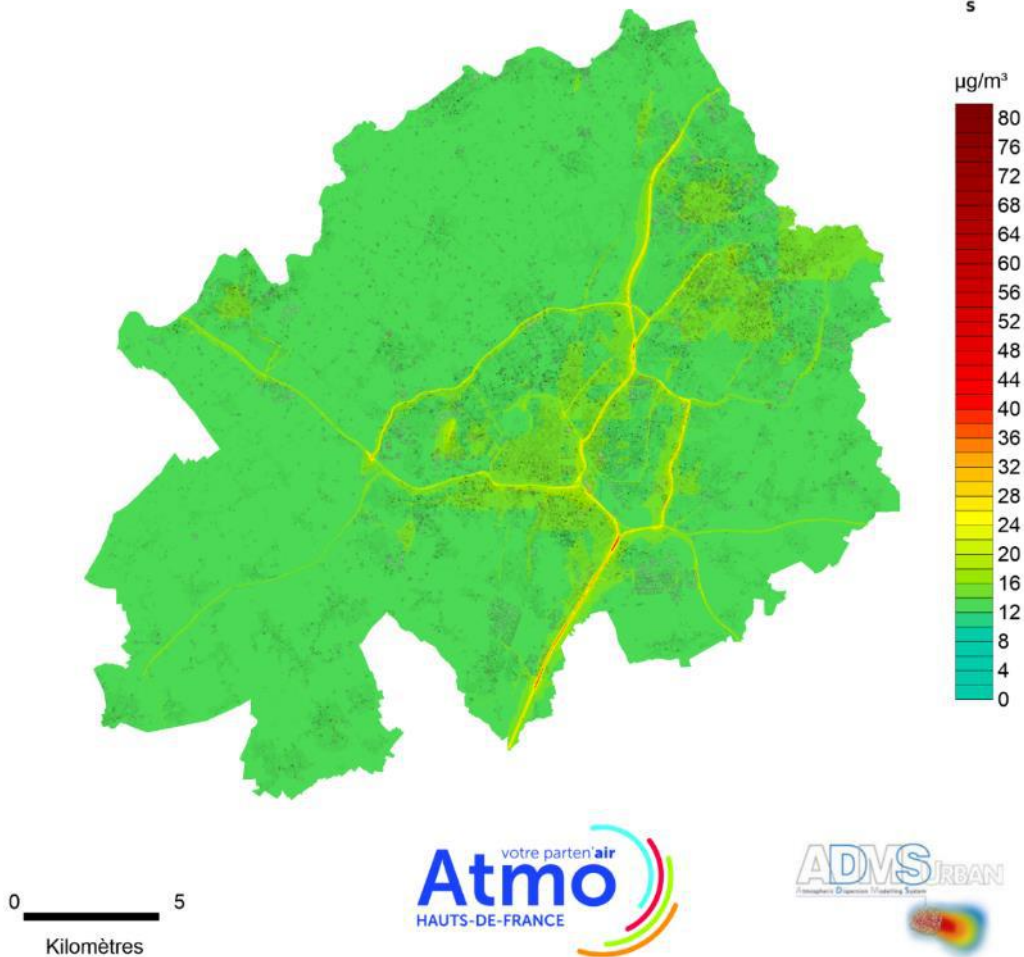
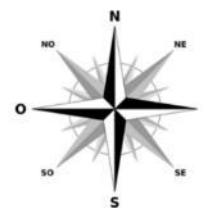


Moy. Journée type semaine en µg/m ³ SANS confinement	
Gamme de concentrations	13 - 187
Moyenne niveau de fond rural	13
Moyenne niveau de fond urbain	15 - 20

Scenario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Journée type semaine,
µg/m³



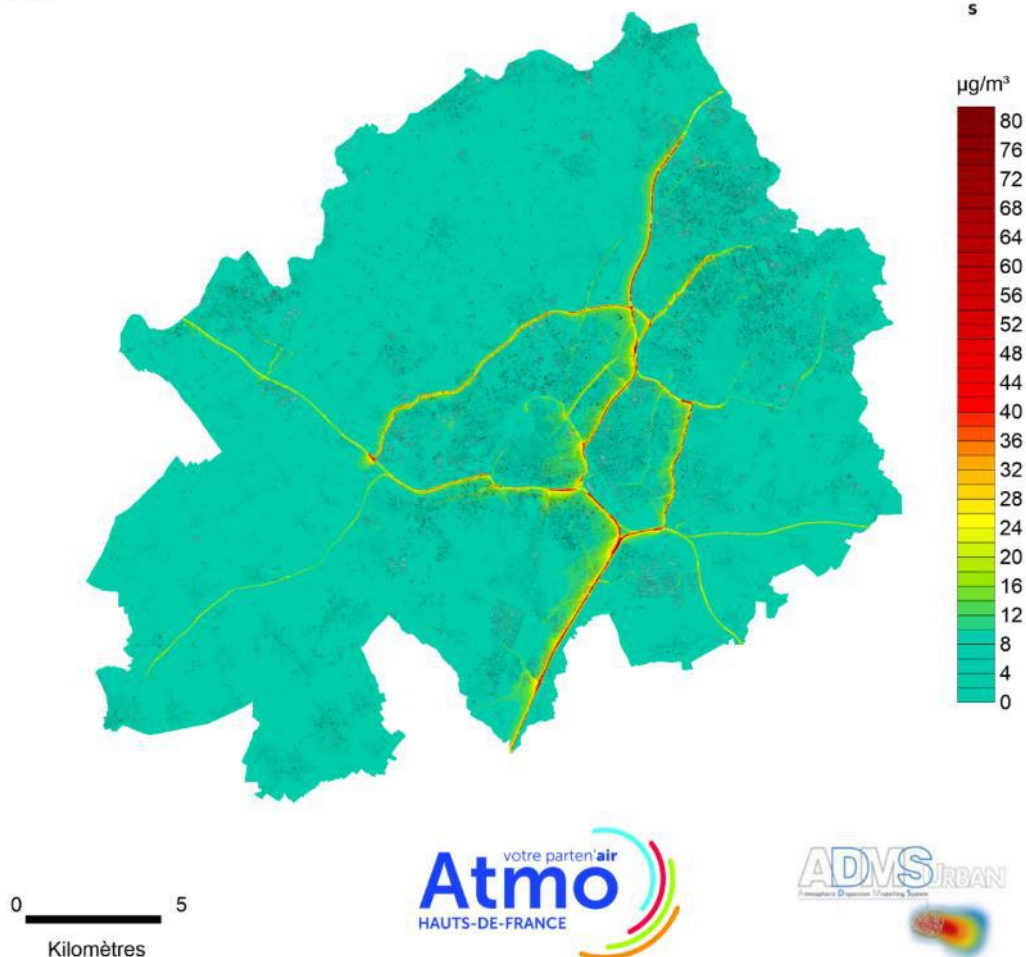
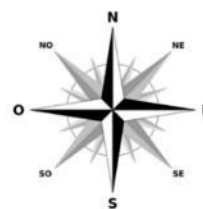
Moy. Journée type semaine en µg/m ³ AVEC confinement	
Gamme de concentrations	13 - 63
Moyenne niveau de fond rural	13
Moyenne niveau de fond urbain	14 - 18

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) en **moyenne pour la journée type week-end**, journée du dimanche 22 mars 2020, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

Scénario SANS confinement

Concentration moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Journée type week-end,
µg/m³



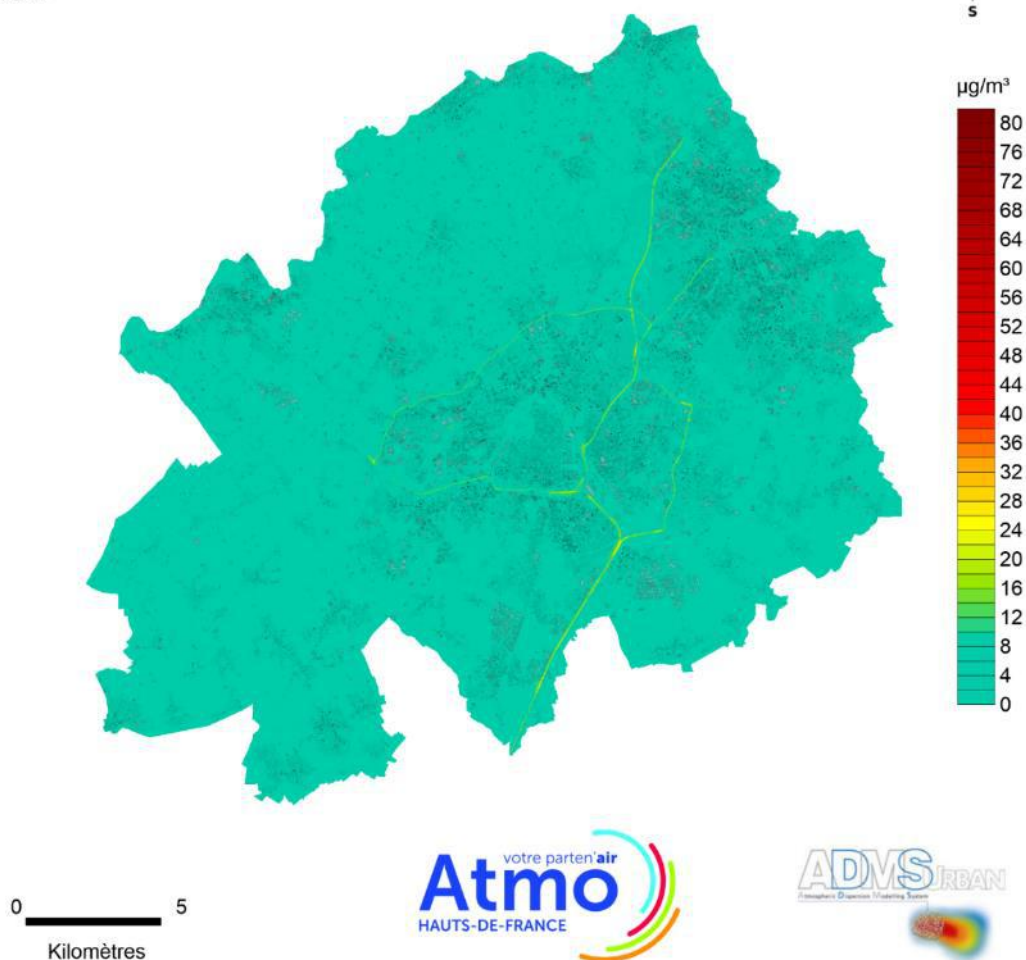
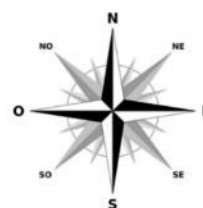
		Moy. Journée type week-end en µg/m ³ SANS confinement
Gamme de concentrations	de	5 - 142
Moyenne niveau de fond rural		5
Moyenne niveau de fond urbain		8 - 15

Scenario avec confinement

Impact du confinement lié à la pandémie du COVID-19 sur la qualité de l'air de la Métropole Européenne de Lille

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de dioxyde d'azote (NO₂),
Journée type week-end,
µg/m³



		Moy. Journée type week-end en µg/m ³ AVEC confinement
Gamme de concentrations	de	5 - 42
Moyenne niveau de fond rural		5
Moyenne niveau de fond urbain		6 - 10

Interprétation

Pendant toute la période, en journée type semaine et en journée type weekend, **les concentrations en dioxyde d'azote sont globalement plus faibles dans le scénario avec confinement** que dans le scénario sans.

Les gammes de **concentrations en NO₂ en fond urbain sont en baisse** pendant le confinement par rapport au scénario sans confinement :

- De 3 à 10 µg/m³ sur toute la période de confinement ;
- De 1 à 7 µg/m³ sur la journée type semaine ;
- De 1 à 6 µg/m³ sur la journée type week-end ;
- Jusqu'à 140 µg/m³ sur les axes routiers (A25, A22).

En fond rural, les concentrations avec et sans confinement sont identiques. Ceci s'explique par le faible impact du trafic routier sur ces zones géographiques. Les niveaux de concentrations sont aussi **plus bas le week-end que la semaine** (avec et sans confinement) avec un delta de 8 µg/m³ en fond rural et de 6 à 8 µg/m³ en fond urbain.

La **baisse des émissions** due au confinement se traduit **par une baisse des concentrations**, avec un effet **beaucoup plus marqué sur les valeurs maximales localisées sur les voiries à fort trafic**, comme l'autoroute A25, A22, N227 et N356.



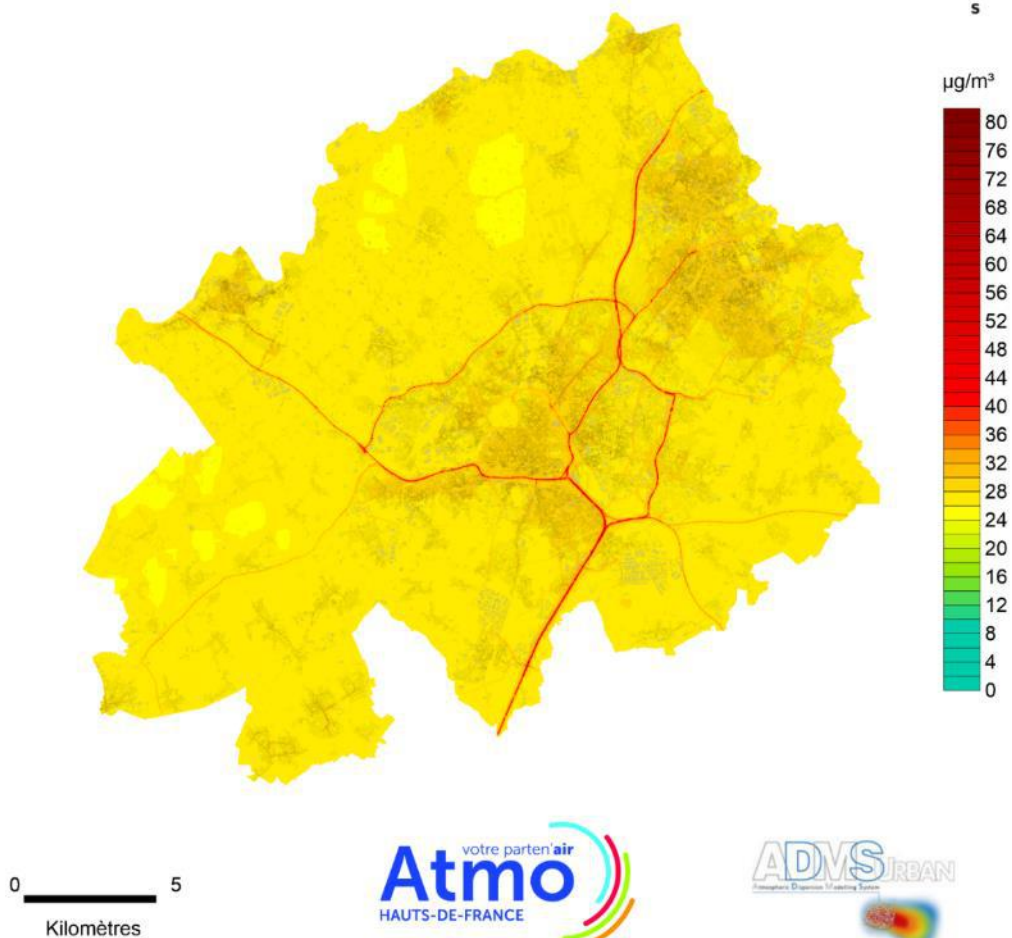
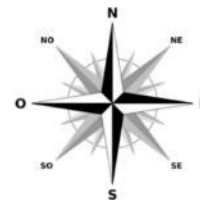
Particules PM10

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de particules PM10 en **moyenne pour la période du confinement** du 17/03/2020, 12h au 11/03/2020 00h, sans confinement et avec confinement.

sans confinement

Scénario SANS confinement

Concentration moyenne de particules PM10,
Période du 1er confinement 2020,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

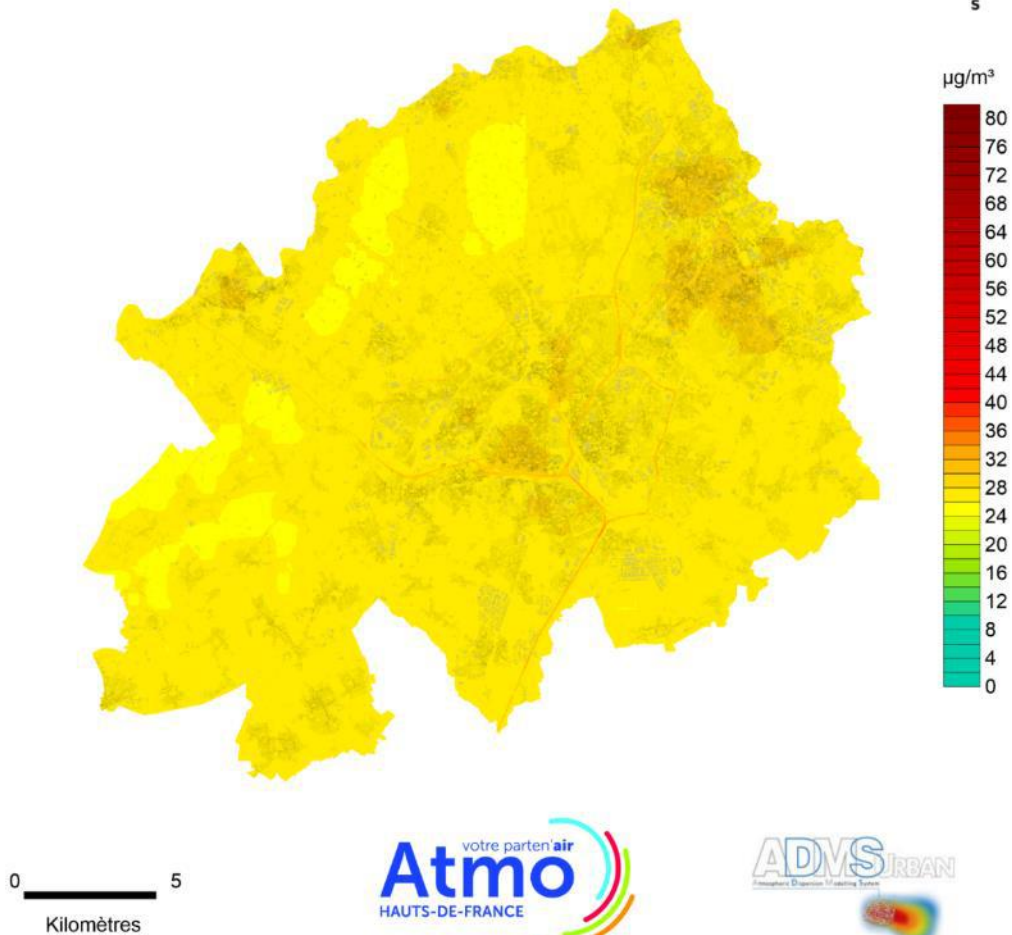
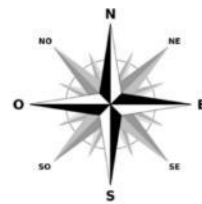


		Moy. période 1 ^{er} confinement 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SANS confinement
Gamme de concentrations	de	26 – 76
Moyenne niveau de fond rural		26
Moyenne niveau de fond urbain		28 - 30

Scenario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de particules PM10,
Période du 1er confinement 2020,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



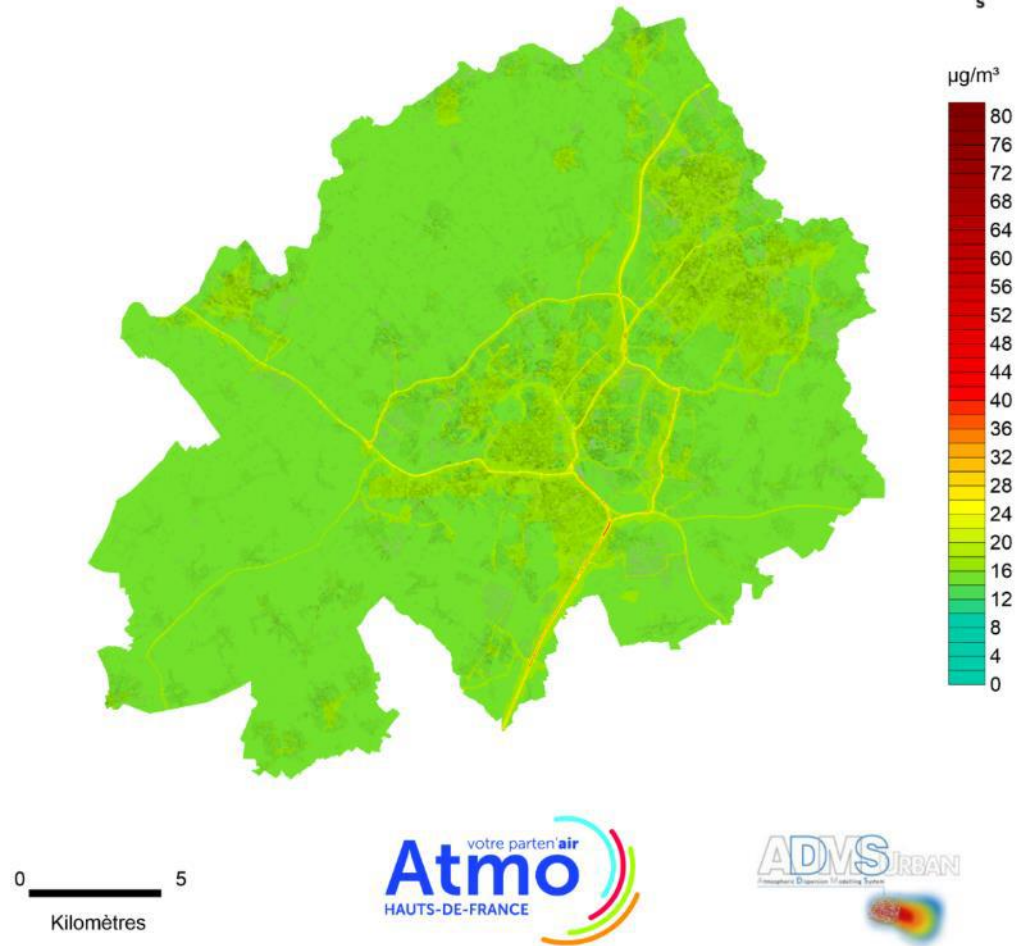
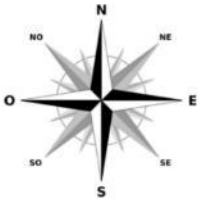
Moy. période 1 ^{er} confinement 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ AVEC confinement	
Gamme de concentrations	25 – 40
Moyenne niveau de fond rural	25
Moyenne niveau de fond urbain	27 - 29

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de particules PM10 en **moyenne pour la journée type semaine**, journée du mardi 31 mars 2020, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

Scénario SANS confinement

Concentration moyenne de particules PM10,
Journée type semaine,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

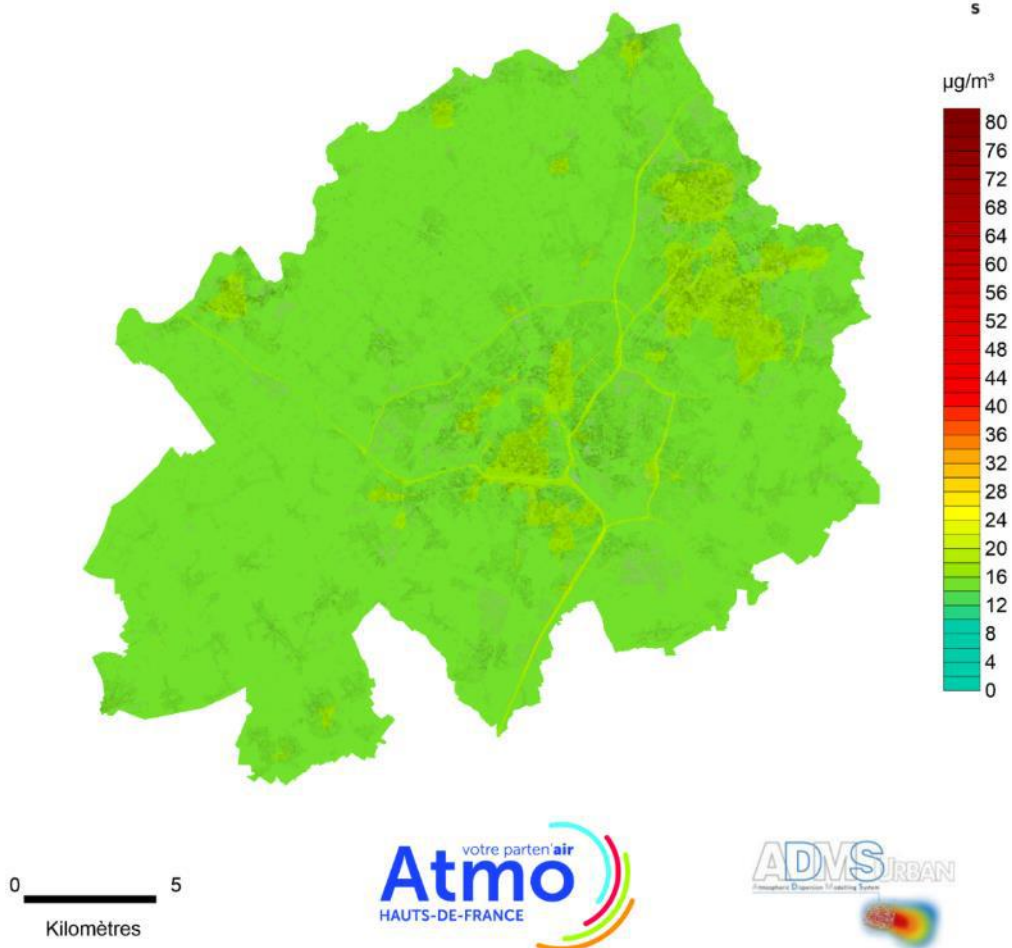
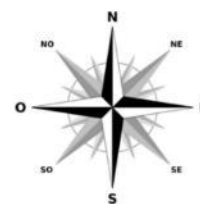


		Moy. Journée type semaine en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SANS confinement
Gamme de concentrations	de	15 – 58
Moyenne niveau de fond rural		15
Moyenne niveau de fond urbain		16 - 18

Scenario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de particules PM10,
Journée type semaine,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

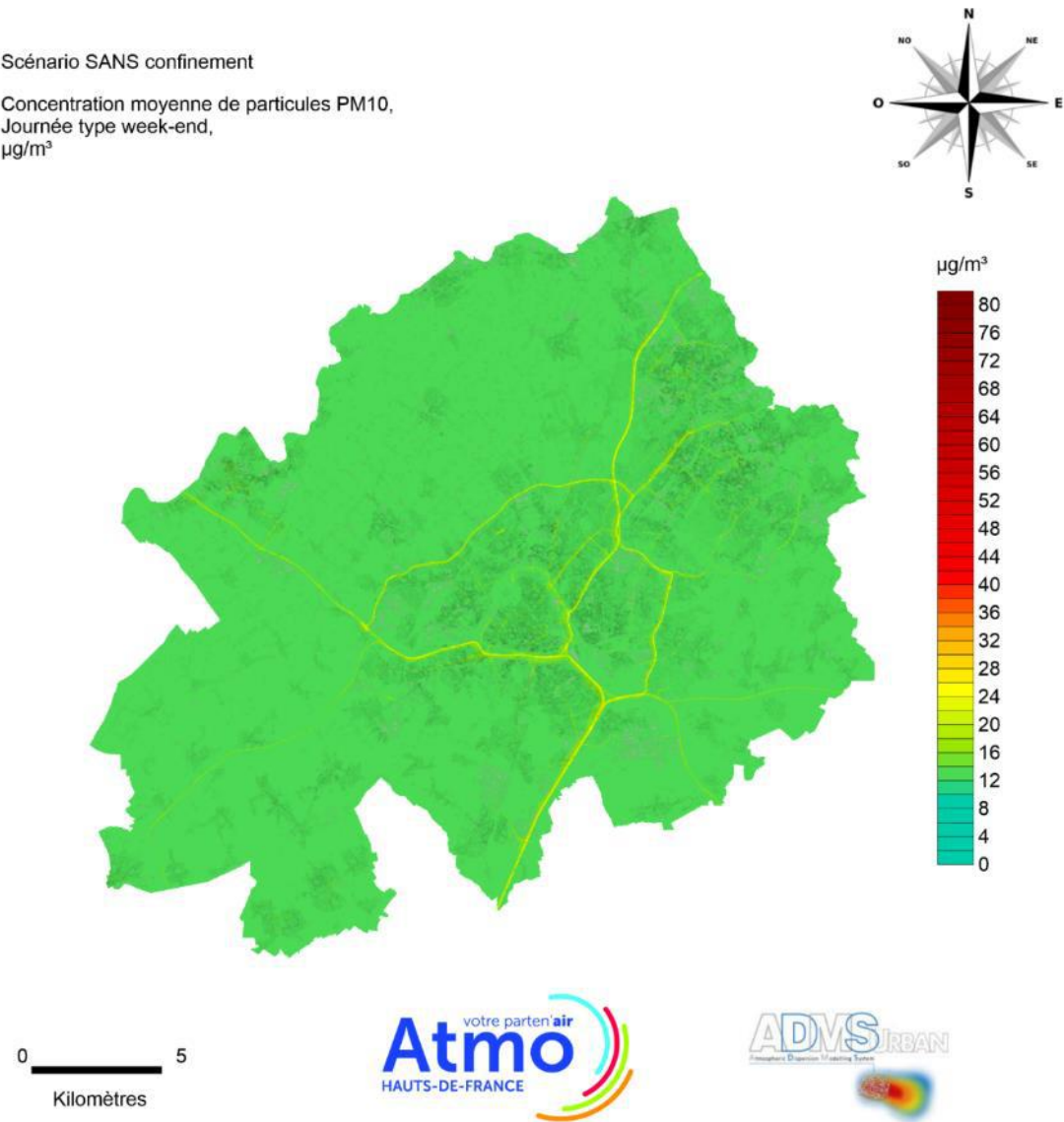


Moy. Journée type semaine en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ AVEC confinement	
Gamme de concentrations	15 – 27
Moyenne niveau de fond rural	15
Moyenne niveau de fond urbain	16 - 17

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de particules PM10 en **moyenne pour la journée type week-end**, journée du dimanche 22 mars 2020, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

Scénario SANS confinement
Concentration moyenne de particules PM10,
Journée type week-end,
µg/m³

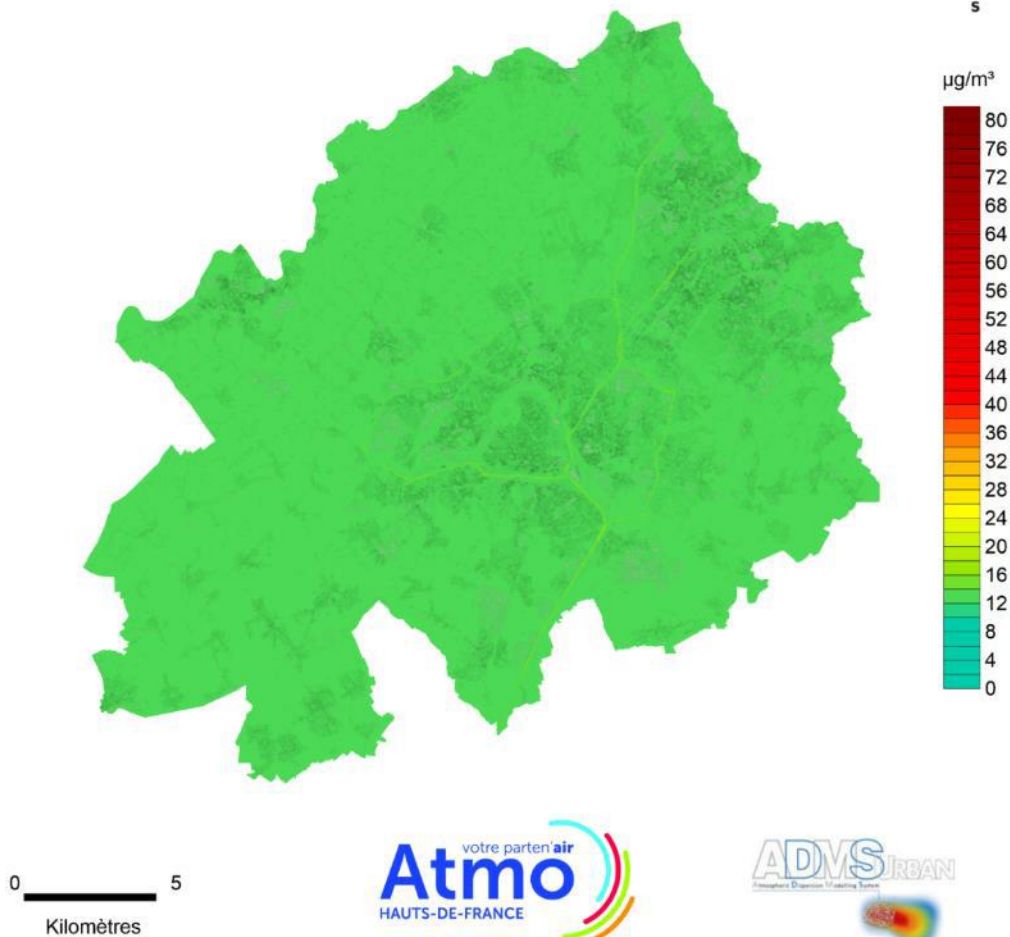
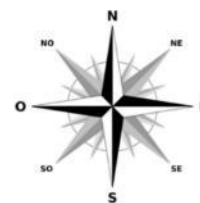


Moy. Journée type week-end en µg/m³ SANS confinement	
Gamme de concentrations	12 – 47
Moyenne niveau de fond rural	12
Moyenne niveau de fond urbain	13 - 15

Scenario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de particules PM10,
Journée type week-end,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



		Moy. Journée type week-end en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ AVEC confinement
Gamme de concentrations	de	12 – 21
Moyenne niveau de fond rural		12
Moyenne niveau de fond urbain		13 - 14

Interprétation

Les concentrations de particules PM10 modélisées **avec confinement** sont **plus faibles** que celles modélisées sans confinement bien que **les minima** (moyennes en fond rural) **soient sensiblement les mêmes** dans les 2 scénarii. La **baisse des émissions** due au confinement se traduit **par une baisse des concentrations**, avec un effet **beaucoup plus marqué sur les valeurs maximales**.

Les **concentrations** sont **très différentes selon la période** de modélisation considérée. Pendant la période de confinement, les moyennes en fond rural sont de 25 ou 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alors qu'en journée type week-end ou semaine, elles s'élèvent à 12 ou 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La baisse s'observe aussi sur les moyennes en fond urbain. Ceci s'explique par **les épisodes de pollution** aux PM10 **constatés pendant la période du confinement qui relèvent les valeurs moyennes** (alors que les journées types ont été sélectionnées hors épisode).

Les niveaux de concentrations sont aussi **plus bas le week-end que la semaine** (avec et sans confinement) avec un delta de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fond rural et de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fond urbain.

La modélisation montre dans les 2 scénarii que **les concentrations maximales sont localisées sur les voiries à fort trafic**, comme l'autoroute A25, A22, N227 et N356.



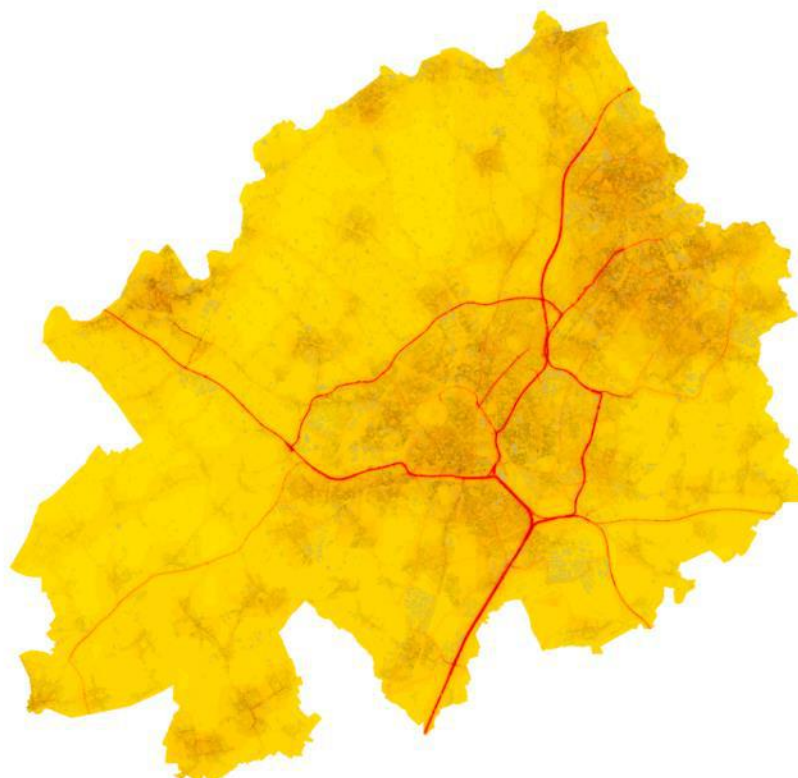
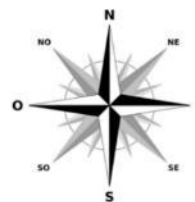
Particules PM2.5

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de particules PM2.5 en **moyenne pour la période du confinement** du 17/03/2020 12h au 11/03/2020 00h, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

Scénario SANS confinement

Concentration moyenne de particules PM2.5,
Période du 1er confinement 2020,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



0 5
Kilomètres

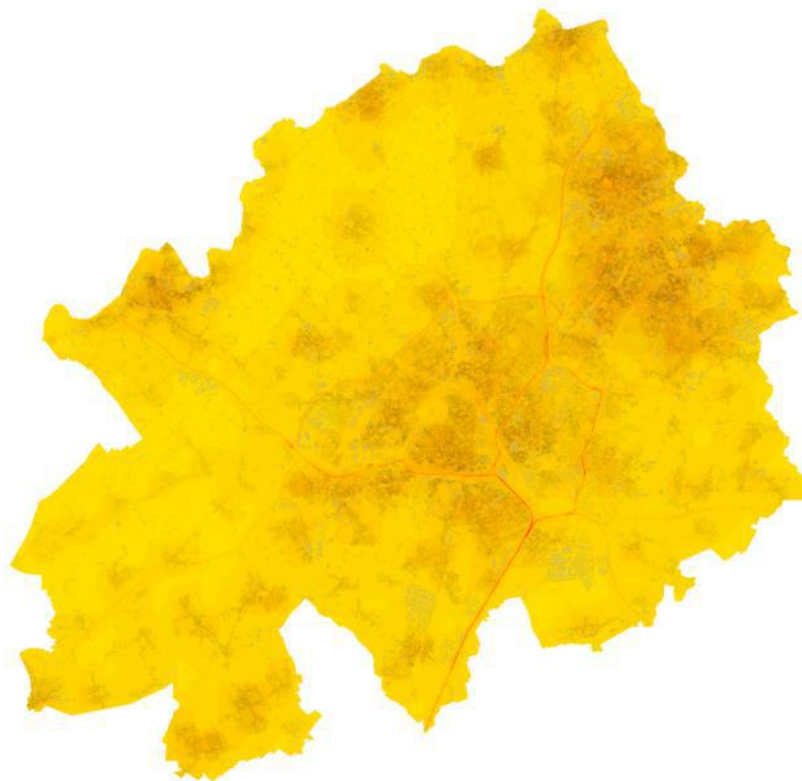
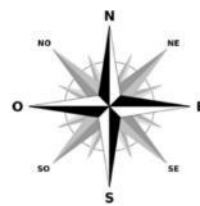


		Moy. période 1 ^{er} confinement 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SANS confinement
Gamme de concentrations	de	17 - 52
Moyenne niveau de fond rural		17
Moyenne niveau de fond urbain		19 - 21

Scenario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de particules PM2.5,
Période du 1er confinement 2020,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



$\mu\text{g}/\text{m}^3$



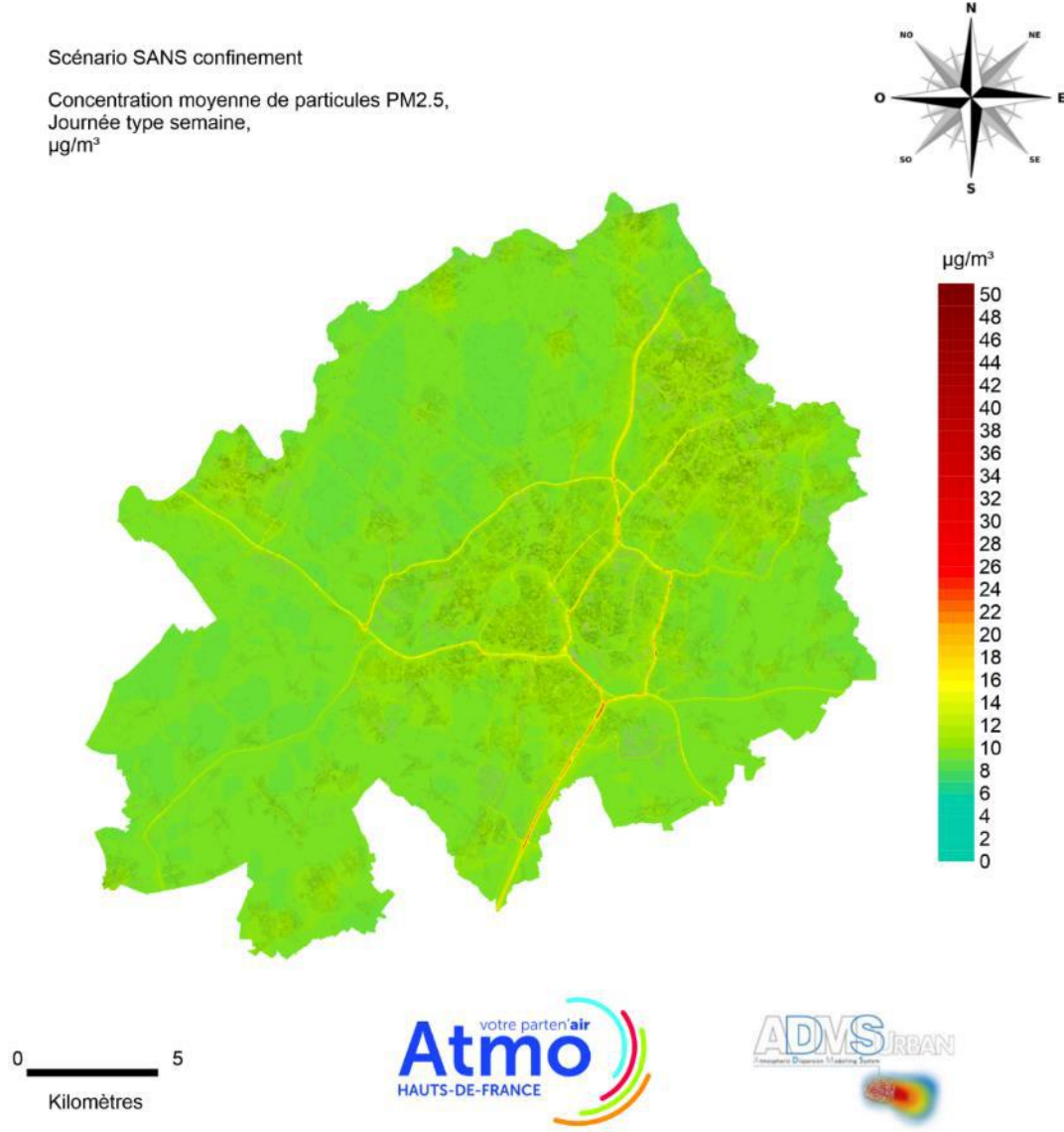
0 5
Kilomètres



Moy. période 1 ^{er} confinement 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ AVEC confinement	
Gamme de concentrations	17 - 27
Moyenne niveau de fond rural	17
Moyenne niveau de fond urbain	18 - 20

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de particules PM2.5 en **moyenne pour la journée type semaine**, journée du mardi 31 mars 2020, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

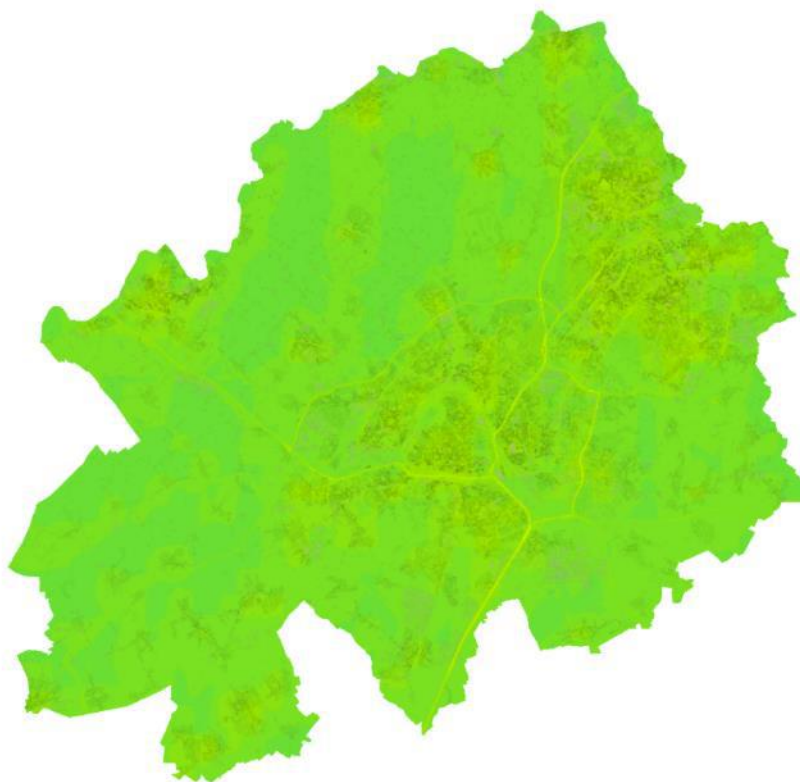
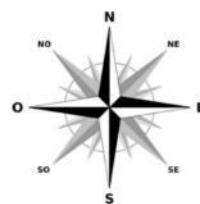


		Moy. Journée type semaine en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SANS confinement
Gamme de concentrations	de	9 - 39
Moyenne niveau de fond rural		9
Moyenne niveau de fond urbain		10 - 11

Scenario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de particules PM2.5,
Journée type semaine,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



$\mu\text{g}/\text{m}^3$



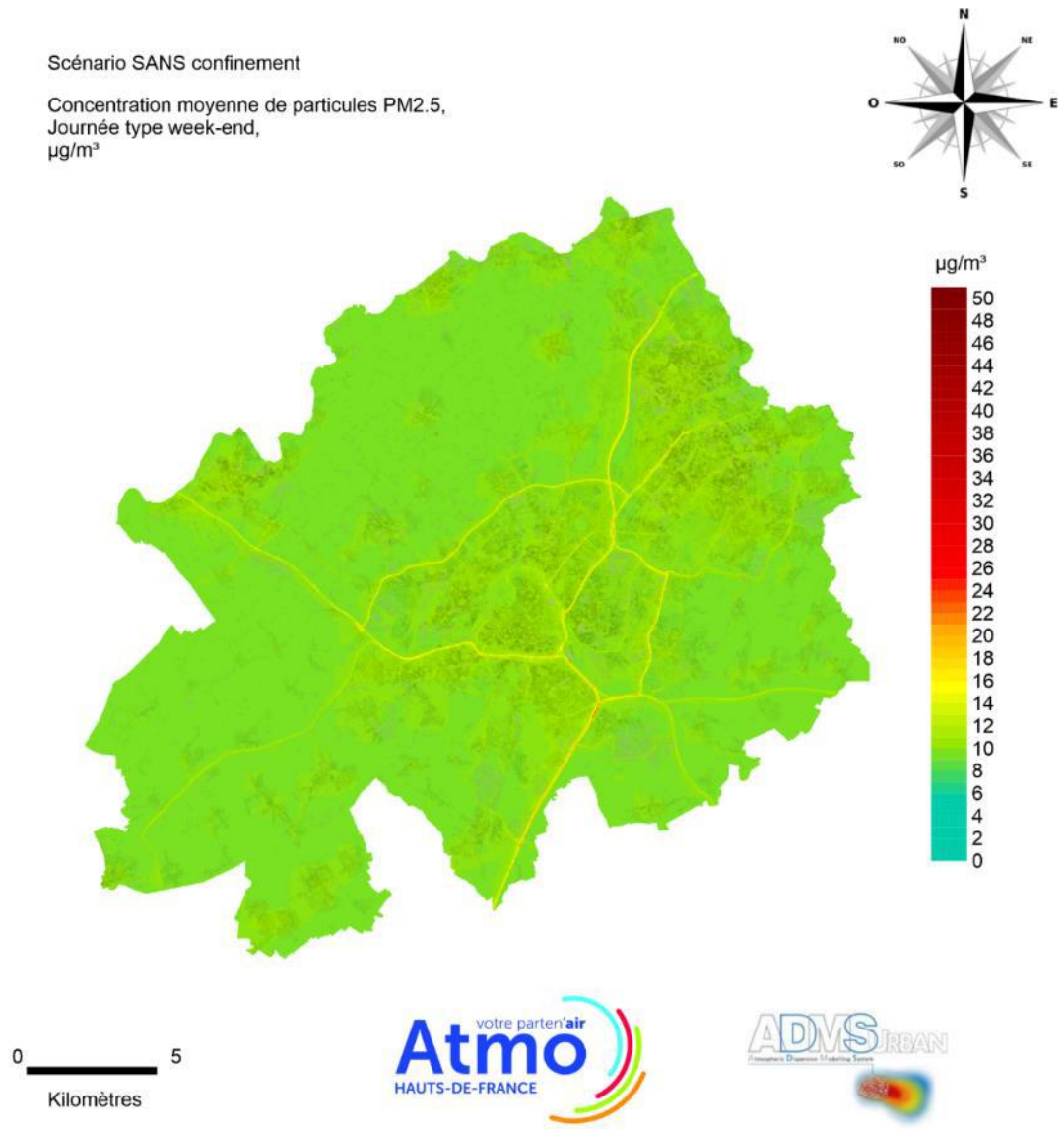
0 5
Kilomètres



Moy. Journée type semaine en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ AVEC confinement	
Gamme de concentrations	9 - 17
Moyenne niveau de fond rural	9
Moyenne niveau de fond urbain	10 - 11

Les cartes ci-dessous présentent les concentrations de particules PM2.5 en **moyenne pour la journée type week-end**, journée du dimanche 22 mars 2020, sans confinement et avec confinement.

Scenario sans confinement

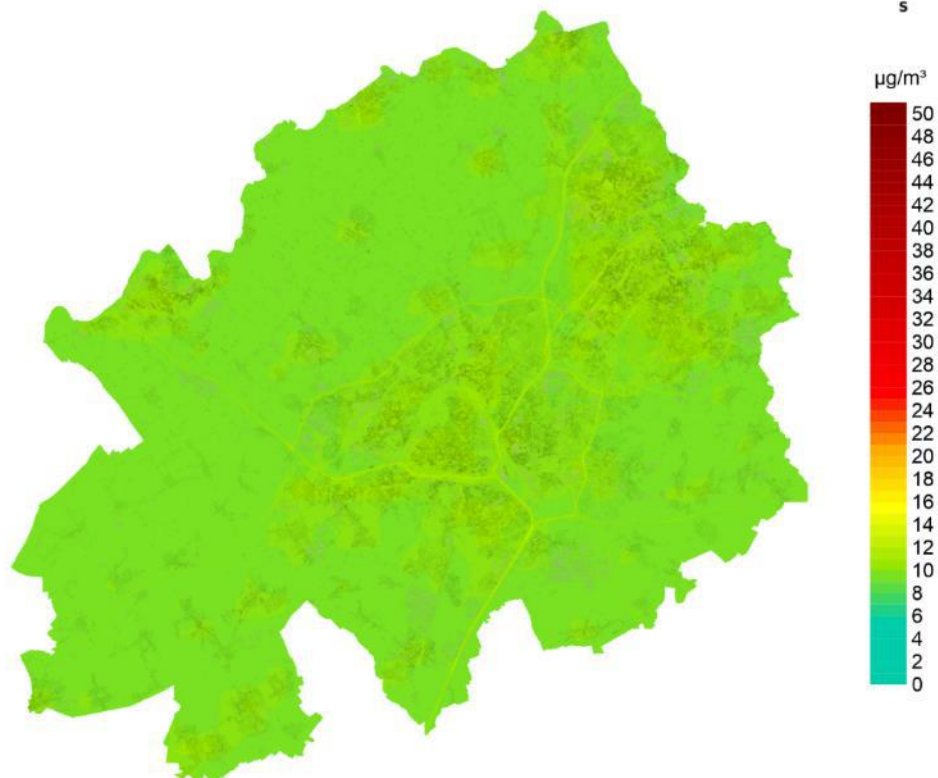
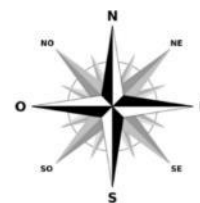


		Moy. Journée type week-end en µg/m³ SANS confinement
Gamme de concentrations	de	9 - 33
Moyenne niveau de fond rural		9
Moyenne niveau de fond urbain		10 - 11

Scenario avec confinement

Scénario AVEC confinement

Concentration moyenne de particules PM2.5,
Journée type week-end,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



0 5
Kilomètres



Moy. Journée type week-end en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ AVEC confinement	
Gamme de concentrations	9 - 16
Moyenne niveau de fond rural	9
Moyenne niveau de fond urbain	10 - 11

Interprétation

Les gammes de concentrations de particules PM2.5 modélisées **avec confinement** sont **plus faibles** que celles modélisées sans confinement bien que **les minima** (moyennes en fond rural) **soient les mêmes** dans les deux scénarii. La **baisse des émissions** due au confinement se traduit **par une baisse des concentrations**, avec un effet **beaucoup plus marqué sur les valeurs maximales**.

Les **concentrations** sont **très différentes selon la période** de modélisation considérée. Pendant la période de confinement, les moyennes en fond rural sont de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alors qu'en journée type week-end ou semaine, elles s'élèvent à 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette baisse s'observe aussi sur les moyennes en fond urbain. Ceci s'explique par **les épisodes de pollution constatés pendant la période du confinement**.

Les concentrations moyennes de fond sont semblables avec et sans confinement (le week-end et la semaine), seules les valeurs maximales diffèrent.

La modélisation montre, dans les 2 scénarii, que **les concentrations maximales sont localisées sur les voiries à fort trafic**, comme l'autoroute A25, A22, N227 et N356.



Annexe 4 : Données météorologiques – station Valenciennes (Météo France)

Profils de températures

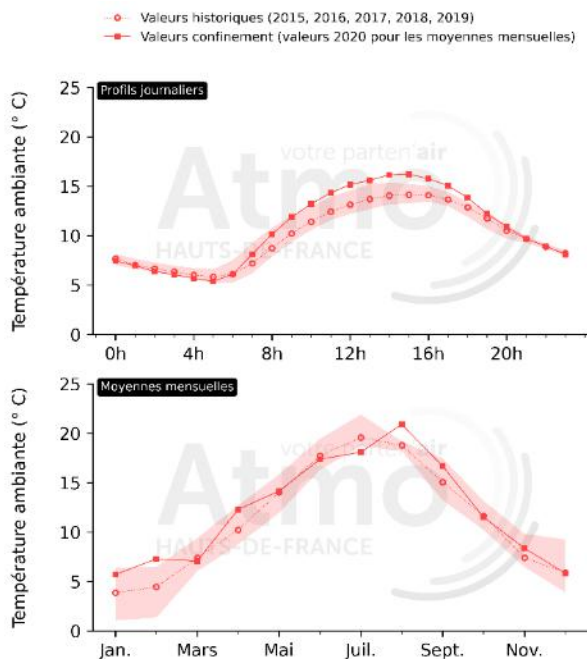


Figure 65: En haut : profil journalier de température sur la période du confinement (17/03 au 11/05) pour Valenciennes
En bas : profil mensuel de température sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Valenciennes)
(Source : Météo France)

Lecture du graphique :

Etendue rouge transparente : ensemble des données de température mesurées de 2015 à 2019.

Courbe pointillée : moyenne des mesures de température de 2015 à 2019.

Courbe pleine : mesures de température de 2020

Précipitations

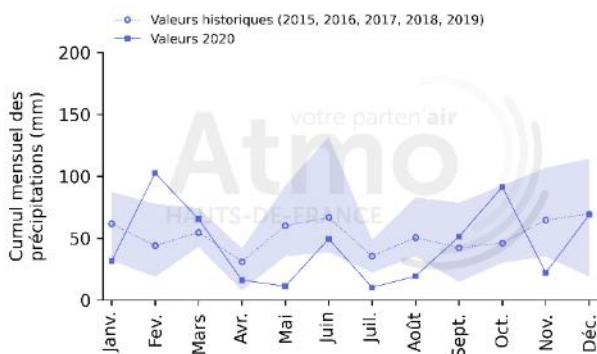


Figure 66: Cumul des précipitations mensuelles sur la station de Valenciennes (Source : Météo France)

Lecture du graphique :

Etendue bleue transparente : ensemble des données de cumul de précipitations mesurées de 2015 à 2019.

Courbe pointillée : moyenne des cumuls de précipitations de 2015 à 2019.

Courbe pleine : mesures de cumul de précipitations de 2020

Humidité relative

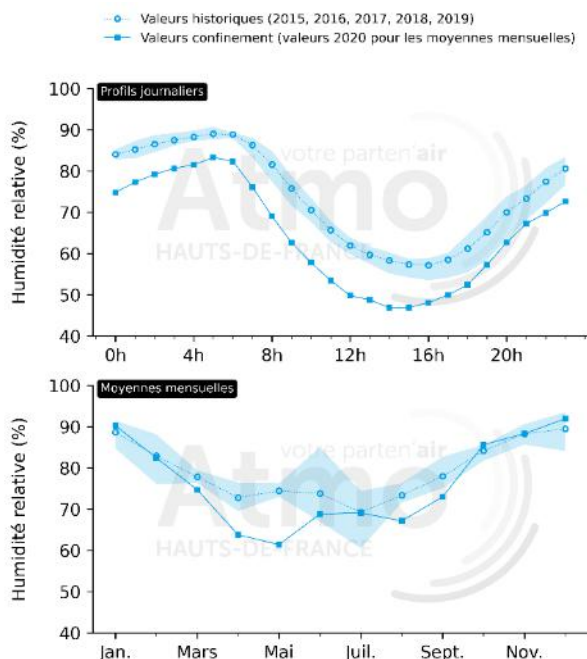


Figure 67: En haut : profil journalier de l'humidité relative sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Valenciennes

En bas : profil mensuel de l'humidité relative sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Valenciennes)
(Source : Météo France)

Lecture du graphique :
Etendue bleue transparente : ensemble des données d'humidité relative mesurées de 2015 à 2019.
Courbe pointillée : moyenne des mesures d'humidité relative de 2015 à 2019.
Courbe pleine : mesures d'humidité relative de 2020

Vitesses de vents

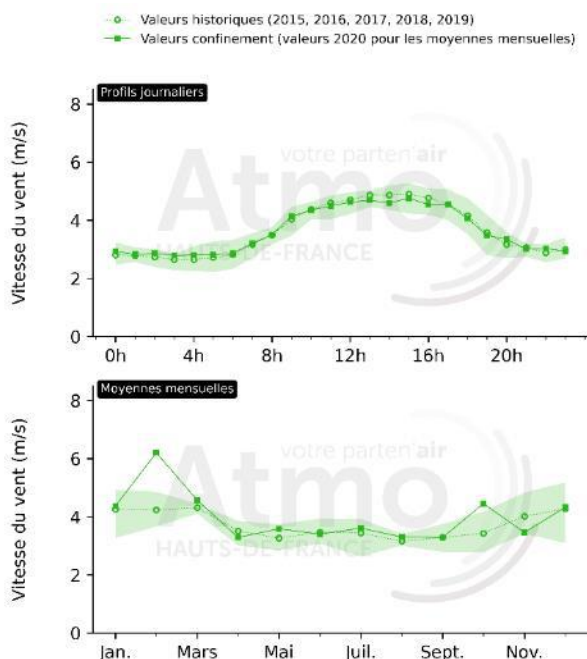


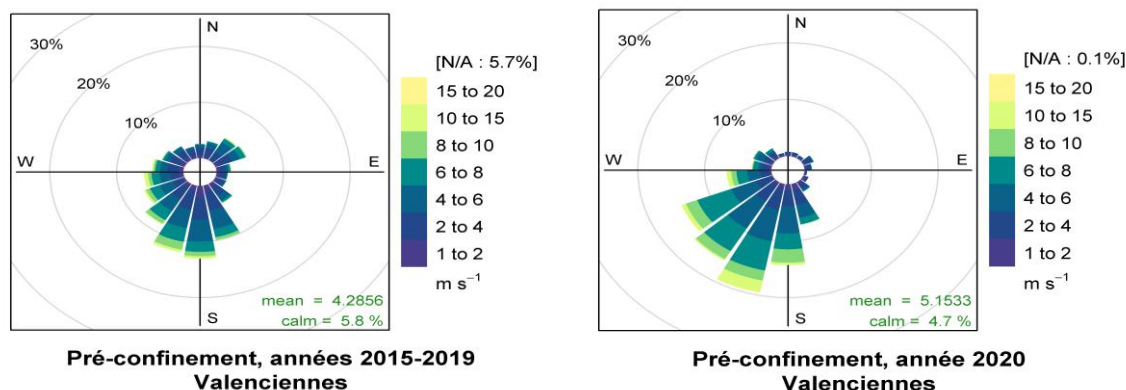
Figure 68: En haut : profil journalier de vitesses de vents sur la période du confinement (17 mars au 11 mai) pour Valenciennes

En bas : profil mensuel de vitesses de vent sur les années 2015-2019 (en moyenne) et 2020 (Valenciennes)
(Source : Météo France)

Lecture du graphique :
Etendue verte transparente : ensemble des données de vitesse de vent mesurées de 2015 à 2019.
Courbe pointillée : moyenne des mesures de vitesse de vent de 2015 à 2019.
Courbe pleine : mesures de vitesse de vent de 2020

Roses de vents

Pré-confinement (1 janvier au 16 mars)



7.

Figure 69 : Roses des vents de Valenciennes du 1^{er} janvier au 16 mars (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)

Confinement (17 mars au 11 mai)

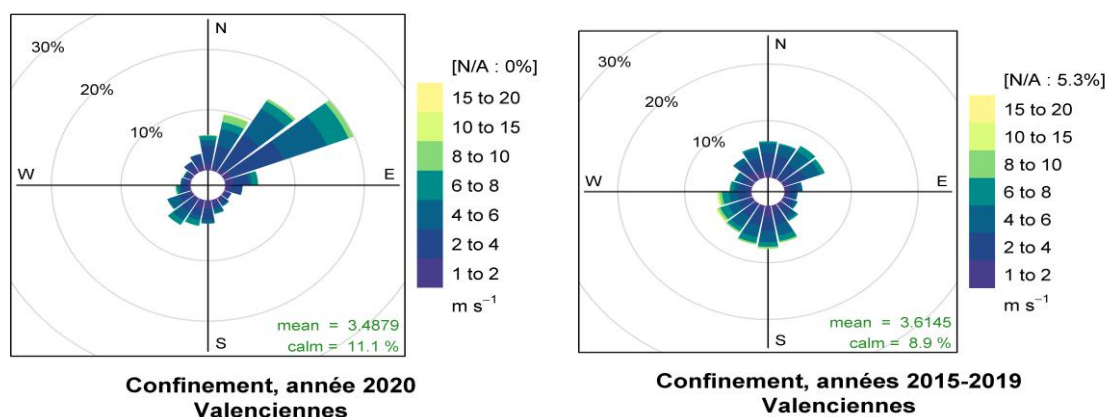


Figure 70 : Roses des vents de Valenciennes du 17 mars au 11 mai (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)

Post-confinement (12 mai au 30 juin)

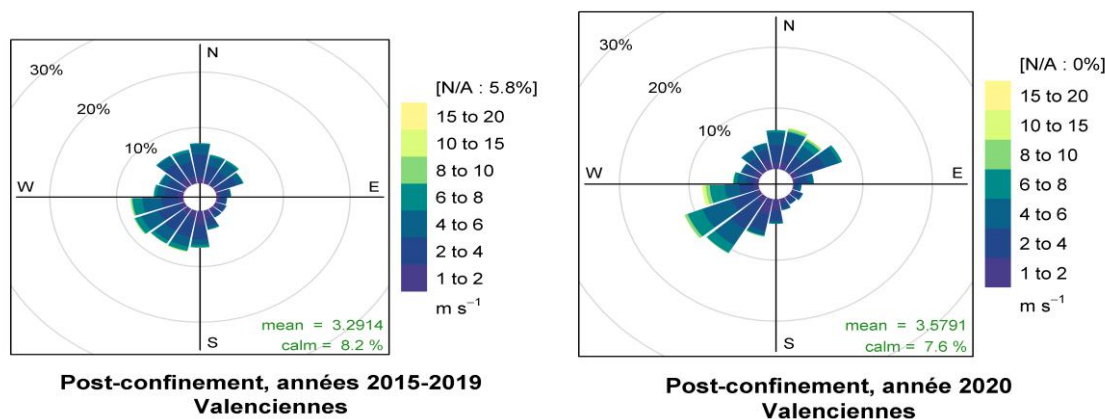


Figure 71 : Roses des vents de Valenciennes du 12 mai au 30 juin (à gauche : moyennes des années 2015-2019, à droite : année 2020) – (Source : Météo France)



RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-hdf.fr

Atmo Hauts-de-France

Observatoire de l'Air

199, rue Colbert – Bâtiment Douai

59000 Lille

