

Atmo Hauts-de-France

L'Observatoire de l'Air, agréé par le Ministère en charge de l'Environnement, est constitué des acteurs régionaux et locaux (les collectivités, les services de l'État, les acteurs économiques, les associations) mobilisés sur les enjeux de la qualité de l'Air, en lien avec la Santé, le Climat et l'Énergie.

L'Observatoire de l'Air surveille les polluants atmosphériques, **informe, alerte, sensibilise** et met à la disposition de ses adhérents des outils d'aide à la décision pour les **accompagner** dans la mise en œuvre de leurs projets.

DANS CETTE SYNTHÈSE

- **P.2 Description du site d'étude**
- **P.3 Données d'entrée**
- **P.5 Résultats**
- **P.8 Conclusions et perspectives**

Observatoire de l'Air des Hauts-de-France

Bâtiment Douai
199 rue Colbert
59800 Lille

Tél. : 03 59 08 37 30
contact@atmo-hdf.fr

Modélisation 3D de la qualité de l'air : application au secteur de la gare d'Arras

Destinée à évaluer à très fine échelle l'influence d'un aménagement sur la qualité de l'air, cette technique de modélisation ouvre des perspectives d'aide à la décision pour les planificateurs et gestionnaires des villes.

Contexte et objectifs

Des modélisations à fine échelle sont aujourd'hui mises en œuvre sur plusieurs agglomérations de la région, permettant ainsi de réaliser des cartes annuelles et des prévisions quotidiennes de la qualité de l'air. Bien que les résultats de ces simulations soient d'une résolution de l'ordre de la dizaine de mètres, ils ne permettent pas de prendre en compte de façon précise l'effet des formes urbaines. Par exemple, dans quelle mesure un immeuble situé le long d'une rue fréquentée favorise-t-il l'accumulation de la pollution automobile dans cette rue ? Ou au contraire permet-il de faire écran à la pollution ? L'utilisation d'une modélisation 3D peut répondre à ces questions en permettant une évaluation des concentrations plus précise, intégrant l'influence des formes du bâti sur les conditions de dispersion.

Les cartes stratégiques de l'air établies par Atmo Hauts-de-France montrent que le secteur de la gare d'Arras est une zone de vigilance, c'est-à-dire que la qualité de l'air y est conforme à la réglementation en vigueur mais ne respecte pas les recommandations plus strictes de l'Organisation Mondiale de la Santé. La population est donc exposée à un risque, sur lequel les formes urbaines et l'orientation du bâti jouent un rôle.

Afin de limiter le risque d'exposition de la population et répondre aux objectifs du « Grand Arras en T.E.T.E » (Contrat de Transition Ecologique), la communauté urbaine d'Arras souhaite prendre en compte la qualité de l'air dans l'élaboration du plan masse du secteur de la gare d'Arras. Pour ce faire, l'association Atmo a été sollicitée pour réaliser une modélisation en 3 dimensions sur un sous-secteur de la zone d'étude.

Site étudié



Domaine d'étude de la gare d'Arras

Domaine d'étude

La zone d'étude, de 800 mètres de côté, est située dans le secteur de la gare d'Arras. Le domaine de modélisation contient notamment la Place du Maréchal Foch, la rue Pasteur, ainsi qu'une partie du nouveau quartier de la « petite vitesse ». Pour tenir compte de la troisième dimension, 10 niveaux de hauteur ont été paramétrés, distants chacun de 1 mètre. Les concentrations sont donc calculées jusqu'à une hauteur de 10 mètres.

Méthodologie

Afin de pouvoir estimer l'influence de la rénovation du quartier de la gare d'Arras sur la qualité de l'air, la démarche retenue a été de comparer deux scénarios : un état initial, qui correspond à la situation actuelle, et un scénario d'aménagement qui équivaut à l'aménagement architectural proposé par le bureau « Saison Menu & Associés, Architectes, Urbanistes ».

Deux modélisations ont donc été réalisées, basées sur les mêmes paramètres météorologiques et de pollution de fond. Elles permettent de comparer, sur les cartes de concentration et les profils verticaux, l'influence du projet sur la dispersion des polluants, et ce dans les deux dimensions horizontale et verticale. Le modèle donne des résultats pour le dioxyde d'azote, les particules PM10* et le benzène, en moyenne annuelle comparable aux objectifs environnementaux.

66

Afin de pouvoir estimer l'influence de la rénovation urbaine sur la qualité de l'air, la démarche retenue a été de comparer deux scénarios.

22

CHIFFRES CLES

1 mètre de résolution spatiale

10 niveaux de hauteurs de calcul des concentrations

176 sources routières décrites

* particules PM10 : particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres (µm)

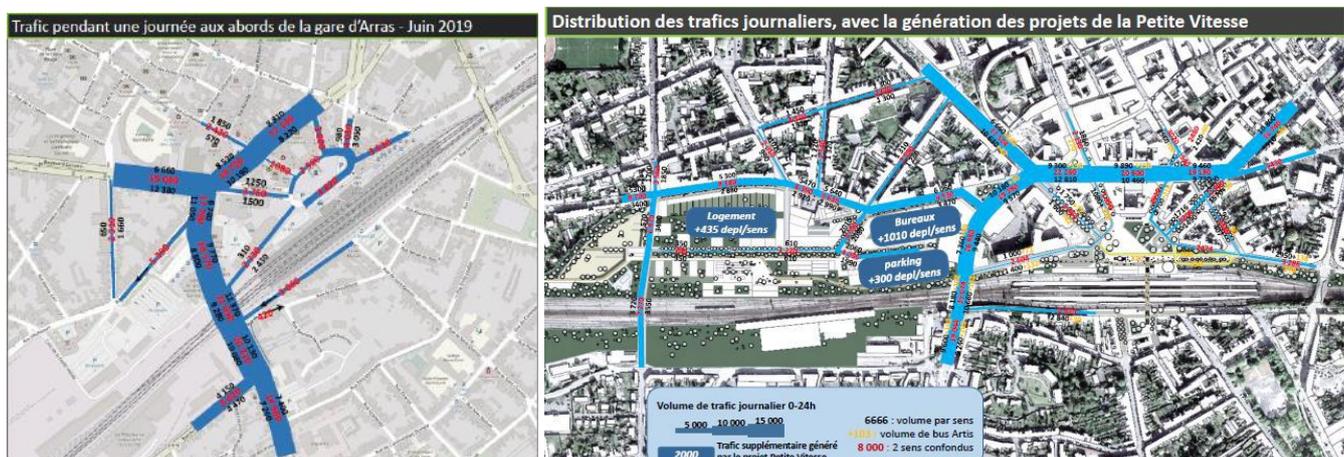
Données d'entrée du modèle

Description des bâtiments et des sources de pollution présentes

Le modèle 3D utilisé requiert des données d'entrée ayant pour but de décrire les bâtiments et les sources de pollution présentes à l'intérieur du domaine d'étude.

Les bâtiments sont caractérisés par leur empreinte au niveau du sol ainsi que leur hauteur. Pour l'état initial, ce travail cartographique a été réalisé à partir de vues aériennes et des bases de données de l'IGN, qui fournissent également des hauteurs de bâtiments. Pour le scénario d'aménagement, les plans de masse géoréférencés et les vues, proposés par le bureau d'architecte « Saison Menu & Associés, Architectes, Urbanistes » ont servi de base pour la cartographie des empreintes de bâtiments, ainsi que l'estimation de leur hauteur.

Les sources de pollution présentes dans le domaine d'étude sont des routes et des voies de chemin de fer, traitées sous forme de sources linéaires avec une largeur définie et un débit de polluant estimé. La géométrie des tronçons routiers et des voies de chemin de fer ainsi définies provient des données IGN. Les données de trafic utilisées pour estimer les émissions d'oxydes d'azote et de particules proviennent de comptages effectués par le bureau d'étude EGIS. La méthode d'estimation de ces émissions routières est conforme à la méthodologie européenne COPERT V. Les émissions liées aux voies de chemin de fer présentes dans le domaine ont été calculées suivant la méthodologie ICARE et sont disponibles dans l'inventaire des émissions d'Atmo Hauts-de-France 2015.



**Sources routières et leur trafic moyen journalier annuel pour le scénario initial (à gauche),
 et pour le scénario d'aménagement (à droite).**

Les grands boulevards (Carnot, de Strasbourg) et l'avenue Fernand Lobbedez sont les axes les plus fréquentés (environ 20 000 véh./jour). Les voies transversales ont un trafic variable plus faible, entre 2000 à 10 000 véh./jour.

Météorologie et pollution de fond

Le modèle MISKAM utilise des équations de mécanique des fluides pour simuler l'écoulement de l'air autour des bâtiments, et dans un second temps la dispersion des polluants. Des séries de données météorologiques qui caractérisent la vitesse et la direction du vent, ainsi que la stabilité atmosphérique sont donc nécessaires.

Dans les deux simulations (scénario initial et aménagement), la météorologie utilisée est constituée de séries horaires de mesures réalisées sur l'année 2018 à la station météo France de Wancourt (vitesse et direction du vent), située à environ 10 km au sud-est de la gare d'Arras, complétée par des paramètres modélisés de la chaîne de prévision ESERALDA (hauteur de couche limite, longueur de Monin-Obukhov pour caractériser la stabilité atmosphérique).

De plus, une pollution de fond peut être ajoutée aux simulations pour estimer la quantité de polluants qui entrent dans le domaine, notamment lorsque des sources importantes se situent à proximité, ou lorsque le domaine se trouve dans une zone urbaine. La pollution de fond introduite dans les simulations de cette étude est mesurée à la station de Saint-Laurent-Blangy située à environ 5 km au nord-est de notre domaine de simulation. Les valeurs entrées sont celles du dioxyde d'azote (NO₂) et des particules PM10 en moyennes annuelles, par direction de vent sur l'année 2018, ainsi que le percentile 98* des données horaires de ces mesures.

Caractéristiques des scénarios



Zones de végétation et empreintes des bâtiments de l'état initial (gauche) et du scénario de renouvellement urbain (droite).

Au niveau des bâtiments, un bâtiment est construit à l'angle du boulevard Carnot et de la rue du docteur Brassart au niveau de la place du Maréchal Foch. Sur cette place, l'abri de la gare des bus est supprimé.

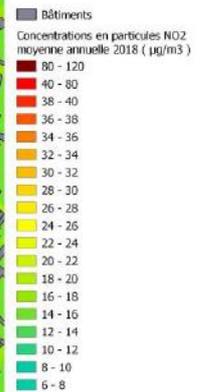
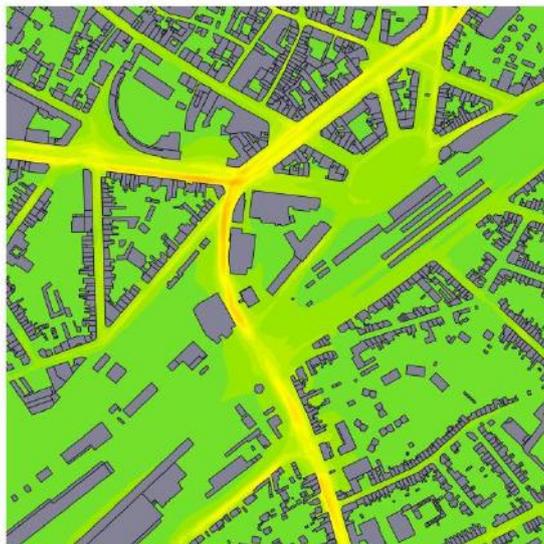
Un autre bâtiment est ajouté à côté du lycée Gambetta le long du boulevard Carnot. Le reste des nouvelles constructions se trouve dans le quartier de la « petite vitesse ».

Concernant les axes routiers, les principales modifications sont situées sur la place du Maréchal Foch et au nouveau quartier de la « petite vitesse ». En effet, l'axe au centre de la place du maréchal Foch est réservé exclusivement au bus. Idem pour les axes au niveau de la rue de Douai. De plus, le carrefour entre l'avenue du Maréchal Leclerc et le boulevard Carnot est simplifié. Deux nouveaux axes routiers sont construits dans le quartier de la petite vitesse.

* Un percentile est chacune des 99 valeurs qui divisent les données triées en 100 parts égales, de sorte que chaque partie représente 1/100 de l'échantillon de population.

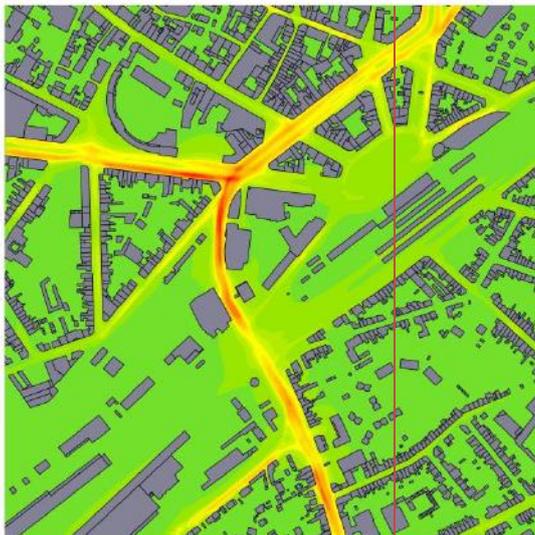
RESULTATS

Dioxyde d'azote – Légende conventionnelle*



Concentrations moyenne annuelle en dioxyde d'azote entre 1 et 2 m (état initial à gauche, scénario d'aménagement à droite).

Dioxyde d'azote – Légende détaillée*



Concentrations moyenne annuelle en dioxyde d'azote entre 1 et 2 m (état initial à gauche, scénario d'aménagement à droite).

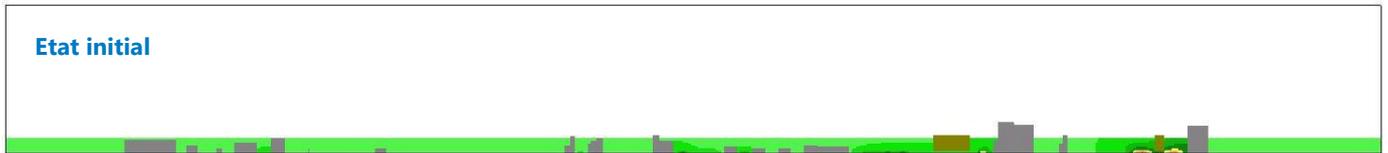
*La légende conventionnelle correspond à la légende officielle basée sur la réglementation. Elle permet de mettre en évidence les dépassements de la valeur limite. (40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le dioxyde d'azote et les particules PM10).

*La légende détaillée est une légende définie sur 18 classes entre le minimum et le maximum de concentrations du domaine étudié. Elle permet de mettre en évidence les zones où les concentrations sont maximales même si ces zones présentent des concentrations inférieures au valeur limite.

66 La répartition des concentrations en NO₂ est caractéristique de la proximité automobile.



Etat initial



Scénario d'aménagement



Coupes verticales des concentrations en dioxyde d'azote, sens nord-sud (segment rouge de la carte).

Sur l'état initial, les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont comprises entre $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Au regard de ces valeurs, il n'y a pas de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO_2 dans ce domaine d'étude sur l'année 2018.

La répartition de ces concentrations en NO_2 est caractéristique de la proximité automobile, avec des concentrations plus élevées de part et d'autre des rues, et qui décroissent rapidement à mesure que l'on s'en éloigne. Ce sont les grands boulevards, les plus fréquentés, qui ont l'influence la plus forte sur la qualité de l'air, avec par ordre décroissant selon le niveau : le sud de l'Avenue Fernand-Lobbedez, l'Avenue du Maréchal Leclerc, le Boulevard Carnot et le Boulevard de Strasbourg. Les voies de desserte émergent peu du fond, tout au plus avec des valeurs en proximité de l'ordre de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Une zone d'accumulation se situant au sud de l'Avenue Fernand-Lobbedez peut s'expliquer par le trafic important de cette rue, la circulation de l'air dans cette avenue de type « canyon » et la position des bâtiments le long de la rue qui joue le rôle d'un écran.

Si l'on compare l'état initial avec le scénario d'aménagement, le gradient de concentrations est similaire dans les deux simulations. On note assez peu de différence de répartition sur les rues communes aux deux scénarios. Des écarts dans les concentrations s'observent au niveau du quartier de la petite vitesse. Cette différence s'explique par la différence entre les TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) utilisés dans les deux scénarios. En effet, les TMJA du scénario d'aménagement sont revus légèrement à la hausse et donnent une estimation sur un plus grand nombre de rues.

Néanmoins, les effets de ces changements sur les concentrations moyennes sont très modérés et ne menacent pas le respect de la valeur limite.

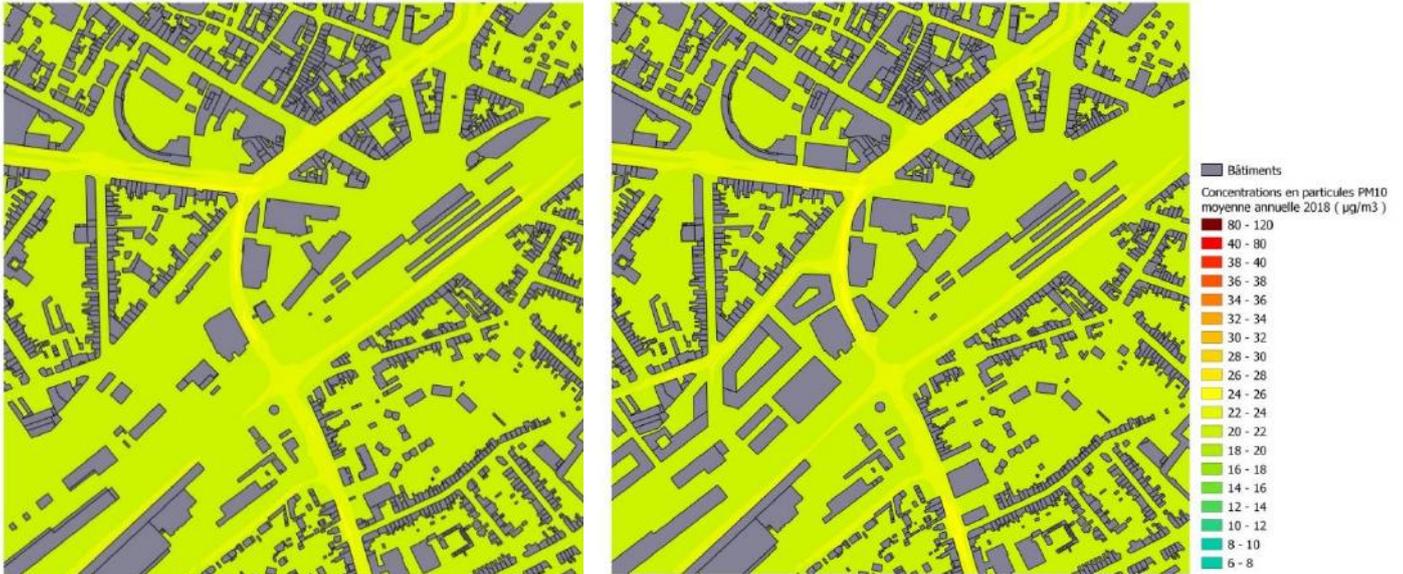
Concernant la place de la gare (la place du Maréchal Foch), l'aménagement empêche aux voitures de circuler sur la périphérie de la place et permet ainsi de diminuer légèrement la concentration en NO_2 . Cette diminution est légère, de l'ordre de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ car les concentrations de l'état initial étaient déjà bonnes.

RESULTATS

66 Le motif de répartition des concentrations en particules PM10 est très semblable à celui du NO₂.

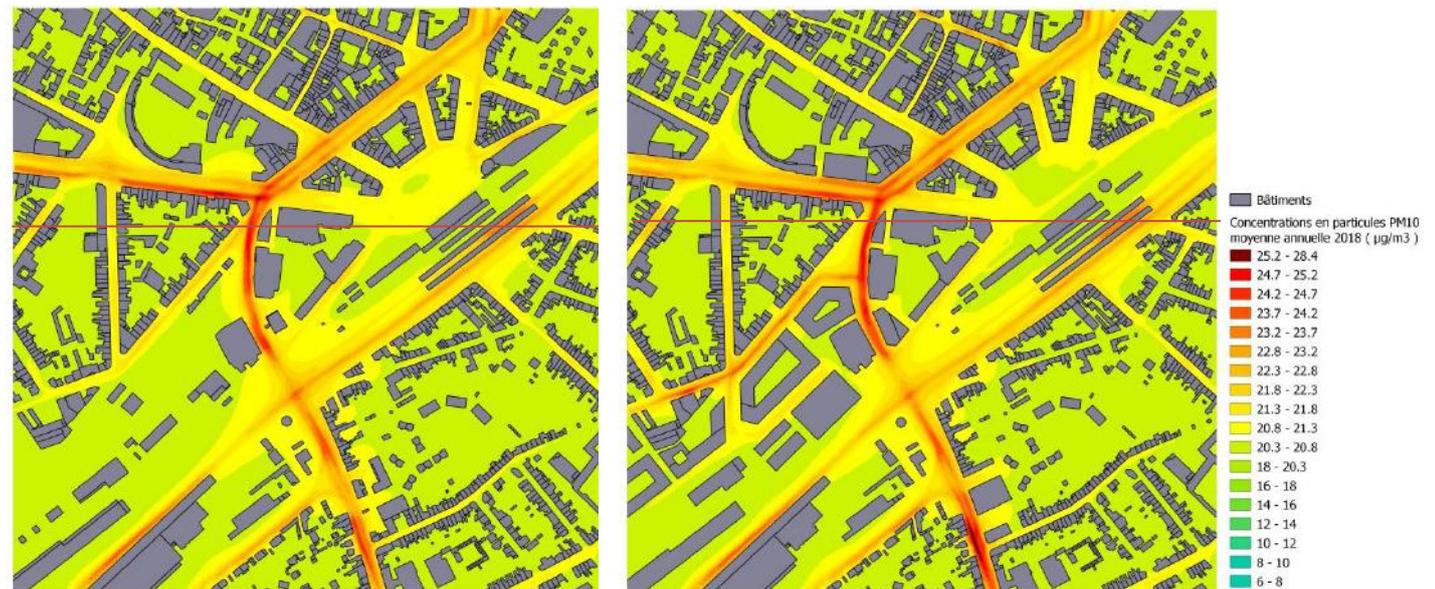


Particules PM10 – Légende conventionnelle



Concentrations moyenne annuelle en particules PM10 entre 1 et 2m (état initial à gauche, scénario d'aménagement à droite).

Particules PM10 – Légende détaillée



Concentrations moyenne annuelle en particules PM10 entre 1 et 2m (état initial à gauche, scénario d'aménagement à droite).

Etat initial



Scénario 2



Coupes verticales des concentrations en particules PM10, sens ouest-est (segment rouge de la carte).

Le gradient des concentrations moyennes en particules PM10 est plus resserré que celui du NO₂ (entre 20,4 et 26,3 µg/m³). Ces valeurs sont également largement inférieures à la valeur limite en moyenne annuelle pour les particules PM10 (40 µg/m³). Néanmoins, cela ne présage pas d'une absence de risque de dépassement de la valeur limite en nombre de moyennes journalières supérieures à 50 µg/m³.

Sous l'influence des mêmes sources de pollution, le motif de répartition des concentrations en particules PM10 est très semblable à celui du NO₂, tant pour l'état initial que pour le scénario d'aménagement.

Comme pour le NO₂, en comparant l'état initial et le scénario d'aménagement, une augmentation des concentrations est remarquable sur la rue Abel Bergaigne et la rue d'Achicourt. Cette hausse des concentrations s'explique par l'augmentation du trafic sur ces voies qui desservent le nouveau quartier de la petite vitesse. Toutefois les concentrations restent inférieures aux valeurs limites réglementaires en moyenne annuelle.

Conclusion et perspectives



Vue « 3D » du quartier de la gare d'Arras avec les niveaux de concentrations entre 1 et 2m en dioxyde d'azote.

Des valeurs réglementaires respectées et un aménagement bénéfique pour la qualité de l'air

Les valeurs limites en moyenne annuelle sont respectées pour le NO₂, les particules PM10, dans les deux simulations effectuées. Il n'y a pas de dépassement des valeurs limites réglementaires.

L'aménagement améliore la qualité de l'air sur la place de la gare et crée de nouvelles voies au niveau du quartier de la petite vitesse tout en gardant une bonne qualité de l'air.

Conditions de diffusion :

Résultats analysés selon les objectifs de l'étude, le contexte et le cadre réglementaire des différentes phases de mesures et les connaissances météorologiques disponibles. Atmo Hauts-de-France ne peut en aucun cas être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, des publications diverses et de toute œuvre utilisant ses mesures pour lesquels elle n'aura pas donné d'accord préalable.

Le respect des droits d'auteur s'applique à l'utilisation et à la diffusion de ce document. Les données présentées restent la propriété d'Atmo Hauts-de-France et peuvent être diffusées à d'autres destinataires. Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source : Atmo Hauts-de-France ». L'association vous fournira sur demande de plus amples précisions ou informations complémentaires dans la mesure de ses possibilités.