

Qualité de l'air dans le Rhin supérieur Résultats de modélisation Die Luftqualität im Oberrheingebiet Modellergebnisse

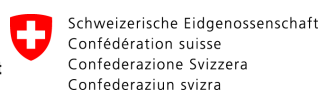


ATMOVISION

INTERREG V RHIN SUPÉRIEUR - OBERRHEIN



Lufthygieneamt beider Basel



ETB Eurodistrict Trinational de Bâle
TEB Trinationaler Eurodistrict Basel



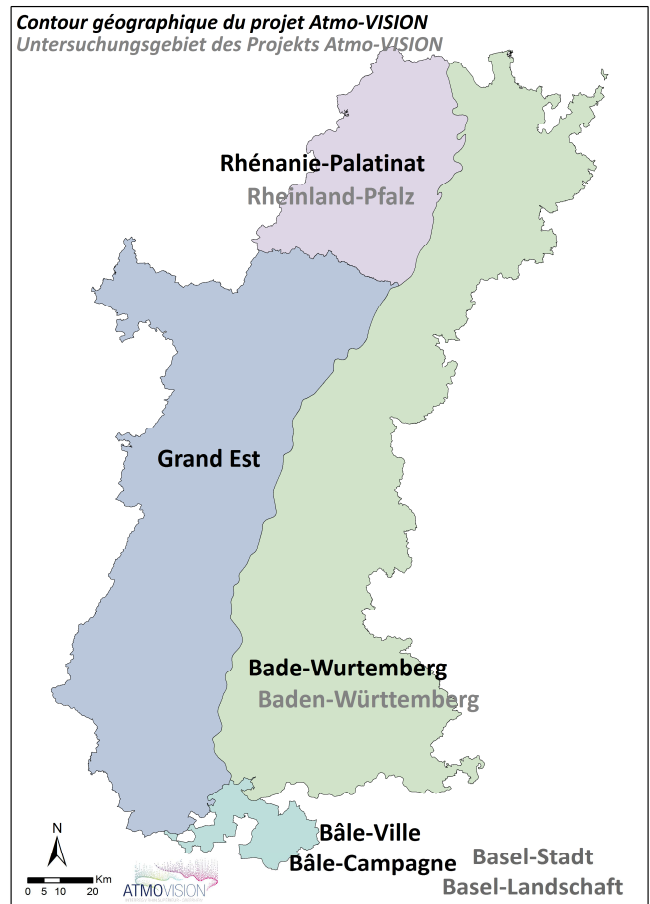
La zone d'étude d'Atmo-VISION / Das Gebiet Atmo-VISION

La zone d'étude Atmo-VISION comprend l'espace trinational du Rhin supérieur, et se limite du côté suisse aux cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne.

Au nord, la zone d'étude d'Atmo-VISION se prolonge dans le Pays de Bade et le Palatinat jusqu'à Mannheim et Ludwigshafen, au-delà de l'espace du Rhin supérieur, afin d'inclure des acteurs majeurs en termes de consommations d'énergie et d'émissions de polluants de l'air et gaz à effet de serre.

Das Gebiet für Atmo-VISION umfasst das trinationale Gebiet des Oberrheins, das auf Schweizer Seite auf die Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft beschränkt ist.

Im Norden erstreckt sich das Untersuchungsgebiet Atmo-VISION in Baden und in der Pfalz bis nach Mannheim und Ludwigshafen über das trinationale Oberrheingebiet hinaus, um wichtige Akteure beim Energieverbrauch und bei der Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen mit einzubeziehen.



Impressum

ATMO Grand Est PROJ-EN-499
 Indice 1, 10/12/2020

Edition / Herausgeber
 ATMO Grand Est, 5 rue de Madrid, 67300 Schiltigheim

Rédaction / Bearbeitung
 ATMO Grand Est et les partenaires d'Atmo-VISION

Mise en page et impression / Layout und Druck
 ATMO Grand Est

Impression / Druck

-

Crédits photos / Bildnachweis
 ATMO Grand Est

Financement / Finanzierung

D'un budget total d'1,5 M€, ce projet INTERREG V Rhin supérieur est financé pour 3 ans à hauteur de 60% par le FEDER de l'UE et son homologue suisse IKRB et 16% par l'Eurométropole de Strasbourg, la Région Grand Est, l'ADEME et l'Eurodistrict Strasbourg-Ortenau. Les 24% restants sont portés par les opérateurs techniques : ATMO Grand Est, la LUBW, le LHA, FIBOIS Grand Est et EIFER.

Mit einem Gesamtbudget von 1,5 Millionen Euro wird dieses INTERREG V Oberrhein-Projekt für 3 Jahre zu 60% aus dem EFRE der EU und seinem Schweizer Pendant IKRB sowie zu 16% von der Eurometropole Straßburg, der Region Grand Est, der ADEME und dem Eurodistrict Strasbourg-Ortenau finanziert. Die restlichen 24% werden von den fachlichen Akteuren getragen: ATMO Grand Est, LUBW, LHA, FIBOIS Grand Est und EIFER.

Le projet Atmo-VISION

Malgré les efforts fournis, les normes fixées en matière de qualité de l'air ne sont pas toujours respectées dans l'espace du Rhin Supérieur. Outre les contentieux qui peuvent en découler avec la Commission Européenne, cela met en danger la santé des personnes qui vivent sur le territoire. Cette problématique nécessite, pour les parties prenantes locales, de mieux comprendre l'origine géographique, sectorielle et énergétique de cette pollution.

Dans ce contexte, le groupe d'experts qualité de l'air de la Conférence du Rhin Supérieur a lancé, dans le cadre du programme INTERREG V, ce vaste projet transfrontalier « Atmo-VISION », afin de reconquérir la qualité de l'air à l'échelle de la région du Rhin supérieur. Ce projet s'intéresse à l'ensemble des enjeux transversaux « air-climat-énergie ».

Son objectif principal est de proposer aux institutions et administrations du Rhin supérieur de nouveaux instruments pour diminuer les émissions de polluants de l'atmosphère.

Le projet se concentre principalement sur les missions suivantes :

- Production et mise à disposition de bases de données harmonisées de consommations et productions d'énergie, ainsi que des émissions de polluants à impact sanitaire et des gaz à effet de serre pour l'ensemble du Rhin supérieur
- Mesures de pollution et déploiement expérimental de microcapteurs avec accompagnement des utilisateurs,
- Etude de l'origine géographique, sectorielle et énergétique de la pollution de l'air et modélisation de nouvelles actions visant à diminuer la pollution atmosphérique,
- Développement d'un réseau afin d'apprendre des expériences de chacun pour favoriser l'efficacité des actions et ratifier une charte d'engagement,
- Formation de personnes relais (enseignants, animateurs, agents de collectivités...) qui sensibiliseront les citoyens et plus particulièrement la jeune génération avec les outils pédagogiques issus du projet.

Das Atmo-VISION Projekt

Trotz vielfältiger Bemühungen werden im Oberrheingebiet die Luftreinhaltegrenzwerte nicht eingehalten. Zusätzlich zu den drohenden Vertragsverletzungsverfahren der Europäischen Kommission, gefährdet dies die Gesundheit der im Gebiet lebenden Menschen. Diese Problematik erfordert, dass die lokalen Beteiligten die geographische, sektorische und energetische Herkunft der Luftbelastung besser verstehen.

Unter diesem Gesichtspunkt hat die Expertengruppe Luftreinhaltung im Rahmen des Programms INTERREG V das Projekt „Atmo-VISION“ ausgearbeitet. Atmo-VISION ist ein umfangreiches grenzüberschreitendes Projekt, welches die Luftqualität in der Region des Oberrheins verbessern möchte. Dieses Projekt beschäftigt sich mit den vernetzten Themen „Luft-Klima-Energie“ im Oberrheingebiet.

Das Ziel des Projekts ist die Bereitstellung neuer Instrumente für Institutionen und Verwaltungen im Oberrheingebiet, um die Luftschadstoffbelastung zu verringern.

Das Projekt hat folgende Schwerpunkte:

- Erstellung und Bereitstellung von harmonisierten Daten zum Energieverbrauch, zur Energieerzeugung sowie zu den Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen für das gesamte Oberrheingebiet,
- Messung der Luftbelastung, experimenteller Einsatz von Mikrosensoren und fachliche Betreuung der Anwender,
- Modellierung zur Bestimmung der sektoriellen, geographischen und energetischen Herkunft der Luftbelastung (Ursachenanalyse) sowie Modellierung von neuen Maßnahmen zur Verringerung der Luftbelastung,
- Aufbau eines Netzwerkes, um „Voneinander zu lernen“ und eine Charta zu erstellen, die die Umsetzung der Maßnahmen unterstützen soll,
- Ausbildung von Kontaktpersonen (Erzieher, Lehrer, Ansprechpartner der Gebietskörperschaften,...), die die Bürger, besonders die jüngere Generation, anhand der erarbeiteten pädagogischen Materialien sensibilisieren sollen.



POURQUOI CES NOUVEAUX OUTILS DE MODÉLISATION POUR LE RHIN SUPÉRIEUR ?

Les travaux de modélisation menés jusqu'alors sur le Rhin Supérieur ont permis de développer la chaîne de modélisation PREVEST / ATMO-rhenA / ATMO-BW permettant la réalisation de diagnostics, prévisions quotidiennes et scénarisation à 1 kilomètre de résolution.

Les nouveaux outils déployés dans le cadre du projet Atmo-VISION permettent d'affiner le diagnostic par une meilleure connaissance de la répartition spatiale de la pollution à proximité des sources d'émissions, notamment en zone urbaine où la présence de bâti contrarie la dispersion de la pollution.

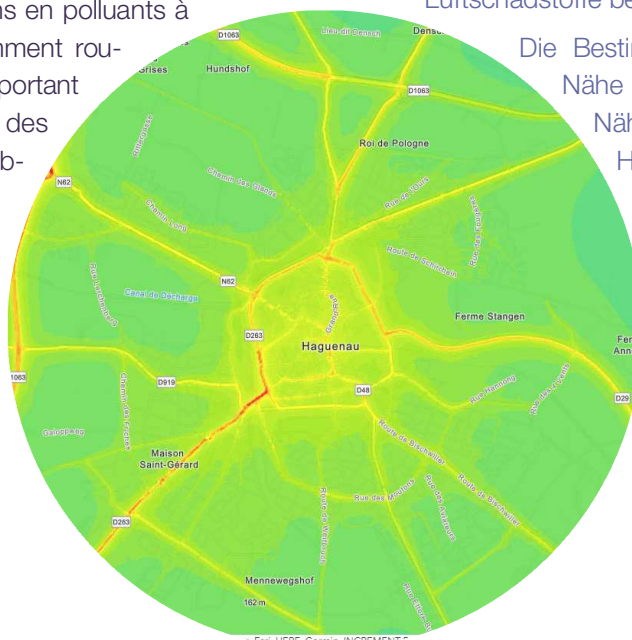
L'évaluation des concentrations en polluants à proximité des sources, notamment routières, représente un enjeu important puisque des dépassements des seuils réglementaires y sont observés.

WARUM DIESE NEUEN MODELLIERUNGSTOOLS FÜR DEN OBERRHEIN ?

Die bisher am Oberrhein durchgeführten Modellierungsarbeiten ermöglichten den Aufbau der Modellierungskette PREVEST / ATMO-rhenA / ATMO-BW, mit der es möglich ist, Analysen, Tagesprognosen und Szenarien bis zu einer Auflösung von 1 Kilometer zu erstellen.

Die erstmalig im Rahmen des Projekts Atmo-VISION im Oberrheingebiet eingesetzten neuen Modelle ermöglichen die Bereitstellung einer besseren und höher aufgelösten räumlichen Verteilung der Belastung in Nähe der Emissionsquellen, insbesondere in städtischen Gebieten, in denen vor allem Gebäude die Ausbreitung der Luftschadstoffe behindern.

Die Bestimmung der Luftqualität in der Nähe von Quellen, insbesondere in Nähe des Straßenverkehrs, ist eine Herausforderung, da die gesetzlichen Grenzwerte an bestimmten Straßenabschnitten überschritten werden.



Le modèle CHIMERE : résolution jusqu'au kilomètre

CHIMERE est un modèle de chimie-transport atmosphérique co-développé par l'IPSL et l'INERIS, permettant d'évaluer les niveaux de concentration en polluants de l'échelle régionale jusqu'à l'échelle continentale avec une résolution kilométrique.

Il est un composant essentiel de la plateforme de modélisation PREVEST/Atmo~rhenA/ATMO-BW qui permet de réaliser des diagnostics, de la prévision et de la scénarisation sur le Rhin Supérieur depuis le programme INTERREG III.

Dans le cadre d'Atmo-VISION, CHIMERE a été utilisé pour alimenter le modèle SIRANE en import de pollution et valider les sorties du modèle CAMx, objet d'une brochure spécifique sur le source apportement.

Le modèle SIRANE : tout le Rhin supérieur jusqu'à 10m de résolution

SIRANE est un logiciel de modélisation de la pollution atmosphérique développé par le Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique de l'Ecole Centrale de Lyon. Cet outil est adapté à la représentation de la qualité de l'air en milieu urbain et à proximité de sources de polluants avec une résolution de l'ordre de 10 mètres. Il permet le traitement d'un grand nombre de tronçons de rues dans un temps de calcul limité.

Le modèle MISKAM : des bâtiments en 3D

Pour la Feldbergstrasse, dans la ville de Bâle, une modélisation fine de 0,6 mètre pour le NO₂ a été réalisée à l'aide de MISKAM.

MISKAM (Microscale Climate and Dispersion Model) est un modèle tridimensionnel de flux et de dispersion pour la modélisation à petite échelle des concentrations de polluants à proximité des bâtiments individuels et dans les canyons des rues.

Les particularités des conditions de flux et de vent à proximité des bâtiments peuvent être modélisées de manière réaliste.

Das Modell CHIMERE: Auflösung bis zu einem Kilometer

CHIMERE ist ein atmosphärisch-chemisches Transportmodell, das gemeinsam von IPSL und INERIS entwickelt wurde und das die Berechnung von Schadstoffkonzentrationen in der Luft von der regionalen bis zur kontinentalen Skala in einer Auflösung von einem Kilometer ermöglicht.

Das Modell ist ein wesentlicher Bestandteil der Modellierungsplattform PREVEST/Atmo~rhenA/ATMO-BW, die seit dem INTERREG III-Programm zur Durchführung der Zustandsbestimmung, von Prognosen und von Szenarioberechnungen am Oberrhein eingesetzt wird.

Im Rahmen des Projekts Atmo-VISION wurde CHIMERE verwendet, um das Modell SIRANE mit Schadstoffimporten zu versorgen und um die Ergebnisse des Modells CAMx zu validieren. Diese Ergebnisse sind Gegenstand einer weiteren Broschüre, die auch die Quellenzuordnung umfasst.

Das Modell SIRANE: der gesamte Oberrhein in einer Auflösung von 10 m

SIRANE ist eine Software zur Modellierung der Luftbelastung, die vom Labor für Strömungsmechanik und Akustik der Ecole Centrale de Lyon entwickelt wurde. Das Modell erlaubt eine Berechnung der Luftqualität in städtischem Gebiet und in Nähe von Schadstoffquellen mit einer Auflösung von etwa 10 Metern. Mit SIRANE kann eine große Anzahl von Straßenabschnitten innerhalb einer begrenzten Rechenzeit berechnet werden.

Das Modell MISKAM: Auflösung dreidimensionaler Gebäude

Für die Feldbergstrasse in der Stadt Basel wurde mit MISKAM eine Modellierung mit einer Auflösung von bis zu 0,6 Metern für NO₂ durchgeführt.

MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell) ist ein dreidimensionales Strömungs- und Ausbreitungsmodell für die kleinräumige Modellierung von Schadstoffkonzentrationen in der Umgebung von Einzelgebäuden und in Straßenschluchten.

Besonderheiten von Strömungs- und Windverhältnissen in der Nähe von Gebäuden können damit realitätsnah modelliert werden.

Le dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote (NO₂) est émis principalement par les véhicules et les installations de combustion.

A forte concentration, le dioxyde d'azote est un gaz toxique et irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires. Par ailleurs, il participe à la formation de l'ozone troposphérique, dont il est un des précurseurs.

Les valeurs limites réglementaires en vigueur sont les suivantes pour la moyenne annuelle : Allemagne et France : 40 µg/m³, Suisse : 30 µg/m³. La ligne directrice de l'Organisation Mondiale de la Santé est de 40 µg/m³ en moyenne annuelle.

A noter que la France est actuellement visée par un contentieux européen pour non respect de la valeur réglementaire notamment sur Strasbourg.

Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid (NO₂) wird hauptsächlich von Fahrzeugen und Verbrennungsanlagen ausgestoßen.

Bei hohen Konzentrationen ist Stickstoffdioxid ein giftiges Gas, das die Augen und die Atemwege reizt. Bei Asthmatikern erhöht sie die Häufigkeit und Schwere der Anfälle. Bei Kindern fördert es Lungeninfektionen. Stickstoffdioxid trägt auch zur Bildung von bodennahem Ozon bei, dessen Vorläufer es ist.

Die geltenden gesetzlichen Grenzwerte sind im Jahresmittel wie folgt: Deutschland und Frankreich: 40 µg/m³, Schweiz: 30 µg/m³. Der Richtwert der Weltgesundheitsorganisation liegt bei 40 µg/m³ im Jahresmittel.

Es sei darauf hingewiesen, dass gegenüber Frankreich derzeit ein europäisches Vertragsverletzungsverfahren wegen Nichteinhaltung des Grenzwertes, z. B. in Straßburg, läuft.

Analyse des résultats

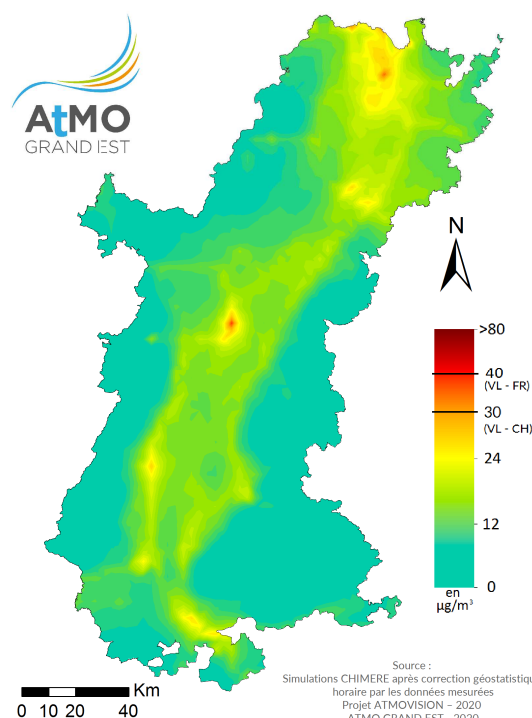
La répartition spatiale des concentrations en dioxyde d'azote kilomètres met en évidence les principales zones d'activité du Rhin Supérieur. Les niveaux les plus faibles sont observés dans les massifs montagneux des Vosges et de la Forêt Noire avec des valeurs inférieures à 10 µg/m³ en moyenne annuelle. A contrario, les niveaux les plus élevés sont modélisés dans les zones urbanisées denses ainsi que le long du réseau routier principal du territoire, en cohérence avec l'origine majoritairement trafic (43%) et industrielle (29%) de ce polluant.

A l'échelle du Rhin Supérieur, 47 km² seraient exposés à un dépassement du seuil des 40 µg/m³ sur un total de 21 000 km², soit 0.2% du territoire transfrontalier. Les secteurs concernés sont essentiellement localisés en bordures des axes principaux des grandes agglomérations.

Diskussion der Ergebnisse

Die räumliche Verteilung der Stickstoffdioxidkonzentrationen in einer Auflösung von einem Kilometer zeigt die Gebiete mit hoher Aktivität am Oberrhein. Die niedrigsten Werte werden in den Höhenlagen der Vogesen und des Schwarzwaldes mit Werten unter 10 µg/m³ im Jahresmittel festgestellt. Dagegen werden die höchsten Werte in dicht besiedelten Gebieten und entlang der Hauptverkehrsachsen in diesem Gebiet berechnet, entsprechend der überwiegend verkehrsbedingten (43%) und industriellen (29%) Herkunft dieses Schadstoffs.

Im Oberrheingebiet weisen 47 km² eine Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ auf. Dies sind bei einer Gesamtfläche von insgesamt 21 000 km² 0,2% der Fläche des Oberrheingebiets. Die betroffenen Flächen befinden sich hauptsächlich entlang der Hauptverkehrsstraßen der Ballungsräume.

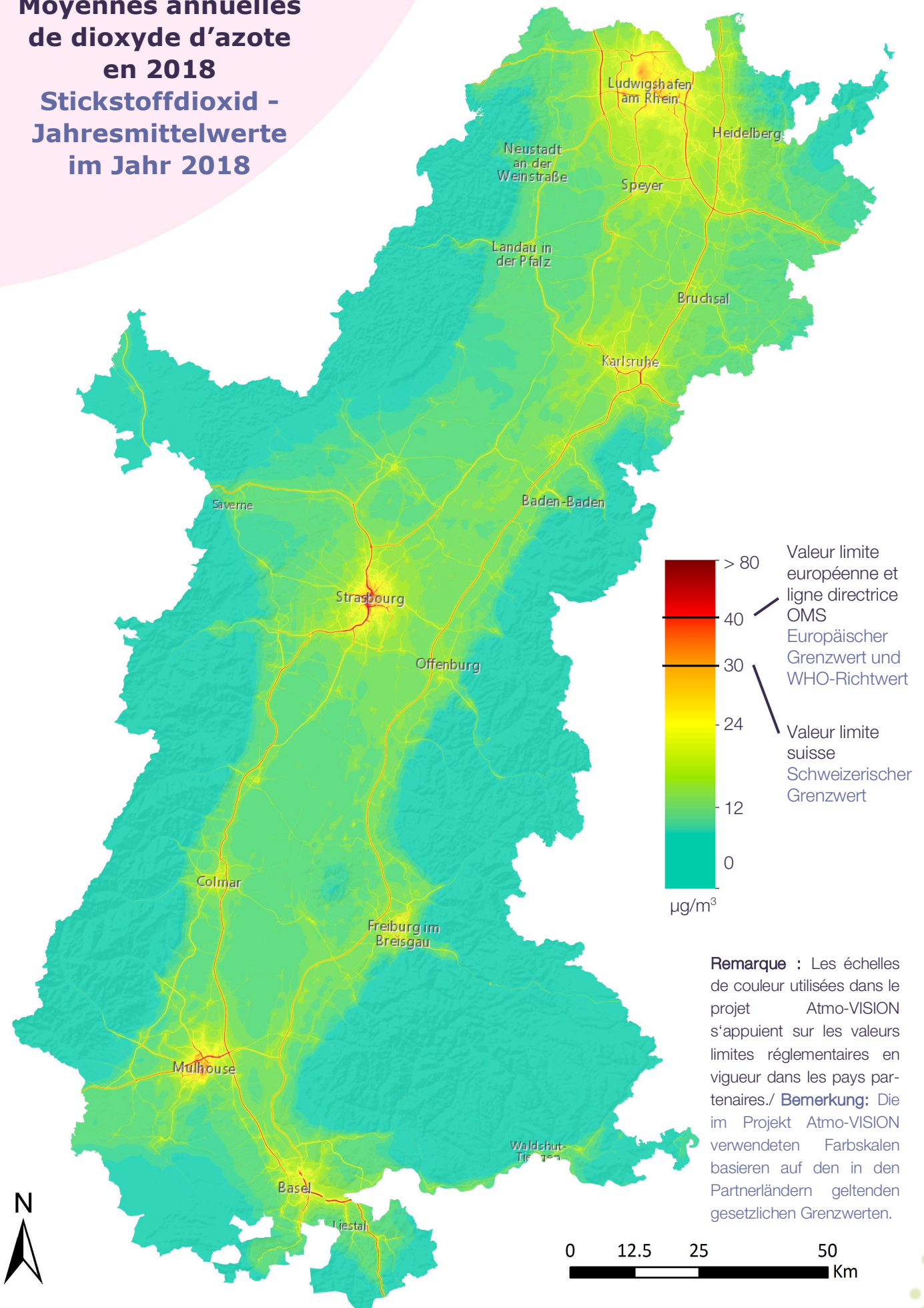


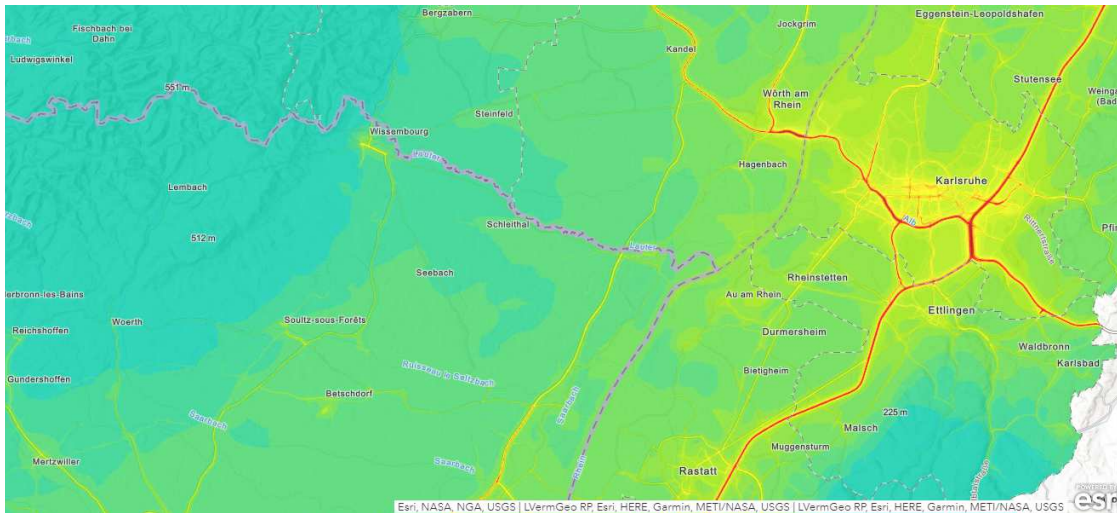
Moyennes annuelles de dioxyde d'azote en 2018 Stickstoffdioxid - Jahresmittelwerte im Jahr 2018

Pour réaliser les cartes jusque 10 mètres de résolution, une modélisation intermédiaire à une résolution kilométrique a été nécessaire (carte de gauche).

Um Karten bis zu einer Auflösung von 10 Metern zu erstellen, war ein Zwischenschritt der Modellierung mit einer Auflösung von einem Kilometer erforderlich (Karte links).

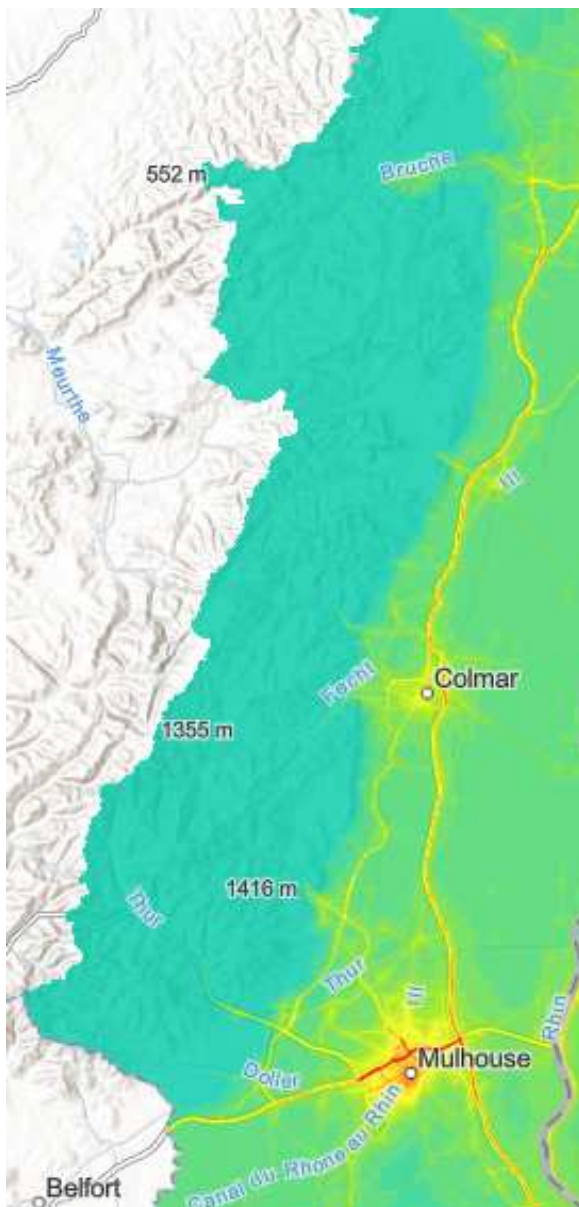
**Moyennes annuelles
de dioxyde d'azote
en 2018**
**Stickstoffdioxid -
Jahresmittelwerte
im Jahr 2018**





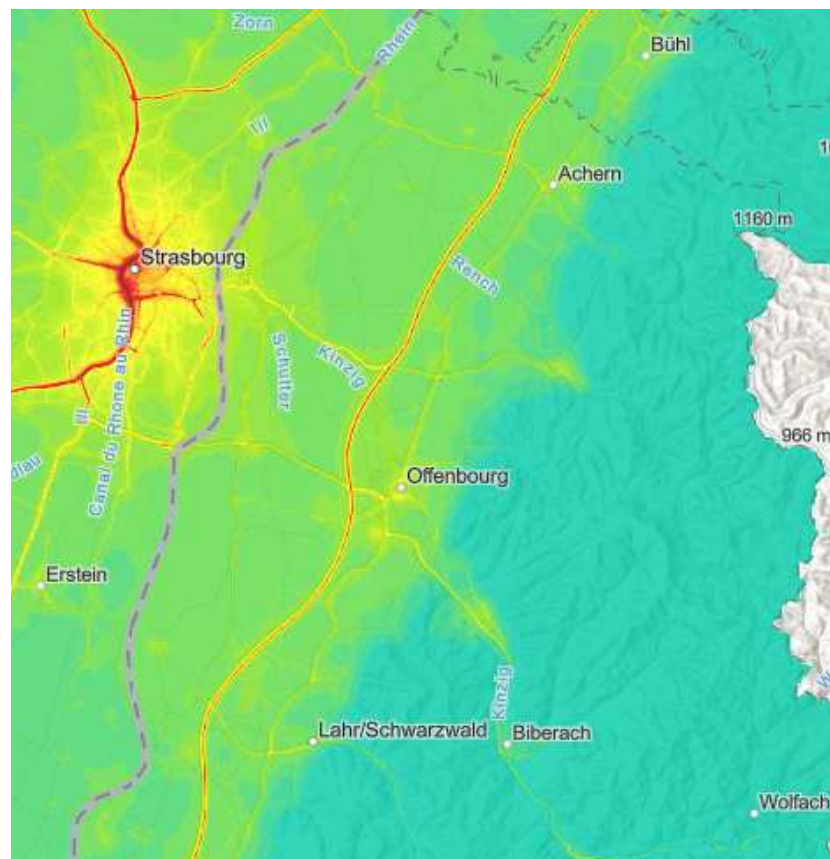
Karlsruhe et le nord de l'Alsace / Karlsruhe und Nordelsass

D'un côté du Rhin, Karlsruhe et ses axes structurants tels que l'autoroute 5 avec des niveaux élevés en NO_2 . De l'autre côté du Rhin, un territoire plus rural moins exposé à ce polluant. / Auf der einen Seite des Rheins, Karlsruhe und seine Hauptachsen wie die Autobahn A 5 mit hohen NO_2 -Werten. Auf der anderen Seite des Rheins, einem eher ländlichen Gebiet, das diesem Schadstoff weniger ausgesetzt ist.



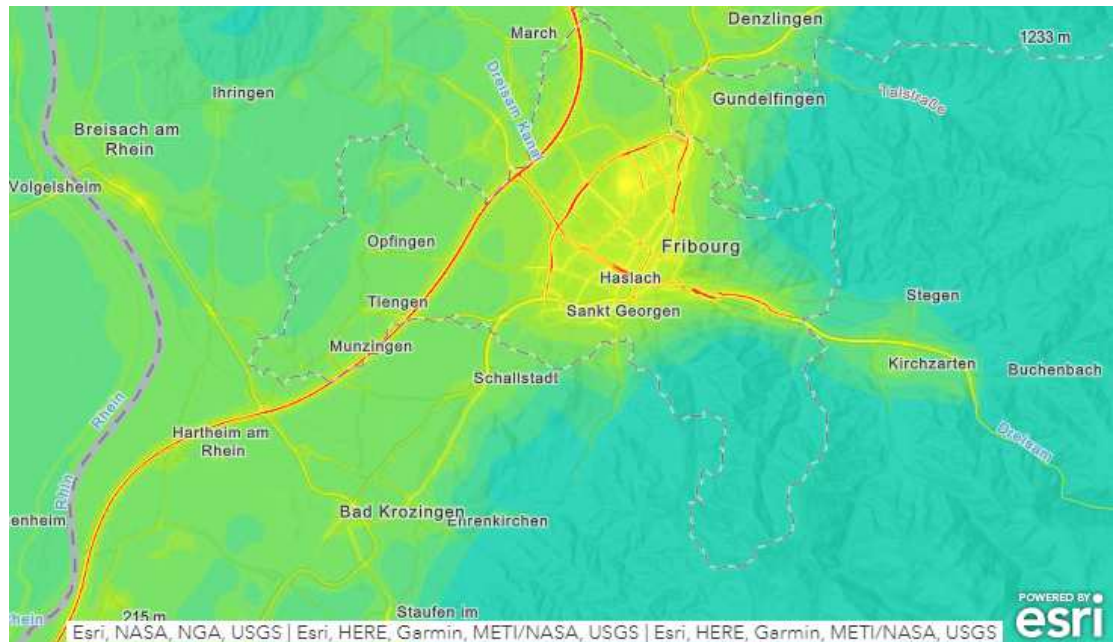
Colmar, Mulhouse et les vallées vosgiennes / Colmar, Mulhouse und die Vogesentäler

La carte met en évidence des niveaux en NO_2 plus élevés sur les deux agglomérations et le long de l'autoroute A35 qui traverse le territoire. / Die Karte zeigt höhere NO_2 -Konzentrationen in beiden Ballungsräumen und entlang der Autobahn A 35, die durch das Gebiet verläuft.



Valeur limite
européenne et
ligne directrice
OMS
Europäischer
Grenzwert und
WHO-Richtwert

Valeur limite
suisse
Schweizerischer
Grenzwert



Fribourg et ses alentours / Freiburg und seine Umgebung

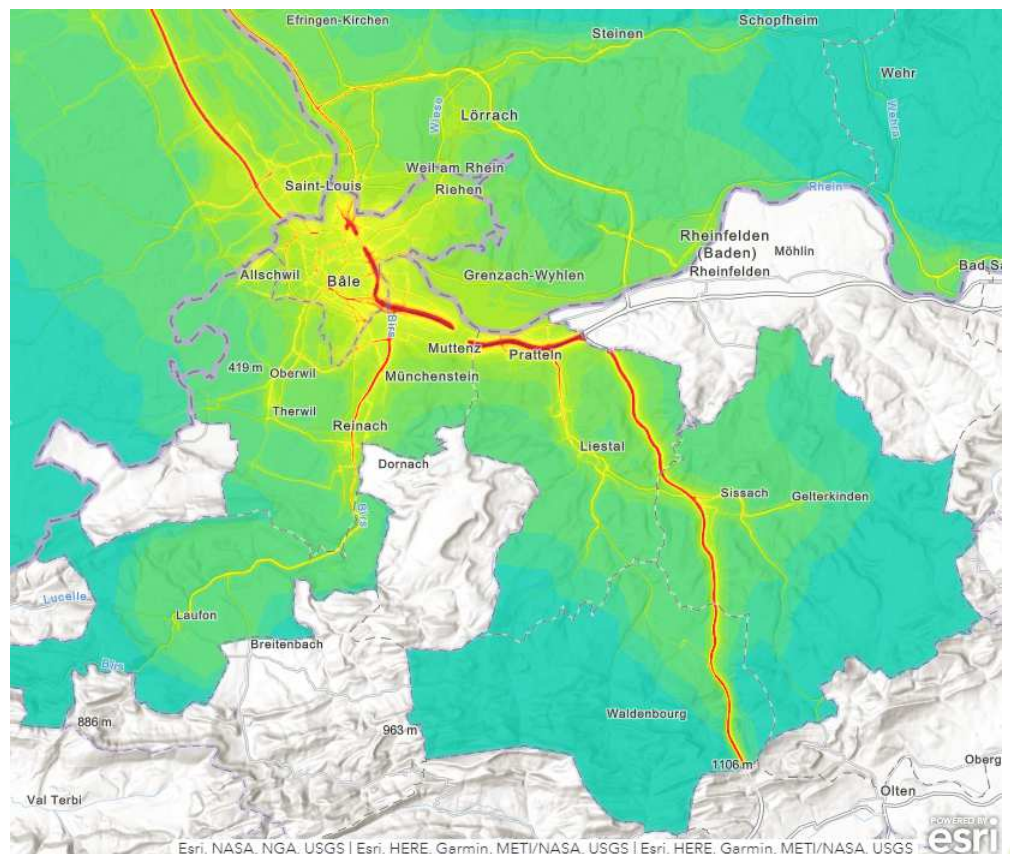
Cette carte haute résolution permet d'identifier les secteurs à enjeux pour le NO₂, tel que l'axe 31 qui traverse Fribourg en direction de la vallée de la Dreisam./ Diese hochaufgelöste Karte ermöglicht die Identifizierung von Gebieten, die hohe NO₂-Werte aufweisen, wie z. B. entlang der Bundesstraße 31, die Freiburg in Richtung des Höllentals durchquert.

Zooms sur les cartes des moyennes annuelles de dioxyde d'azote Zooms der Karten der Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte

La zone des Trois Frontières, l'Agglomération de Bâle / Das Dreiländereck, die Agglomeration-Basel

L'agglomération de Bâle est traversées par des axes à forts trafics le long desquels sont observés des niveaux de NO₂ élevés : autoroutes 2, 3 et 18. / Die Agglomeration Basel wird von stark befahrenen Strassen durchquert, auf denen hohe NO₂-Werte beobachtet werden: Autobahnen 2, 3 und 18.

Strasbourg et Kehl, l'Euro-district / Straßburg und Kehl, der Eurodistrikt
Contraste important entre les niveaux élevés en NO₂ sur l'autoroute A35 de Strasbourg et les niveaux bien plus bas en Forêt-Noire loin du trafic dense des agglomérations./ Deutlicher Kontrast zwischen den hohen NO₂-Werten entlang der Autobahn A35 in Straßburg und den viel niedrigeren Werten im Schwarzwald abseits des dichten Verkehrs in den Ballungsräumen.



Concentrations de NO₂ de la Feldbergstrasse à Bâle modélisées à l'aide de MISKAM

Dans le cadre de l'action "Analyse des causes de la pollution atmosphérique et simulation des effets de plusieurs mesures", les concentrations de NO₂ pour l'ensemble de la rue ont été modélisées.

Pour la modélisation des polluants atmosphériques liés au trafic, les volumes de trafic sur les axes ont été utilisés comme données d'entrée avec le modèle de flux et de dispersion à micro-échelle MISKAM.

Ainsi, les flux d'air autour des bâtiments, les statistiques de vent représentatives au niveau local et le niveau de fond des polluants atmosphériques dérivé des mesures ont été pris en compte.

Les données relatives aux conditions du trafic ont servi de base supplémentaire. Elles ont été calculées en intégrant les facteurs d'émission actuels publiés par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) (HBEFA3.3, état 2017) et du parc automobile dynamique local à Bâle, les émissions sur tous les tronçons routiers de la Feldbergstrasse.

Les valeurs moyennes annuelles de NO₂ dépassent à la fois la limite de 40 µg/m³ de l'UE et la limite de 30 µg/m³ de la Suisse selon l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair).

NO₂-Immissionsmodellierung Feldbergstrasse in Basel mittels MISKAM

Im Rahmen der Massnahme „Ursachenanalyse der Luftbelastung und Simulation der Auswirkungen mehrerer Massnahmen» wurde die NO₂-Immissionsbelastung für die ganze Strasse modelliert.

Für die Modellierung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen auf den Strassen als Eingangsgrößen für das mikroskalige Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM verwendet.

Dabei wurden die Gebäudeumströmungen, die lokalrepräsentativen Windstatistiken und die aus Messungen abgeleitete Luftschadstoffhintergrundbelastung berücksichtigt.

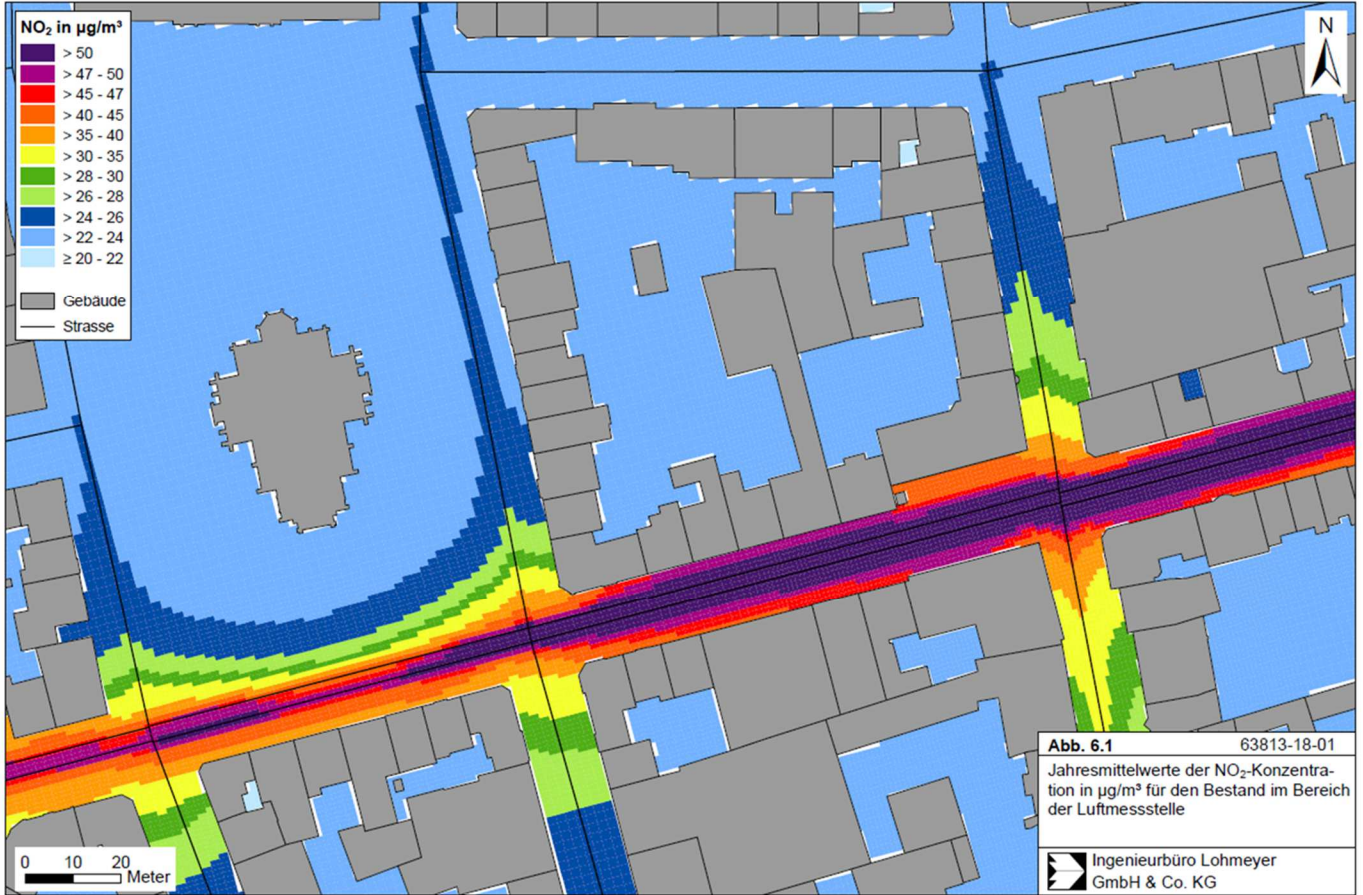
Als weitere Grundlagen dienten die Verkehrsbelegungsdaten, welche unter Berücksichtigung der vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (HBEFA3.3, Stand 2017) und der lokalen dynamischen Fahrzeugflotte in Basel die Emissionen auf allen Strassenabschnitten für die Feldbergstrasse berechnet wurden.

NO₂-Jahresmittelwerte überschreiten sowohl den EU-Grenzwert von 40 µg/m³ wie auch den schweizerischen Grenzwert gemäss der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) von 30 µg/m³.

La Feldbergstrasse, dans le quartier de Matthäus à Bâle, est un axe de circulation principal typique du centre-ville. Il y a une station de mesure de l'air directement à l'intersection de la Feldbergstrasse / Hammerstrasse. Elle est située dans un canyon de rue mal ventilé, où le trafic est important et où les files de véhicules sont souvent à l'arrêt. La station Bâle Feldbergstrasse est un endroit de la ville de Bâle où la pollution locale est très élevée.

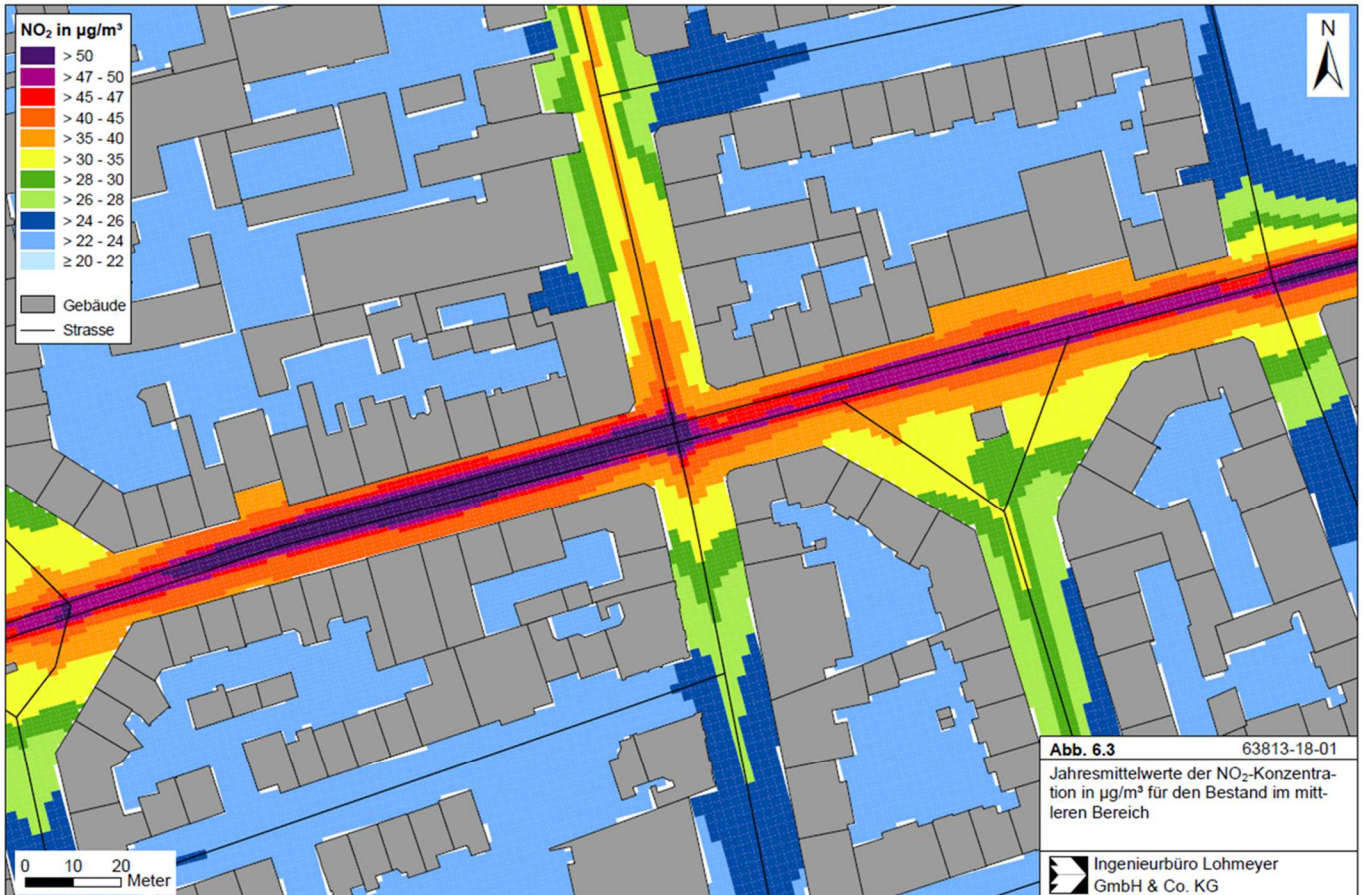
Die Feldbergstrasse im Matthäus-Quartier in Basel ist eine typische innerstädtische Hauptverkehrsachse. Direkt an der Kreuzung Feldbergstrasse / Hammerstrasse befindet sich eine Luftmessstation. Sie liegt in einer schlecht durchlüfteten Strassenschlucht mit hohem Verkehrsaufkommen und oft stehendem Kolonnenverkehr. Die Station Basel Feldbergstrasse ist ein Ort mit sehr hoher lokaler Belastung innerhalb der Stadt Basel.





Moyennes annuelles 2018 des concentrations de NO₂ le long de la Feldbergstrasse dans la zone de la station fixe, en µg/m³
Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ entlang der Feldbergstrasse im Bereich der Luftmessstelle für das Jahr 2018

Moyennes annuelles 2018 des concentrations de NO₂ le long de la Feldbergstrasse dans la zone centrale, en µg/m³
Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ der Feldbergstrasse im mittleren Bereich für das Jahr 2018



Les particules fines PM₁₀

Les particules PM₁₀ sont des particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres (millièmes de millimètre). Sur le territoire du Rhin Supérieur, les sources importantes d'émissions de PM₁₀ sont le secteur résidentiel et tertiaire et les transports routiers.

Selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.

Les valeurs limites réglementaires en vigueur sont les suivantes pour la moyenne annuelle : Allemagne et France : 40 µg/m³, Suisse : 20 µg/m³. La ligne directrice de l'Organisation Mondiale de la Santé est de 20 µg/m³ en moyenne annuelle.

Feinstaub PM₁₀

PM₁₀ sont des particules avec un diamètre de moins de 10 micromètres. Sur le territoire du Rhin Supérieur, les sources importantes d'émissions de PM₁₀ sont le secteur résidentiel et tertiaire et les transports routiers.

Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.

Les valeurs limites réglementaires en vigueur sont les suivantes pour la moyenne annuelle : Allemagne et France : 40 µg/m³, Suisse : 20 µg/m³. La ligne directrice de l'Organisation Mondiale de la Santé est de 20 µg/m³ en moyenne annuelle.

Analyse des résultats

La cartographie de la moyenne annuelle en particules PM₁₀ met en évidence la vallée rhénane selon un axe nord-nord-est/sud-sud-est de Ludwigshafen à Bâle en passant par Strasbourg, avec des niveaux plus élevés.

Les massifs montagneux des Vosges et de la Forêt Noire sont moins affectés, à l'exception des vallées les plus passantes. Cette répartition est cohérente avec l'origine des émissions de particules PM₁₀, provenant majoritairement de deux secteurs d'activité, le chauffage résidentiel-tertiaire et le transport routier.

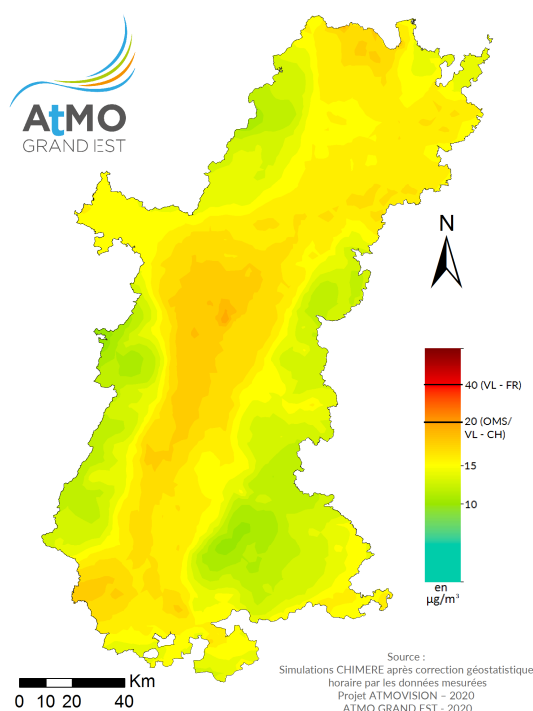
A l'échelle du Rhin Supérieur, 60 km² seraient exposés à un dépassement de la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé fixée à 20 µg/m³ pour la moyenne annuelle, soit 0,3% du territoire.

Diskussion der Ergebnisse

Die Karte der Jahresmittelwerte des PM₁₀-Feinstaub zeigt entlang des Rheintals in einer Nord-Nord-Ost/Süd-Süd-West gerichteten Achse von Ludwigshafen über Straßburg nach Basel höhere Werte.

Die Höhen der Vogesen und des Schwarzwaldes sind weniger betroffen, mit Ausnahme der dort am stärksten befahrenen Täler. Diese Verteilung stimmt mit der Herkunft der PM₁₀-Feinstaubemissionen überein, die hauptsächlich aus zwei Tätigkeitsbereichen stammen, nämlich von der Heizung von Wohngebäuden und von Dienstleistungsgebäuden sowie aus dem Straßenverkehr.

Auf der Skala des Oberrheins weisen 60 km² eine Überschreitung des Richtwertes der Weltgesundheitsorganisation von 20 µg/m³ für das Jahresmittel auf, d. h. 0,3% des Oberrheingebiets sind davon betroffen.

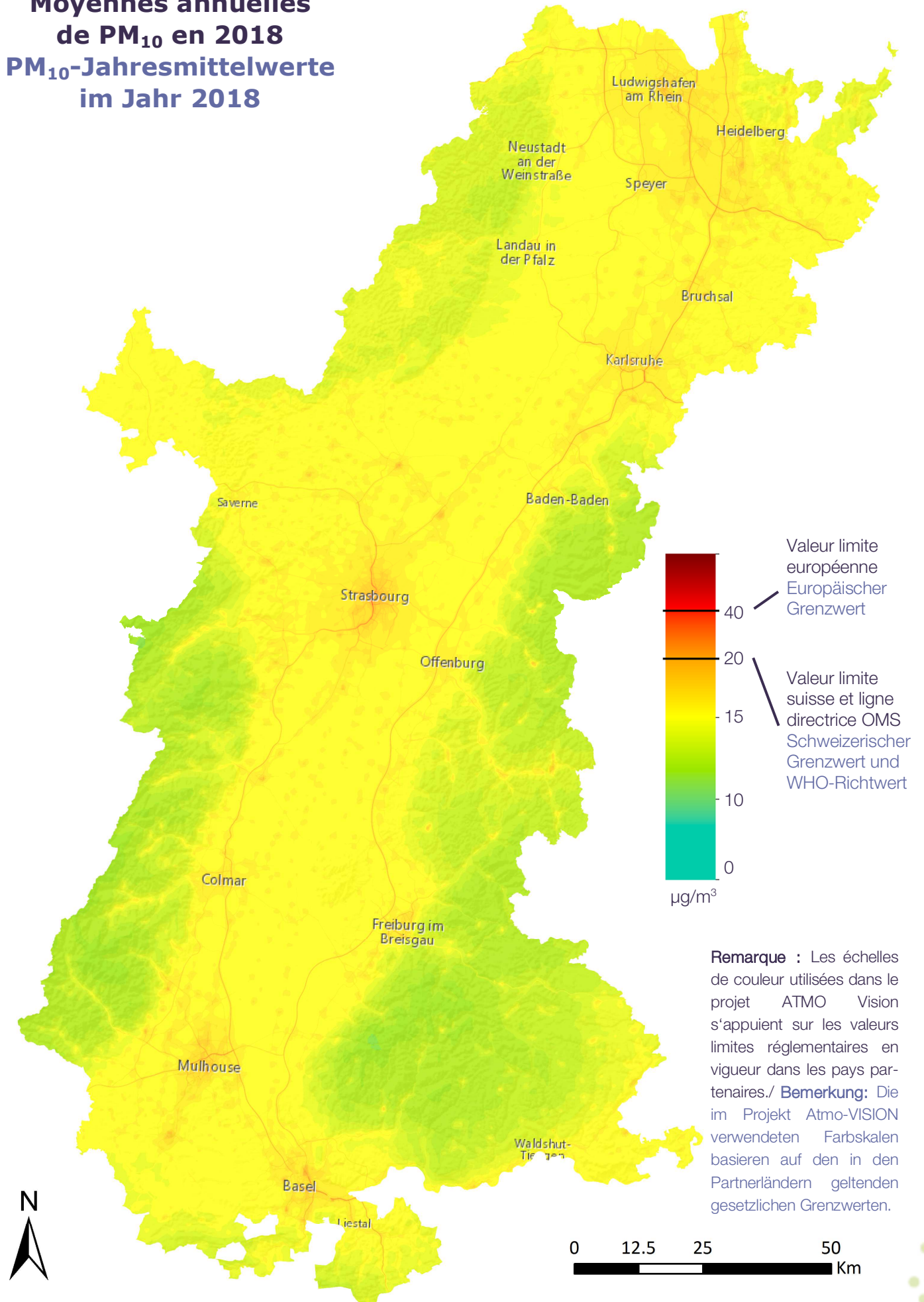


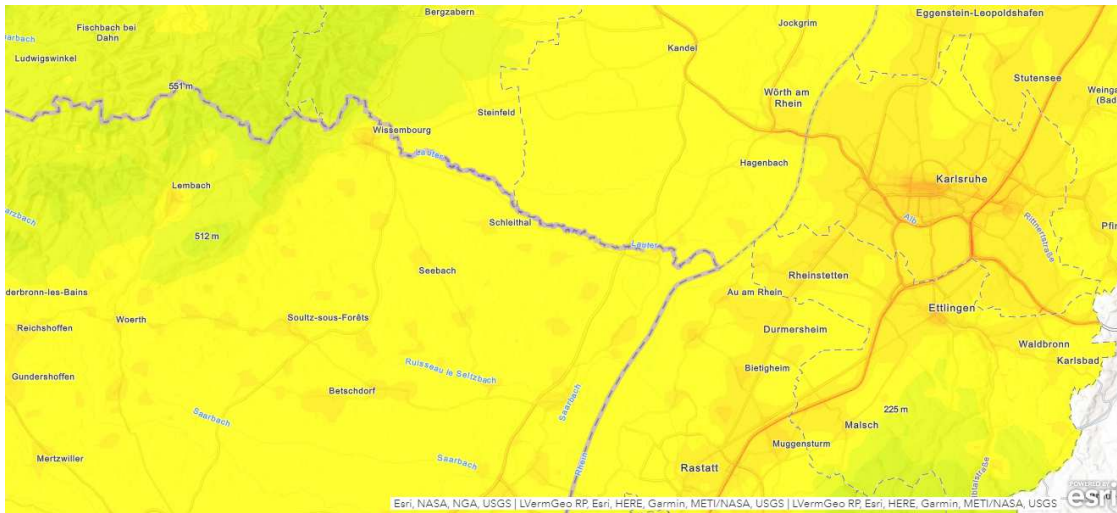
Moyennes annuelles de PM₁₀ en 2018 PM₁₀-Jahresmittelwerte im Jahr 2018

Pour réaliser les cartes jusque 10 mètres de résolution, une modélisation intermédiaire à une résolution kilométrique a été nécessaire (carte de gauche).

Um Karten bis zu einer Auflösung von 10 Metern zu erstellen, war ein Zwischenschritt der Modellierung in einer Auflösung von einem Kilometer erforderlich (Karte links).

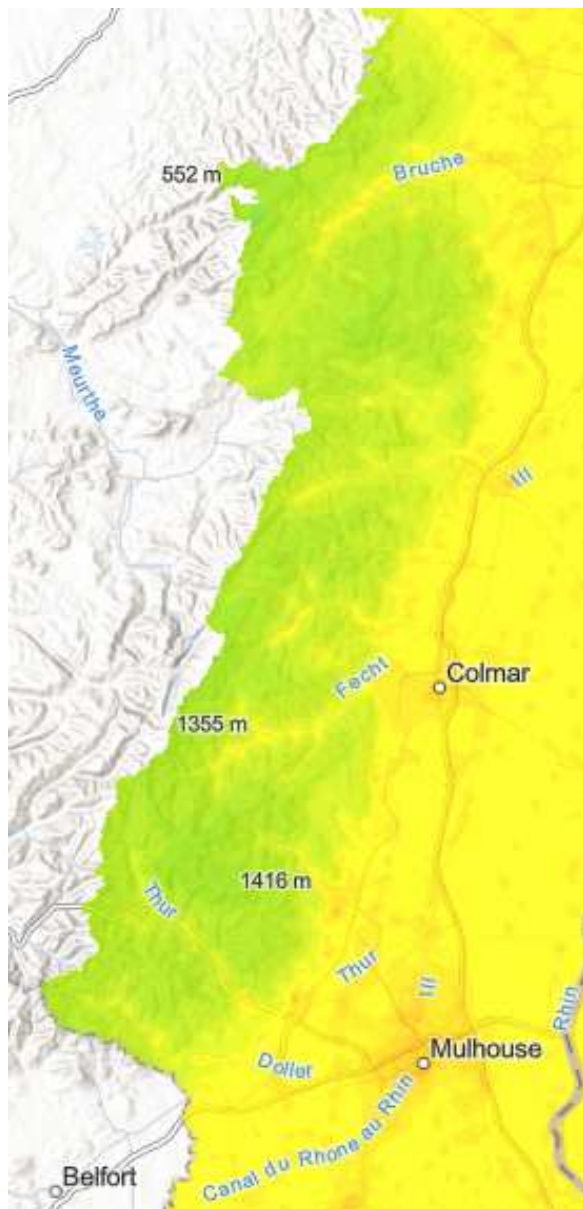
**Moyennes annuelles
de PM₁₀ en 2018**
**PM₁₀-Jahresmittelwerte
im Jahr 2018**





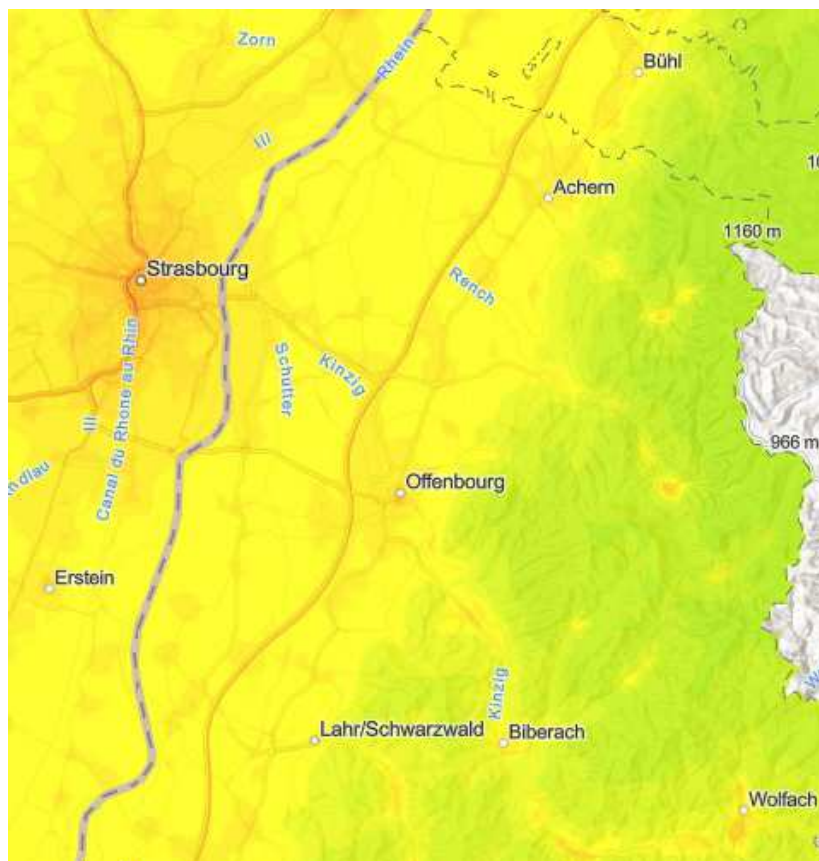
Karlsruhe et le nord de l'Alsace / Karlsruhe und Nordelsass

Des concentrations en particules PM₁₀ plus élevées sont observées sur Karlsruhe, ainsi que dans une moindre mesure dans les villages alsaciens susceptibles de se chauffer au bois. / Höhere Konzentrationen von PM₁₀-Feinstaub wurden in Karlsruhe und in geringerem Maße in elsässischen Dörfern beobachtet, die verstärkt Holzheizungen aufweisen.



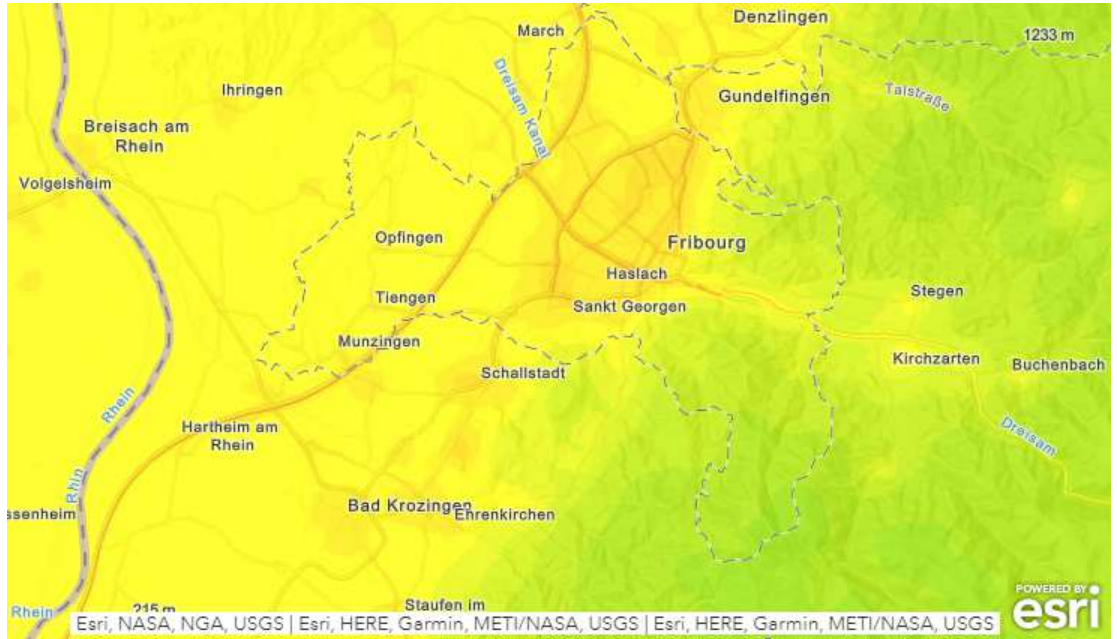
Colmar, Mulhouse et les vallées vosgiennes / Colmar, Mulhouse und die Vogesentäler

Colmar, Mulhouse et les vallées vosgiennes de la Bruche, de la Fecht et de la Thur sont mis en évidence avec des niveaux plus élevés en PM₁₀. / Colmar, Mulhouse und die Vogesentäler Bruche, Fecht und Thur weisen höhere Werte von PM₁₀-Feinstaub auf.



Valeur limite européenne
Europäischer Grenzwert

Valeur limite suisse et ligne directrice OMS
Schweizerischer Grenzwert und WHO-Richtwert

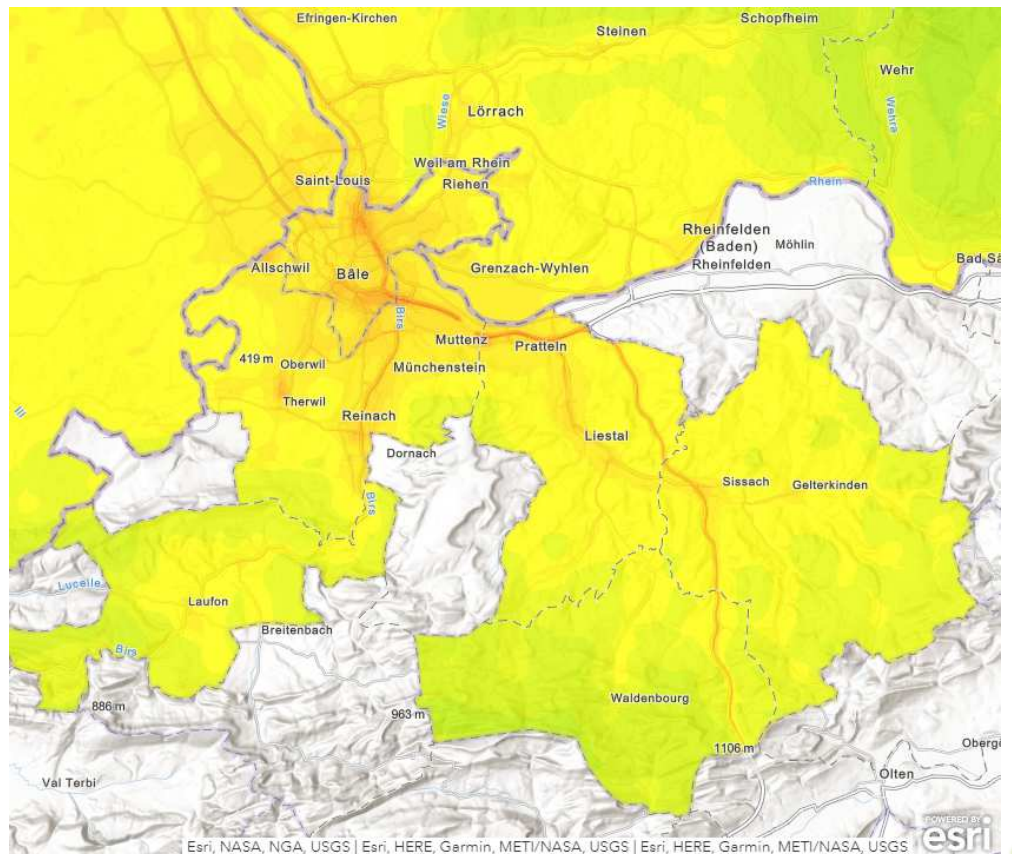


Fribourg et ses alentours / Freiburg und Umgebung

Le réseau routier urbain de Fribourg ainsi que l'autoroute 5 présentent les niveaux en particules PM₁₀ les plus élevés. / Das städtische Straßennetz von Freiburg und die Autobahn A 5 weisen die höchsten Werte von PM₁₀-Feinstaub auf.

**Zooms sur les cartes des moyennes annuelles de PM₁₀
Zooms der Karten der PM₁₀-Jahresmittelwerte**

La zone des Trois Frontières, l'Agglomération de Bâle / Das Dreiländereck, die Agglomeration Basel
Cette carte montre l'influence de Bâle et de ses axes structurants sur les niveaux de PM₁₀ de ce secteur frontalier actif. / Diese Karte zeigt den Einfluss von Basel und seiner Straßenzüge auf die PM₁₀-Belastung in diesem aktiven Grenzgebiet.



Strasbourg et Kehl, l'Eurodistrict / Straßburg und Kehl, der Eurodistrict

Gradient de concentration d'Ouest en Est, des zones urbaines de Strasbourg/Kehl vers les massifs montagneux, où la vallée de Kinzig est mise en évidence. / Konzentrationsgefälle von West nach Ost, von den städtischen Gebieten von Straßburg/Kehl bis zu den Höhenlagen mit Hervorhebung des Kinzig-tals.

Les particules fines PM_{2,5}

Les particules PM_{2,5} sont des particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres (millièmes de millimètre). Sur le territoire du Rhin Supérieur les sources importantes d'émissions de PM_{2,5} sont le secteur résidentiel et tertiaire et les transports routiers.

Selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Les valeurs limites réglementaires en vigueur sont les suivantes pour la moyenne annuelle : Allemagne et France : 25 µg/m³, Suisse : 10 µg/m³. La ligne directrice de l'Organisation Mondiale de la Santé est de 10 µg/m³ en moyenne annuelle.

Feinstaub PM_{2,5}

PM_{2,5} sind Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 2,5 Mikrometern. Im Oberrheingebiet sind die Hauptquellen der PM_{2,5}-Emissionen die Haushalte, der Dienstleistungssektor und der Straßenverkehr

Je nach ihrer Größe dringen die Partikel mehr oder weniger tief in die Lunge ein. Feinste Partikel können bei relativ geringen Konzentrationen die unteren Atemwege reizen und die gesamte Atemfunktion beeinträchtigen. Einige Partikel haben mutagene und karzinogene Eigenschaften.

Die geltenden gesetzlichen Grenzwerte sind für das Jahresmittel wie folgt: Deutschland und Frankreich: 25 µg/m³, Schweiz: 10 µg/m³. Der Richtwert der Weltgesundheitsorganisation beträgt 10 µg/m³ im Jahresmittel.

Analyse des résultats

Les concentrations en PM_{2,5} sont assez homogènes le long de la vallée du Rhin, variant généralement de 9 µg/m³ à 15 µg/m³, atteignant localement plus de 20 µg/m³ le long des axes routiers majeurs.

Les territoires de montagnes sont plus épargnés avec des niveaux n'excédant pas les 8 µg/m³ en moyenne annuelle à l'exception des principales vallées et de certaines zones habitées susceptibles d'être équipées de systèmes de chauffage principal ou d'appoint au bois.

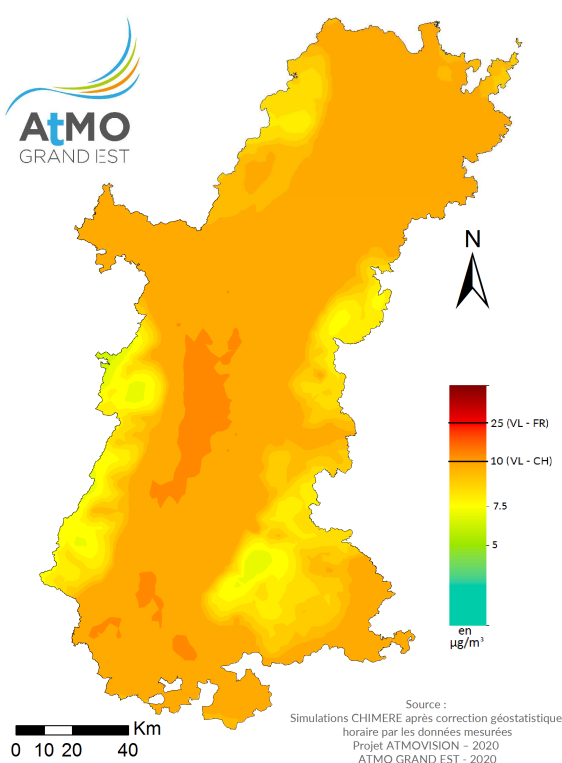
A l'échelle du Rhin Supérieur, 2950 km² seraient en exposés à un dépassement de la ligne directrice de l'Organisation Mondiale de la Santé fixée à 10 µg/m³ pour la moyenne annuelle, soit 14% du territoire.

Diskussion der Ergebnisse

Die PM_{2,5}-Konzentrationen sind entlang des Rheintals relativ homogen und liegen im Allgemeinen zwischen 9 µg/m³ und 15 µg/m³, wobei lokal entlang der Hauptverkehrsstraßen mehr als 20 µg/m³ erreicht werden.

Die Höhenlagen sind mit Werten von höchstens 8 µg/m³ im Jahresmittel geringer belastet. Ausnahmen hiervon sind die großen und stark befahrenen Täler und bestimmte besiedelte Gebiete, in denen die Haushalte überwiegend mit Holzheizsystemen als Haupt- oder Zusatzheizung ausgestattet sind.

Auf der Skala des Oberrheins weisen 2950 km² eine Überschreitung des Richtwertes der Weltgesundheitsorganisation von 10 µg/m³ auf. Dies bedeutet, dass 14% des Oberrheingebiets von einer Überschreitung betroffen sind.

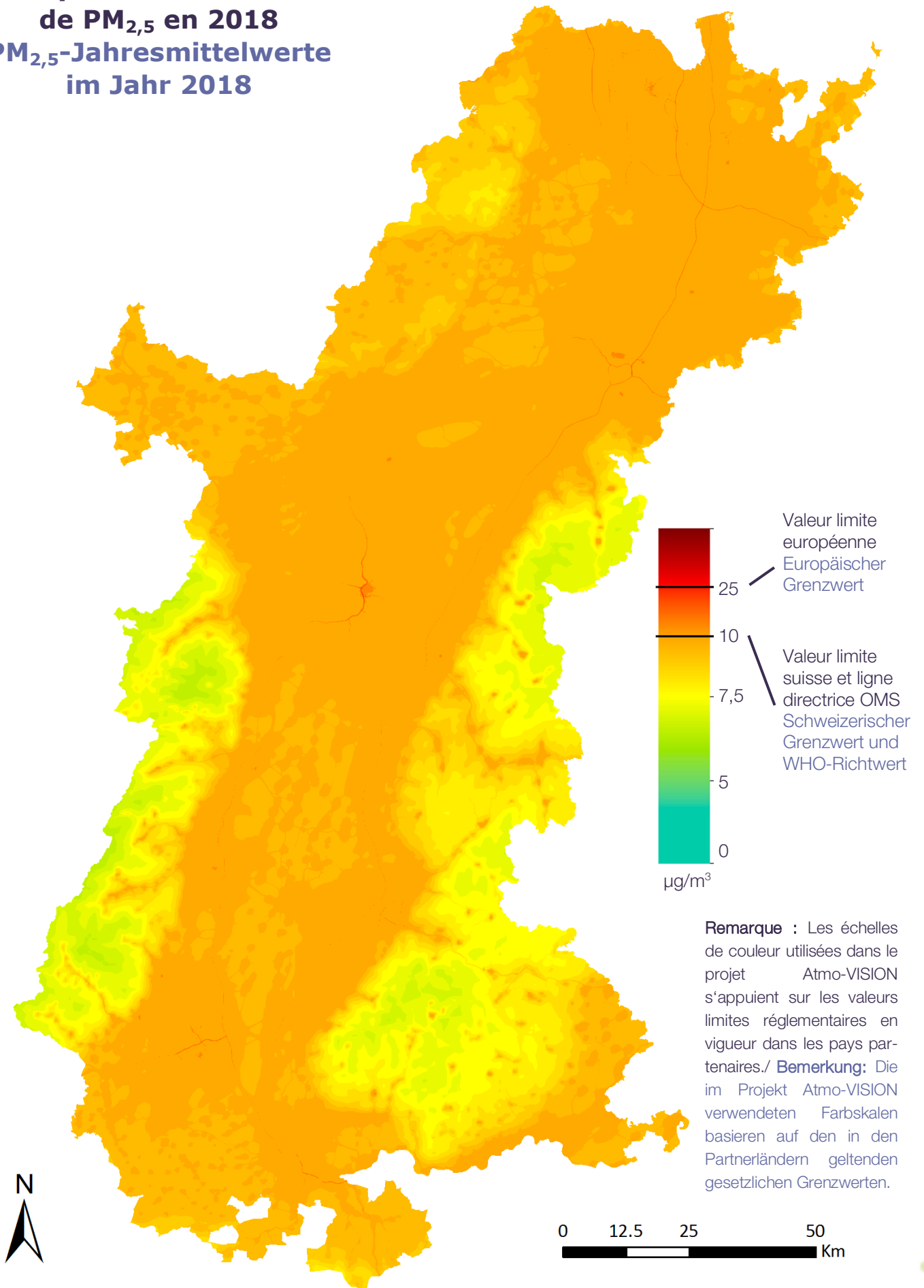


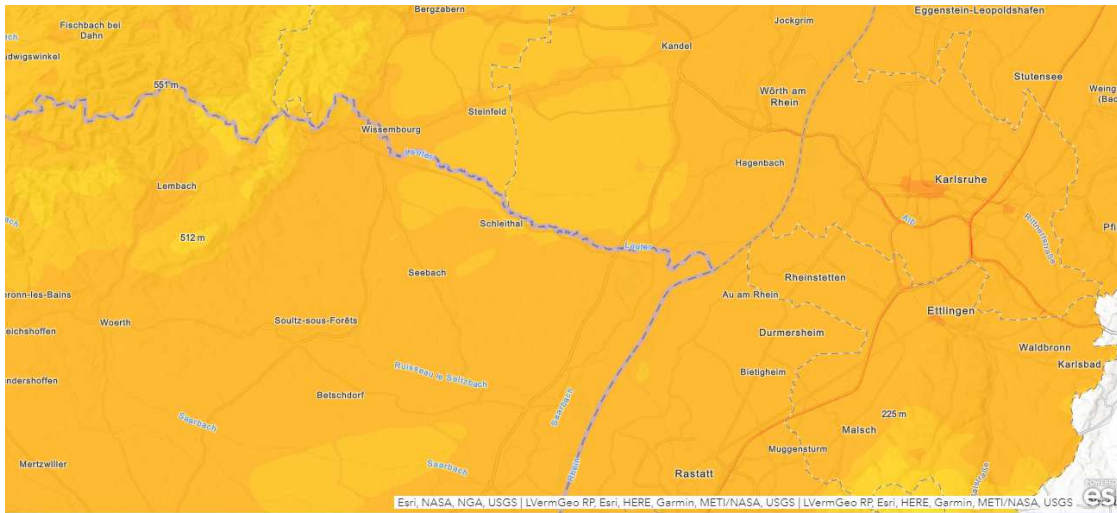
Moyennes annuelles de PM_{2,5} en 2018 PM_{2,5}-Jahresmittelwerte im Jahr 2018

Pour réaliser les cartes jusque 10 mètres de résolution, une modélisation intermédiaire à une résolution kilométrique a été nécessaire (carte de gauche).

Um Karten bis zu einer Auflösung von 10 Metern zu erstellen, war ein Zwischenschritt der Modellierung in einer Auflösung von einem Kilometer erforderlich (Karte links).

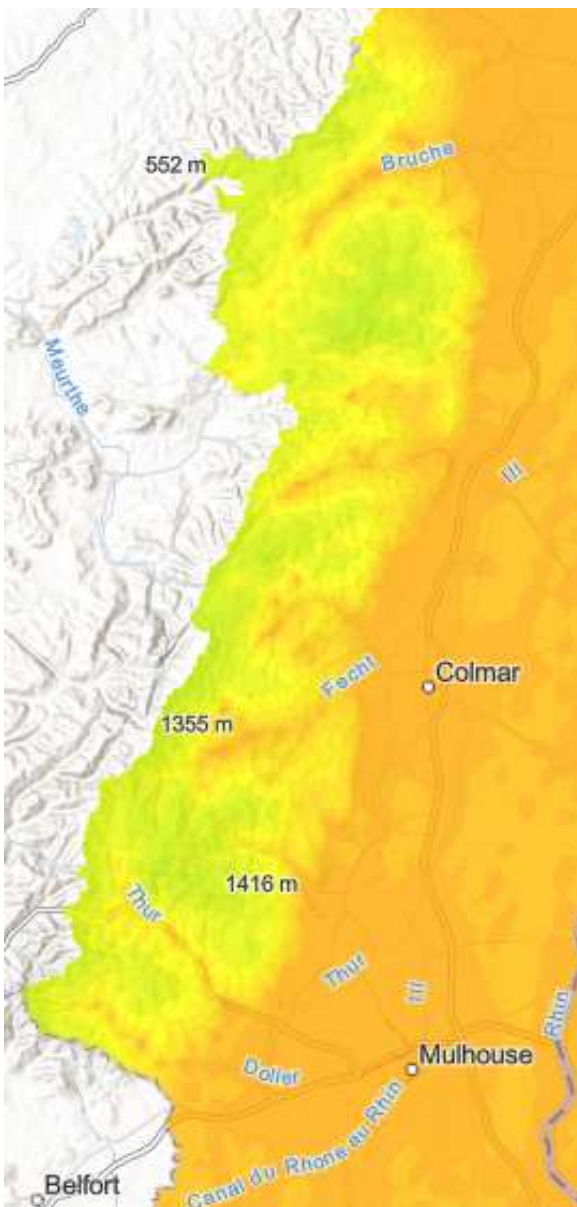
**Moyennes annuelles
de PM_{2,5} en 2018**
**PM_{2,5}-Jahresmittelwerte
im Jahr 2018**





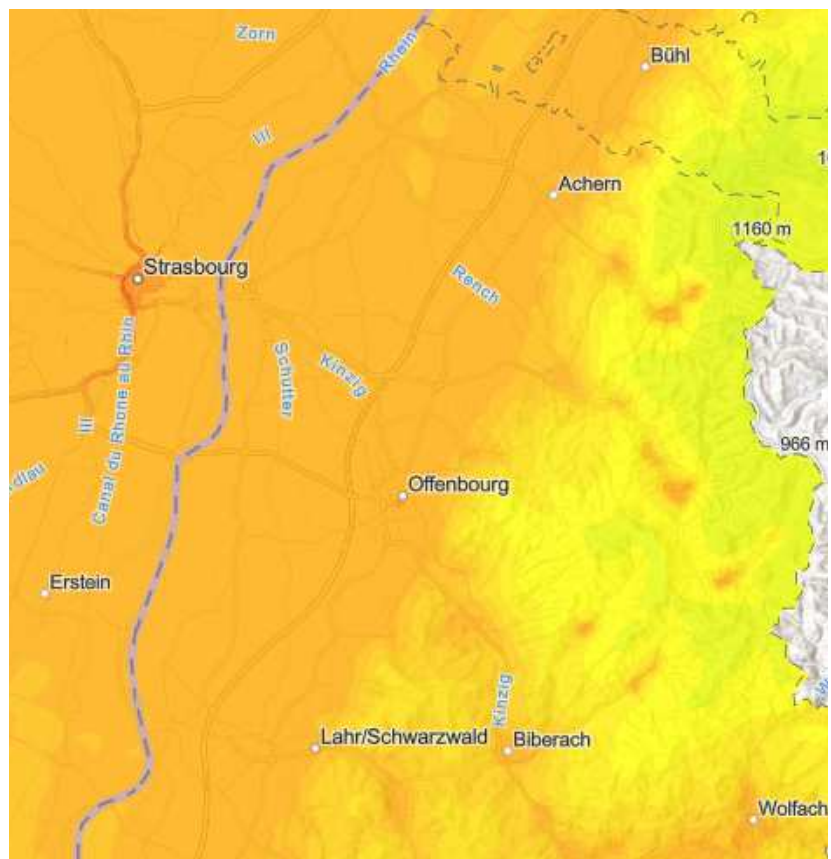
Karlsruhe et le nord de l'Alsace / Karlsruhe und Nordelsass

Cette partie du territoire est exposée à des niveaux en $PM_{2,5}$ assez homogènes, un peu plus élevés à proximité des axes majeurs de Karlsruhe ou les émissions issues du trafic se cumulent avec les autres contributions. / Dieser Teil des Gebiets zeigt vergleichsweise homogene $PM_{2,5}$ -Konzentrationen, etwas höher in der Nähe der Hauptverkehrsstraßen von Karlsruhe, wo sich die Emissionen aus dem Verkehr mit den Beiträgen aus anderen Quellen überlagern.



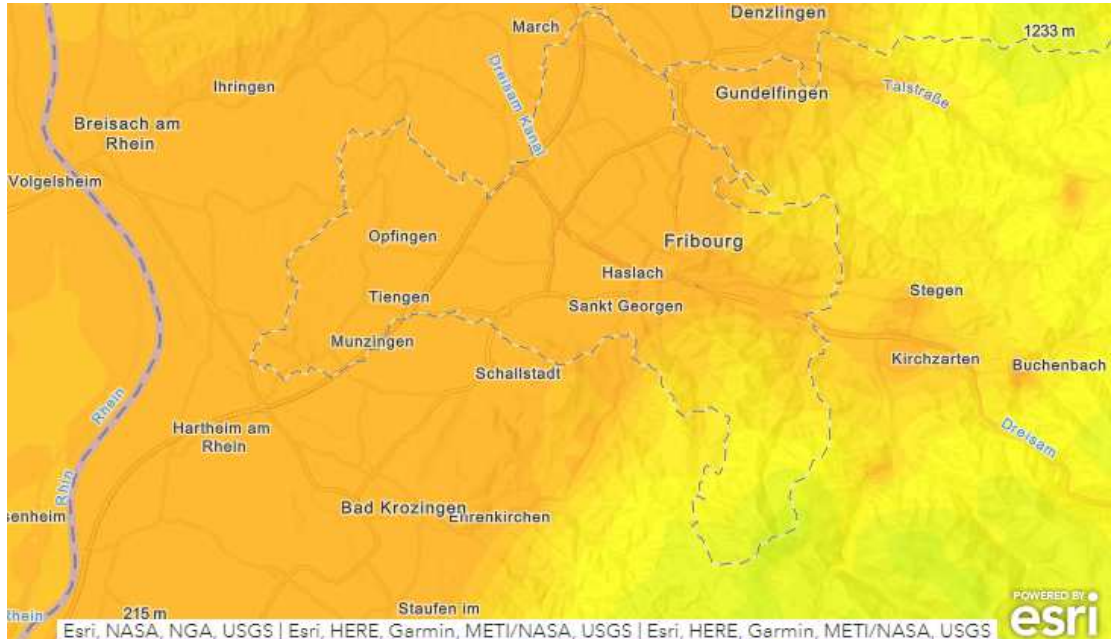
Colmar, Mulhouse et les vallées vosgiennes / Colmar, Mulhouse und die Vogesentäler

Si les sommets vosgiens sont moins exposés, les vallées de la Bruche, de la Fecht ou encore de la Thur connaissent des niveaux de $PM_{2,5}$ proches de ceux de la vallée du Rhin. / Während die Höhenlagen der Vogesen weniger exponiert sind, weisen die Täler von Bruche, Fecht und Thur $PM_{2,5}$ -Werte auf, die denen des Rheintals nahe kommen.



Valeur limite européenne
Europäischer Grenzwert

Valeur limite suisse et ligne directrice OMS
Schweizerischer Grenzwert und WHO-Richtwert



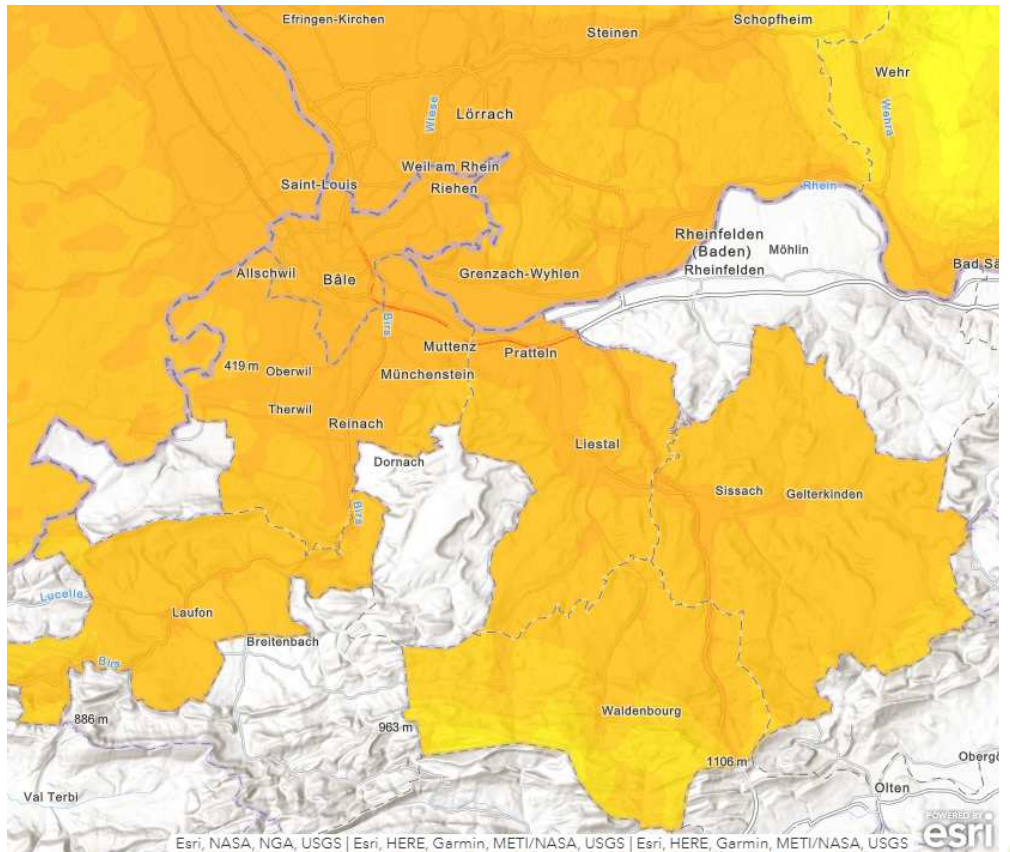
Fribourg et ses alentours / Freiburg und Umgebung

La carte met en évidence un contraste entre l'Ouest de Fribourg, et l'Est plus montagneux et plus préservé des niveaux élevés en PM_{2,5}. / Die Karte zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen dem Westen Freiburgs und den Höhenlagen östlich von Freiburg; einige Orte weisen dort auch erhöhte PM_{2,5}-Konzentration auf.

**Zooms sur les cartes des moyennes annuelles de PM_{2,5}
Zooms der Karten der PM_{2,5}-Jahresmittelwerte**

La zone des Trois Frontières, l'Agglomération de Bâle / Das Dreiländereck, die Agglomeration Basel

Le seuil des 10 µg/m³ en moyenne annuelle est approché voire dépassé sur la zone des Trois Frontières, a fortiori à proximité des axes majeurs de Bâle. / Der Grenzwert von 10 µg/m³ im Jahresmittel wird im Dreiländereck erreicht oder sogar überschritten, insbesondere in der Nähe der Hauptverkehrsachsen von Basel.



Strasbourg et Kehl, l'Eurodistrict / Straßburg und Kehl, der Eurodistrict

Cette carte montre qu'au-delà des agglomérations, les villages de montagne ne sont pas épargnés par la pollution aux PM_{2,5} provenant notamment du chauffage au bois. / Diese Karte zeigt, dass außerhalb der Agglomerationen die Tallagen des Schwarzwaldes auch eine erhöhte PM_{2,5}-Belastung aufweisen können, verursacht insbesondere durch Holzheizungen.

L'ozone

L'ozone est produit dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions chimiques complexes entre certains polluants primaires tels que les oxydes d'azote et les composés organiques volatils

La présence de ce gaz irritant peut provoquer toux, inconfort thoracique, essoufflement, irritations nasale et oculaire. Elle augmente aussi la sensibilisation aux pollens. Lorsque le niveau ambiant d'ozone augmente, dans les jours qui suivent, une hausse de l'ordre de 1 à 4% des indicateurs sanitaires (mortalité anticipée, admissions hospitalières, etc.), est observée.

La valeur cible réglementaire est de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. La ligne directrice de l'Organisation Mondiale de la Santé est de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8h.

Ozon

Ozon entsteht in der Atmosphäre unter dem Einfluss der Sonneneinstrahlung durch komplexe chemische Reaktionen der Vorläufersubstanzen (primäre Schadstoffe) wie Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen.

Das Vorhandensein dieses Reizgases kann zu Husten, Brustbeschwerden, Kurzatmigkeit, Nasen- und Augenreizungen führen. Es erhöht auch die Sensibilisierung gegenüber Pollen. Wenn die Ozonkonzentration in der Luft ansteigt, ist in den folgenden Tagen ein Anstieg der Indikatoren bezüglich der Gesundheit (vorzeitige Mortalität, Krankenhauseinweisungen usw.) in der Größenordnung von 1 bis 4% zu beobachten.

Der Zielwert beträgt in Frankreich und Deutschland $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als maximaler 8-Stunden-Mittelwert, wobei dieser Wert an nicht mehr als 25 Tagen pro Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre, überschritten werden darf. Der Richtwert der Weltgesundheitsorganisation beträgt $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den täglichen maximalen 8-Stunden-Mittelwert.

Analyse des résultats

La carte à dominante rouge témoigne d'un nombre de jours élevé de dépassements en ozone du seuil des $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures sur l'ensemble du Rhin Supérieur en 2018 : près de 99,7% du territoire a dépassé le seuil des 25 jours qui représente sur 3 ans la valeur cible à ne pas dépasser.

En comparaison des massifs montagneux, la vallée du Rhin a été plus exposée en raison de la présence des polluants précurseurs d'ozone et de températures potentiellement plus élevées.

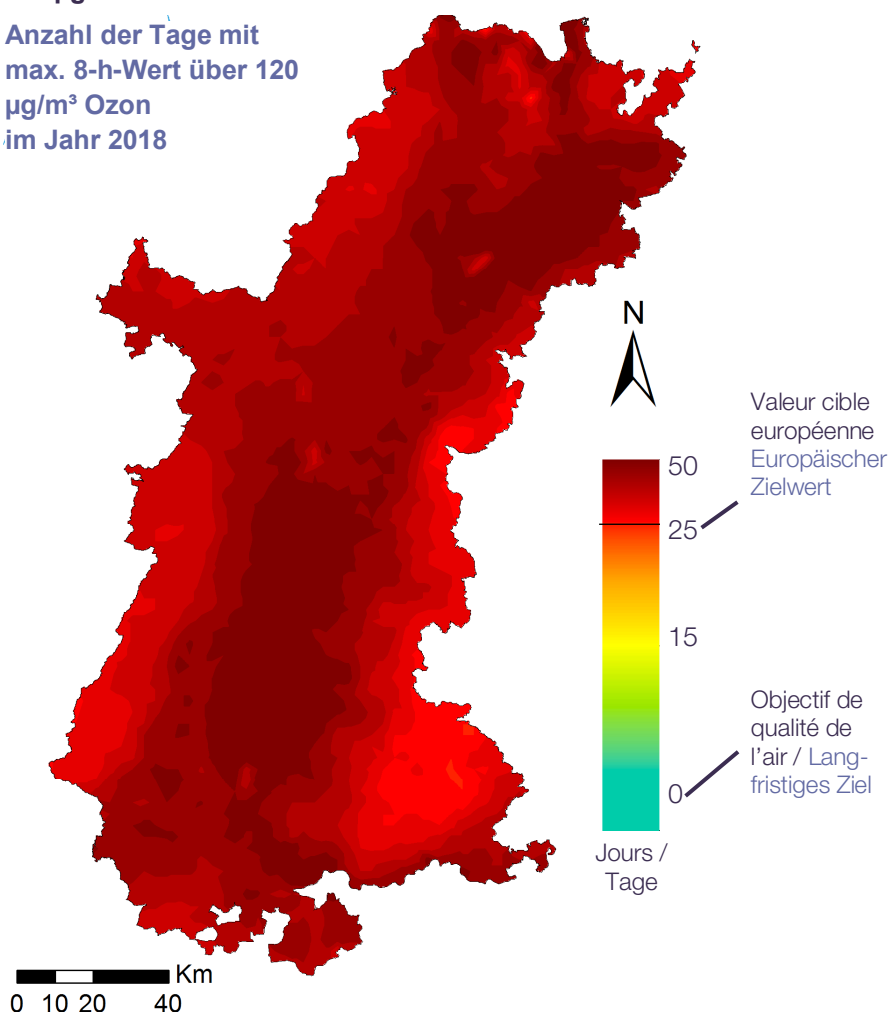
Analyse der Ergebnisse

Die überwiegend rot eingefärbte Karte zeigt eine hohe Anzahl von Tagen im Jahr 2018, an denen der Zielwert für Ozon von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als maximaler 8-Stunden-Mittelwert fast im gesamten Oberrheingebiet überschritten wurde: 99,7% des Gebietes verzeichnet an mehr als 25 Tagen eine Überschreitung des Zielwertes.

Im Vergleich zu den Höhenlagen ist das Rheintal aufgrund des Vorhandenseins von Ozonvorläufersubstanzen und den potenziell höheren Temperaturen stärker belastet.

Nombre de jours avec max des moy. hor. 8h au dessus de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en ozone en 2018

Anzahl der Tage mit max. 8-h-Wert über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon im Jahr 2018



Outils webs de consultation des cartes de concentrations

Les cartes détaillées montrent souvent les facteurs explicatifs tels que occupation des sols, densité de population etc.

Les cartes proposées ne s'arrêtent pas aux frontières et permettent de dépasser des représentations régionales ou nationales tout en étant plus précises, à haute résolution, que des cartes nationales à l'échelle européenne.

Les applications web sont bilingues et les données peuvent alimenter des programmes locaux.

Webtools über die räumliche Darstellung der Luftqualität

Die hochaufgelösten kartographischen Darstellungen zeigen oft auch die erklärenden Faktoren wie Flächennutzung, Bevölkerungsdichte usw.

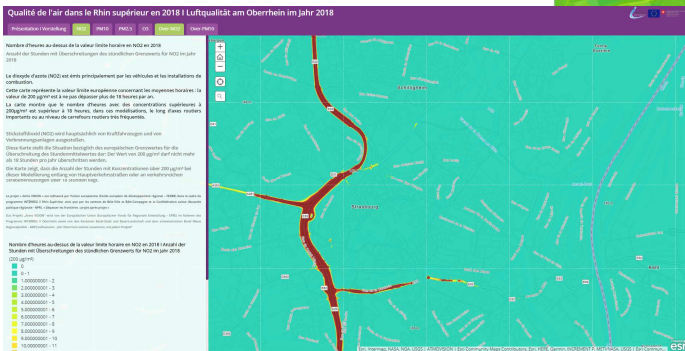
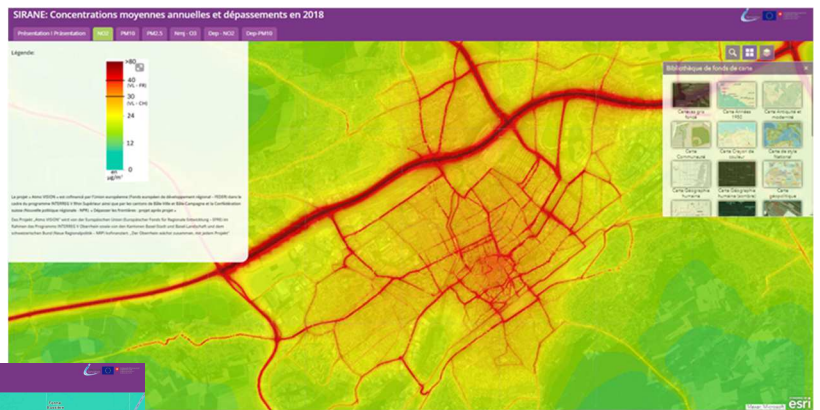
Die nun erstellten Karten erlauben den Blick über die Grenze. Diese Art der Zusammenstellung mit einer hohen Auflösung erfolgte erstmalig. Diese Karten sind genauer als die nationalen Karten im europäischen Maßstab.

Die Webapplikationen sind zweisprachig aufgebaut. Die Daten speisen auch andere Programme.

A partir de la page d'accueil, des onglets permettent de choisir le polluant et la grandeur souhaités.

Chaque représentation trouve en effet sa pertinence en fonction du secteur d'activité et de l'objectif recherché.

Auf der Startseite kann der Nutzer zwischen verschiedenen Luftschadstoffen und Kenngrößen auswählen. Je nach Fragestellung kann die gewünschte Darstellung gewählt werden.



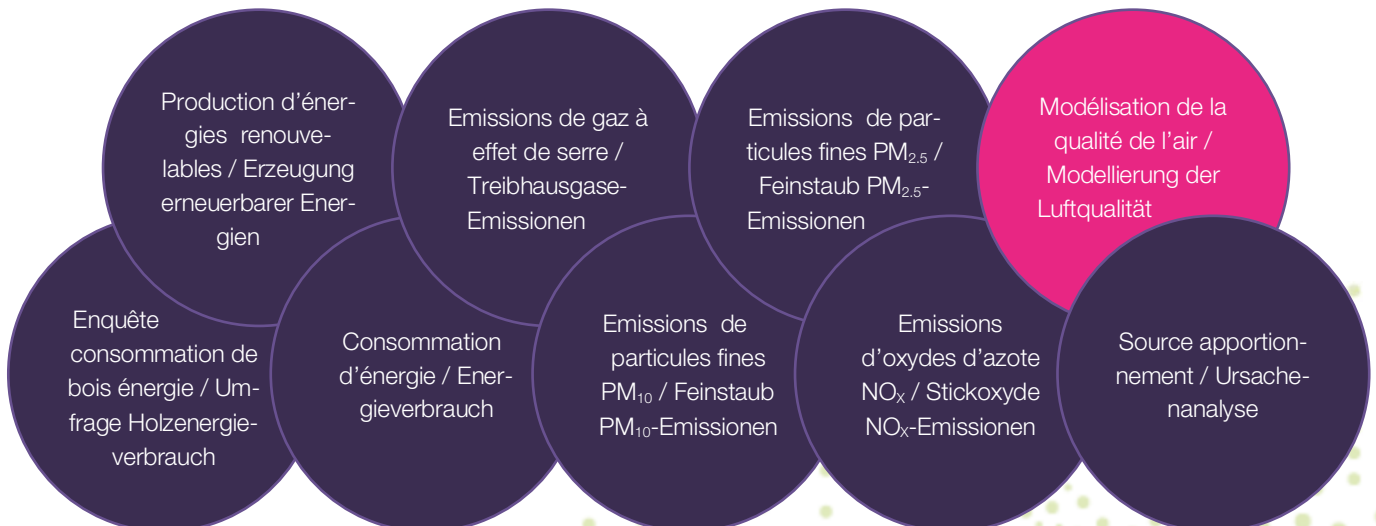
D'autres grandeurs sont disponibles comme des percentiles pour le NO₂ ou les PM₁₀. Des zooms sont possibles. De courts textes explicatifs bilingues aident l'utilisateur à comprendre et interpréter les cartes.

Weitere Kenngrößen wie Perzentile für NO₂ oder PM₁₀ sind verfügbar. Außerdem sind Zooms möglich. Kurze zweisprachige Erläuterungstexte helfen dem Nutzer die Karten zu verstehen und zu interpretieren.

Accès aux outils webs / Zugang zu den Webtools:

www.atmo-vision.eu

Rubrique « Etat des lieux » / Kapitel « Stand der Luftbelastung »



LE PROGRAMME D'AGGLOMERATION DE BAËLE DAS AGGLOMERATIONS- PROGRAMM BASEL

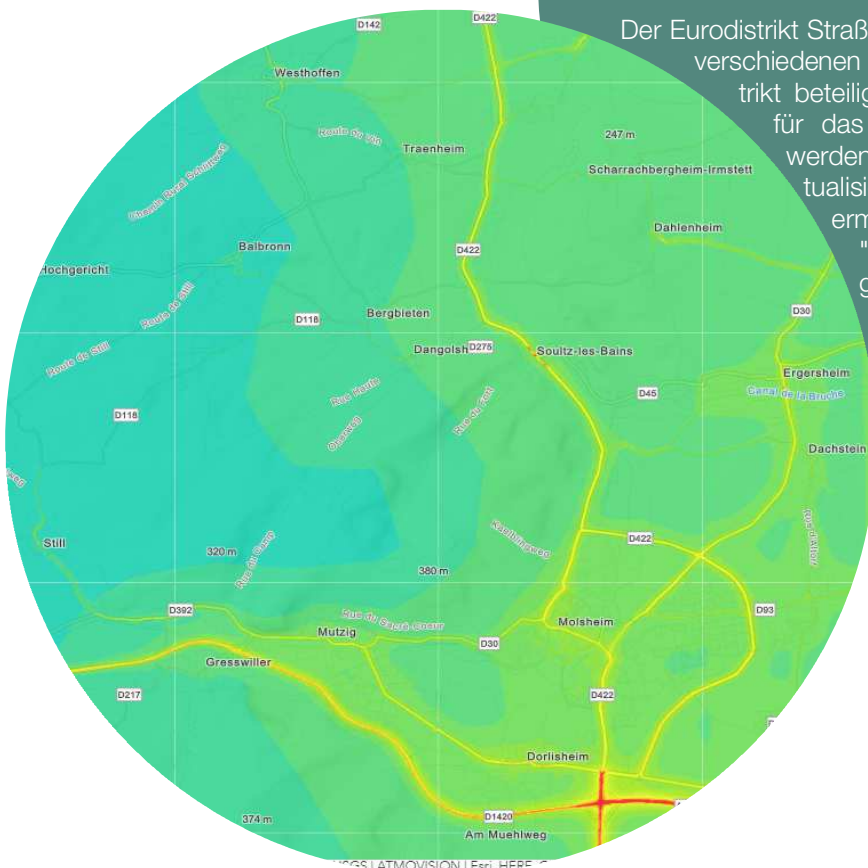
La quatrième génération de programmes d'agglomération est actuellement préparée par le bureau Aggloprogramm de Bâle et sera soumise à la Confédération suisse pour examen d'ici le 15 juin 2021. Les travaux sont menés en étroite consultation avec les représentants des autorités régionales de Suisse, d'Allemagne et de France. Des sections partielles des cartes d'immission du projet Atmo-Visions sont utilisées pour illustrer la pollution de l'environnement par les polluants atmosphériques dans l'agglomération de Bâle.

Die vierte Generation der Agglomerationsprogramme wird momentan durch die Geschäftsstelle Aggloprogramm Basel erarbeitet und dem schweizerischem Bund bis am 15. Juni 2021 zur Prüfung eingereicht. Die Arbeiten erfolgen in enger Abstimmung mit den Vertretern der Gebietskörperschaften in der Schweiz, in Deutschland und in Frankreich. Für die Darstellung der Umweltbelastung mit Luftschadstoffen in der Agglomeration Basel werden Teilausschnitte der Immissionskarten des Projekts Atmo-VISION verwendet.

L'EURODISTRICT DER EURODISTRIKT STRASBOURG-ORTENAU

L'Eurodistrict Strasbourg-Ortenau dispose de cartographies du territoire sur des thématiques variées. Il participe par ailleurs au projet Karto-District pour lequel les cartes issues d'Atmo-VISION sont utilisées. Le projet Atmo-VISION a permis la mise à jour de l'outil web Atmo-IDEE dédié à la thématique „qualité de l'air et industrie“.

Der Eurodistrict Straßburg-Ortenau bietet vielfältige Karten zu verschiedenen Themen für das Gebiet an. Der Eurodistrict beteiligt sich auch am Projekt Karto-District, für das Karten von Atmo-VISION verwendet werden. Das Projekt Atmo-VISION hat die Aktualisierung des Web-Tools Atmo-IDEE ermöglicht, das dem Thema "Luftqualität und Industrie" gewidmet ist.



APPORTS D'ATMO-VISION POUR LES OUTILS ET LES DONNEES DE MODELISATION

ATMO-VISION— VERWENDUNG DER MODELLE(ERGEBNISSE) FÜR WEITERE ZWECKE

PERSPECTIVES MOYEN TERME MITTELFRISTIGE AUSBLICKE

Des développements sont envisagés pour produire des prévisions quotidiennes cartographiées à haute résolution sur un grand territoire, aussi avec intégration de données de microcapteurs.

Weitere Entwicklungen sind geplant, um tägliche Vorhersagen zu erstellen, die in hoher Auflösung über ein großes Gebiet dargestellt werden, auch mit der Nutzung von Mikrosensoren.

PERSPECTIVES COURT TERME KURZFRISTIGE AUSBLICKE

Les outils et méthodologies développés dans le cadre du projet Atmo-VISION, qui permettent de couvrir à haute résolution des zones jusque ici encore jamais finement cartographiées (vallées vosgiennes ou de Forêt Noire, petites villes, axes routiers en campagne) vont être déployés sur d'autres territoires à commencer par la région Grand Est en France.

Die im Rahmen des Projekts Atmo-VISION entwickelten Instrumente und Methoden, die eine hochauflösende Darstellung von Gebieten ermöglicht, die zuvor noch nie so hoch aufgelöst dargestellt wurden (Vogesen oder Schwarzwaldtäler, Kleinstädte, Landstraßen), werden auch in anderen Gebieten eingesetzt, beginnend mit der gesamten Region Grand Est in Frankreich.

OUTILS POUR LE RHIN SUPÉRIEUR TOOLS FÜR DEN OERRHEIN

Les outils sont dédiés à être manipulés par des professionnels (institutions, administrations, enseignement, recherche, etc.) ou des particuliers (associations, étudiants, etc.) à des fins de sensibilisation, planification, etc.

Die Werkzeuge sind dazu bestimmt, von Fachleuten (Institutionen, Verwaltungen, Lehre, Forschung usw.) oder Einzelpersonen (Vereine, Studierende usw.) zu Zwecken der Sensibilisierung, Planung usw. verwendet zu werden.



ATMOVISION

ATMO Grand Est
5 rue de Madrid
67300 Schiltigheim
Tél. +33 (0)3 88 19 26 66
contact@atmo-grandest.eu
www.atmo-vision.eu