

Evaluation d'actions d'amélioration de la qualité de l'air dans le Rhin supérieur

Bewertung von Verbesserungsmaßnahmen der Luftqualität im Oberrheingebiet

ATMOVISION

INTERREG V RHIN SUPÉRIEUR - OBERRHEIN



Lufthygieneamt beider Basel



Strasbourg.eu
eurométropole

Grand Est
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE
L'Europe s'invente chez nous

BASEL
LANDSCHAFT

Kanton Basel-Stadt



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



ETB Eurodistrict Trinational de Bâle
TEB Trinationaler Eurodistrict Basel



Eurodistrict
PAMINA



Rheinland-Pfalz
LANDESAMT FÜR UMWELT

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG



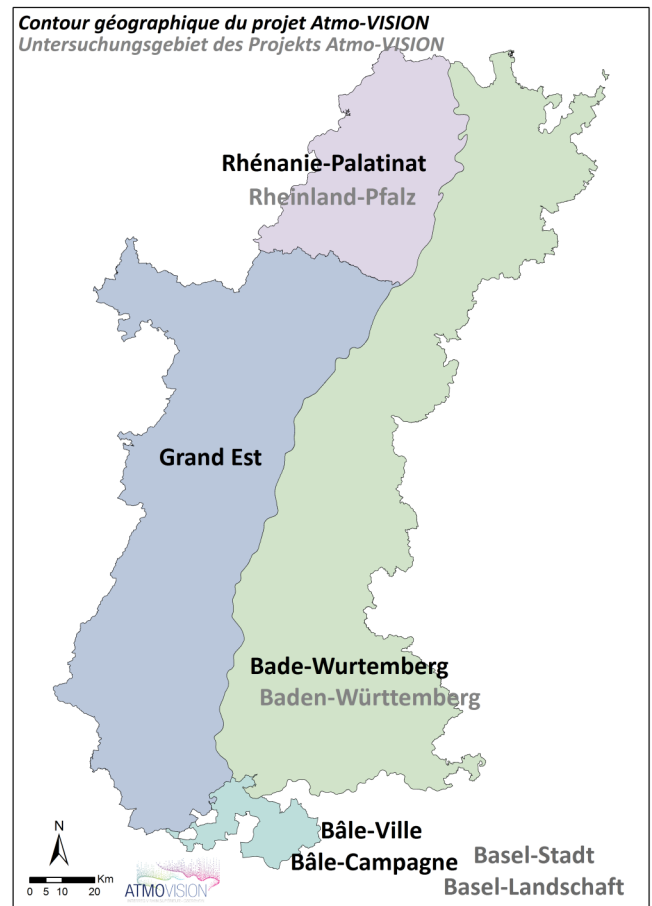
La zone d'étude d'Atmo-VISION / Das Gebiet Atmo-VISION

La zone d'étude Atmo-VISION comprend l'espace trinational du Rhin supérieur, limitée 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 INT-EN-003

Indice 1, 31/05/2021

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 / Layout

ATMO Grand Est

Impression / Druck

OBR

Crédits photos / Bildnachweis

ATMO Grand Est, LHA, EIFER,
Büro Lohmeyer, Karlsruhe 2019

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.



COMMENT IDENTIFIER ET ÉVALUER DES ACTIONS D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR ?

Les échanges lors du projet Atmo-VISION ont permis de réaliser une veille transfrontalière sur les actions déjà éprouvées ou envisagées pour améliorer la qualité de l'air, réduire les émissions de gaz à effet de serre, ou réduire la consommation d'énergie et en augmenter la part produite à partir de sources renouvelables.

Certaines actions listées par le projet n'ont pas pour but principal d'améliorer la qualité de l'air, et auraient un impact peu visible à ce sujet. Mais pour évaluer les actions ayant pour objectif d'améliorer la qualité de l'air, les deux approches ci-dessous sont possibles :

- Le **source apportement** permet de connaître les contributions géographiques, sectorielles et énergétiques. Il permet donc d'identifier les leviers d'action et de prioriser les problématiques à traiter pour relever les défis air-climat-énergie.
- La **simulation d'actions précises ou de scénarios** permet d'en connaître les impacts sur les concentrations, ce qui est une donnée d'entrée importante pour que les gestionnaires des actions puissent évaluer les coûts et bénéfices.

Cette brochure présente la façon dont certains leviers d'actions ont été identifiés et dont certaines actions précises ont été évaluées dans le cadre du projet Atmo-VISION.

WIE KÖNNEN MAßNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DER LUFTQUALITÄT IDENTIFIZIERT UND BEWERTET WERDEN?

Der Austausch im Rahmen des Projekts Atmo-VISION ermöglichte eine grenzüberschreitende Zusammenstellung von bereits durchgeführten oder geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität, zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen oder zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Erhöhung des Anteils aus erneuerbaren Energiequellen.

Einige im Projekt aufgeführten Maßnahmen zielen nicht hauptsächlich auf die Verbesserung der Luftqualität ab und hätten in dieser Hinsicht kaum sichtbare Auswirkungen. Aber, um die Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität zu bewerten, sind folgende zwei Ansätze möglich:

- Die **Quellenaufteilung** ermöglicht es, die geografischen, sektoriellen und energetischen Beiträge zu identifizieren. Sie ermöglicht es daher, die Hebel für Maßnahmen zu identifizieren und die Themen zu priorisieren, die angegangen werden müssen, um die Herausforderungen im Bereich Luft-Klima-Energie zu bewältigen.
- Die **Simulation spezifischer Maßnahmen oder Szenarien** liefert Informationen über die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf die Konzentrationen. Dies ist ein wichtiges Ergebnis für die Verantwortlichen, um die Kosten und den Nutzen zu bewerten.

In dieser Broschüre wird dargestellt, wie einige Maßnahmen identifiziert und einige spezifische Aktionen im Rahmen des Projekts Atmo-VISION bewertet wurden.

L'identification des leviers d'action sur la qualité de l'air par source apportionnement

Pour identifier les leviers d'actions, l'évaluation des contributions géographiques, sectorielles et énergétiques aux niveaux de pollution a été réalisée avec l'outil CAMx (Comprehensive Air Quality Model with Extensions) qui est un modèle de chimie-transport atmosphérique développé par RAMBOLL ENVIRON.

Grâce à la méthode PSAT (Particulate Source Apportionment Technology), qui utilise des traceurs réactifs, l'outil permet de suivre dans le temps et l'espace, tout au long des processus physico-chimique en jeu, les particules primaires, les précurseurs gazeux de particules secondaires et également les particules secondaires une fois formées.

Davantage d'informations sont à retrouver dans la brochure « Origine géographique, sectorielle et énergétique de la pollution de l'air dans le Rhin Supérieur ».

L'évaluation de l'impact d'une action par modélisation

Le principe de l'évaluation d'une action par modélisation en mode scénarisation est le suivant : établir un diagnostic initial de la qualité de l'air pour lequel le modèle est validé, puis relancer l'outil de modélisation avec les nouvelles hypothèses afin d'évaluer l'impact de l'action sur la qualité de l'air par comparaison au diagnostic initial.

Deux outils de modélisation ont été utilisés dans le cadre du projet ATMO Vision :

- SIRANE développé par le Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique de l'Ecole Centrale de Lyon, qui est un modèle 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.
- MISKAM (Microscale Climate and Dispersion Model) qui est un modèle tridimensionnel de flux et de dispersion pour la modélisation à petite échelle, qui permet la prise en compte d'un environnement bâti complexe en 3D.

Pour certaines actions ayant un impact probablement faible sur les concentrations, une évaluation en termes d'émissions et d'énergie est suffisante.

Die Identifizierung von Maßnahmen für Verringerung der Luftbelastung – nach Quellenbeitrag

Um die Maßnahmen zu identifizieren, wurde die Bewertung der geografischen, sektoriellen und energetischen Beiträge zur Luftbelastung mit dem CAMx-Tool (Comprehensive Air Quality Model with Extensions) durchgeführt, einem von RAMBOLL ENVIRON entwickelten atmosphärischen Chemie-Transport-Modell.

Dieses Werkzeug ermöglicht es, über die PSAT-Methode (Particulate Source Apportionment Technology), die reaktive Tracer verwendet, Primärpartikel, gasförmige Vorläufer von Sekundärpartikeln und auch einmal gebildete Sekundärpartikel durch die in Frage kommenden physikalisch-chemischen Prozesse räumlich und zeitlich zu verfolgen.

Weitere Informationen finden Sie in der speziellen Broschüre "Geografische, sektorale und energetische Herkunft der Luftverschmutzung am Oberrhein".

Bewertung der Auswirkungen einer Aktion mit Modellierung

Das Prinzip der Bewertung einer Maßnahme durch Modellierung im Szenariomodus ist wie folgt: eine Ausgangsdiagnose der Luftqualität wird berechnet, für die das Modell validiert ist. Dann wird das Modellierungswerkzeug mit den Minderungsannahmen neu verwendet, um die Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität durch Vergleich mit der Ausgangsdiagnose zu bewerten.

Im Projekt ATMO-Vision wurden zwei Modellierungswerkzeuge verwendet:

- SIRANE, entwickelt vom Labor für Strömungsmechanik und Akustik der Ecole Centrale de Lyon, ist ein Modell, das für die Darstellung der Luftqualität in einer städtischen Umgebung und in der Nähe von Schadstoffquellen mit einer Auflösung in der Größenordnung von 10 Metern geeignet ist
- MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell), das ein dreidimensionales Strömungs- und Ausbreitungsmodell für die kleinräumige Modellierung ist, das die Berücksichtigung einer komplexen 3D-Bebauung ermöglicht.

Für Maßnahmen, die nur einen geringen Einfluss auf die Konzentrationen haben, reicht eine Bewertung anhand der Emissions- und Energieänderung.

Dioxyde d'azote (NO₂) : identification des leviers d'action par source apportement

L'étude de l'origine géographique du dioxyde d'azote sur les périodes de niveaux élevés considérées, met en évidence l'importance du levier d'action local.

Le dioxyde d'azote simulé provient majoritairement des activités du Rhin Supérieur, et pour un territoire donné, les résultats montrent l'impact important des émissions locales, c'est-à-dire issues du territoire étudié lui-même.

Par exemple, sur le territoire de Fribourg en moyenne sur les 5 périodes étudiées, 80% du NO₂ simulé provient des activités du Rhin supérieur, et 51% des activités de Fribourg.


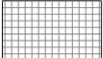

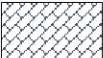







L'étude de l'origine sectorielle et énergétique du dioxyde d'azote montre quant à elle très clairement la pertinence d'actions portant sur le **transport routier**.

Ce secteur contribue à lui seul pour près de la moitié aux concentrations simulées. Les flux de véhicules légers ainsi que les flux de poids lourds sont les plus impactants.

Dans une moindre mesure, les secteurs énergie/industrie/déchets et résidentiel/tertiaire, avec en particulier l'utilisation de combustibles gaz et produits pétroliers, apparaissent également comme des secteurs à leviers d'action pertinents pour réduire les concentrations de dioxyde d'azote.

Légende des diagrammes circulaires : origine sectorielle et énergétique en couleur et origine géographique au sein du Rhin-Supérieur en motif. / *Legende für die Tortendiagramme: sektorielle und energetische Herkunft in Farbe und geografische Herkunft innerhalb des Oberrheins als Muster.*

<i>Biotiques</i>	1	Biotic	No energy
<i>Résidentiel_tertiaire_hors_energie</i>	2	Residential and tertiary	No energy
<i>Résidentiel_tertiaire_produits_pétroliers</i>	3		Oil products
<i>Résidentiel_tertiaire_gaz</i>	4		gas
<i>Résidentiel_tertiaire_bois</i>	5		wood
<i>Résidentiel_tertiaire_autres_energies</i>	6		Other energies
<i>Industrie_energie_dechets_hors_energie</i>	7		Energy - Industry - Waste
<i>Industrie_energie_dechets_hors_enr</i>	8	No Renewable energy	
<i>Industrie_energie_dechets_enr</i>	9	Renewable energy	
<i>Agriculture_combustion</i>	10	Agriculture - combustion	All energies
<i>Agriculture_elevage</i>	11	Agriculture - livestock	No energy
<i>Agriculture_culture_travail_du_sol</i>	12	Agriculture - culture - tillage	No energy
<i>Agriculture_culture_epandage_engrais</i>	13	Agriculture - cultivation - fertilizer application	No energy
<i>Agriculture_culture_autres</i>	14	Agriculture - culture - others	No energy
<i>Transports_routiers_PL_hors_energie</i>	15	Road transport Truck	No energy
<i>Transports_routiers_PL_energie</i>	16		All energies
<i>Transports_routiers_VUL_hors_energie</i>	17	Road transport commercial vehicles	No energy
<i>Transports_routiers_VUL_energie</i>	18		All energies
<i>Transports_routiers_VL_2R_hors_energie</i>	19	Road transport - light vehicles - two wheels	No energy
<i>Transports_routiers_VL_2R_energie</i>	20		All energies
<i>Autres_transports</i>	21	Other transport (train - plane - etc.)	All energies

	Strasbourg (STG)
	Mulhouse (MUL)
	Alsace hors / Elsass ohne STG et/und MUL
	Karlsruhe (KA)
	Freiburg (FR)
	Baden ohne/sans KA, MA und/et FR
	Basel-Stadt/ Bâle-Ville
	Basel-Landschaft/ Bâle-Campagne
	Mannheim (MA) - Ludwigshafen (LU)
	Pfalz/Palatnat ohne/hors LU
	Außerhalb Gebiet/ hors domaine Atmo-VISION

Stickstoffdioxid (NO₂): Identifizierung von Aktionshebeln über die Quellenzuordnung

Die Untersuchung der geografischen Herkunft des Stickstoffdioxids über die betrachteten Zeiträume mit hohen Werten unterstreicht die Bedeutung des **lokalen Handlungshebels**.

Das simulierte Stickstoffdioxid stammt hauptsächlich aus den Aktivitäten des Oberrheins, und für ein bestimmtes Gebiet zeigen die Ergebnisse den wichtigen Einfluss der lokalen Emissionen, d. h. aus dem untersuchten Gebiet selbst.

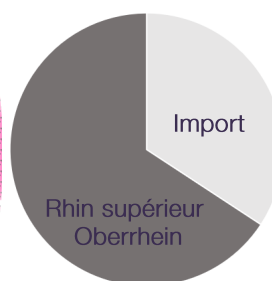
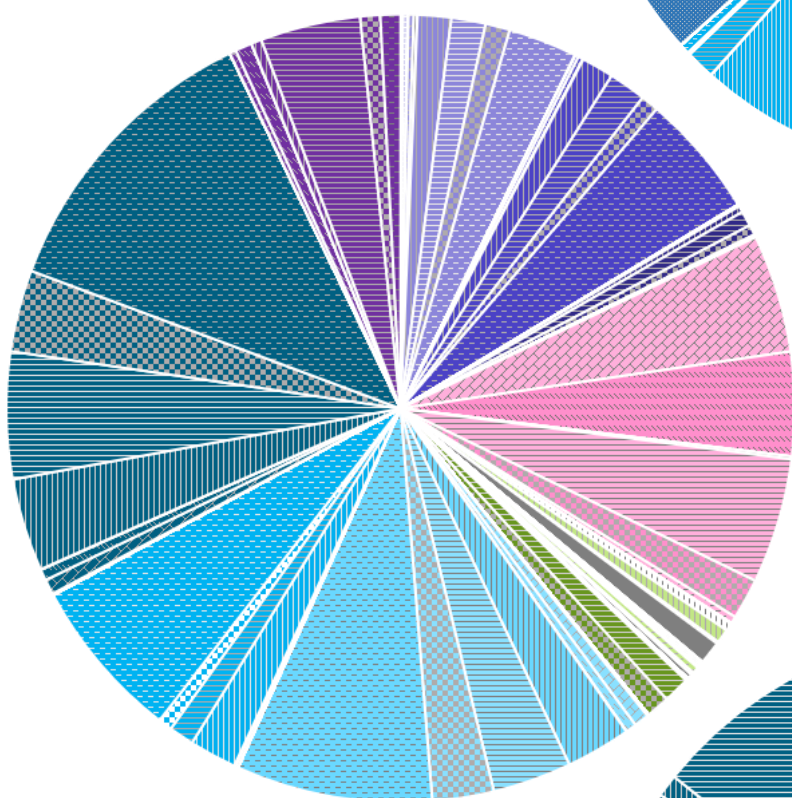
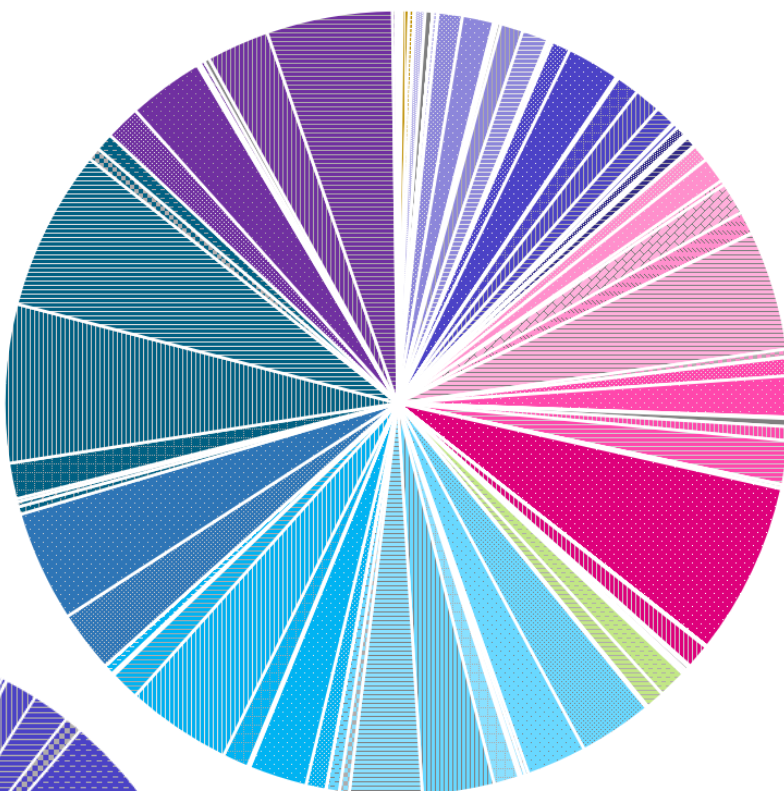
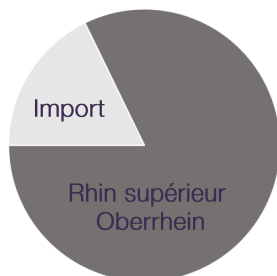
Für das Gebiet Freiburg stammen im Mittel der 5 untersuchten Zeiträume 89 % des simulierten NO₂ aus Aktivitäten am Oberrhein und 47 % aus Aktivitäten in Freiburg.

Die Untersuchung der sektoriellen und energetischen Herkunft von Stickstoffdioxid zeigt deutlich die Relevanz von Maßnahmen im **Straßenverkehr**.

Dieser Sektor allein trägt fast die Hälfte der modellierten Konzentrationen bei. Sowohl die Leichtverkehr (Pkw und leichte Nutzfahrzeuge) als auch die schweren Nutzfahrzeugen haben die größten Auswirkungen.

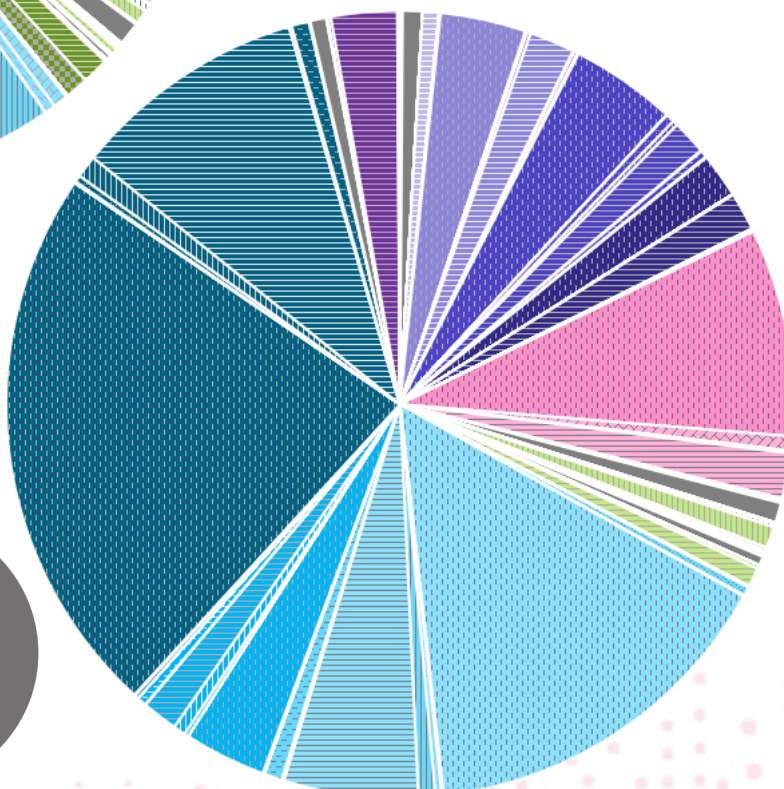
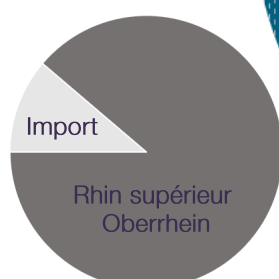
In geringerem Maße scheinen auch die Sektoren Energie/Industrie/Abfallbehandlung und Haushalte/Dienstleistungen mit Gas- und Ölprodukten relevante Hebel für Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffdioxidkonzentrationen zu sein.

Origine sectorielle, énergétique et géographique du dioxyde d'azote simulé du 18 au 21 octobre 2018 sur le territoire de Bâle-Ville, hors import de pollution en provenance de l'extérieur du Rhin Supérieur. / Sektorielle, energetische und geographische Herkunft des Stickstoffdioxids (modelliert) vom 18. bis 21. Oktober 2018 für Basel-Stadt, ohne Schadstoffimporte von außerhalb des Oberrheins.



Origine du dioxyde d'azote simulé du 07 au 09 février 2018 à Strasbourg, hors import de pollution de l'extérieur du Rhin Supérieur. / Herkunft des Stickstoffdioxids (modelliert) vom 07. bis 09. Februar 2018 für Straßburg, außer Schadstoffimporte.

Origine sectorielle, énergétique et géographique du dioxyde d'azote simulé les 22 et 23 novembre 2018 sur le territoire de Fribourg, hors import de pollution en provenance de l'extérieur du Rhin Supérieur. / Sektorielle, energetische und geographische Herkunft des Stickstoffdioxids (modelliert) am 22. und 23. November 2018 für den Raum Freiburg, ohne Schadstoffimporte von außerhalb des Oberrheins.



Particules fines PM_{2,5} : identification des leviers d'action par source apportionment

L'étude de l'origine géographique des particules PM_{2,5} met en évidence l'influence majoritaire des **apports extérieurs** au Rhin supérieur. Ainsi sur le territoire de Karlsruhe, le levier d'action associé au Rhin Supérieur porte au mieux sur un tiers des niveaux de PM_{2,5} sur les cinq périodes étudiées. Les particules PM_{2,5} « voyagent » plus que le NO₂, et l'analyse de l'origine géographique du polluant montre l'**influence exercée** par chacun des 10 territoires étudiés dans le Rhin Supérieur sur les **territoires voisins**. Ces résultats encouragent à envisager des périmètres d'action larges pour maximiser les bénéfices.

Les particules PM_{2,5} sont par ailleurs **multi-sources**. Parmi les secteurs et combustibles à cibler prioritairement, le chauffage bois dans le résidentiel/ tertiaire est mis en évidence sur les périodes hivernales étudiées. Pour illustration, le bois de chauffage utilisé à Bâle mais également sur les territoires voisins français et allemands a contribué pour plus du tiers aux PM_{2,5} simulées à Bâle-Ville du 07 au 08 février 2018. Le secteur agricole ressort également à travers les activités d'élevage et d'épandage d'engrais, émettrices de précurseurs de particules. Sur la période d'octobre étudiée, le secteur agricole a ainsi contribué à 41% des PM_{2,5} simulées sur le territoire de Mulhouse. Enfin, les secteurs du transport routier (combustion et usure des pneus/freins) et énergie/industrie/déchets complètent la liste des secteurs à leviers d'action pertinents.

Légende des diagrammes circulaires : origine sectorielle et énergétique en couleur et origine géographique au sein du Rhin-Supérieur en motif. / *Legende für die Tortendiagramme: sektorielle und energetische Herkunft in Farbe und geografische Herkunft innerhalb des Oberrheins als Muster.*

Biotiques	1	Biotic	No energy
Résidentiel tertiaire hors énergie	2	Residential and tertiary	No energy
Résidentiel tertiaire produits pétroliers	3		Oil products
Résidentiel tertiaire gaz	4		gas
Résidentiel tertiaire bois	5		wood
Résidentiel tertiaire autres énergies	6		Other energies
Industrie énergie déchets hors énergie	7		Energy - Industry - Waste
Industrie énergie déchets hors enr	8	No Renewable energy	
Industrie énergie déchets enr	9	Renewable energy	
Agriculture combustion	10	Agriculture - combustion	All energies
Agriculture élevage	11	Agriculture - livestock	No energy
Agriculture culture travail du sol	12	Agriculture - culture - tillage	No energy
Agriculture culture épandage engrais	13	Agriculture - cultivation - fertilizer application	No energy
Agriculture culture autres	14	Agriculture - culture - others	No energy
Transports routiers PL hors énergie	15	Road transport Truck	No energy
Transports routiers PL énergie	16		All energies
Transports routiers VUL hors énergie	17	Road transport commercial vehicles	No energy
Transports routiers VUL énergie	18		All energies
Transports routiers VL 2R hors énergie	19	Road transport - light vehicles - two wheels	No energy
Transports routiers VL 2R énergie	20		All energies
Autres transports	21	Other transport (train - plane - etc.)	All energies

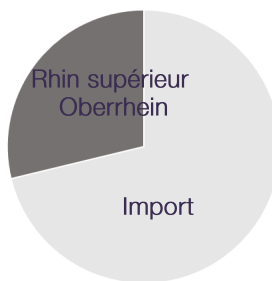
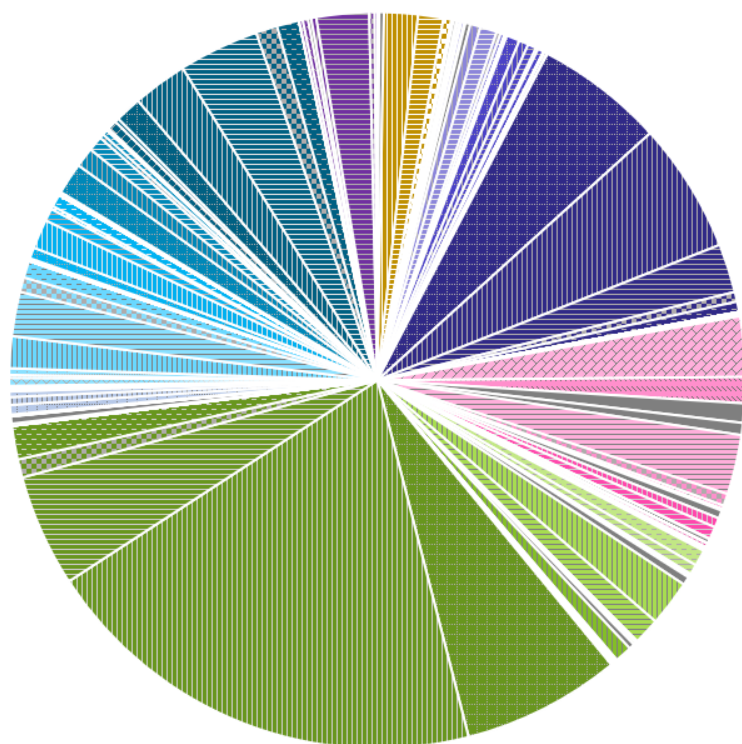
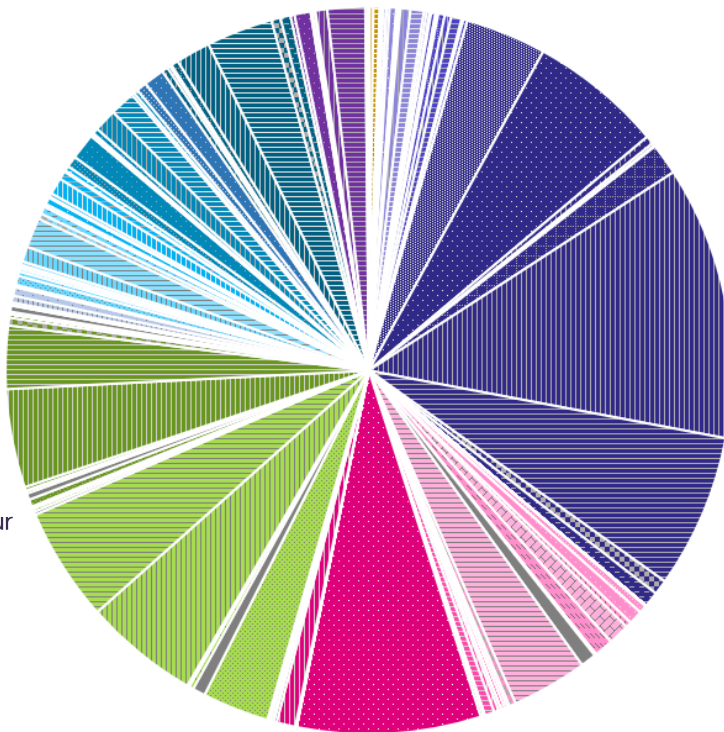
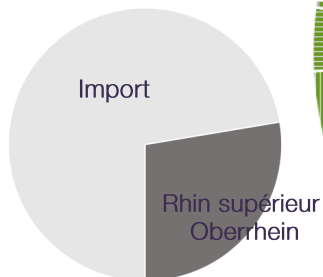
	Strasbourg (STG)
	Mulhouse (MUL)
	Alsace hors / Elsass ohne STG et/und MUL
	Karlsruhe (KA)
	Freiburg (FR)
	Baden ohne/sans KA, MA und/et FR
	Basel-Stadt / Bâle-Ville
	Basel-Landschaft / Bâle-Campagne
	Mannheim (MA) - Ludwigshafen (LU)
	Pfalz/Palatnat ohne/hors LU
	Außerhalb Gebiet / hors domaine Atmo-VISION

Feinstaub PM_{2,5}: Identifizierung von Handlungshebeln über die Quellenzuordnung

Die Untersuchung der geographischen Herkunft der PM_{2,5}-Partikel zeigt den großen Einfluss der **Beiträge von außerhalb** des Oberrheins. So stammen im Raum Karlsruhe über die fünf untersuchten Zeiträume bestenfalls ein Drittel der PM_{2,5}-Belastung aus dem Oberrhein. PM_{2,5}-Partikel "reisen" mehr als NO₂, und die Analyse der geographischen Herkunft des Schadstoffs zeigt den **Einfluss**, den jedes der 10 festgelegten Gebiete am Oberrhein auf die **benachbarten Gebiete** ausübt. Diese Ergebnisse ermutigen dazu, einen größeren Aktionsradius in Betracht zu ziehen, um den Nutzen einer Maßnahme zu erhöhen.

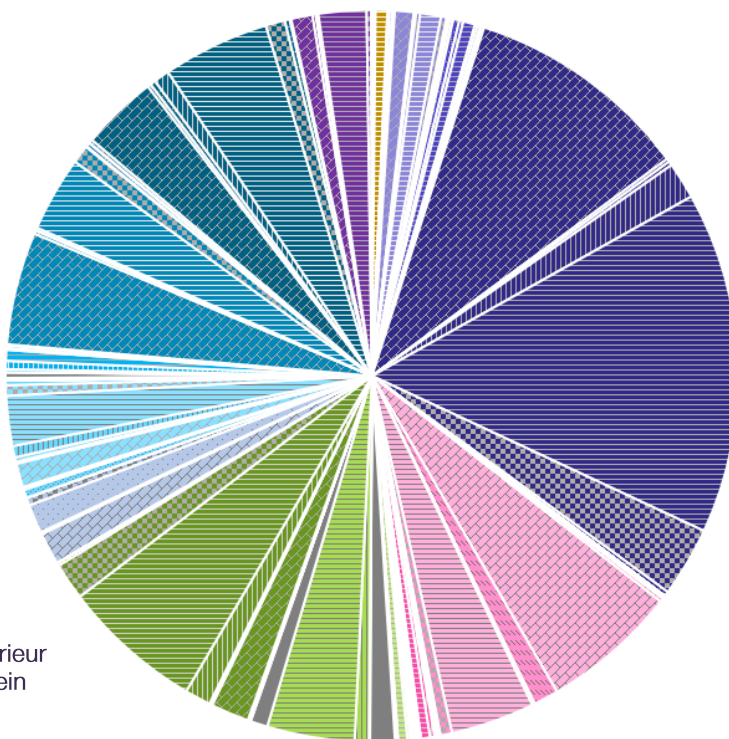
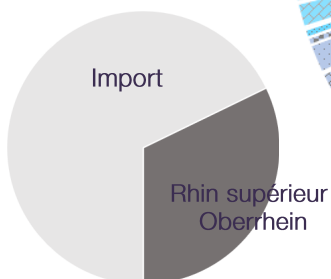
Außerdem stammen PM_{2,5}-Feinstäube aus **mehreren Quellen**. Die Holzheizung im Sektor der Haushalte und Dienstleistungen wird in den untersuchten Winterperioden hervorgehoben. So trugen Holzheizungen, die in Basel, aber auch in den benachbarten französischen und deutschen Gebieten betrieben werden, zu mehr als einem Drittel zu den simulierten PM_{2,5}-Werten in Basel-Stadt vom 07. bis 08. Februar 2018 bei. Der landwirtschaftliche Sektor zeichnet sich auch durch Viehzucht und Düngerausbringung aus, die Partikelvorläuferstoffe emittieren. Während des untersuchten Zeitraums im Oktober trug dieser Sektor zu 41 % des in Mulhouse Feinstaub PM_{2,5} (modelliert) bei. Schließlich vervollständigen der Straßenverkehr (Verbrennung und Reifenverschleiß/Bremsen) und der Sektor Energie/Industrie/Abfallbehandlung die Liste der relevanten Sektoren.

Origine sectorielle, énergétique et géographique des particules PM_{2.5} simulées du 07 au 09 février 2018 sur le territoire de Bâle-Ville, hors import de pollution en provenance de l'extérieur du Rhin Supérieur. / Sektorielle, energetische und geografische Herkunft der Feinstaub PM_{2.5}, die vom 07. bis 09. Februar 2018 für Basel-Stadt simuliert wurden, ohne Schadstoffimporte von außerhalb des Oberrheins.



Origine des particules PM_{2.5} simulées du 18 au 21 octobre 2018 sur le territoire de Mulhouse, hors imports. / Herkunft der Feinstaub PM_{2.5}, die vom 18. bis 21. Oktober 2018 für den Raum Mulhouse simuliert wurden, ohne Schadstoffim-

Origine sectorielle, énergétique et géographique des particules PM_{2.5} simulées les 22 et 23 novembre 2018 sur le territoire de Karlsruhe, hors import de pollution en provenance de l'extérieur du Rhin Supérieur. / Sektorielle, energetische und geografische Herkunft der PM_{2.5}-Partikel, die am 22. und 23. November 2018 für den Raum Karlsruhe simuliert wurden, ohne Schadstoffimporte von außerhalb des Oberrheins.



Evaluation d'une Zone à Faibles Emissions

La mise en œuvre d'une restriction de circulation à l'échelle du Rhin Supérieur sur les véhicules pré-Euro6 diesel et véhicules pré-Euro5 essence selon les hypothèses de l'encart ci-dessous, entrainerait une baisse des émissions du transport routier de 75% pour les NO_x, 19% pour les PM₁₀ et 27% pour les PM_{2,5}.

Les gains les plus importants en concentration sont simulés dans les centres urbains et à proximité des axes structurants, là où sont majoritairement observés les niveaux les plus élevés. Ces gains peuvent dépasser 20 µg/m³ en NO₂ et 5 µg/m³ en particules PM₁₀ et PM_{2,5}.

Cette action aurait un impact très favorable sur l'exposition de la population, avec une diminution des surfaces exposées à un dépassement réglementaire ou à un dépassement de valeur guide OMS de :

- Respectivement 90% et 96% pour les seuils de 30 µg/m³ et 40 µg/m³ en NO₂
- Respectivement 66% et 96% pour les seuils de 40 µg/m³ en PM₁₀ et 25 µg/m³ en PM_{2,5}
- Respectivement 13% et 16% pour les seuils de 20 µg/m³ en PM₁₀ et 10 µg/m³ en PM_{2,5}

A noter qu'il subsisterait malgré tout encore des dépassements de normes européennes et de lignes directrices de l'OMS.

Bewertung einer Umweltzone

Die Umsetzung einer oberrheinweiten Verkehrsbeschränkung für Euro5-Diesel- und Euro4-Benzin-Fahrzeuge und älter gemäß den in dem nachstehenden Rahmen dargestellten Annahmen würde zu einem Rückgang der Straßenverkehrs-emissionen um 75 % für NO_x, 19 % für PM₁₀ und 27 % für PM_{2,5} führen.

Die höchsten Konzentrationsabnahmen werden in städtischen Zentren und in der Nähe von Hauptverkehrsstraßen simuliert, wo die meistens auch höchsten Werte zu beobachten sind. Diese Abnahmen können 20 µg/m³ bei NO₂ und 5 µg/m³ bei PM₁₀ und PM_{2,5} überschreiten.

Diese Maßnahme würde sich sehr günstig auf die Bevölkerungsexposition auswirken, mit einer Verringerung der Bereiche mit Überschreitung der gesetzlichen Vorschriften oder des WHO-Richtwerts von:

- 90% bzw. 96% für die Schwellenwerte von 30 µg/m³ und 40 µg/m³ in NO₂
- 66 % bzw. 96 % für die Schwellenwerte von 40 µg/m³ in PM₁₀ und 25 µg/m³ in PM_{2,5}
- 13 % bzw. 16 % für die Schwellenwerte von 20 µg/m³ in PM₁₀ und 10 µg/m³ in PM_{2,5}

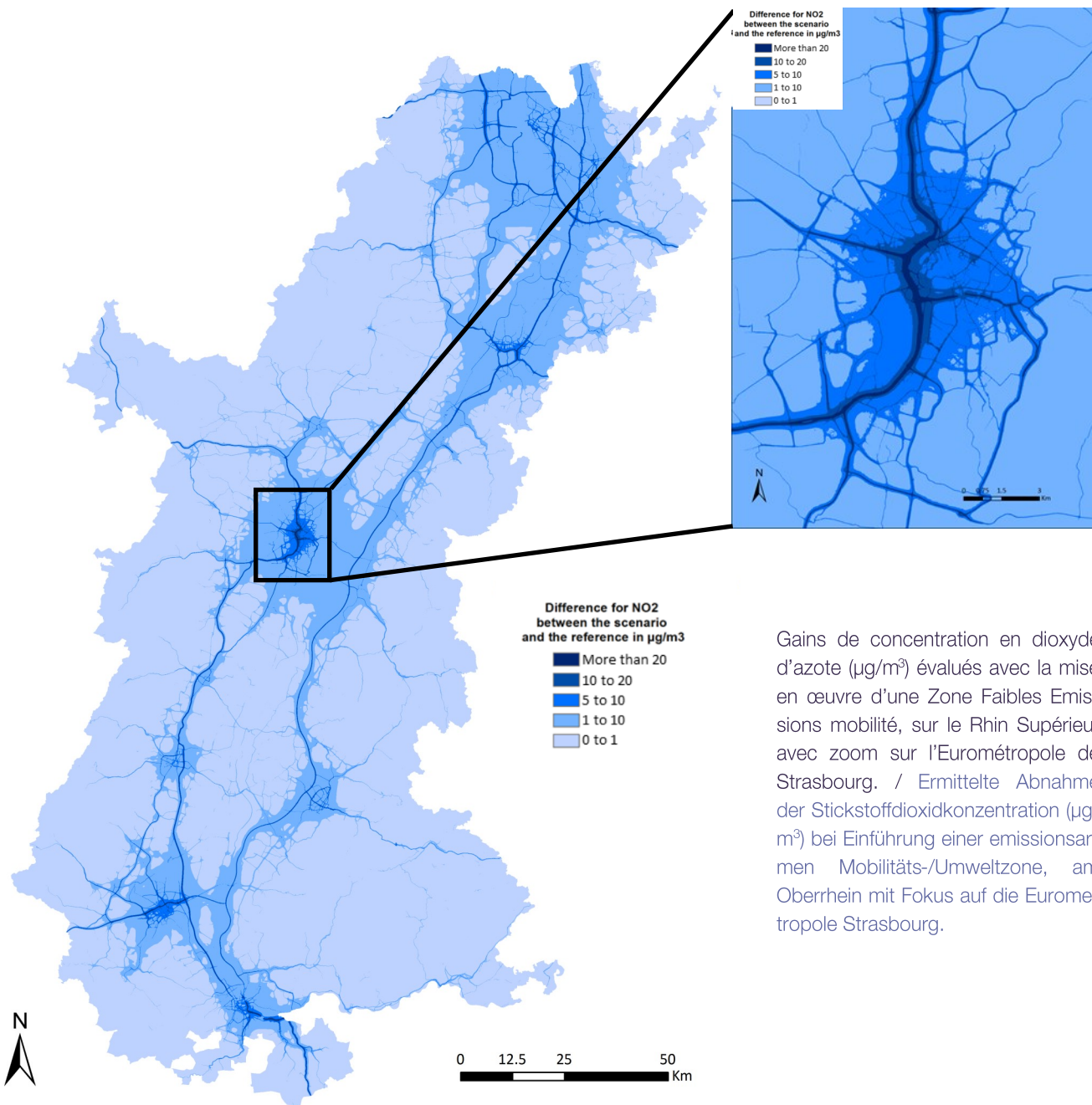
Es ist anzumerken, dass trotz allem die europäischen Grenzwerte und die WHO-Richtlinien immer noch überschritten würden.

Hypothèses du scénario :

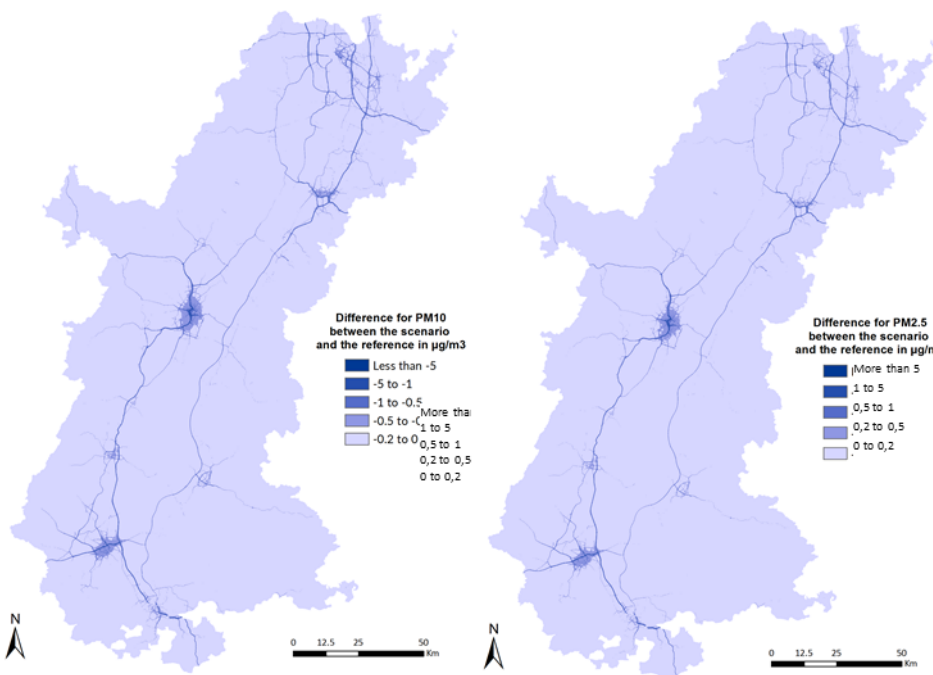
- Pour les véhicules particuliers (VP) :
 - 60% des pré EURO6 diesel sont remplacés par des EURO6 diesel, 10% par des EURO6 GNV, 10% par des EURO6 électriques, il y a 10% de fraude et 10% de report modal.
 - 60% des pré EURO6 essence sont remplacés par des EURO6 essence, 10% par des EURO6 GNV, 10% par des EURO6 électriques, il y a 10% de fraude et 10% de report modal.
- Pour les poids lourds (PL) : 90% des pré-EURO6 diesel sont remplacés par des EURO6 diesel et il y a 10% de fraude (qui restent inchangés en pré-EURO6).
- Pour les véhicules utilitaires légers VUL :
 - 90% des pré EURO6 diesel sont remplacés par des EURO6 diesel + 10% fraude,
 - et 90% des pré EURO5 essence sont remplacés par des EURO6 essence + 10% fraude.
- Pour les bus : 10% des pré EURO6 sont remplacés par des EURO6 diesel, 45% par des EURO6 GNV et les 45% restants par des EURO6 électriques.
- Pour les cars : 50% des pré EURO6 sont remplacés par des EURO6 diesel et 50% par des EURO6 électriques.

Szenario-Annahmen:

- Für Personenfahrzeuge (Pkw):
 - 60 % der Dieselfahrzeuge vor EURO6 werden durch EURO6 -Diesel ersetzt, 10 % durch EURO6-CNG, 10 % durch EURO6-Elektrofahrzeuge, es gibt 10 % Nicht-Beachtung und 10 % Verkehrsverlagerung.
 - 60 % der Vor-EURO5-Benzinfahrzeuge werden durch EURO6-Benzinfahrzeuge ersetzt, 10 % durch EURO6-CNG-Fahrzeuge, 10 % durch EURO6-Elektrofahrzeuge, es gibt 10 % Nicht-Beachtung und 10 % Verkehrsverlagerung.
- Für schwere Nutzfahrzeuge (sNfz): 90 % der Vor-EURO VI-Diesel werden durch EURO VI-Diesel ersetzt und es gibt 10 % Nicht-Beachtung (der bei Vor-EURO VI unverändert bleibt).
- Für leichte Nutzfahrzeuge:
 - 90% der Diesel vor EURO6 werden durch EURO6-Diesel ersetzt und 10% Nicht-Beachtung,
 - und 90 % der Vor-EURO5-Benziner werden durch EURO6-Benziner ersetzt und 10 % Nicht-Beachtung.
- Für städtische Busse: 10% der Fahrzeuge vor EURO6 werden durch EURO6-Diesel, 45% durch EURO6-CNG und die restlichen 45% durch EURO6-Elektro ersetzt.
- Für regionale Bussen: 50% der Fahrzeuge vor EURO6 werden durch EURO6-Diesel und 50% durch EURO6-Elektrobussen ersetzt.



Gains de concentration en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) évalués avec la mise en œuvre d'une Zone Faibles Emissions mobilité, sur le Rhin Supérieur avec zoom sur l'Eurométropole de Strasbourg. / Ermittelte Abnahme der Stickstoffdioxidkonzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) bei Einführung einer emissionsarmen Mobilitäts-/Umweltzone, am Oberrhein mit Fokus auf die Eurometropole Strasbourg.



Gains de concentration en particules PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$, évalués avec la mise en œuvre d'une Zone Faibles Emissions mobilité sur le Rhin Supérieur. / PM_{10} - und $\text{PM}_{2.5}$ -Konzentrationsabnahmen, bewertet mit der Umsetzung einer emissionsarmen Mobilitäts-/Umweltzone am Oberrhein.

Étude de l'impact d'une zone 30 et d'une ZFE à Bâle

Dans le cadre de l'action "Analyse des causes de la pollution atmosphérique à la Feldbergstrasse", une étude exemplaire de l'impact d'une zone 30 et de la mise en place d'une réglementation de zone environnementale a été réalisée.

Pour la modélisation des concentrations de NO_x liées au trafic, le modèle météorologique et de dispersion à micro-échelle MISKAM a été mis en œuvre. Il prend en compte des flux d'air autour des bâtiments.

De plus, les facteurs d'émission détaillés se sont basés sur les courbes de conduite, déterminées par le PHEM (modèle d'émission pour les voitures particulières et les poids lourds) de l'Université Technologique de Graz.

Les résultats pour la Feldbergstrasse sont les suivants (voir les 3 figures ci-contre, Ing.-Büro Lohmeyer, Karlsruhe 2019) :

- Limitation de la vitesse à 30km/h : réduction de 13% des émissions de NO_x.
- Exclusion des véhicules diesel présentant des performances inférieures à Euro6 : réduction des émissions de NO_x d'environ 35 %.

Wirkungsuntersuchung Tempo 30 und Umweltzonenregelung in Basel

Im Rahmen der Maßnahme „Ursachenanalyse der Luftbelastung an der Feldbergstrasse“ wurde eine exemplarische Wirkungsuntersuchung für Tempo 30 und zur Umsetzung einer Umweltzonenregelung durchgeführt.

Für die Modellierung der verkehrsbedingten NO_x-Emissionen wurde das Mikroskalige Klima- und Ausbreitungsmodell MISKAM verwendet, welches auch die Gebäudeumströmungen berücksichtigt.

Als weitere Grundlagen dienten detaillierte fahrkurvenbasierte Emissionsfaktoren, welche mittels PHEM (passenger car and heavy duty emission model) der TU Graz ermittelt wurden.

Die Ergebnisse für die Feldbergstrasse sind (siehe nebenstehende Abbildungen, Ing.-Büro Lohmeyer, Karlsruhe 2019):

- 13% NO_x-Emissionsminderung durch Tempo 30.
- Bei Ausschluss von Diesel-Fahrten schlechter Euro6 untersagt werden, NO_x-Emissionsminderung um ca. 35%.

Mesures de profils de conduite

Pour la Feldbergstrasse à Bâle, les profils de conduite ont été enregistrés. L'enregistrement a été effectué avec une voiture équipée d'une "roue de test Peiseler".

Cette méthode permet d'une part d'enregistrer le comportement de conduite réel à 50 km/h, d'autre part de simuler le comportement de conduite à 30 km/h.

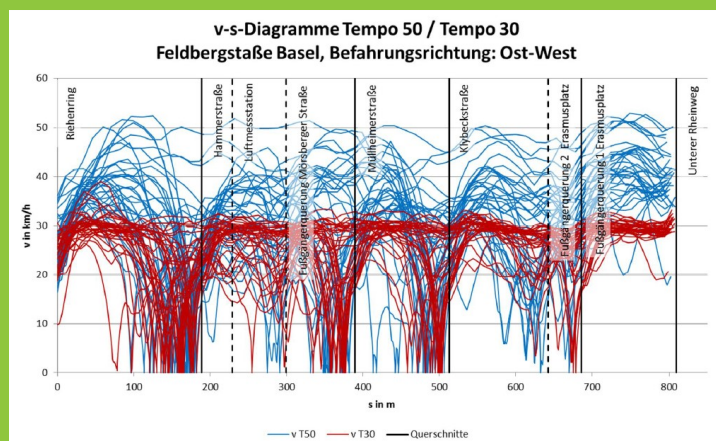


Roue de test Peiseler en place / Montiertes Peiseler-Messrad.
Source / Quelle: Ing.-Büro Lohmeyer, Karlsruhe 2019

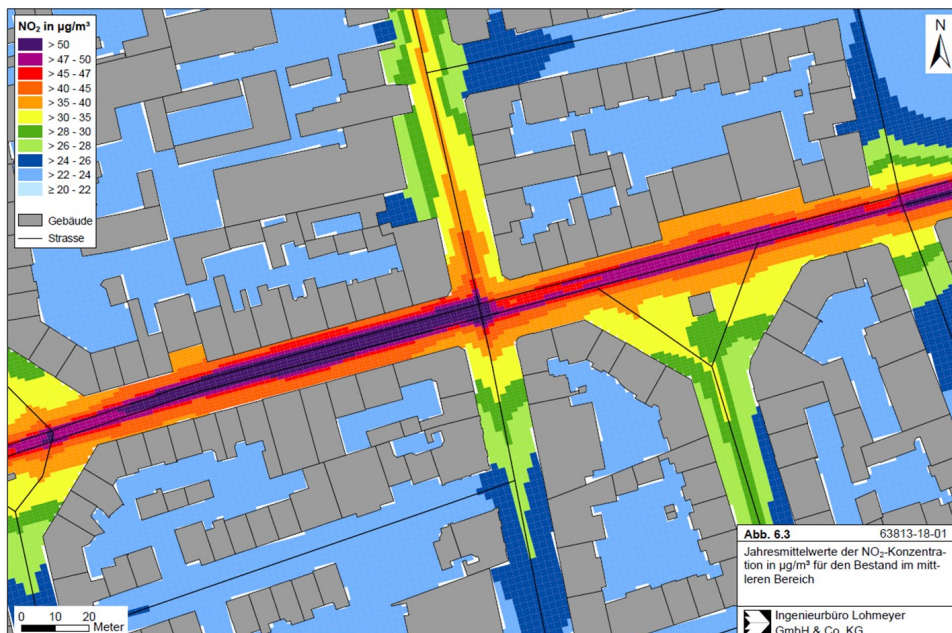
Durchführung von Messfahrten

Für die Feldbergstrasse in Basel wurden die Fahrprofile erfasst. Die Aufnahme erfolgte mit einem PKW, welcher mit einem „Peiseler Prüfrad“ ausgestattet war.

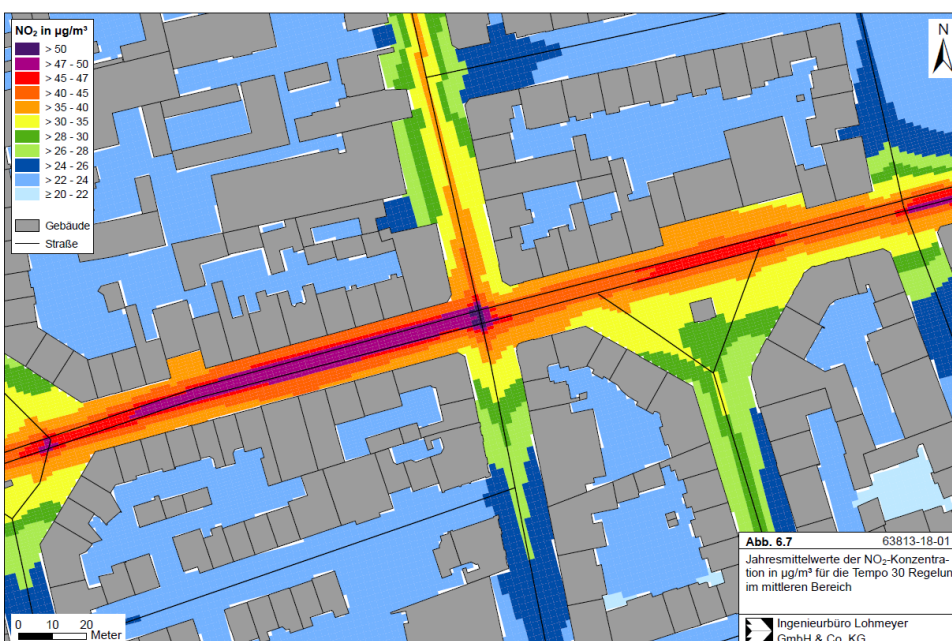
Mit dieser Methode wurde einerseits das reale Fahrverhalten bei Tempo 50 erfasst sowie vergleichend dazu das Fahrverhalten bei Tempo 30 simuliert.



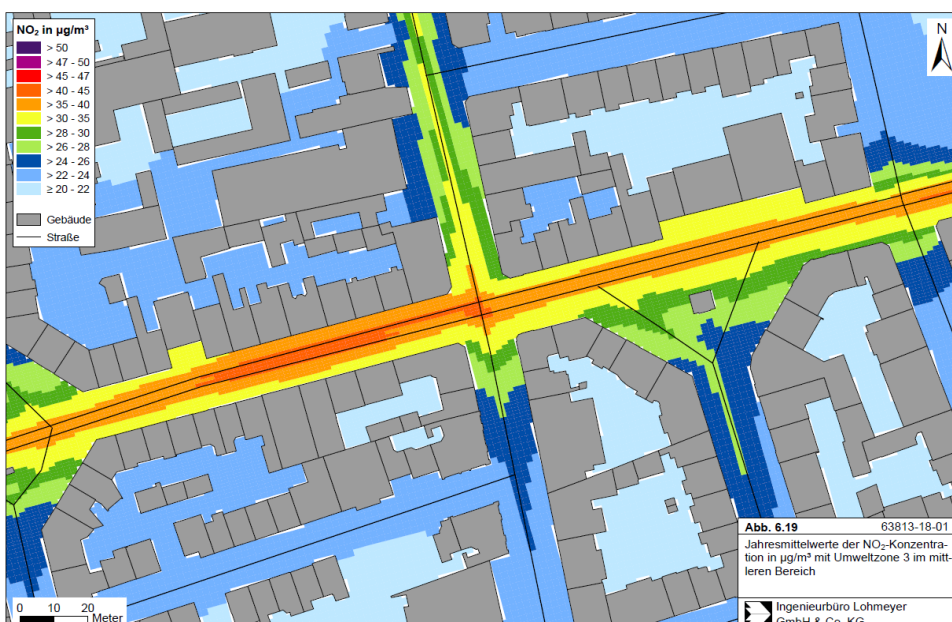
Profils de conduite déterminés à 50 et 30km/h sur la Feldbergstrasse / Erfasste Fahrprofile bei Tempo 30 und Tempo 50 auf der Feldbergstrasse, Source / Quelle: Ing.-Büro Lohmeyer, Karlsruhe 2019



Sur le tronçon médian de la Feldbergstrasse, les concentrations de NO_2 atteignent dans le cas de base $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en raison de l'étroitesse de la rue par rapport aux bâtiments adjacents / Im mittleren Abschnitt der Feldbergstrasse werden NO_2 -Konzentrationen um bis zu $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, dies aufgrund des relativ schmalen Strassenraumes entlang der Randbebauung.



Sur le tronçon médian de la Feldbergstrasse, la baisse des concentrations de NO_2 atteint $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec la réduction de vitesse maximale à $30 \text{ km}/\text{h}$. / Im mittleren Abschnitt der Feldbergstrasse werden mit der Tempo 30-Regelung verringerte NO_2 -Konzentrationen um bis zu $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.



Sur le tronçon médian de la Feldbergstrasse, la baisse des concentrations de NO_2 atteint $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec la mise en place d'une réglementation de zone environnementale interdisant les moteurs Diesel pré-Euro6 / Im mittleren Abschnitt der Feldbergstrasse wird mit einer Umweltzonenregelung durch Verbot von Fahrten mit Dieselmotoren unter Euro6 die NO_2 -Konzentrationen um bis zu $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reduziert.

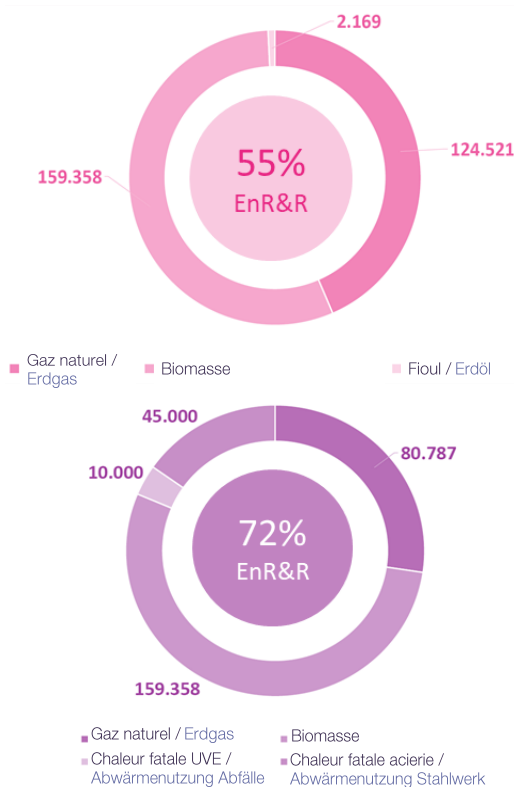
Rôle des réseaux de chaleur

L'impact du scénario portant sur le développement du réseau de chaleur public de Strasbourg centre a été évalué ici en termes d'émissions et d'énergie, l'impact sur la qualité de l'air étant attendu comme faible.

En France, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTCEV) définit des objectifs ambitieux pour le développement des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) dans les réseaux de chaleur : Il s'agit de « multiplier par cinq la quantité de chaleur et de récupération livrée par les réseaux de chaleur à l'horizon 2030 » par rapport à 2012.

Pour l'Eurométropole de Strasbourg, le dernier Plan Climat délibéré fin 2019 identifie quatre axes majeurs parmi lesquels entre autres la production locale d'énergies renouvelable (« ENR »), l'utilisation des énergies de récupération (« &R »), un objectif de 65% d'EnR&R dans les réseaux de chaleur à l'horizon 2030, une baisse de 30% de consommation énergétique par rapport à 2012 etc.

Ainsi le scénario réglementaire 2030 (n°3) prévoit une extension et une densification du réseau, un raccordement de bâtiments existants, une interconnexion avec d'autres réseaux et le verdissement du mix énergétique dont la récupération de la chaleur fatale de l'aciérie BSW située sur l'autre rive du Rhin et de l'Unité de Valorisation Energétique de l'EMS.



Production thermique Réseau Elsau et Esplanade : mix énergétique de la situation de référence 2018 (en haut) et du scénario réglementaire 2030 (en bas) / Wärmeerzeugung Elsau und Esplanade Wärmenetz: Energiemix der Referenzsituation 2018 (oben) und des regulatorischen Szenarios 2030 (unten)

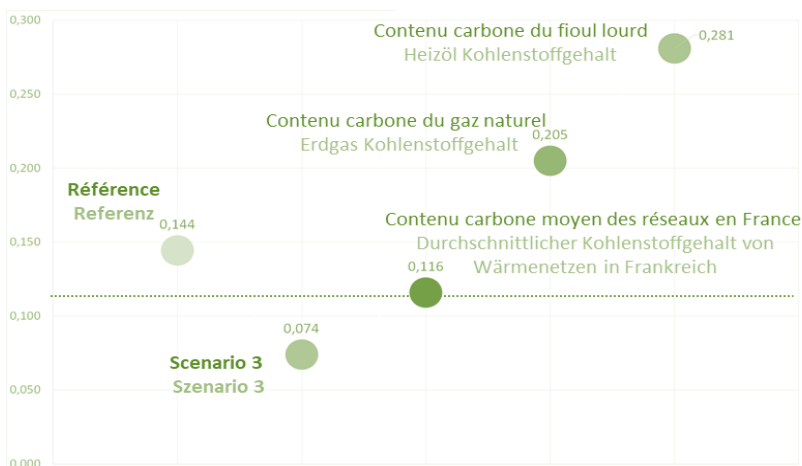
Ausbau von Wärmenetzen

Das Szenario der Entwicklung eines öffentlichen Wärme-netzes im Zentrum Straßburgs wurde hier, was Emissionen und Energie betrifft, bewertet, denn der Einfluss auf die Konzentrationen wäre sicherlich niedrig.

In Frankreich setzt das Gesetz zur Energiewende für grünes Wachstum (LTCEV) ehrgeizige Ziele für die Entwicklung erneuerbarer Energien und Rückgewinnung in Wärmenetzen: Ziel ist es, "die über Wärmenetze gelieferte Menge an Wärme und Rückgewinnung bis 2030 zu verfünffachen" im Vergleich zum Referenzjahr 2012.

Was die Eurometropole Straßburg betrifft, so sieht der jüngste Klimaplan, der Ende 2019 beraten wurde, vier Hauptachsen vor, darunter u. a. die lokale Produktion von erneuerbarer Energie (« ENR »), Nutzung von zurückgewonnener Energie ("&R"), 65% ENR&R in Wärmenetzen bis 2030, eine Minderung von 30% des Energieverbrauchs im Vergleich zum Referenzjahr 2012 usw.

Das Szenario 2030 (Nummer 3) beinhaltet eine Erweiterung und Verdichtung des Netzes, eine Verbindung mit weiteren, schon existierenden Gebäuden, Zusammenschaltung mit weiteren Heizungsnetzen und einen grüneren Energiemix, unter anderem mit Wärmerückgewinnung aus dem BSW-Stahlwerk auf der anderen Rheinseite und aus der Hausmüllverbrennungsanlage der Eurometropol (« UVE »).



Contenu carbone du réseau de chaleur situation de référence 2018 et scénario réglementaire 2030 (kg_{CO2}/kWh), calcul avec la note méthodologique de la SNCU/FEDENE (Syndicat National du Chauffage Urbain) / Kohlenstoffgehalt des Wärmenetzes in der Referenzsituation 2018 und im Regulierungsszenario 2030 (kg_{CO2}/kWh), berechnet mit dem methodischen Hinweis SNCU/FEDENE (Syndicat National du Chauffage Urbain)

Impact sur les émissions par rapport à la référence / Einfluss auf die Emissionen im Vergleich mit der Referenz:

CO₂ : -40% PM₁₀ : -39% NO_x : -36%

APPORTS D'ATMO-VISION SUR L'EVALUATION D'ACTIONS D'AMELIORATION

BEITRÄGE VON ATMO-VISION ZUR BEWERTUNG VON VERBESSERUNGSMABNAHMEN

LES LEVIERS D'ACTION DIE AKTIONSHEBEL

Les leviers d'actions diffèrent selon les polluants. Pour le NO_2 , les leviers efficaces sont le trafic routier, même au niveau local. Alors que pour les particules fines, des actions dans plusieurs secteurs tels que le chauffage au bois individuel et l'agriculture, mais aussi le trafic routier et l'industrie, localement mais aussi à une échelle plus régionale et transfrontalière, peuvent contribuer à améliorer les niveaux.

Je nach Schadstoff gibt es unterschiedliche Aktionshebel. Bei NO_2 sind effektive Hebel Maßnahmen beim Straßenverkehr (auch lokale Maßnahmen), während bei Feinstaub Maßnahmen in mehreren Bereichen wie Holzheizung und Landwirtschaft, sowie Straßenverkehr und Industrie auf lokaler Ebene, aber auch auf regionaler und grenzüberschreitender Ebene zur Verbesserung des Niveaus beitragen können.

EXEMPLES D'IMPACTS D'ACTIONS BEISPIELE VON AUSWIRKUNGEN VON MASSNAHMEN

Les zones à faibles émissions ont un impact significatif sur les concentrations, bien que même en les appliquant à grande échelle il subsiste des dépassements de normes européennes et de lignes directrices OMS. Par ailleurs, les réseaux de chaleur constituent un levier d'action intéressant.

Umweltzonen haben einen signifikanten Einfluss auf die Konzentrationen, obwohl es selbst bei großflächiger Umsetzung immer noch Überschreitungen der europäischen Normen und WHO-Richtlinien gibt. Darüber hinaus sind Wärmenetze ein interessanter Hebel für Maßnahmen.

NOUVEAUX OUTILS POUR L'IDENTIFICATION ET L'EVALUATION DES ACTIONS NEUE WERKZEUGE FÜR DIE IDENTIFIZIERUNG UND BEWERTUNG VON MABNAHMEN

Concernant les actions d'amélioration de la qualité de l'air, le nouveau **source apportionnement** permet de connaître les origines géographiques, sectorielles et énergétiques et donc d'identifier et prioriser les leviers d'action, alors que la **simulation d'actions précises** ou de scénarios permet d'en connaître les impacts sur les concentrations, et d'en évaluer les coûts et bénéfices.

Was die Identifizierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität betrifft, so ermöglicht die **Quellenaufteilung** mit der neuen Methode die Kenntnis der geografischen, sektoriellen und energetischen Herkunft und damit die Identifizierung und Priorisierung von Handlungshebeln. Die **Simulation** konkreter Maßnahmen oder Szenarien ermöglicht die Ermittlung der Auswirkungen auf die Konzentrationen und in einem weiteren Schritt die Bewertung von Kosten und Nutzen.



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