Atmo-Rhena PLUS



Préservation transfrontalière de l'atmosphère

RAPPORT FINAL

Grenzüberschreitender Schutz der Atmosphäre

ABSCHLUSSBERICHT

Interreg

Kofinanziert von der Europäischen Union
Cofinancé par l'Union Européenne

Oberrhein | Rhin Supérieur

atmo rhena PLUS

Co-financé par le programme Interreg VI Rhin Supérieur de l'Union européenne de 2023 à 2026, le projet Atmo-Rhena PLUS a accompagné le **territoire du Rhin supérieur** dans sa **transition écologique** à travers des bilans air-climat-énergie sans frontières et des soutiens à la décision. D'un côté un **observatoire** a été créé, avec un **site de données air** en temps réel qui perdure au-delà du projet et un **dashboard air-climat-énergie en ligne.** Durant le projet, de nombreuses études ont été menées concernant **l'impact de la pollution de l'air et du changement climatique** sur les milieux naturels (biodiversité, forêt, agriculture) ou la population (santé, aspects sociaux-économiques). Ces études, pour certaines très innovantes, ont été possibles grâce à la **coopération transfrontalière** qui mobilise des compétences et des expériences très diverses. Au final, les outils, connaissances et transferts de compétences associés bénéficient à tous les acteurs du Rhin supérieur…

Das Projekt Atmo-Rhena PLUS, das von 2023 bis 2026 durch das Interreg-VI-Programm „Oberrhein" der Europäischen Union kofinanziert wurde, begleitete **die Region am Oberrhein** bei ihrem **ökologischen Wandel** durch grenzüberschreitende Luft-, Klima- und Energiebilanzen sowie Entscheidungshilfen. Zum einen wurde eine **Beobachtungsstelle** mit einer **Echtzeit-Luftdatenplattform** eingerichtet, die über die Projektlaufzeit hinaus bestehen bleibt, sowie einem **Online-Dashboard für Luft, Klima und Energie.** Während der Projektlaufzeit wurden zahlreiche Studien zu den **Auswirkungen von Luftverschmutzung und Klimawandel** auf die natürlichen Lebensräume (Artenvielfalt, Wald, Landwirtschaft) oder die Bevölkerung (Gesundheit, sozioökonomische Aspekte) durchgeführt. Diese zum Teil sehr innovativen Studien wurden durch die **grenzüberschreitende Zusammenarbeit** ermöglicht, die vielfältige Kompetenzen und Erfahrungen bündelt. Letztendlich kommen die damit verbundenen Instrumente, Erkenntnisse und der Kompetenztransfer allen Akteuren am Oberrhein zugute…



Sommaire

Inhaltsverzeichnis

Préservation transfrontalière de l'atmosphère	Grenzüberschreitender Schutz der Atmosphäre	03
Observatoire transverse air-climat-énergie pour le Rhin supérieur **Interdisziplinäre Beobachtungsstelle Luft, Klima und Energie am Oberrhein**		
La transversalité Air-Climat-Energie	Die Interdisziplinarität Luft-Klima-Energie	04
Consommation d'énergie dans le Rhin supérieur	Energieverbrauch im Oberrheingebiet	05
Production d'énergie dans le Rhin supérieur	Energieerzeugung im Oberrheingebiet	07
Diagramme de flux d'énergie et taux d'énergie renouvelable	Energieflussdiagramm und Anteil erneuerbarer Energien	08
Puissance renouvelable installée	Erneuerbare installierte Leistung	10
Potentiel de production d'énergie renouvelable	Erzeugungspotenziale der Erneuerbaren Energien	12
Economies d'énergie : bonnes pratiques dans le Rhin supérieur	Energieeinsparungen: Best Practices am Oberrhein	14
Emissions de gaz à effet de serre	Treibhausgasemissionen	15
Emissions de polluants dans l'air dans le Rhin supérieur	Schadstoffemissionen in der Luft im Oberrheingebiet	16
Tableau de bord air-climat-énergie pour le Rhin supérieur	Interdisziplinäres Dashboard Luft, Klima und Energie am Oberrhein	18
Qualité de l'air : expositions, défis et thématiques émergentes **Luftqualität: Belastungen, Herausforderungen und neue Themen**		
Portail transfrontalier de la qualité de l'air Atmo-Rhena PLUS	Grenzüberschreitendes Luftqualitätsportal Atmo-Rhena PLUS	19
Concentrations et exposition à la pollution de l'air dans le Rhin supérieur	Konzentrationen und Luftbelastung im Oberrheingebiet	20
Ozone : mécanismes et défis pour le Rhin supérieur	Ozon: Mechanismen und Herausforderungen für den Oberrhein	22
Origine des particules fines $PM_{2,5}$ dans le Rhin supérieur	Herkunft der Feinstaub-Belastung $PM_{2,5}$ im Oberrheingebiet	24
Particules ultra fines (PUF), Black Carbon (BC) et microplastiques	Ultrafeinpartikel (UFP), Black Carbon (BC) und Mikroplastike	26
Impacts et interactions avec la société et les milieux **Auswirkungen und Wechselwirkungen mit der Gesellschaft und der Umwelt**		
Impacts sanitaires de la pollution de l'air	Auswirkungen der Luftbelastung auf die Gesundheit	27
Impacts économiques : coûts des effets sanitaires	Wirtschaftliche Kosten der Auswirkungen auf die Gesundheit	29
Impacts sur les milieux : biodiversité et forêt	Auswirkungen auf die Umwelt: Biodiversität und Wälder	30
Impacts sur les secteurs d'activité : agriculture	Auswirkungen auf Aktivitätssektoren: Landwirtschaft	31
Impacts sociétaux : énergie et mobilité	Gesellschaftliche Auswirkungen: Energie und Mobilität	32
Diffusion et exploitation des résultats **Verbreitung und Nutzung der Ergebnisse**		
Diffusion des résultats et échanges transfrontaliers	Verbreitung der Ergebnisse und grenzüberschreitende Austauschformate	33
Conclusion et perspectives	Fazit und Perspektiven	36



Préservation transfrontalière de l'atmosphère

Grenzüberschreitender Schutz der Atmosphäre

Les travaux du projet Atmo-Rhena PLUS se sont **basés sur les connaissances techniques et partenariales acquises** durant les projets Interreg III Atmo~rhenA, Interreg IV Atmo-IDEE, Interreg V Atmo-VISION.

Les résultats du projet Atmo-Rhena PLUS permettent de développer et de suivre des plans et actions sur l'amélioration de la qualité de l'air et l'atténuation du changement climatique dans la région transfrontalière. Ils s'équilibrent en deux volets interdépendants et complémentaires :

- Le **volet observatoire** : il consiste en une base de données transfrontalière et des indicateurs de suivis chiffrés et harmonisés air climat énergie :
  - Le **tableau de bord Air-Climat-Energie** (https://plateforme.atmo-grandest.eu/projets/atmo-rhena-plus.php) : ce dashboard regroupe les inventaires transfrontaliers des consommations d'énergie primaire et finale, d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants mais aussi de production d'énergie dans le Rhin supérieur.
  - Le **portail Qualité de l'air** : (https://atmo-rhena.eu/) : ce site internet permet de consulter les mesures de qualité de l'air des stations du Rhin supérieur en direct, les prévisions qualité de l'air selon les indices français, allemand et suisses ainsi que les données annuelles de concentrations.
- Le **volet aide à la décision** : la documentation thématique bilingue vise à alimenter les politiques publiques Air-climat-Energie en démontrant les impacts sur la santé, la biodiversité et les forêts, l'agriculture et les aspects économiques et sociaux. Ce sont des supports pluridisciplinaires.

Les outils d'incitation et de suivi des politiques publiques du territoire créés constituent un support technique pour la « **Stratégie transfrontalière sur le climat et l'énergie pour la Région Métropolitaine Trinationale du Rhin Supérieur** » actualisée en 2024.



Die Arbeiten im Rahmen des Projekts Atmo-Rhena PLUS **stützten sich auf die fachlichen und partnerschaftlichen Erkenntnisse**, die im Zuge der Projekte Interreg III Atmo~rhenA, Interreg IV Atmo-IDEE und Interreg V Atmo-VISION gewonnen wurden.

Die Ergebnisse des Projekts Atmo-Rhena PLUS ermöglichen die Entwicklung und Überwachung von Plänen und Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität und zur Minderung des Klimawandels in der grenzüberschreitenden Region. Sie gliedern sich in zwei miteinander verknüpfte und sich ergänzende Bereiche:

- **Der Beobachtungsbereich:** Er besteht aus einer grenzüberschreitenden Datenbank sowie quantifizierten und harmonisierten Indikatoren zur Überwachung der Bereiche Luft, Klima und Energie:
  - Das Dashboard „Luft-Klima-Energie“ (https://plateforme.atmo-grandest.eu/projets/atmo-rhena-plus.php): Dieses Dashboard fasst die grenzüberschreitenden Bestandsaufnahmen zum Primär- und Endenergieverbrauch, zu den Treibhausgas- und Schadstoffemissionen sowie zur Energieerzeugung am Oberrhein zusammen.
  - Das Portal „Luftqualität“: (https://atmo-rhena.eu/): Auf dieser Website können die Luftqualitätsmesswerte der Messstationen am Oberrhein in Echtzeit, die Luftqualitätsprognosen nach französischen, deutschen und schweizerischen Indizes sowie die jährlichen Konzentrationsdaten abgerufen werden.
- **Der Bereich Entscheidungshilfe:** Die zweisprachige thematische Dokumentation soll als Grundlage für die öffentliche Politik in den Bereichen Luft, Klima und Energie dienen, indem sie die Auswirkungen auf die Gesundheit, die Biodiversität, die Wälder, die Landwirtschaft sowie wirtschaftliche und soziale Aspekte aufzeigt. Es handelt sich um interdisziplinäre Unterlagen. **Die entwickelten Instrumente zur Förderung und Begleitung der öffentlichen Politik in der Region bilden eine fachliche Grundlage für die „Grenzüberschreitende Klima- und Energiestrategie für die trinationale Metropolregion Oberrhein“, die 2024 aktualisiert wurde.**

Die entwickelten Instrumente zur Förderung und Begleitung der öffentlichen Politik in der Region bilden eine fachliche Grundlage für die **„Grenzüberschreitende Klima- und Energiestrategie für die trinationale Metropolregion Oberrhein“,** die 2024 aktualisiert wurde.



La transversalité Air-Climat-Énergie

Die Interdisziplinarität Luft-Klima-Energie

La transversalité Air-Climat-Énergie désigne l'approche intégrée qui lie la qualité de l'air, la lutte contre le changement climatique et la transition énergétique :

Elle repose sur l'idée que ces enjeux sont interdépendants : réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) améliore aussi la qualité de l'air, et vice versa. Les politiques publiques comme les Plans Climat-Air-Énergie Territoriaux en France visent à agir simultanément sur ces trois leviers. Plusieurs solutions présentent des co-bénéfices, comme les énergies renouvelables ou la sobriété énergétique. Cette synergie permet d'optimiser les ressources et d'amplifier l'impact des actions. Elle évite par ailleurs des effets contre-productifs d'actions pouvant présenter des bénéfices en ce qui concerne le climat mais dégradant la qualité de l'air. Par exemple, utiliser un chauffage au bois non performant peut ne pas être nocif pour le climat, mais détériorer la qualité de l'air par émission de particules fines, et gaspiller de la ressource énergétique par mauvais rendement.

Die Interdisziplinarität „Luft-Klima-Energie" bezeichnet den integrierten Ansatz, der Luftqualität, Klimaschutz und Energiewende miteinander verbindet:

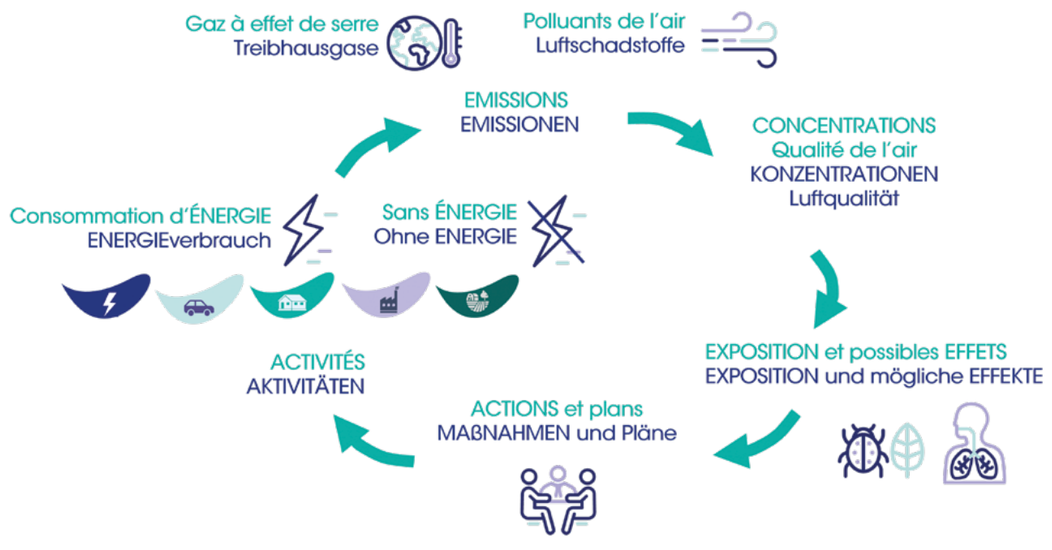
Er basiert auf der Idee, dass diese Themen miteinander verknüpft sind: Die Reduzierung der Treibhausgasemissionen verbessert auch die Luftqualität und umgekehrt. Politische Maßnahmen wie die territorialen Klima-Luft-Energie-Pläne in Frankreich zielen darauf ab, gleichzeitig an diesen drei Hebeln anzusetzen. Mehrere Lösungen bieten zusätzliche Vorteile, wie beispielsweise erneuerbare Energien oder Energieeffizienz. Diese Synergie ermöglicht es, Ressourcen zu optimieren und die Wirkung der Maßnahmen zu verstärken. Zudem werden dadurch kontraproduktive Auswirkungen von Maßnahmen vermieden, die zwar klimapolitische Vorteile bieten, aber die Luftqualität verschlechtern. So ist beispielsweise der Einsatz einer ineffizienten Holzheizung zwar nicht klimaschädlich, verschlechtert jedoch durch Feinstaubemissionen die Luftqualität und verschwendet aufgrund des schlechten Wirkungsgrads Energieressourcen.

Le cycle de la qualité de l'air

Le cycle de la qualité de l'air illustre la transversalité air-énergie-climat : la majeure partie des émissions de polluants atmosphérique est issue d'une consommation d'énergie, qui la plupart du temps est d'origine fossile et génère également des gaz à effet de serre.

Der Luftqualitätszyklus

Der Luftqualitätszyklus veranschaulicht die Querverbindungen zwischen Luft, Energie und Klima: Der Großteil der Luftschadstoffemissionen entsteht durch den Energieverbrauch, der meist auf fossilen Brennstoffen basiert und zudem Treibhausgase verursacht.





Consommation d'énergie dans le Rhin supérieur

Energieverbrauch im Oberrheingebiet

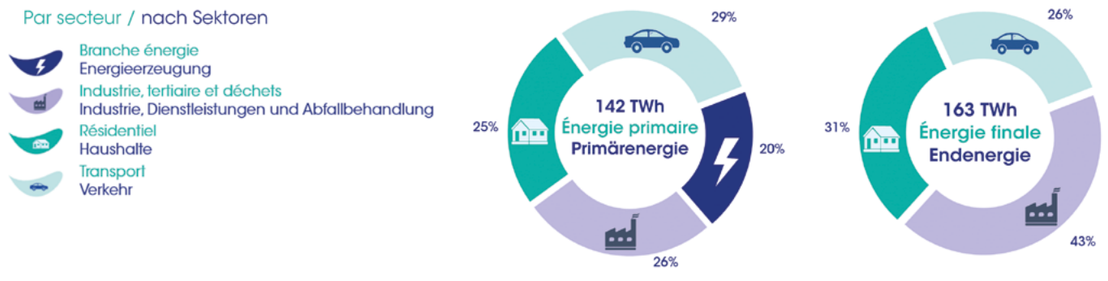
Les inventaires transfrontaliers de consommation primaire et finale montrent que dans l'espace du Rhin supérieur, l'énergie est encore principalement consommée par des sources d'énergie fossiles et que :

- **Sur 142 TWh de consommation d'énergie primaire locale, le secteur des transports** (routiers et autres transports) représente 29%. 45% de la consommation primaire est attribuable aux produits pétroliers et 31% au gaz naturel ; 14% est attribuable aux énergies renouvelables.
- **Sur 163 TWh d'énergie finale consommée,** le secteur regroupant **l'industrie, le tertiaire et le traitement des déchets** représente 43%. 34% de la **consommation finale provient** des produits pétroliers et 24% du gaz naturel ; 16% sont des énergies renouvelables.

Die grenzüberschreitenden Erhebungen des Primär- und Endenergieverbrauchs zeigen, dass im Oberrheingebiet Energie nach wie vor hauptsächlich aus fossilen Energiequellen bezogen wird und, dass:

- **Von den 142 TWh des lokalen Primärenergieverbrauchs** 29 % auf den Verkehrssektor (Straßenverkehr und sonstiger Verkehr) entfallen. 45 % des **Primärenergieverbrauchs** entfallen auf Erdölprodukte und 31 % auf Erdgas; 14 % entfallen auf erneuerbare Energien.
- **Von den 163 TWh Endenergieverbrauch** entfallen 43 % auf den Sektor **Industrie, Dienstleistungen und Abfallbehandlung**. 34 % des Endverbrauchs entfallen auf Erdölprodukte und 24 % auf Erdgas; 16 % sind erneuerbare Energien.

Consommations d'énergie primaire et finale pour le Rhin supérieur en 2021
Primär- und Endenergieverbrauch am Oberrhein in 2021



Au sein du Green Deal de l'UE, le Pack Fit for 55 prévoit une réduction de la consommation d'énergie (finale) de 11,7% d'ici 2030 par rapport aux projections du scénario de référence de l'UE de 2020. **La consommation finale d'énergie devrait donc baisser de 19 TWh et atteindre 144 TWh en 2030.**

Im Rahmen des Green Deal der EU sieht das „Fit for 55"-Paket eine Senkung des (End-) Energieverbrauchs um 11,7 % bis 2030 gegenüber den Prognosen des EU-Referenzszenarios von 2020 vor. **Der Endenergieverbrauch müsste zur Zielerreichung daher um 19 TWh sinken und im Jahr 2030 144 TWh erreichen.**

Observations organisationnelles et méthodologiques

Les structures responsables des inventaires énergétiques sont respectivement :
- ATMO Grand Est dans le Grand Est, qui fait partie du réseau français des agences régionales de l'énergie (RARE),
- le bureau des statistiques du Bade-Wurtemberg qui fournit à la LUBW des données d'énergie nécessaires à la gestion de la qualité de l'air,
- et les bureaux de statistiques des deux Bâles qui alimentent de la même manière le LHA pour les besoins de la qualité de l'air.

La donnée de consommation d'énergie primaire est beaucoup plus complexe à obtenir que la donnée de consommation d'énergie finale, en raison des difficultés à définir les périmètres exacts et les fournisseurs de données associés.

Organisatorische und methodische Anmerkungen

Die für die Energieerhebungen zuständigen Stellen sind jeweils :
- ATMO Grand Est in der Region Grand Est, die Teil des französischen Netzwerks der regionalen Energieagenturen ist,
- das Statistische Landesamt Baden-Württemberg, das der LUBW die für das Luftqualitätsmanagement erforderlichen Energiedaten zur Verfügung stellt,
- sowie die Statistischen Ämter der beiden Basel, die in gleicher Weise die LHA für die Zwecke der Luftqualität versorgen.

Daten zum Primärenergieverbrauch sind wesentlich schwieriger zu beschaffen als Daten zum Endenergieverbrauch, da es schwierig ist, die genauen Erfassungsbereiche und die zugehörigen Datenlieferanten zu definieren.

Observations des résultats

- Dans le secteur résidentiel, la consommation d'énergie finale annuelle est de 8,5 MWh par habitant en Alsace alors qu'elle s'élève à 6,9 MWh par habitant dans l'Ouest du Bade-Wurtemberg: cette meilleure performance énergétique du parc résidentiel allemand pourrait provenir de logements mieux isolés, de davantage de bâtiments passifs.
- Dans les transports routiers, la consommation d'énergie finale annuelle est de 7,8 MWh par habitant en Alsace alors qu'elle s'élève à 5,5 MWh par habitant dans l'Ouest du Bade-Wurtemberg: cette meilleure performance énergétique du parc roulant allemand pourrait s'expliquer par un parc plus récent.

Anmerkungen zu den Ergebnissen

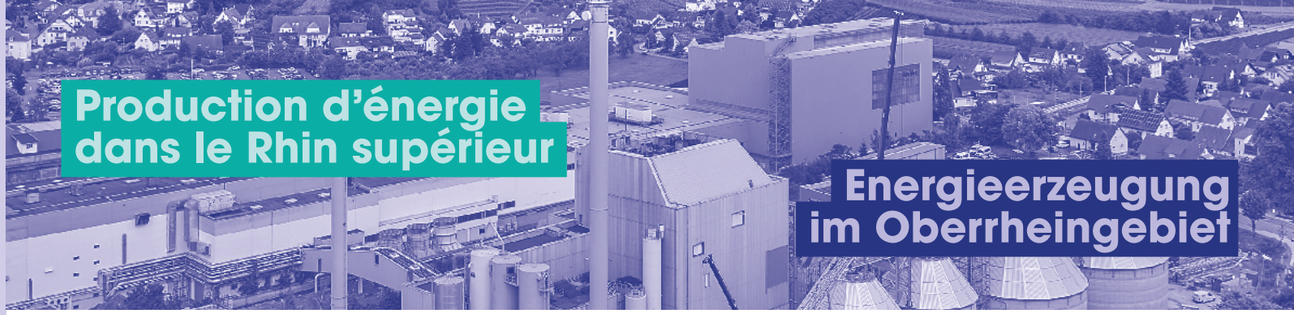
- Der jährliche Endenergieverbrauch der Haushalte liegt im Elsass bei 8,5 MWh pro Einwohner, gegenüber 6,9 MWh pro Einwohner im Westen von Baden-Württemberg: die bessere Energieeffizienz des deutschen Wohnungsbestands könnte auf besser gedämmte Wohnungen und eine größere Anzahl von Passivhäusern zurückzuführen sein.
- Im Straßenverkehr beträgt der jährliche Endenergieverbrauch im Elsass 7,8 MWh pro Einwohner, während er im Westen von Baden-Württemberg bei 5,5 MWh pro Einwohner liegt: die bessere Energieeffizienz des deutschen Fahrzeugbestands könnte durch einen neueren Fahrzeugbestand erklärt werden.

Perspectives d'utilisation des données transfrontalières

- Les **consommations d'énergie transfrontalières** permettent :
  - d'identifier des besoins à couvrir par des énergies renouvelables et de coordonner les infrastructures transfrontalières comme les réseaux de chaleur,
  - et d'alimenter des projets stratégiques comme sur l'hydrogène. En effet, la consommation et la production d'hydrogène ont été intégrées à la nomenclature d'échanges de données pour le Rhin supérieur. Ainsi l'observatoire Atmo-Rhena PLUS interagit déjà avec le projet Interreg Rhin Supérieur HySyn porté par la CCI Grand Est.
- Une comparaison des parcs résidentiels et routiers des régions permettrait de comprendre quelles actions permettent de les rendre plus efficaces énergétiquement (voir également brochure **sur les économies d'énergie**)

Perspektive für die Nutzung der grenzüberschreitenden Daten

- Der grenzüberschreitende Energieverbrauch ermöglicht es:
  - den durch erneuerbare Energien zu deckenden Bedarf zu ermitteln und grenzüberschreitende Infrastrukturen wie Fernwärmenetze zu koordinieren
  - und strategische Projekte, wie beispielsweise im Bereich Wasserstoff, voranzutreiben. Tatsächlich wurden der Verbrauch und die Erzeugung von Wasserstoff in die Datenaustausch-Nomenklatur für den Oberrhein aufgenommen. So arbeitet die Beobachtungsstelle Atmo-Rhena PLUS bereits mit dem von der IHK Grand Est getragenen Interreg Oberrhein-Projekt HySyn zusammen.
- Ein Vergleich der Wohngebäudestandards und der Fahrzeugflotten der Regionen würde Aufschluss darüber geben, welche Maßnahmen zu einer höheren Energieeffizienz führen könnten (siehe auch **Broschüre zum Thema Energieeinsparungen**).



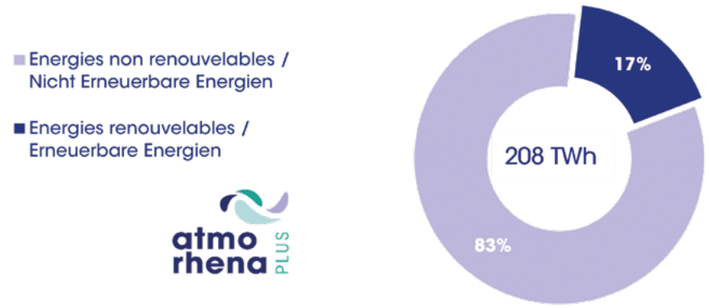
Production d'énergie dans le Rhin supérieur

Energieerzeugung im Oberrheingebiet

En 2021, la production totale d'énergie dans la région du Rhin supérieur s'élevait à près de 208 TWh, dont 172 TWh (83%) d'énergies non renouvelables. La production à partir de sources renouvelables s'élevait à environ 36 TWh, soit 17 % de la production totale.

Im Jahr 2021 belief sich die Gesamtenergieerzeugung in der Oberrheinregion auf fast 208 TWh, wovon 172 TWh (83 %) auf nicht erneuerbare Energien entfielen. Die Erzeugung aus erneuerbaren Quellen summierte sich auf etwa 36 TWh, was 17 % der Gesamterzeugung entspricht.

Production d'énergie dans le Rhin supérieur en 2021
Energieerzeugung im Oberrhein in 2021



Si l'on exclut le raffinage du pétrole à Karlsruhe et les centrales nucléaires de Suisse, 64 % de l'énergie produite dans l'Ouest du Bade-Wurtemberg proviennent d'énergies renouvelables et 94 % dans les cantons de Soleure, d'Argovie et du Jura. Pour l'Alsace, les cantons de Bâle-Ville et Bâle-Campagne ainsi que le Palatinat du Sud et du Sud-Ouest, l'énergie produite provient respectivement à 98%, 84% et 92% d'énergies renouvelables.

Lässt man die Erdölraffinerie von Karlsruhe und die Kernkraftwerke der Schweiz außer Acht, stammen 64 % der im Westen von Baden-Württemberg und 94 % der in den Kantonen Solothurn, Aargau und Jura erzeugten Energie aus erneuerbaren Energien. Im Elsass, in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft sowie in der Süd- und Südwestpfalz stammen 98 %, 84 % bzw. 92 % der erzeugten Energie aus erneuerbaren Energien.

Dans la part des énergies renouvelables, la **production d'énergie à partir du bois** représente la plus grande part avec 37 %, suivie de près par la production d'électricité **hydraulique** avec **35 %.**

Bei den erneuerbaren Energien macht die **Energieerzeugung aus Holz mit 37 %** den größten Anteil aus, dicht gefolgt von der Stromerzeugung aus **Wasserkraft mit 35 %.**

Production d'énergies renouvelables dans le Rhin supérieur en 2021
Erneuerbare Energieerzeugung im Oberrhein in 2021

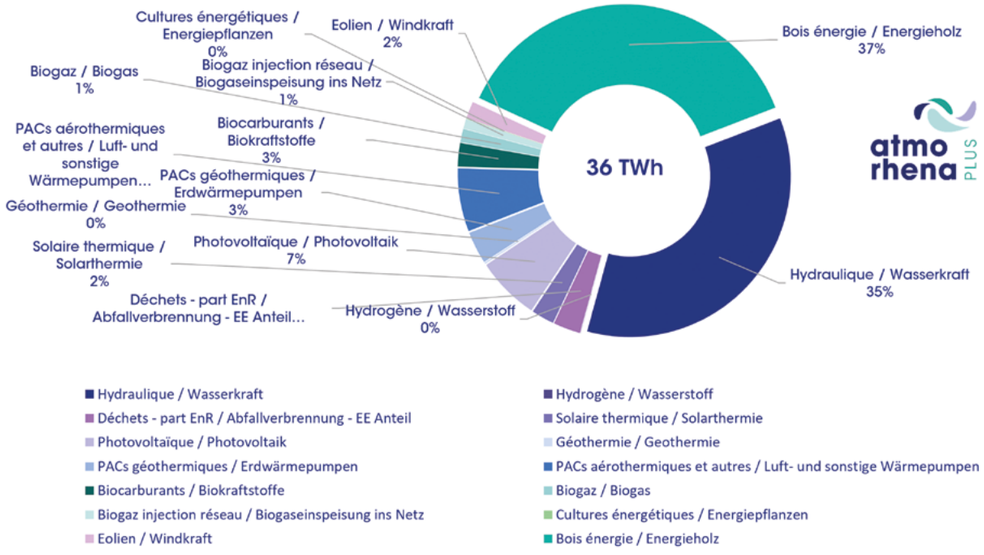




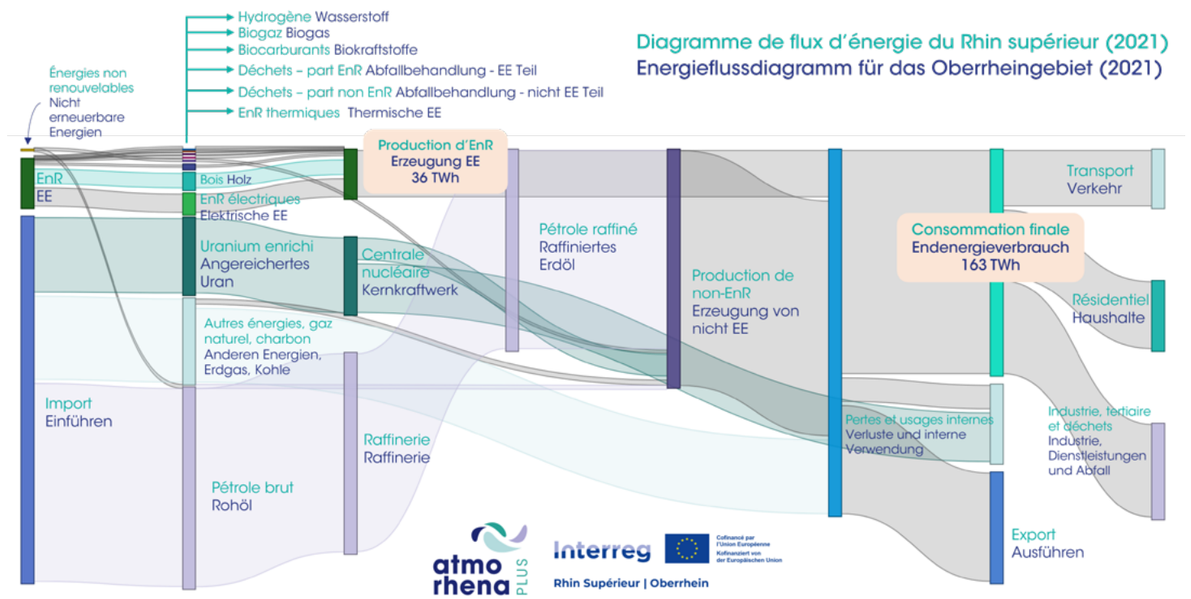
Diagramme de flux d'énergie et taux d'énergie renouvelable

Energieflussdiagramm und Anteil erneuerbarer Energien

Le **diagramme de flux d'énergie** permet de visualiser les **transformations d'énergie** dans la région du Rhin supérieur, de la production à la consommation finale, avec un principe de représentation par des **flèches dont l'épaisseur est proportionnelle à la quantité d'énergie.**

Das **Energieflussdiagramm** ermöglicht es, die **Energieumwandlungen** in der Oberrheinregion von der Erzeugung bis zum Endverbrauch zu veranschaulichen. Die Mengen werden durch **Pfeile dargestellt, deren Dicke proportional zur Energiemenge ist.**

Diagramme de flux d'énergie du Rhin supérieur (2021)
Energieflussdiagramm für das Oberrheingebiet (2021)



Dans le Rhin supérieur, la **consommation finale d'énergie est inférieure à la production d'énergie,** l'**excédent** est **exporté** en grande partie, utilisé par des usages internes ou perdu. Pour sa production d'énergies non renouvelables, la région du Rhin supérieur dépend toutefois de l'importation de **grandes quantités de ressources primaires** : l'uranium pour les centrales nucléaires suisses, le charbon et le gaz naturel pour la centrale thermique de Rheinhafen ou bien le pétrole pour la raffinerie MiRO (Mineralölraffinerie Oberrhein), les deux étant situées à Karlsruhe.

Grâce à la réalisation d'inventaires énergétiques transfrontaliers couvrant les étapes de la production à la consommation, il a été possible pour la première fois de calculer le « taux d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale brute » selon la **Directive 2018/2001/CE.** L'objectif pour cet indicateur est contraignant : atteindre **32 %** d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique totale de l'**UE à l'horizon 2030.**

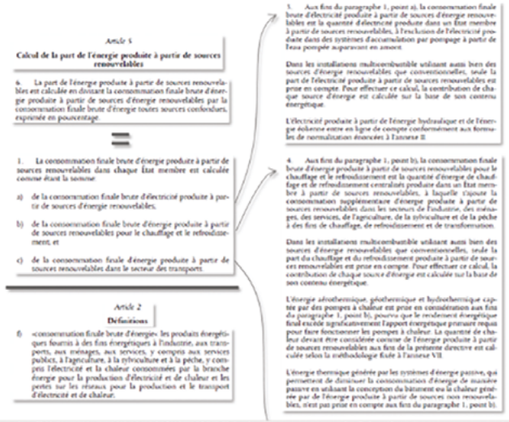
Le taux d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale pour le Rhin supérieur, calculé pour 2021 avec les données d'Atmo-Rhena PLUS est de 22%. Cet indicateur ayant recours à la fois aux informations de production et de consommation d'énergie, son incertitude dans un cadre transfrontalier est maximale.

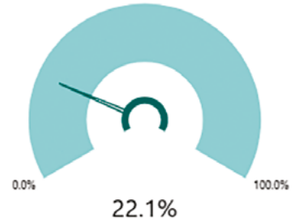
Am Oberrhein liegt der **Endenergieverbrauch unter der Energieerzeugung**; der **Überschuss** wird größtenteils **exportiert**, intern genutzt oder geht verloren. Für die Erzeugung nicht erneuerbarer Energien ist die Oberrheinregion jedoch auf den **Import großer Mengen an primären Ressourcen** angewiesen: Uran für die Schweizer Kernkraftwerke, Kohle und Erdgas für das Wärmekraftwerk in Karlsruhe oder Erdöl für die Raffinerie MiRO (Mineralölraffinerie Oberrhein), ebenfalls in Karlsruhe.

Dank der Erstellung grenzüberschreitender Energiebilanzen, die alle Stufen von der Erzeugung bis zum Verbrauch abdecken, war es erstmals möglich, den „Anteil erneuerbarer Energien am brutto Endenergieverbrauch" nach der **Richtlinie 2018/2001/EG** zu berechnen. Das Ziel für diesen Indikator ist verbindlich: **Bis 2030 sollen 32 %** des gesamten Energieverbrauchs **der EU** aus erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für den Oberrhein, der für das Jahr 2021 anhand der Daten von Atmo-Rhena PLUS berechnet wurde, beträgt 22 %. Da dieser Indikator sowohl Daten zur Energieerzeugung als auch zum Energieverbrauch heranzieht, ist seine Unsicherheit in einem grenzüberschreitenden Kontext am größten.







Observation transfrontalière

Le ratio publié en Alsace par ATMO Grand Est selon la Directive 2018/2001/EG est de 29 % pour 2023. Le Bade-Württemberg (y compris au-delà du Rhin supérieur) publie dans son « Energiebericht kompakt 2025 » un taux de renouvelables dans la consommation primaire de 20 % en 2023, non comparable avec celui de l'Alsace. Enfin les cantons de Bâle-Ville et Bâle-Campagne publient respectivement dans leurs « Energiestatistik 2022 » et « Energiestatistik 2024 » des taux de renouvelables dans la consommation brute (non comparable) de 43,9 % en 2022 et 20,2 % en 2024.

Perspectives

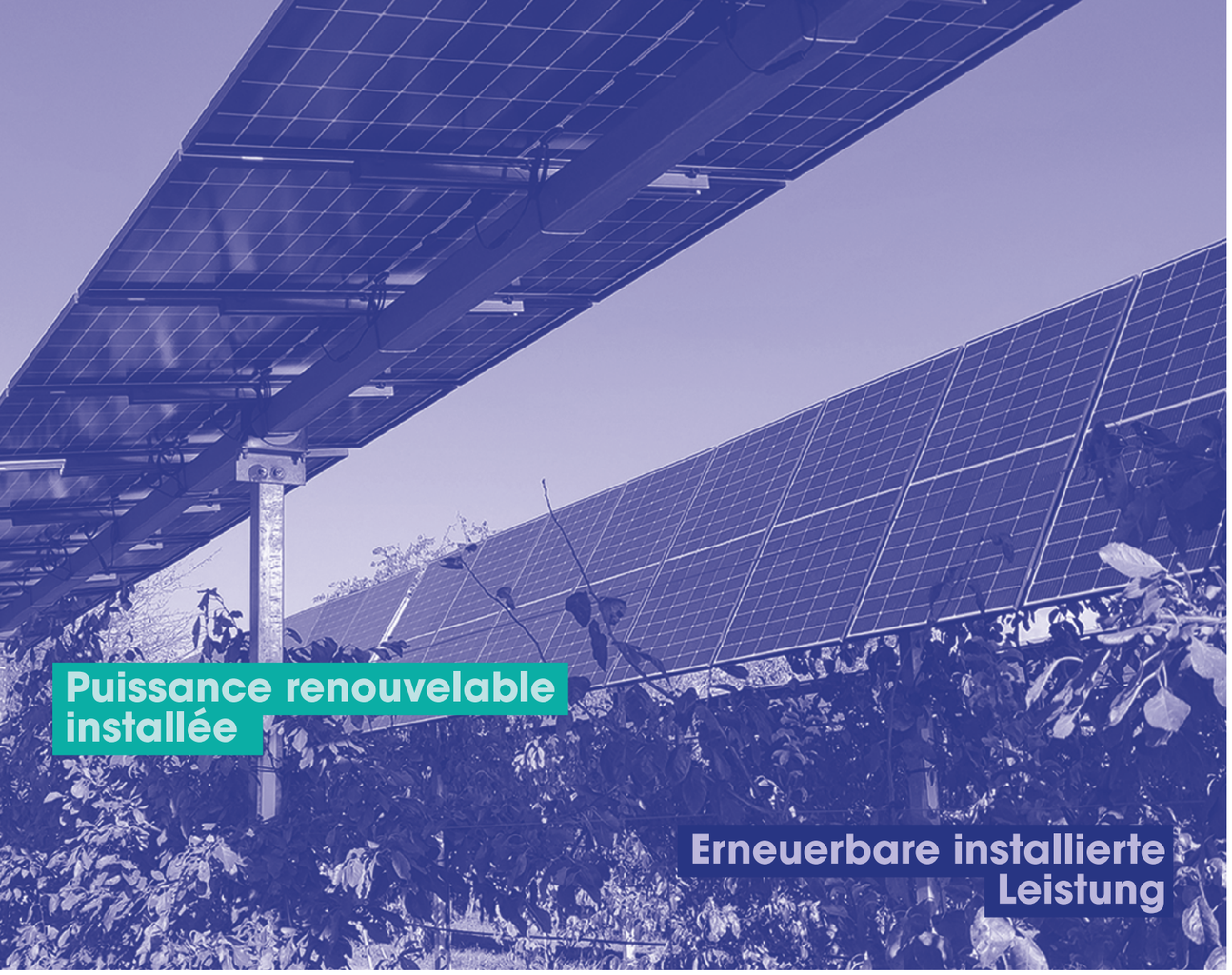
Le calcul de cet indicateur clef pourra être affiné, et son suivi dans le temps incite la région à contribuer à l'atteinte des objectifs tant en production qu'en consommation d'énergie.

Unterschiede bei den Ergebnissen

Der von ATMO Grand Est im Elsass gemäß der Richtlinie 2018/2001/EG veröffentlichte Anteil beträgt für 2023 29 %. Baden-Württemberg (einschließlich des Gebiets jenseits des Oberrheins) veröffentlicht in seinem „Energiebericht kompakt 2025" einen Anteil erneuerbarer Energien am Primärverbrauch von 20 % im Jahr 2023, der nicht mit dem des Elsass vergleichbar ist. Schließlich veröffentlichen die Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft in ihrer „Energiestatistik 2022" bzw. „Energiestatistik 2024" Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoverbrauch (nicht vergleichbar) von 43,9 % im Jahr 2022 und 20,2 % im Jahr 2024.

Perspektiven

Die Berechnung dieses Indikators kann noch verfeinert werden und seine langfristige Überwachung gibt der Region einen Anreiz, zur Erreichung der Ziele sowohl bei der Energieerzeugung als auch beim Energieverbrauch zu beitragen.



Puissance renouvelable installée

Erneuerbare installierte Leistung

Les inventaires montrent que dans le Rhin supérieur, les énergies renouvelables sont en pleine expansion et gagnent progressivement en importance. Suite à des politiques favorables et la baisse des coûts marginaux de production, la puissance installée renouvelable a plus que triplé au cours des 25 dernières années.

En 2025, la puissance installée de production d'électricité renouvelable s'élevait à environ 9,3 GW dans la région du Rhin supérieur.

Elle se caractérise par un **fort potentiel hydroélectrique,** exploité depuis le début du XXe siècle grâce à une vingtaine de grandes centrales au fil de l'eau situées sur les tronçons du Rhin appelés Haut-Rhin et Rhin supérieur. Depuis les années 2000, la biomasse (bois), l'éolien et le photovoltaïque ont également gagné en importance, contribuant à plus que tripler la puissance renouvelable installée. Aujourd'hui, la **production d'électricité solaire** représente près d'un **tiers de la puissance renouvelable installée,** suivie par l'hydroélectricité. La géothermie profonde, en revanche, ne joue pour le moment qu'un rôle marginal. Après un ralentissement du développement entre 2014 et 2019, la dynamique de croissance du photovoltaïque et de l'éolien s'est à nouveau accélérée depuis le début des années 2020.

Die Erhebungen zeigen, dass die Erneuerbaren Energien im Oberrheingebiet auf dem Vormarsch sind und zunehmend an Bedeutung gewinnen. Begünstigt durch förderliche politische Maßnahmen und sinkende Produktionskosten hat sich die installierte Kapazität erneuerbarer Energien in den letzten 25 Jahren mehr als verdreifacht.

2025 lag die installierte Leistung der erneuerbaren Stromerzeugung in der Oberrheinregion bei rund 9,3 GW.

Charakteristisch für die Oberrheinregion ist ihr hohes Wasserkraftpotenzial. Mit rund 20 großen Laufwasserkraftwerken am Ober- und Hochrhein spielt die Wasserkraft hier bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts eine bedeutende Rolle. Seit etwa dem Jahr 2000 haben für die erneuerbare Stromerzeugung auch Biomasse (Energieholz), Windkraft und Photovoltaik an Bedeutung gewonnen, sodass sich die installierte erneuerbare Leistung seitdem mehr als verdreifacht hat. Mit rund **einem Drittel** hat die **Stromerzeugung aus Solarenergie** mittlerweile den höchsten Anteil an der **installierten erneuerbaren Leistung,** gefolgt von der Wasserkraft. Die Tiefengeothermie hat bisher nur eine marginale Bedeutung. Nach einem verlangsamten Zubau zwischen 2014 und 2019 hat mit Beginn der 2020er Jahre der Zubau bei der Photovoltaik und Windkraft wieder an Dynamik gewonnen.

Evolution de la puissance installée renouvelabe dans le Rhin supérieur
Entwicklung der installierten erneuerbaren Leistung im Oberrheingebiet



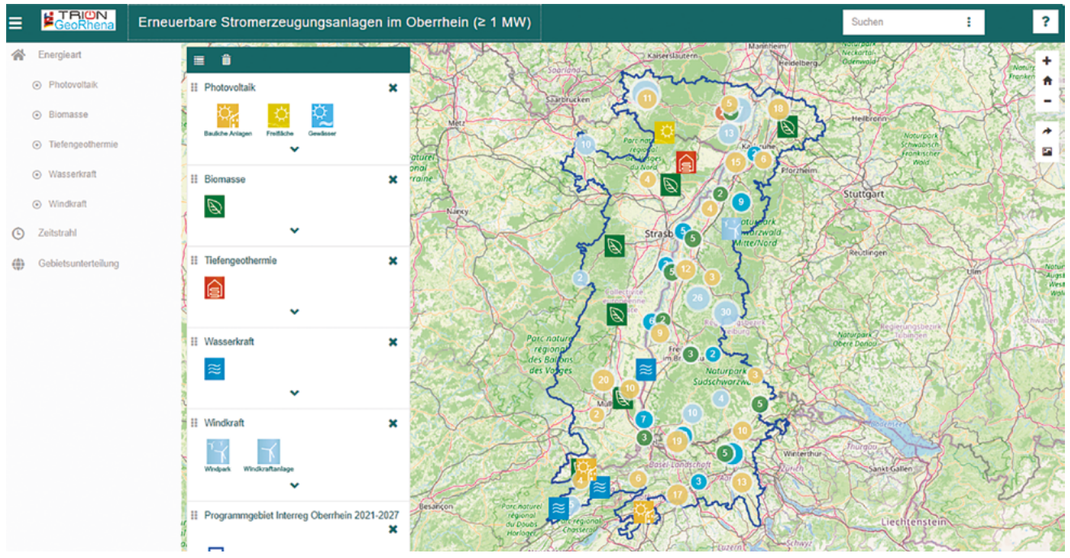
Auteurs / Autoren: TRION-climate e.V.

atmo rhena PLUS — Interreg — Rhin Supérieur | Oberrhein

Pour illustrer la production d'électricité renouvelable dans le Rhin supérieur, TRION-climat a développé une **carte interactive des principales installations.** Elle recense environ 500 sites d'au moins 1 MW et permet d'accéder, selon le type de production (biomasse, photovoltaïque, géothermie, hydroélectricité, éolien), à des informations synthétiques et des données techniques. L'évolution du parc depuis 1990 y est également consultable.

Zur Veranschaulichung der erneuerbaren Stromerzeugung im Oberrheingebiet hat TRION-climate e.V. eine **interaktive Karte der wichtigsten Anlagen** erstellt. Sie erfasst rund 500 Anlagen ab 1 MW installierter Leistung und bietet je nach Erzeugungsart (Biomasse, Photovoltaik, Tiefengeothermie, Wasserkraft, Windkraft) kurze Informationen sowie technische Daten. Zudem lässt sich die Entwicklung des Anlagenbestands seit 1990 nachvollziehen.

Lien vers la carte interactive
Links zur interaktiven Karte:



Perspectives

Les cartes ainsi que la production d'énergie présentée sur le Dashboard Atmo-Rhena PLUS devraient être actualisés au-delà du projet, grâce aux méthodes d'échanges de données mises en place et en s'appuyant sur d'autres projets (ressources ou fourniture de données).

Perspektiven

Die Karten sowie die im Dashboard Atmo-Rhena PLUS dargestellte Energieerzeugung sollten über die Projektlaufzeit hinaus aktualisiert werden, insbesondere dank der eingerichteten Methoden zum Datenaustausch und der Einbeziehung anderer Projekte (Ressourcen oder Datenbereitstellung).



Potentiels de production d'énergie renouvelable

Erzeugungspotenziale der Erneuerbare Energien

Parmi les énergies renouvelables, le photovoltaïque offre le plus grand potentiel, suivi de l'éolien, même si ces sources d'énergie présentent toutefois de fortes fluctuations dans la production d'électricité. L'hydroélectricité, les installations de biogaz/biomasse, la géothermie profonde et la chaleur résiduelle industrielle présentent un potentiel moyen à faible, mais ne montrent pratiquement peu de fluctuation, voire aucune, dans la fourniture d'électricité au cours de l'année.

Photovoltaik bietet im Bereich der Erneuerbaren Energien das größte Potential gefolgt von Windkraft, wobei diese Energieträger jedoch starke Schwankungen bei der Stromerzeugung zeigen. Wasserkraft, Biogas-/Biomasseanlagen, Tiefengeothermie und industrielle Abwärme haben ein mittleres bis kleineres Potential, zeigen jedoch im Jahreslauf kaum oder keine Schwankungen bei der Strombereitstellung.

Photovoltaïque

Les potentiels estimés par les partenaires pour le photovoltaïque (PV) sur les toits sont de 13 TWh pour l'Alsace, **17 TWh pour la partie du Bade-Wurtemberg dans le Rhin supérieur, et 0,5 TWh pour Bâle.**

- Du côté alsacien subsistent d'importants potentiels de développement pour les petites installations de moins de 50 MW sur les bâtiments des particuliers (projet Interreg RES-TMO).
- Le photovoltaïque représente le plus grand potentiel parmi les énergies renouvelables dans le Bade-Wurtemberg. Le potentiel des installations photovoltaïques sur les toitures s'élève à environ 81 gigawatts-crête (en 2025, la puissance totale installée en service était de 11,5 gigawatts (GW)). D'un point de vue purement théorique, ces installations pourraient ainsi produire environ 11 586 gigawattheures (GWh) d'électricité par an. Cela permettrait d'alimenter en électricité environ 8,0 millions d'habitants, soit environ 70 % de la population du Bade-Wurtemberg.

Afin d'exploiter au mieux les surfaces disponibles, les installations PV sont de plus en plus souvent installées au-dessus de parkings, sur d'anciennes décharges, sur des lacs ou sur des champs.

Le potentiel du photovoltaïque au sol, au-dessus des parkings et sur les décharges, ainsi que des installations photovoltaïques flottantes (Floating-PV) s'élève à environ 687 GWp dans le Bade-Wurtemberg, dont 2 GWp auront été exploités d'ici 2025.

Photovoltaik

Die von den Partnern geschätzten Potenziale für Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) auf Dächern belaufen sich auf **13 TWh für das Elsass, 17 TWh für den Teil Baden-Württembergs im Oberrheingebiet und 0,5 TWh für Basel.**

- Auf elsässischer Seite besteht nach wie vor ein erhebliches Entwicklungspotenzial für kleine Anlagen mit einer Leistung von weniger als 50 MW auf Wohngebäuden (Interreg-Projekt RES-TMO).
- Photovoltaik bietet das größte Potential der erneuerbaren Energien auch in Baden-Württemberg. Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen liegt bei rund 81 Gigawattpeak (im Jahr 2025 war eine installierten Gesamtleistung von 11,5 Gigawattpeak (GW) in Betrieb). Diese Anlagen können damit jährlich rein rechnerisch rund 11.586 Gigawattstunden (GWh) Strom erzeugen. Damit ließen sich etwa 8,0 Millionen Einwohner und damit ungefähr 70 % der Bevölkerung Baden-Württembergs mit Strom versorgen.

Um vorhandene Flächen optimal zu nutzen werden PV-Anlagen zunehmend auch über Parkplätzen, auf ehemaligen Deponien, auf Baggerseen (Floating-PV-Anlagen) und auf Feldern (Agri-PV) installiert.

Die Potentiale für Freiflächenphotovoltaik, für Anlagen über Parkplätzen und auf Deponieflächen sowie für schwimmenden Photovoltaikanlagen (Floating-PV) liegen in Baden-Württemberg bei rund 687 GWp, davon sind in 2025 inzwischen 2 GWp ausgeschöpft.



Eolien

L'éolien présente également de forts potentiels pour la production locale d'électricité renouvelable dans le Rhin supérieur, particulièrement les régions montagneuses où les conditions de vent sont les plus favorables, tels que le Palatinat du Sud, la Forêt Noire ou l'Alsace (projet Interreg RES-TMO).

L'énergie éolienne présente le deuxième plus grand potentiel du Bade-Wurtemberg, avec 12,5 TWh/an sur des sites adaptés bénéficiant d'un ensoleillement éolien suffisant. Si l'on ajoute à cela les sites partiellement adaptés, c'est-à-dire ceux qui bénéficient certes d'un ensoleillement suffisant mais qui présentent également des contraintes d'occupation des sols, comme les zones forestières ou les réserves naturelles, ce potentiel atteint même 21 TWh/an.

Windkraft

Neben Photovoltaik bestehen vor allem für die Windkraft noch Potenziale für die heimische erneuerbare Stromerzeugung. Als wesentliche Standorte mit günstigen Windbedingungen sind hier Bergregionen, die Südpfalz, das Elsass sowie der Schwarzwald hervorzuheben (Vgl. Interreg-Projekt RES-TMO).

Das zweitgrößte Potential in Baden-Württemberg hat die Windkraft mit 12,5 TWh/a auf geeigneten Flächen, die ein ausreichendes Windangebot aufweisen. Nimmt man auch bedingt geeignete Flächen hinzu, also solche Flächen, die zwar ein ausreichendes Windangebot jedoch auch Flächenrestriktionen aufweisen, wie Waldflächen oder Naturschutzgebiete, dann sind es sogar 21 TWh/a.



Biogaz

Les potentiels estimés par l'Alsace et la partie du Bade-Wurtemberg dans le Rhin supérieur sont respectivement de 1 TWh et 0,3 TWh. Dans le Bade-Wurtemberg, le biogaz représente une faible part de la production totale d'électricité, soit 2,3 TWh/an, et le potentiel est déjà presque entièrement exploité en raison de la concurrence croissante sur l'utilisation des terres.

Biogas

Die geschätzten Potentiale für Biogas im Elsass und dem Teil Baden-Württembergs im Oberrheingebiet betragen 1 TWh bzw. 0,3 TWh.
In Baden-Württemberg hat Biogas einen kleinen Anteil an der Gesamtstromerzeugung von 2,3 TWh/a, hier ist das Potential heutzutage aufgrund zunehmender Flächenkonkurrenz aber schon fast ausgeschöpft.

Différences organisationnelles et méthodologiques

Dans la région du Rhin supérieur, les données disponibles sur les potentiels des énergies renouvelables varient considérablement en termes de couverture régionale et de niveau de détail :

- L'Atlas énergétique du Bade-Wurtemberg (https://www.energieatlas-bw.de/) est le portail Internet commun de la LUBW et du ministère de l'Environnement, du Climat et de l'Énergie du Bade-Wurtemberg consacré aux énergies renouvelables. Outre les données et cartes sur le parc d'installations et le potentiel des énergies renouvelables dans le Bade-Wurtemberg, des exemples concrets et les méthodes de calcul sont disponibles.
- Au moment du projet, les potentiels de production d'énergie étaient en cours d'évaluation par la DREAL Grand Est (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement).
- Pour la Suisse, des informations sont disponibles dans le „Energieperspektiven 2050+ „ et dans le „Neue erneuerbare Energien | Kanton Basel-Stadt“.

Organisatorische und methodische Unterschiede

Organisatorische und methodische Unterschiede
Im Oberrheingebiet unterscheiden sich die vorliegenden Daten zu den Potentialen erneuerbarer Energien deutlich hinsichtlich ihrer regionalen Abdeckung und ihres Detaillierungsgrads.

- Der Energieatlas Baden-Württemberg (https://www.energieatlas-bw.de/) ist das gemeinsame Internet-Portal der LUBW und des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg zum Thema erneuerbare Energien. Er bietet Daten und Karten zum Anlagenbestand und zum Potenzial erneuerbarer Energien sowie Praxisbeispiele und Berechnungsverfahren.
- Zum Zeitpunkt des Projekts wurden die Energieerzeugungspotenziale gerade von der DREAL Grand Est (Regionaldirektion für Umwelt, Raumordnung und Wohnungswesen bewertet.
- Für die Schweiz liegen Informationen in den „Energieperspektiven 2050+“ und im Dokument „Neue erneuerbare Energien | Kanton Basel-Stadt“ vor.

Perspectives

Les cartes ainsi que la production d'énergie présentées sur le Dashboard Atmo-Rhena PLUS devraient être actualisées au-delà du projet, grâce aux méthodes d'échanges de données mises en place et en s'appuyant sur d'autres projets (ressources ou fourniture de données).

Perspektiven

Die Karten sowie die im Dashboard Atmo-Rhena PLUS dargestellte Energieerzeugung sollten über die Projektlaufzeit hinaus aktualisiert werden, und zwar dank der eingerichteten Methoden zum Datenaustausch und unter Einbeziehung anderer Projekte (Ressourcen oder Datenbereitstellung).



Économies d'énergie : bonnes pratiques dans le Rhin supérieur

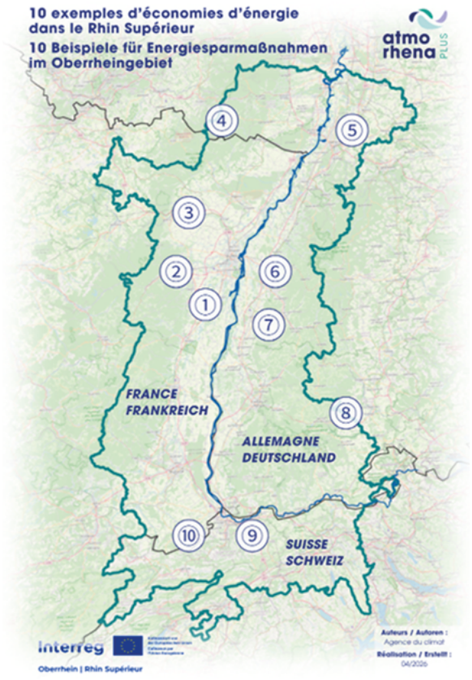
Energieeinsparungen: Best practices am Oberrhein

Baisser la consommation d'énergie représente un fort enjeu commun environnemental, économique ou encore géopolitique : cette partie du projet s'est attachée à mettre en avant des bonnes pratiques dans le Rhin supérieur pour encourager les communes à une mise en actions.

1. Plan de sobriété municipal (Lipsheim)
2. Stratégie de sobriété énergétique des bâtiments (Eurométropole de Strasbourg)
3. Service Energie et Patrimoine (Eurométropole de Strasbourg)
4. Economies d'énergie à l'école (France et Allemagne)
5. Formation d'apprentis « scouts climatiques » dans l'administration (Allemagne)
6. Management de l'énergie pour les bâtiments publics (Ortenaukreis)
7. Rénovation énergétique du lycée Scheffel (Lahr)
8. Virtualisation des serveurs (Landkreis Rottweil)
9. Bonus économie d'énergie (Canton de Bâle-Ville)
10. Optimisation des consommations industrielles (Canton de Bâle-Ville)

Den Energieverbrauch zu senken, stellt eine große gemeinsame Herausforderung dar, die sowohl ökologische als auch wirtschaftliche und geopolitische Aspekte beinhaltet: Dieser Teil des Projekts hat sich darauf konzentriert, gelungene Projekte von Kommunen am Oberrhein hervorzuheben, um andere Kommunen zum Handeln zu ermutigen.

1. Kommunaler Energiesparplan (Lipsheim)
2. Strategie zur Energieeinsparung in Gebäuden (Eurometropole Strasbourg)
3. Abteilung Energie und Liegenschaften (Eurometropole Strasbourg)
4. Energieeinsparungen in Schulen (Frankreich und Deutschland)
5. Ausbildung von « Klimascouts » in der Verwaltung (Deutschland)
6. Energiemanagement für öffentliche Gebäude (Ortenaukreis)
7. Energetische Sanierung des Scheffel-Gymnasiums (Lahr)
8. Servervirtualisierung (Landkreis Rottweil)
9. Energiesparbonus (Kanton Basel-Stadt)
10. Optimierung des Energieverbrauchs in der Industrie (Kanton Basel-Stadt)



Comparaison transfrontalière

Ce travail de mise en lumière de bonnes pratiques a essentiellement révélé un certain nombre de points communs entre les trois pays, même si des différences persistent partiellement (structure législative, passage à l'action) :

- La mise en œuvre d'actions conséquentes est **souvent motivée par des raisons financières.** D'autres motivations sont une **meilleure connaissance du patrimoine bâti** et la capacité de **planifier les dépenses.** Sans oublier des gains en confort et l'indépendance des énergies fossiles.
- Les actions d'économies d'énergie ne sont pas toujours techniques ou innovantes : elles relèvent **beaucoup de bon sens** (baisse des températures dans les bâtiments) et de pédagogie, avec une volonté d'optimiser les actions (réplicabilité des solutions, digitalisations…).
- On observe la présence sur les territoires d'**agences locales de l'énergie** (p.ex. Agence du climat Strasbourg, Agence de l'énergie de l'Ortenau, öffentliche Baselbieter Energieberatung - ÖBE) qui accompagnent les communes (ainsi que les citoyens et entreprises). L'important est d'avoir un **acteur neutre et facilement accessible.**

Grenzüberschreitender Vergleich

Diese Untersuchung zur Ermittlung bewährter Praktiken hat vor allem eine Reihe von Gemeinsamkeiten zwischen den drei Ländern aufgezeigt. Es bestehen teilweise auch Unterschiede, die auf die Rechtsstruktur oder den Zeitpunkt der Umsetzung zurückzuführen sind.

- Es zeigt sich, dass die Umsetzung konsequenter Maßnahmen oft aus finanziellen Gründen erfolgt. Weitere Beweggründe sind eine **bessere Kenntnis des Gebäudebestands** und die Möglichkeit, **Ausgaben zu planen.** Nicht zu vergessen sind dabei Komfortgewinne und die Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen.
- Energiesparmaßnahmen sind nicht unbedingt rein technischer Natur oder stets hochinnovativ: Sie beruhen zu einem großen Teil auf **gesundem Menschenverstand** (Senkung der Raumtemperaturen in Gebäuden) **und Aufklärungsarbeit,** mit dem Bestreben, die Maßnahmen zu optimieren (Übertragbarkeit der Lösungen, Digitalisierung …).
- Das Vorhandensein **lokaler Energieagenturen** (z.B. Klimaagentur Straßburg, Ortenauer Energieagentur, öffentliche Baselbieter Energieberatung - ÖBE), welche die Gemeinden (sowie Bürgerschaft und Unternehmen) unterstützen, wird auch festgestellt. Entscheidend ist, dass es sich um einen **neutralen und leicht erreichbaren Akteur** handelt.

Perspectives

Cette action du projet a permis de mettre en lumière sous un format simple 10 exemples d'économies d'énergie. L'objectif est de continuer ces échanges de bonnes pratiques entre les acteurs du Rhin supérieur en complétant cette collection de fiches bilingues.

Perspektiven

Es ist im Laufe dieses Projektteils gelungen, ein einfaches Format zu entwickeln, mit dem 10 Beispiele für Energieeinsparungen vorgestellt werden können. Ziel ist es, neue Aktionsblätter zu erstellen, um den Austausch bewährter Verfahren zwischen den Kommunen am Oberrhein weiterzuführen.

Émissions de gaz à effet de serre

Treibhausgasemissionen

Le trafic routier toujours principal responsable

Les émissions totales de gaz à effet de serre dans la région du Rhin supérieur s'élèvent à **36 MtCO$_{2eq}$ (équivalent CO$_2$)** : l'inventaire transfrontalier montre que :

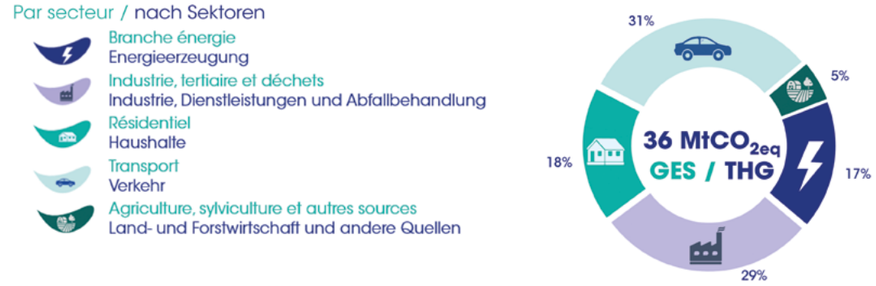
- 31% sont émis par le secteur des transports (routier et autres), 29% sont émis par le secteur tertiaire-industrie-déchets. 49% sont attribuables aux produits pétroliers, 30% au gaz naturel.
- **Le CO$_2$ représente 33 Mtonnes soit 92% des émissions** (en CO$_{2eq}$), en lien avec l'utilisation de combustibles fossiles dans l'industrie, les transports et le chauffage, les 8% restants étant du méthane CH$_4$ et du protoxyde d'azote N$_2$O.

Der Straßenverkehr ist nach wie vor der Hauptverursacher

Die gesamten Treibhausgasemissionen in der Oberrheinregion belaufen sich auf **36 MtCO$_{2eq}$ (CO$_2$-Äquivalent)**. Die grenzüberschreitende Emissionserhebung zeigt, dass:

- 31 % auf den Verkehrssektor (Straßenverkehr und sonstiger Verkehr) entfallen, 29 % auf den Dienstleistungs-, Industrie- und Abfallbehandlungssektor. 49 % sind auf Erdölprodukte zurückzuführen, 30 % auf Erdgas.
- **CO$_2$ macht 33 MTonnen bzw. 92 % der Emissionen aus** (in CO$_2$-Äquivalenten), durch den Einsatz fossiler Brennstoffe in Industrie, Verkehr und Heizung, wobei die restlichen 8 % aus Methan (CH$_4$) und Distickstoffmonoxid (N$_2$O) bestehen.

Emissions de gaz à effet de serre pour le Rhin Supérieur en 2021 *
Treibhausgasemissionen am Oberrhein in 2021 *



* PRG selon méthode 5ème rapport du GIEC (2013) calculé à partir des émissions de CO_2, CH_4 et N_2O
* GWP nach IPCC 5. Bericht 2013 - mit CO_2, CH_4 und N_2O-Emissionen berechnet

Emissions de gaz à effet de serre (par gaz à effet de serre) pour le Rhin Supérieur en 2021 *
Treibhausgasemissionen (nach Treibhausgas) am Oberrhein in 2021 *



* PRG selon méthode 5ème rapport du GIEC (2013) calculé à partir des émissions de CO_2, CH_4 et N_2O
* GWP nach IPCC 5. Bericht 2013 - mit CO_2, CH_4 und N_2O-Emissionen berechnet

Différences organisationnelles et méthodologiques

En raison des disponibilités inégales des données chez les partenaires, l'inventaire d'émissions de gaz à effet de serre ne contient pas les composés fluorés ni les puits de carbone.

Organisatorische und methodische Unterschiede

Aufgrund der uneinheitlichen Verfügbarkeit von Daten bei den Partnern enthält das Treibhausgasinventar weder fluorierte Verbindungen noch Kohlenstoffsenken.

Différences dans les résultats

Dans les transports routiers, les émissions de gaz à effet de serre sont de 1,9 tCO$_{2eq}$ par habitant et par an en Alsace alors qu'elles s'élèvent à 1,7 tCO$_{2eq}$ par habitant et par an dans l'Ouest du Bade-Wurtemberg : ces émissions inférieures de gaz à effet de serre pourraient être liées entre autres à un parc routier globalement plus récent.

Unterschiede bei den Ergebnissen

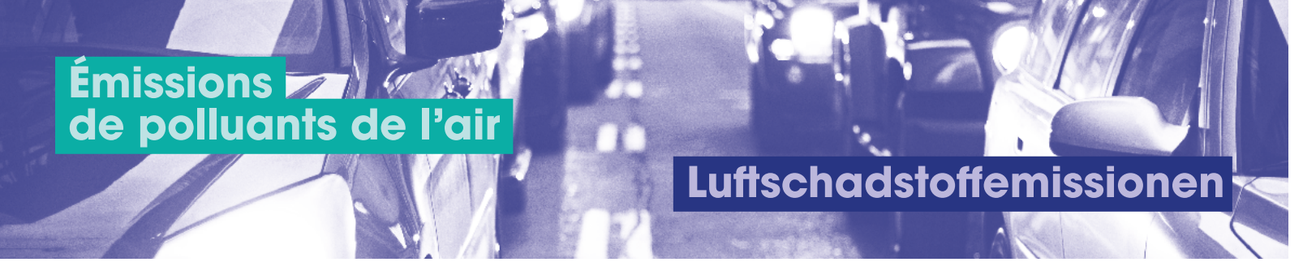
Im Straßenverkehr betragen die Treibhausgasemissionen im Elsass 1,9 tCO$_{2eq}$/Einwohner pro Jahr, während sie im Westen von Baden-Württemberg bei 1,7 tCO$_{2eq}$/Einwohner pro Jahr liegen: Diese geringeren Treibhausgasemissionen könnten unter anderem mit einem insgesamt neueren Fahrzeugbestand zusammenhängen.

Perspectives

Les données permettent par exemple d'alimenter des projets stratégiques d'une transition bas-carbone, en ciblant les secteurs les plus émetteurs pour réduire les émissions ou en identifiant des zones prioritaires en mitigation voire capture et stockage de carbone (CSS, carbon capture and storage) pour atténuer leurs effets. Les résultats du projet contribueront ainsi à l'**action CSS de la stratégie énergie climat de la Région Métropolitaine Trinationale (RMT) du Rhin Supérieur.**

Perspektiven

Die Daten ermöglichen es beispielsweise, strategische Projekte für eine CO$_2$-arme Energiewende voranzutreiben, indem die Sektoren mit den höchsten Emissionen gezielt zur Emissionsminderung herangezogen werden oder indem vorrangige Gebiete für die Emissionsminderung bzw. die CO$_2$-Abscheidung und -Speicherung identifiziert werden, um die Auswirkungen dieser Emissionen abzuschwächen. Die Ergebnisse des Projekts werden somit zu den **Maßnahmen im Bereich CO$_2$-Abscheidung und -Speicherung (CSS, carbon capture and storage) der Energie- und Klimastrategie der Trinationalen Metropolregion Oberrhein (TMO)** beitragen.



Émissions de polluants de l'air

Luftschadstoffemissionen

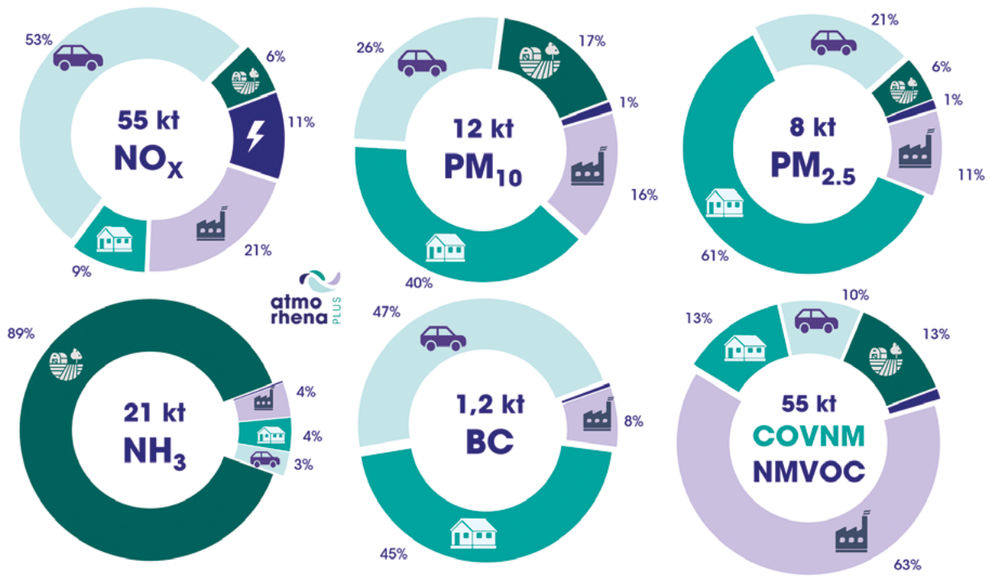
Les polluants atmosphériques sont des composés gazeux ou des particules qui nuisent à la santé humaine et/ou à l'environnement (voir cycle de l'air page 4). Dans l'inventaire commun d'Atmo-Rhena PLUS, 6 polluants ou familles de polluants de l'air sont pris en compte :

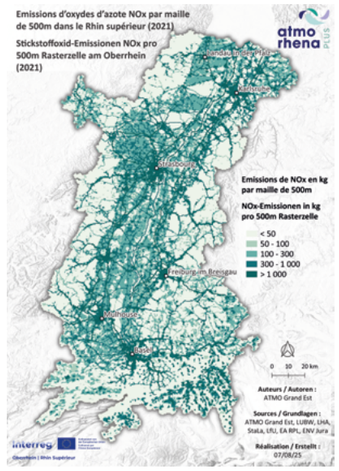
- Les **oxydes d'azote (NO_x)** sont un terme générique désignant différents composés gazeux constitués d'atomes d'azote et d'oxygène. Ils ont un impact sur la santé et sont des précurseurs d'ozone.
- Les **particules PM_{10} et $PM_{2.5}$** sont des aérosols, des suies, des particules minérales, des vapeurs spécifiques, etc. dont le diamètre aérodynamique est respectivement inférieur à 10 et 2,5 micromètres. Selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent altérer la fonction respiratoire. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.
- Les **composés organiques volatils (COV)** désignent un groupe de substances gazeuses et vaporeuses d'origine organique présentes dans l'air. Ils peuvent être d'origine naturelle (forêts) ou anthropique. Les COV d'origine anthropique sont principalement générés par l'utilisation de carburants, peintures, laques et solvants. Les COVNM, « non méthaniques », excluent le méthane. Ils ont un impact sur la santé et sont des précurseurs d'ozone.
- Le **carbone suie (ou black carbon-BC, ou elementary carbon—EC)** fait partie des particules fines, et plus précisément des $PM_{2.5}$ (et comprend essentiellement des particules plus petites que 1 µm). Il est constitué essentiellement de carbone, et par sa taille il est apte à pénétrer profondément dans les voies respiratoires et à s'y déposer.
- L'**ammoniac (NH_3)** est un composé gazeux dans l'atmosphère. A très fortes concentrations, ce gaz devient irritant pour les voies respiratoires et les yeux. Aux concentrations habituellement rencontrées en air ambiant ses effets sanitaires directs sont faibles, à la différence des effets environnementaux engendrés (voir page 30). Enfin, le NH_3 est un précurseur de particules secondaires (voir page 24).

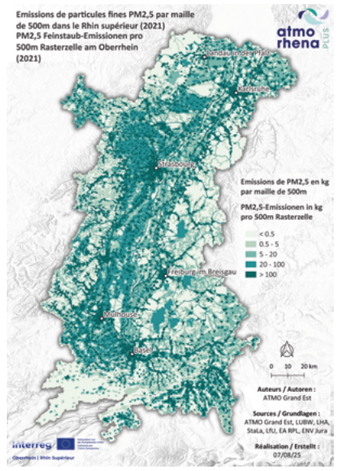
Als Luftschadstoffe werden gasförmige Verbindungen oder Partikel bezeichnet, die die menschliche Gesundheit sowie die Umwelt schädigen (siehe Luftmanagementzyklus auf der Seite 4). In dieser gemeinsamen Erhebung von Atmo-Rhena PLUS werden sechs Luftschadstoffe oder Schadstoffgruppen berücksichtigt:

- **Stickstoffoxide (NO_x)** ist ein Sammelbegriff für verschiedene gasförmige Verbindungen, die aus Stickstoff- und Sauerstoffatomen bestehen. Sie wirken sich auf die Gesundheit aus und sind Ozonvorläufer.
- **Feinstäube PM_{10} und $PM_{2.5}$** sind unter anderem Aerosole, Ruß, mineralische Partikel sowie spezifische Dämpfe usw. mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 bzw. 2,5 Mikrometer. Je nach ihrer Korngröße (Partikelgröße) dringen die Partikel mehr oder weniger tief in die Atemwege ein. Die feinsten Partikel können die Lungenfunktion beeinträchtigen. Bestimmte Partikel haben zudem mutagene und krebserregende Eigenschaften.
- **Flüchtige organische Verbindungen (VOC)** bezeichnen eine Stoffgruppe von gas- und dampfförmigen Stoffen organischen Ursprungs in der Luft. Sie können natürlichen Ursprungs (Wälder) oder durch den Menschen verursacht sein. Anthropogene VOCs entsteht vorwiegend bei der Nutzung von Kraftstoffen, Farben und Lacken und Lösungsmitteln. Die „nicht-methanhaltigen" VOC schließen Methan aus. Sie wirken sich auf die Gesundheit aus und sind Ozonvorläufer.
- **Black Carbon (BC; umgangssprachlich auch Ruß genannt)** ist ein Teil der Feinstaubpartikel, genauer gesagt von $PM_{2.5}$, und umfasst hauptsächlich Partikel kleiner als 1 µm. Black Carbon besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff und kann aufgrund seiner Partikelgröße tief in die Atemwege eindringen und sich dort ablagern.
- **Ammoniak (NH_3)** ist eine reaktive, gasförmige Verbindung in der Atmosphäre, die bei sehr hohen Konzentrationen die Atemwege und die Augen reizen kann. Bei den üblichen Konzentrationen in der Umgebungsluft sind die direkten gesundheitlichen Auswirkungen jedoch gering , im Gegensatz zu den dadurch verursachten Umweltauswirkungen (siehe Seite 30). Schließlich ist NH_3 ein Vorläufer von Sekundärpartikeln (siehe Seite 24).

Emissions de polluants par secteur pour le Rhin supérieur en 2021
Schadstoffemissionen nach Quellengruppen am Oberrhein in 2021







Cet inventaire transfrontalier montre que plusieurs secteurs sont à cibler pour les actions de réduction :

- La lutte contre les NO_x doit se concentrer sur le secteur des transports routiers (puis l'industrie),
- La lutte contre les PM_{10} et les $PM_{2.5}$ dans le Rhin supérieur passe par des actions locales sur le chauffage (notamment résidentiel au bois), l'agriculture et les transports.

Diese grenzüberschreitende Bestandsaufnahme zeigt, dass mehrere Sektoren im Fokus von Minderungsmaßnahmen stehen sollten:

- Die Bekämpfung der NO_x muss sich primär auf den Straßenverkehrssektor (und anschließend auf die Industrie) konzentrieren.
- Die Bekämpfung von PM_{10} und $PM_{2.5}$ am Oberrhein erfordert lokale Maßnahmen in den Bereichen Heizung (insbesondere Holzheizungen in Privathaushalten), Landwirtschaft und Verkehr.

Les politiques environnementales ciblant uniquement le secteur énergétique auront un effet limité sur la réduction globale de certains polluants :

- Les émissions de COVNM sont également majoritairement indépendantes d'une consommation d'énergie,
- Concernant le bois énergie, les stratégies doivent prendre en compte les émissions de PM_{10} et $PM_{2.5}$ en plus des émissions de gaz à effet de serre,
- Pour le NH_3, il est nécessaire de concentrer les efforts sur les activités non énergétiques, notamment agricoles.

Umweltpolitische Maßnahmen, die ausschließlich auf den Energiesektor abzielen, werden nur begrenzte Auswirkungen auf die Gesamtminderung bestimmter Schadstoffe haben:

- Auch die Emissionen von NMVOC sind größtenteils unabhängig vom Energieverbrauch.
- Im Hinblick auf Holzenergie müssen Strategien neben den Treibhausgasemissionen auch die Emissionen der Feinstaubpartikel PM_{10} und $PM_{2.5}$ berücksichtigen.
- Für die Emissionsminderung beim NH_3 ist es notwendig, die Anstrengungen auf nicht-energetische Aktivitäten, insbesondere in der Landwirtschaft, zu konzentrieren.

Différences méthodologiques

Différents constats ont été faits au cours de l'étude et certaines nécessiteraient des investigations plus poussées. Par exemple, il existe des différences dans les facteurs d'émissions de particules liées au chauffage au bois. Or comme il s'agit de la principale source, cette donnée est importante et elle ne fait pas encore l'objet d'un consensus méthodologique.

Methodische Unterschiede

Im Verlauf der Studie wurden verschiedene Feststellungen getroffen, wobei einige weitere Untersuchungen erfordern. Zum Beispiel gibt es Unterschiede bei den Emissionsfaktoren für Feinstaub aus Holzheizungen. Da es sich hierbei um die Hauptquelle handelt, ist diese Angabe von Bedeutung und es besteht noch kein methodischer Konsens darüber.

Différences dans les résultats

- Les émissions de NH_3 ne sont pas homogènes entre pays donc il existe un potentiel de transfert de compétence entre les acteurs pour réussir à baisser ces émissions qui restent supérieures aux objectifs de la directive « NEC » (UE 2016/2284) sur les Seuils d'Emissions Nationaux.
- Les parcs automobiles fournis pour les calculs d'émissions semblent différents d'un pays à l'autre alors qu'ils semblaient plutôt semblables lors des mesures en temps réel à Bâle (voir encadré).

Unterschiede bei den Ergebnissen

- Die NH_3-Emissionen sind nicht in allen Ländern auf ähnlichem Niveau, daher besteht die Notwendigkeit für einen Wissensaustausch zwischen den Akteuren, um diese Emissionen, die weiterhin über den Zielen der NEC-Richtlinie (EU 2016/2284) über nationale Emissionsgrenzwerte liegen, erfolgreich zu senken.
- Die für die Emissionsberechnungen herangezogenen Fahrzeugflotten scheinen sich von Land zu Land zu unterscheiden, doch bei den Echtzeitmessungen in Basel (siehe Kasten) schien die Flottenzusammensetzung eher ähnlich zu sein.

Perspectives

- Des travaux ciblant la détermination des émissions d'ammoniac, celles de particules liées au chauffage au bois, ou encore une comparaison des parc automobiles pourraient répondre à certaines interrogations mentionnées.
- Les données du projet peuvent alimenter des travaux portant sur transport fluvial ou sur la mobilité transfrontalière dans le Rhin supérieur.

Perspektiven

- Untersuchungen zur Ermittlung der Ammoniakemissionen, der durch Holzheizungen verursachten Partikelemissionen oder auch ein Vergleich der Fahrzeugflotten könnten Antworten auf weinige der genannten Fragen liefern.
- Die Projektdaten können in Arbeiten zum Binnenschiffsverkehr oder zur grenzüberschreitenden Mobilität am Oberrhein einfließen.

Mesures à l'échappement dans la région de Bâle

Des mesures des gaz d'échappement en circulation ont été effectuées dans la région de Bâle en 2023. L'étude montre que :

- la composition de la flotte et les émissions des véhicules, qu'ils soient immatriculés en Suisse, en Allemagne ou en France sont similaires,
- les véhicules diesel représentent 40 % des voitures circulant sur les routes, mais sont responsables de 75 % des émissions de NO_x,
- les nouveaux véhicules diesel de la norme européenne 6d respectent en grande partie les valeurs limites d'émission,
- les véhicules hybrides ne se distinguent pas des véhicules à essence et diesel en termes d'émissions de NO_x. Dans 80 % des cas, les véhicules hybrides ont passé les points de mesure en mode combustion.

Abgasmessungen in der Region

Im Jahr 2023 wurden in der Region Basel Abgasmessungen im fließenden Verkehr durchgeführt. Die Studie zeigt, dass:

- die Zusammensetzung des Fahrzeugbestands und das Emissionsverhalten der Fahrzeuge – unabhängig davon, ob sie in der Schweiz, in Deutschland oder in Frankreich zugelassen sind – ähnlich sind,
- Dieselfahrzeuge 40 % der auf den Straßen fahrenden Wagen ausmachen, jedoch für 75 % der NO_x-Emissionen verantwortlich sind,
- neue Dieselfahrzeuge der Euro-6d-Norm die Emissionsgrenzwerte weitgehend einhalten,
- sich Hybridfahrzeuge hinsichtlich der NO_x-Emissionen nicht von Benzin- und Dieselfahrzeugen unterscheiden. In 80 % der Fälle passierten die Hybridfahrzeuge die Messstellen im Verbrennungsmodus.

Tableau de bord air-climat-énergie pour le Rhin supérieur

Le tableau de bord Air-Climat-Energie pour le Rhin supérieur est un résultat clef du projet. Il regroupe les résultats des inventaires transfrontaliers des consommations d'énergie primaire et finale, d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants mais aussi de production d'énergie, présentés dans les pages précédentes.

- Le bouton « Territoire » permettent de choisir le Rhin supérieur, l'Eurodistrict Strasbourg-Ortenau, l'Eurodistrict PAMINA ou l'Eurodistrict Trinational de Bâle.
- La liste « Paramètres » permet d'afficher les émissions de gaz à effet de serre, de $PM_{2,5}$, de PM_{10} ou d'oxyde d'azote, ou bien la consommation d'énergie primaire ou finale en Gigawattheures ou en Térajoules. Les données sont présentées par secteur, par rapport aux autres territoires, par habitant et territoire, par secteur et territoire, et par catégorie d'énergie.
- Dans l'onglet « Production », il est possible de consulter les productions d'énergie totale, par vecteur ou par énergie renouvelable.
- Enfin, deux boutons permettent de visualiser le diagramme de Sankey et le taux d'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie.
- Toutes les sources des données des différentes régions d'études du Rhin supérieur qui ont servi au travail d'harmonisation pour aboutir aux inventaires transfrontaliers sont accessibles sur le petit « i ».

Interdisziplinäres Dashboard Luft, Klima und Energie am Oberrhein

Das Dashboard „Luft-Klima-Energie" für den Oberrhein ist ein zentrales Ergebnis des Projekts. Es fasst die Ergebnisse der grenzüberschreitenden Bestandsaufnahmen zum Primär- und Endenergieverbrauch, zu den Treibhausgas- und Schadstoffemissionen sowie zur Energieerzeugung zusammen, die auf den vorangegangenen Seiten vorgestellt wurden.

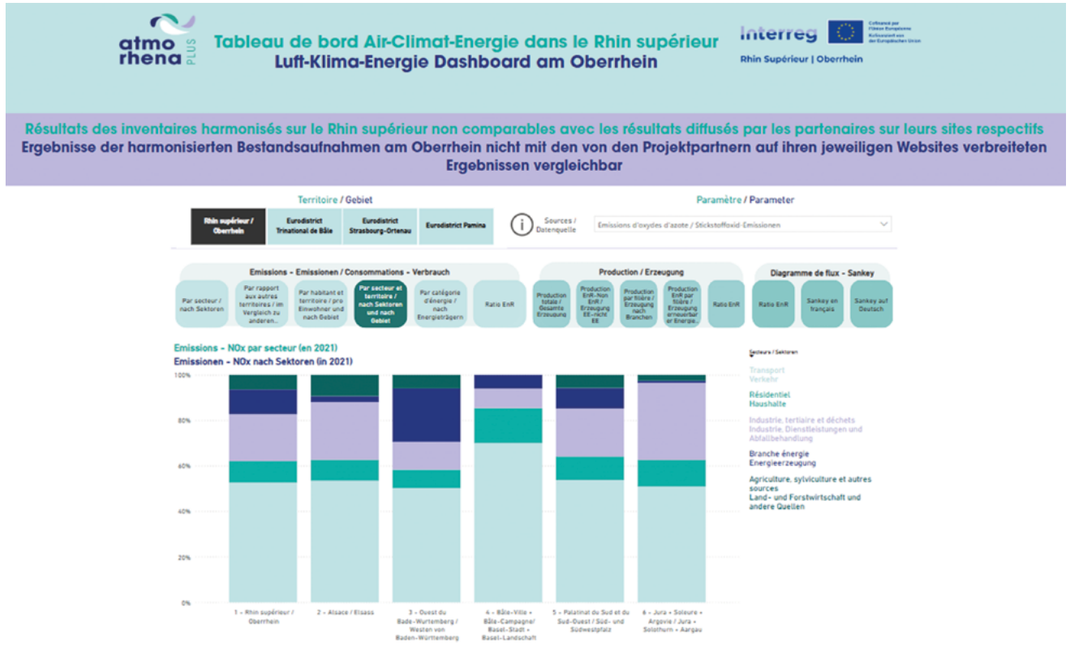
- Über die Schaltfläche „Gebiet" können Sie den Oberrhein, den Eurodistrikt Straßburg-Ortenau, den Eurodistrikt PAMINA oder den Trinationalen Eurodistrikt Basel auswählen.
- Über die Liste „Parameter" lassen sich die Emissionen von Treibhausgasen, $PM_{2,5}$, PM_{10} oder Stickstoffoxiden sowie der Primär- oder Endenergieverbrauch in Gigawattstunden oder Terajoule anzeigen. Die Daten werden nach Sektoren, im Vergleich zu anderen Gebieten, pro Einwohner und Gebiet, nach Sektoren und Gebieten sowie nach Energiekategorien dargestellt.
- Über den Tab „Erzeugung" können die Gesamtenergieerzeugung sowie die Erzeugung nach Energieträgern oder nach erneuerbaren Energien eingesehen werden.
- Schließlich ermöglichen zwei Schaltflächen die Anzeige des Sankey-Diagramms und des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch.
- Alle Datenquellen der verschiedenen Untersuchungsregionen am Oberrhein, die für die Harmonisierungsarbeit zur Erstellung der grenzüberschreitenden Energiebilanzen herangezogen wurden, sind über das kleine „i" zugänglich.

Perspectives

Les partenaires du projet comptent actualiser ces données au-delà du projet grâce aux méthodes et codes développés pendant le projet, et en s'appuyant sur leurs ressources propres complétées de microprojets.

Perspektiven

Die Projektpartner beabsichtigen, diese Daten über die Projektlaufzeit hinaus zu aktualisieren – mithilfe der im Rahmen des Projekts entwickelten Methoden und Codes sowie unter Rückgriff auf ihre eigenen Ressourcen, ergänzt durch Mikroprojekte.



Portail transfrontalier de la qualité de l'air Atmo-Rhena PLUS

Grenzüberschreitendes Luftqualitätsportal Atmo-Rhena PLUS

Les polluants atmosphériques sont mesurés dans toutes les régions du Rhin supérieur et présentés sur les sites web respectifs des partenaires. Cependant, la forme et les couleurs des présentation diffèrent d'un pays à l'autre, car chacun dispose de son propre indice d'évaluation de la qualité de l'air et les valeurs limites en matière de qualité de l'air varient également.

Le nouveau site web Atmo~rhenA PLUS (https://atmo-rhena.eu/) s'appuie sur le site créé en 2006 dans le cadre du projet INTERREG III Atmo~rhenA, qui a été entièrement redéveloppé. La résolution des cartes a pu être augmentée grâce à l'IA.

La qualité de l'air dans la région du Rhin supérieur sous un nouveau jour – le présent, l'avenir et le passé en un coup d'œil

Le nouveau site web bilingue Atmo~rhenA (https://atmo-rhena.eu/) est facilement accessible pour les décideurs et les citoyens qui souhaitent s'informer sur la qualité de l'air dans la région du Rhin supérieur. L'accent est mis sur la mise à disposition et la présentation harmonisée des valeurs de mesure en direct de la qualité de l'air, des prévisions pour les trois prochains jours et des données annuelles, afin d'obtenir en un coup d'œil une vue d'ensemble complète de la qualité de l'air dans la région du Rhin supérieur.

Die Luftschadstoffe werden in allen Teilgebieten des Oberrheins gemessen und auf den jeweiligen Webseiten der Partner dargestellt. Allerdings unterscheiden sich die Darstellungen in den jeweiligen Ländern in Form und Farbgebung, da diese jeweils einen eigenen Index zur Beurteilung der Luftqualität haben und auch die Grenzwerte zur Luftqualität unterschiedlich sind.

Die neue Webseite Atmo~rhenA PLUS (https://atmo-rhena.eu/) baut auf die im Rahmen des INTERREG-III-Projekts Atmo~rhenA im Jahr 2006 eingerichtete Webseite „Luftqualität" auf, die grundlegend überarbeitet wurde. Die Auflösung der Karten konnte mit Hilfe von KI erhöht werden.

Luftqualität am Oberrhein neu präsentiert – Gegenwart, Zukunft und Verangenheit auf einen Blick

Die neu aufgebaute zweisprachige Webseite Atmo~rhenA (https://atmo-rhena.eu/) ist eine einfach zugängliche Anlaufstelle für Entscheidungsträger und interessierte Bürger, um sich über die Luftqualität im Oberrheingebiet zu informieren. Der Fokus liegt dabei auf der Bereitstellung und harmonisierten Darstellung aktueller Messwerte der Luftqualität, Vorhersagen der nächsten drei Tage und Jahresdaten, um auf einen Blick eine umfassende Übersicht über die Luftqualität im Oberrheingebiet zu bekommen.



Pour la présentation de la qualité actuelle de l'air, il est possible de choisir entre les trois indices de qualité de l'air différents utilisés dans les différentes sous-régions de la région du Rhin supérieur (Allemagne, France et Suisse). Cela permet à chacun de comparer directement les stations de mesure sous une forme et avec une palette de couleurs familières. Des informations supplémentaires sur les trois indices de qualité de l'air ainsi que sur les polluants pertinents pour la qualité de l'air (NO_2, O_3, PM_{10} et $PM_{2,5}$) permettent d'en savoir plus sur la qualité de l'air en général et sur les pratiques en vigueur dans d'autres pays.

Comme depuis 2006, les partenaires se sont engagés pour maintenir ce site internet au-delà du projet INTERREG grâce à un accord de coopération.

Bei der Darstellung der aktuellen Luftqualität kann zwischen den drei unterschiedlichen Luftqualitätsindizes, welche in den verschiedenen Teilregionen des Oberrheingebietes (Deutschland, Frankreich und Schweiz) in Verwendung sind, gewählt werden. Dies ermöglicht allen den direkten Vergleich der Messstationen in einer vertrauten Form und Farbgebung. Zusätzliche Informationen über die drei unterschiedlichen Luftqualitätsindizes sowie zu den für die Luftqualität relevanten Schadstoffen (NO_2, O_3, PM_{10} und $PM_{2,5}$) helfen dabei mehr über die Luftqualität im Allgemeinen und das Vorgehen in anderen Ländern zu erfahren.

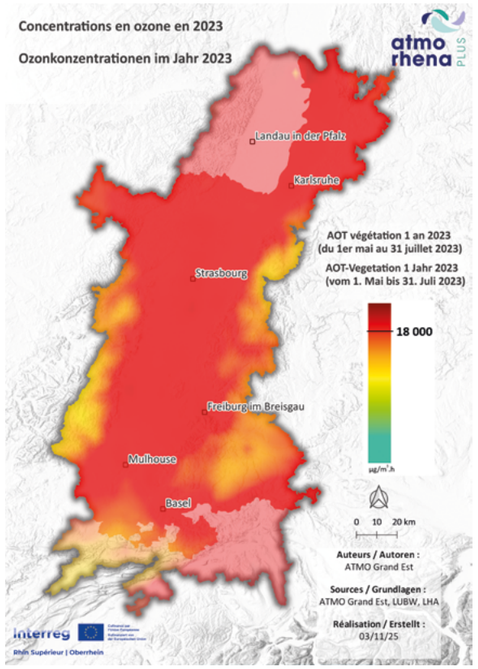
Wie bereits seit 2006 organisieren sich die Partner weiterhin, um diese Website über die Laufzeit des INTERREG-Projekt hinaus im Rahmen eines Kooperationsabkommen weiterzuführen.

Concentrations et expositions à la pollution de l'air dans le Rhin supérieur

Konzentrationen und Luftbelastung im Oberrheingebiet

Les concentrations résultent des fluctuations des émissions (variations des activités) et des conditions météorologiques (voir cycle de l'air page 4).

Die Höhe der Konzentrationen hängt sowohl von den Emissionen (Veränderungen der Aktivitäten) als auch von den meteorologischen Bedingungen ab (siehe Luftqualitätsmanagementzyklus auf der Seite 4).



O_3 : non-respect des valeurs cibles et lignes directrices pour protéger la santé des populations et des écosystèmes

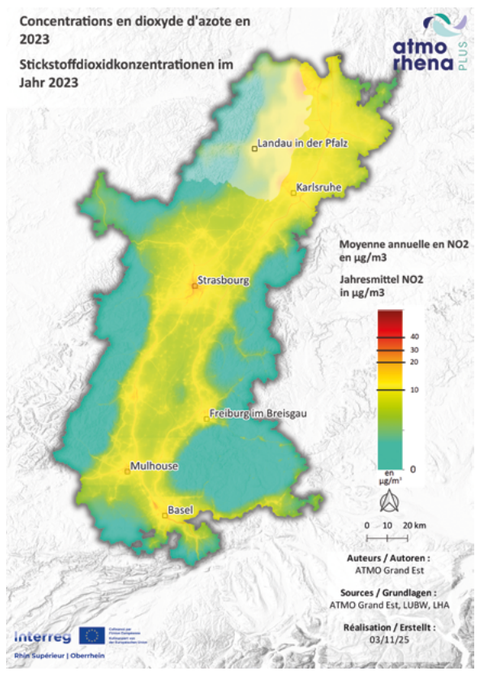
L'ozone (O_3) est un composé secondaire formé sous l'effet du rayonnement solaire à partir des NO_X et des COV présents dans l'air (voir page 22). À des concentrations élevées, l'ozone a des effets néfastes sur les voies respiratoires. Il peut également être nocif pour la forêt (voir page 30) et la végétation (voir agriculture page 31).

- 25% du territoire se situe au-dessus de la valeur cible pour la protection de la santé humaine et 73% pour la valeur cible prévue pour 2030.
- Le dépassement de la valeur cible 2030 concerne 94% de la population alsacienne et 96% des habitants des Cantons de Bâle.

O_3: Nichteinhaltung der Zielwerte und Leitlinien zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung und der Ökosysteme

Ozon (O_3) ist eine sekundäre Verbindung, die unter Einwirkung von Sonnenstrahlung aus den in der Luft vorhandenen NO_X- und VOC-Verbindungen entsteht (siehe Seite 22). In hohen Konzentrationen hat Ozon schädliche Auswirkungen auf die Atemwege. Ozon kann auch für Ökosysteme (siehe Wälder auf der Seite 30 und Kulturpflanzen (siehe Landwirtschaft auf der Seite 31) schädlich sein.

- 25 % des Gebiets liegen über dem Zielwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit und 73 % über dem für 2030 vorgesehenen Zielwert.
- Was den Zielwert für 2030 betrifft, so sind 94 % der elsässischen Bevölkerung und 96 % der Einwohner der Kantone Basel von einer Überschreitung betroffen.



NO_2 : Dépassements localisés de la valeur limite européenne 2030 pour protéger la santé des populations

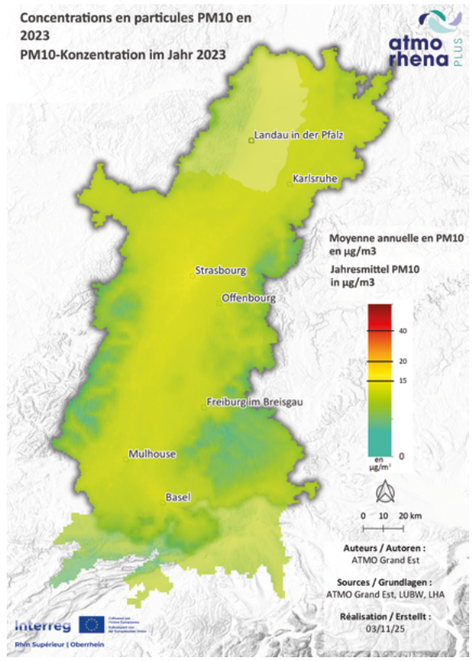
Les niveaux les plus élevés sont modélisés dans les zones urbanisées denses ainsi que le long du réseau routier principal du territoire, en cohérence avec l'origine majoritairement trafic (53 %) et industrielle (21 %) de ce polluant.

- Le Rhin supérieur n'est pas concerné par un dépassement de valeurs limites actuelles, et 0,2% de la superficie est au-dessus de la valeur limite 2030.
- **La ligne directrice de l'OMS, plus restrictive (10 µg/m³) est dépassée sur 13% de la zone et concerne 52% des habitants de l'Alsace et 72% de ceux des Cantons de Bâle** (voir impacts santé et les coûts économiques page 29).

NO_2: Lokale Überschreitungen des europäischen Grenzwerts für 2030 zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung

Die höchsten Werte werden für die dicht besiedelten Stadtgebiete sowie entlang des Hauptstraßennetzes des Gebiets errechnet, was noch einmal zeigt, dass dieser Schadstoff überwiegend aus dem Verkehr (53 %) und der Industrie (21 %) stammt.

- Im Oberrhein werden die aktuellen Grenzwerte nicht überschritten und nur 0,2 % der Fläche liegen über dem ab 2030 einzuhaltenden künftigen Grenzwert.
- **Die strengere WHO-Empfehlung (10 mg/m3) wird auf 13 % der Fläche überschritten und betrifft 52 % der Einwohner des Elsass sowie 72 % der Einwohner der Basler Kantone** (siehe Auswirkungen auf die Gesundheit und die wirtschaftlichen Kosten auf Seite 29).



PM_{10} : Dépassements localisés de la valeur limite européenne 2030 pour protéger la santé des populations

Les concentrations des PM_{10} mettent en évidence la vallée rhénane en cohérence avec l'origine des émissions de PM_{10}, provenant majoritairement du chauffage résidentiel-tertiaire et du transport routier.

- Quelques dépassements très localisés des seuils réglementaires de 40 µg/m³, 30 µg/m³ et 20 µg/m³ sont modélisés.
- **27 km² sont exposés à un dépassement de la valeur guide de l'OMS**, soit 0,2% du territoire, représentant 4% de la population alsacienne et 0,3% de celle des Cantons de Bâle.

PM_{10}: Lokale Überschreitungen des europäischen Grenzwerts für 2030 zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung

Die PM_{10}-Konzentrationen lassen im Oberrheingebiet einen Zusammenhang mit der Herkunft der PM_{10}-Emissionen erkennen, die überwiegend aus der Heizung von Wohn- und Dienstleistungsgebäuden sowie aus dem Straßenverkehr stammen.

- Im Einzugsgebiet des Oberrheins werden einige sehr lokal begrenzte Überschreitungen der gesetzlichen Grenzwerte von 40 µg/m³, 30 µg/m³ und 20 µg/m³ modelliert.
- **Eine Fläche von 27 km² ist einer Überschreitung der WHO-Leitlinie ausgesetzt,** was 0,2 % des Gebiets entspricht und 4 % der elsässischen Bevölkerung sowie 0,3 % der Bevölkerung der Basler Kantone ausmacht.

$PM_{2.5}$: Non-respect de la ligne directrice de l'OMS pour protéger la santé des populations

Les concentrations en $PM_{2.5}$ sont assez homogènes le long de la vallée du Rhin, s'établissant au maximum aux alentours de 10 µg/m³, dans les grandes agglomérations et vallées urbanisées et habitées susceptibles d'être équipées de systèmes de chauffage principal ou d'appoint au bois.

- Des dépassements ponctuels des normes actuelles et 2030 sont modélisés.
- 16 880 km² seraient exposés à un dépassement de la ligne directrice de l'OMS, soit **92% du territoire. Tous les habitants de l'Alsace et des Cantons de Bâle seraient concernés** (voir les impacts sur la santé et les coûts page 28).

$PM_{2.5}$: Nichteinhaltung der WHO-Richtlinie zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung

Die $PM_{2.5}$-Konzentrationen sind entlang des Rheintals relativ gleichmäßig verteilt und liegen in den großen Ballungsräumen sowie in den besiedelten und urbanisierten Tälern, in denen Holz-Haupt- oder Zusatzheizungen zum Einsatz kommen können, bei maximal etwa 10 µg/m³.

- Punktuelle Überschreitungen der derzeit geltenden oder ab 2030 einzuhaltenden gesetzlichen Grenzwerte werden modelliert.
- 16.880 km² wären einer Überschreitung der WHO-Leitlinie ausgesetzt, was **92 % des Gebiets entspricht. Alle Einwohner des Elsass und der Kantone Basel wären davon betroffen** (siehe Auswirkungen auf die Gesundheit und die Kosten auf Seite 28).

NH_3 : Non-respect des seuils pour protéger la végétation

Le projet a permis pour la première fois de réaliser une carte régionale des moyennes annuelles d'ammoniac, celle-ci est présentée page 30 (forêts et biodiversité). Dans le Rhin supérieur, 6 % de la surface d'écosystème est exposée en 2023 à des concentrations annuelles de NH_3 supérieures au seuil de protection de la végétation.

Perspectives

- La précision et la qualité des résultats diffère selon les zones.
- Une perspective serait la modélisation d'autres composés à haute résolution, à commencer par l'ozone.
- Un autre développement serait d'effectuer un croisement entre concentrations et population pour le territoire allemand.

NH_3: Nichteinhaltung der Grenzwerte zum Schutz der Vegetation

Im Rahmen des Projekts konnte erstmals eine regionale Karte der Ammoniak-Jahresmittelwerte erstellt werden; diese ist auf Seite 30 (Wälder und Biodiversität) dargestellt. Am Oberrhein sind im Jahr 2023 insgesamt 6 % der Ökosystemfläche jährlichen NH_3-Konzentrationen ausgesetzt, die über dem Schwellenwert für den Schutz der Vegetation liegen.

Perspektiven

- Die Genauigkeit und Qualität der Ergebnisse variieren je nach Region und sind mit Unsicherheiten behaftet.
- Eine Perspektive für die Zukunft wäre die Modellierung weiterer Verbindungen in hoher Auflösung, beginnend mit Ozon.
- Die Verknüpfung von Konzentrationswerten und Bevölkerungsdaten für das deutsche Staatsgebiet stellt eine Anwendungsmöglichkeit für die Zukunft dar.



Ozone: mécanismes et défis pour le Rhin supérieur

Ozon : Mechanismen und Herausforderungen für den Oberrhein

Actuellement, l'ozone ne respecte ni la valeur cible de la directive européenne relative à la protection de la santé humaine (page 20) ni le seuil de protection de la végétation (page 31) ou de la forêt (page 30).

Derzeit werden bei bodennahem Ozon weder der Zielwert der EU-Richtlinie zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Seite 20) noch der Schwellenwert zum Schutz der Vegetation (Seite 31) oder des Waldes (Seite 30) eingehalten.

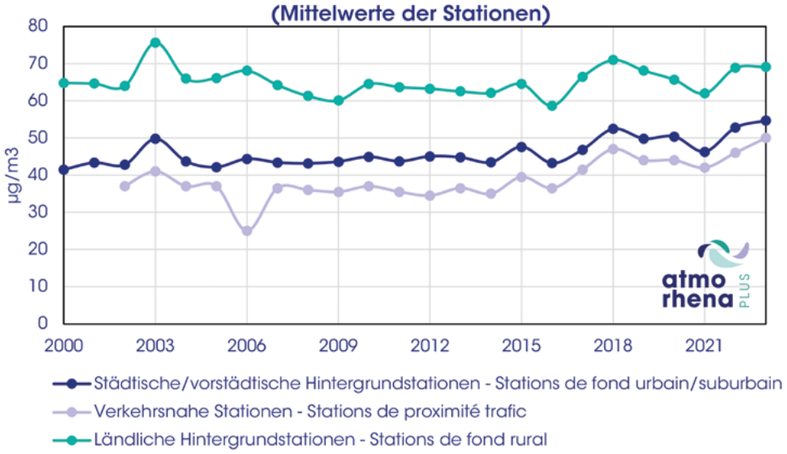
Evolution historique de l'ozone

L'analyse des données de mesure de l'ozone recueillies depuis les années 2000 par des stations de mesure françaises, allemandes et suisses dans la région du Rhin supérieur montre que le nombre de jours présentant des pics de concentration d'ozone (jours où la moyenne horaire dépasse 180 µg/m³) est en baisse. Mais malgré de légères améliorations en milieu rural et en milieu urbain/périphérique, la valeur cible pour la protection de la santé humaine (plus de 25 jours sur une moyenne triennale avec des moyennes sur 8 heures supérieures à 120 µg/m³) ne peut généralement être respectée que dans les stations situées à proximité des axes routiers, ainsi que dans les zones urbaines/périphériques. Les moyennes annuelles d'ozone ne montrent par ailleurs aucune baisse des concentrations, mais ont plutôt tendance à stagner voire augmenter en raison du changement climatique.

Historische Entwicklung der Ozonwerte

Auswertungen von Ozon-Messwerten seit den 2000er Jahren von französischen, deutschen und schweizer Messstationen im Oberrheingebiet zeigen, dass die Tage mit Ozon-Spitzenbelastungen (Tage mit Stundenmittelwerten über 180 µg/m³) zurückgehen. Trotz leichter Verbesserungen der Situation im ländlichen und städtischen/vorstädtischen Hintergrund kann der Zielwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit (mehr als 25 Tage im Dreijahresmittel mit 8-Stunden-Mittelwerten größer 120 µg/m³) in der Regel aber nur an verkehrsnahen, sowie städtisch/vorstädtischen Stationen eingehalten werden. Die Jahresmittelwerte von Ozon weisen zudem keinen signifikanten Rückgang der Konzentrationen auf, sondern mutmaßlich aufgrund des Klimawandels tendenziell eher eine Stagnation bzw. Zunahme.

Evolution des moyennes annuelles d'ozone dans le Rhin supérieur (moyenne des stations)
Entwicklung der Ozon-Jahresmittelwerte im Oberrheingebiet (Mittelwerte der Stationen)



L'ozone se forme à partir de NO_x et de COV sous l'effet du rayonnement solaire, et peut ensuite être transporté vers les régions voisines car il a une durée de vie de plusieurs jours. Contrairement aux COV, les NO_x peuvent, dans certaines conditions, contribuer à la dégradation de l'O_3. C'est le cas, par exemple, dans certaines agglomérations ou le long des routes. Il s'agit donc d'un polluant interrégional avec une chimie complexe.

Ozon entsteht unter Einwirkung von Sonnenstrahlung aus NOx und VOC und kann anschließend in benachbarte Regionen transportiert werden, da es eine Lebensdauer von mehreren Tagen hat. Im Gegensatz zu VOCs kann NO_2 unter bestimmten Bedingungen zum Abbau von O_3 beitragen. Dies ist beispielsweise in bestimmten Ballungsräumen oder entlang von Straßen der Fall. Es handelt sich also um einen überregionalen Schadstoff mit komplexer Chemie.

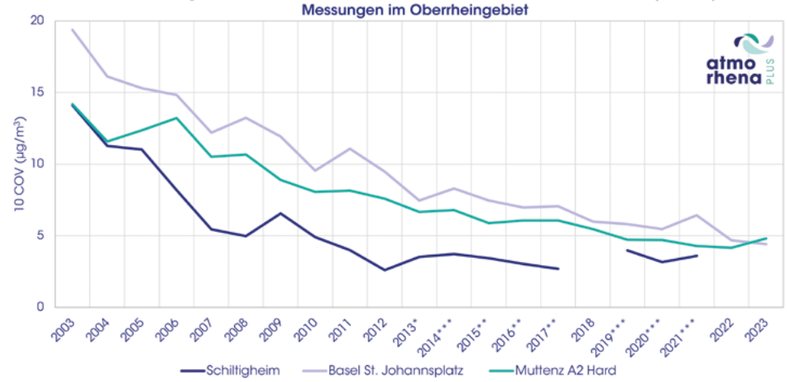
Evolution historique des précurseurs de l'ozone

Les principaux précurseurs de l'ozone sont les NO_x et les COV. Les mesures des concentrations de NO_2 et de 10 COV (dont le toluène et les xylènes) en France comme en Suisse montrent une baisse constante de ces concentrations. Les NO_x et les 10 COV ont notamment diminué à proximité des axes routiers, ce qui s'explique principalement par le renforcement des normes d'émissions pour les NO_x, par l'augmentation du nombre de véhicules électriques et à l'amélioration des performances de démarrage à froid des moteurs à combustion interne pour les COVs.

Historische Entwicklung der Ozonvorläufersubstanzen

Die wichtigsten Vorläufersubstanzen von O_3 sind NO_x und VOC.Messungen der Konzentrationen von NO_2 und von 10 Einzelkomponenten der VOC-Substanzklasse (u.a. Toluol, Xylole) in Frankreich als auch in der Schweiz zeigen einen stetigen Rückgang der Konzentrationen in den letzten Jahren. Die untersuchten NO_x-Konzentrationen und die zusätzlich gemessenen 10 VOC-Komponenten haben insbesondere an verkehrsnahen Standorten abgenommen, was bei den Stickstoffoxiden primär auf die verschärften Abgasvorschriften zurückzuführen ist, und bei den VOC eher auf die zunehmende Zahl an Elektrofahrzeugen und die besseren Kaltstarteigenschaften von Verbrennermotoren.

Evolution des moyennes annuelles de 10 COV précurseurs d'ozone (somme) Mesures dans le Rhin supérieur
Entwicklung der Jahresmittelwerte von 10 ozonfördernden VOC-Substanzen (Summe) Messungen im Oberrheingebiet



* entre 75 et 85% des données sur l'année /zwischen 75 und 85 % der Daten des Jahres
** entre 50 et 75% des données sur l'année /zwischen 50 und 75 % der Daten des Jahres
*** entre 30 et 50% des données sur l'année / zwischen 30 und 50 % der Daten des Jahres

Effets de baisses de précurseurs pour diminuer l'ozone
Auswirkungen von Maßnahmen der Vorläufersubstanzen zur Verringerung des Ozongehalts

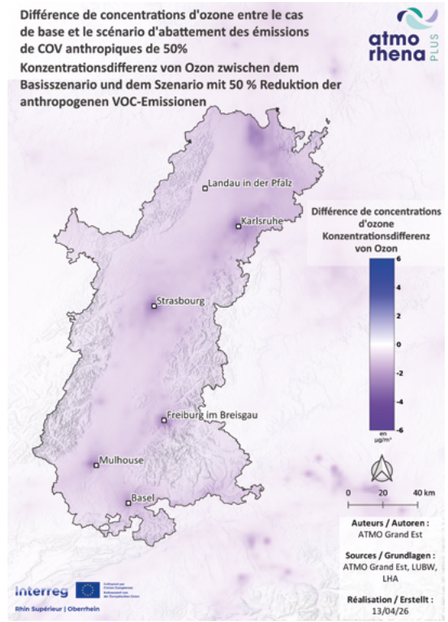
Les concentrations d'ozone modélisées, pour lesquelles les émissions anthropiques de COV et de NO_x ont été réduites de moitié dans la région du Rhin supérieur, montrent:

- qu'en dehors des agglomérations, une réduction des émissions de NO_x entraîne une baisse plus importante de la concentration d'O_3 (jusqu'à 6 µg/m³) qu'une réduction des émissions de COV.
- Dans les agglomérations (telles que Strasbourg, Colmar, Mulhouse, Karlsruhe ou Bâle, à l'exception de Mannheim), la réduction des NO_x et des COV a un impact comparable sur la diminution de la concentration d'O_3.
- Il convient de noter que la réduction des émissions de NO_x peut également entraîner une augmentation des concentrations d'O_3.

Mit einem Ausbreitungsmodell berechnete Ozonkonzentrationen, bei denen die anthropogenen VOC-Emissionen sowie die NO_x-Emissionen am Oberrhein halbiert wurden, zeigen, dass :

- außerhalb von Ballungsräumen eine Verringerung der NO_x-Emissionen zu einer stärkeren Senkung der Ozonkonzentration führt (um bis zu 6 µg/m³) als eine Verringerung der VOC-Emissionen.
- In Ballungsraumen (wie Strasbourg, Colmar, Mulhouse, Karlsruhe oder Basel, mit Ausnahme von Mannheim) hat die Reduktion von NO_x und VOCs einen vergleichbaren Einfluss auf die Verringerung der Ozonkonzentration.
- Interessant ist, dass die Reduktion der NO_x-Emissionen auch zu einer Zunahme der Ozonkonzentrationen führen kann.

Différence de concentrations d'ozone entre le cas de base et le scénario d'abattement des émissions de COV anthropiques de 50%
Konzentrationsdifferenz von Ozon zwischen dem Basisszenario und dem Szenario mit 50 % Reduktion der anthropogenen VOC-Emissionen



Perspectives

Etant donné la complexité de la chimie de l'ozone, sa nature interrégionale et les défis communs à relever, un travail de source apportionment similaire à celui réalisé sur les $PM_{2.5}$ (page 24) permettrait de mieux identifier et valoriser les impacts d'actions sectorielles au-delà des territoires eux-mêmes (contribution de chacun à une baisse générale).

Perspektiven

Angesichts der Komplexität der Ozonchemie, ihres interregionalen Charakters und der gemeinsamen Herausforderungen würde eine Quellenzuordnung ähnlich der für $PM_{2.5}$ (Seite 24) es ermöglichen, die Auswirkungen sektorspezifischer Maßnahmen über die einzelnen Gebiete hinaus besser zu identifizieren und zu bewerten (Beitrag jedes Einzelnen zu einer allgemeinen Verringerung).



Origine des particules fines $PM_{2,5}$ dans le Rhin supérieur

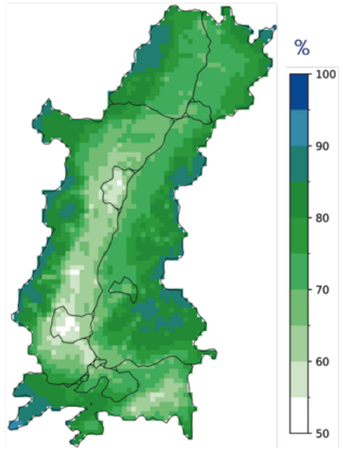
Verursacher der $PM_{2,5}$-Feinstaubbelastung im Oberrheingebiet

Les particules fines $PM_{2,5}$ restent un composé problématique dans le Rhin supérieur (voir bilan page 19 et impacts sur la santé page 27). Ce polluant peut être émis directement ($PM_{2,5}$ « primaires ») ou généré par des précurseurs tels que des NO_X, du NH_3, du SO_2 ou des COV ($PM_{2,5}$ « secondaires »). En plus d'être transformés chimiquement et physiquement, les composés sont transportés dans l'atmosphère.

Source apportionment

Le projet utilise le source apportionment pour identifier l'origine sectorielle (résidentiel, transports, agriculture, etc.) et géographique des $PM_{2,5}$ respirées : grâce à des outils comme CHIMERE (modélisation déterministe) et Sherpa (réseaux neuronaux), il simule les relations entre émissions et concentrations, en divisant la région en 5 secteurs d'activité et 9 zones géographiques.

Origine des concentrations de $PM_{2,5}$ (moyennes annuelles 2023) dans le Rhin supérieur : contribution de l'extérieur du Rhin supérieur (tous secteurs et polluants émis confondus)
Herkunft der $PM_{2,5}$-Konzentrationen (Jahresmittelwerte 2023) am Oberrhein: Beitrag von außerhalb des Oberrheingebiets (alle Quellengruppen und emittierten Schadstoffe zusammengenommen)



La première carte montre la contribution de l'extérieur du Rhin supérieur aux moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ dans le Rhin supérieur en 2023, tous secteurs confondus : les contributions externes dans la vallée sont de 50 à 75 % c'est-à-dire des contributions locales de 25 à 50 %.

Die erste Karte zeigt den Beitrag der Emissionen aller Quellengruppen von außerhalb des Oberrheingebiets zu den PM2,5-Jahresmittelwerten im Oberrheingebiet im Jahr 2023. In der Rheinebene belaufen sich die externen Beiträge auf 50 bis 75 %, d. h. lokalen Beiträgen betragen 25 bis 50 %.

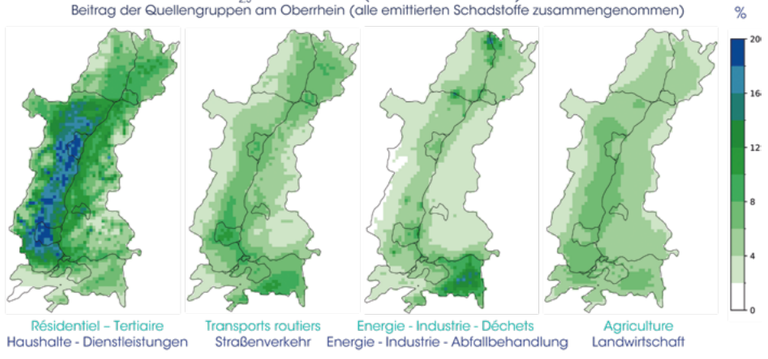
Feinstaub $PM_{2,5}$ stellt am Oberrhein nach wie vor ein Problem dar (siehe Bilanz auf Seite 19 und gesundheitliche Auswirkungen auf Seite 27). Dieser Schadstoff kann direkt emittiert werden („primärer" $PM_{2,5}$) oder durch Vorläuferstoffe wie NO_X, NH_3, SO_2 oder VOC entstehen („sekundärer" $PM_{2,5}$). Die Verbindungen werden nicht nur chemisch und physikalisch umgewandelt, sondern auch in der Atmosphäre transportiert.

Quellenzuordnung

Das Projekt nutzt die Quellenzuordnung, um die sektorale (Wohnbereich, Verkehr, Landwirtschaft usw.) und geografische Herkunft der eingeatmeten $PM_{2,5}$ zu ermitteln: Mithilfe von Tools wie CHIMERE (deterministische Modellierung) und Sherpa (neuronale Netze) simuliert es die Zusammenhänge zwischen Emissionen und Konzentrationen, wobei die Region in 5 Quellengruppen und 9 geografische Zonen unterteilt wird.

Contributions par secteur d'activité
Beiträge der verschiedenen Quellengruppen

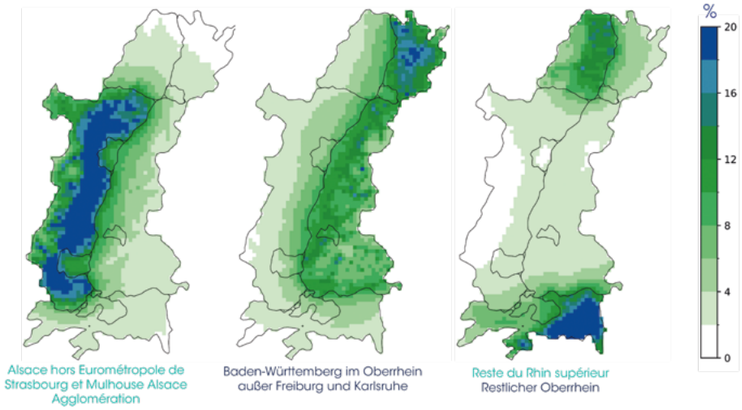
Origine des concentrations de $PM_{2,5}$ (moyennes annuelles 2023) dans le Rhin supérieur : contribution des secteurs d'activités du Rhin supérieur (tous polluants émis confondus)
Herkunft der $PM_{2,5}$-Konzentrationen (Jahresmittelwerte 2023) am Oberrhein: Beitrag der Quellengruppen am Oberrhein (alle emittierten Schadstoffe zusammengenommen)



Les cartes montrent la contribution des 5 principaux secteurs d'activités définis aux moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ en 2023, tous polluants confondus. Le secteur résidentiel-tertiaire a la plus importante contribution locale, notamment en Alsace. Puis selon les zones géographiques ce sont les secteurs du transport routier, de l'énergie-industrie-déchet puis de l'agriculture qui contribuent le plus aux moyennes annuelles de $PM_{2,5}$.

Die Karten zeigen den Beitrag der 5 größten für den Oberrhein definierten Quellengruppen zu den Jahresdurchschnittswerten von $PM_{2,5}$ im Jahr 2023, wobei alle Schadstoffe zusammengenommen sind. Der Wohn- und Dienstleistungssektor leistet den größten lokalen Beitrag, insbesondere im Elsass. Je nach geografischem Gebiet tragen am meisten der Straßenverkehr, der Energie-, Industrie- und Abfallsektor sowie die Landwirtschaft zu den jährlichen $PM_{2,5}$-Durchschnittswerten bei.

Origine des concentrations de $PM_{2,5}$ (moyennes annuelles 2023) dans le Rhin supérieur : contribution de 9 zones géographiques (tous polluants émis confondus)
Herkunft der $PM_{2,5}$-Konzentrationen (Jahresmittelwerte 2023) am Oberrhein: Beitrag von 9 geografischen Gebieten (alle emittierten Schadstoffe zusammengenommen)



Contributions par zone géographique
Beiträge verschiedener geographischer Gebiete

Les cartes montrent la contribution des 3 régions (hors agglomérations) aux moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ en 2023, tous polluants et secteurs confondus. Les régions frontalières influencent significativement les concentrations des régions voisines au-delà du Rhin. C'est aussi le cas pour les agglomérations.

Die Karten zeigen den Beitrag der drei Regionen (außer Ballungsräumen) zu den Jahresdurchschnittswerten von $PM_{2,5}$ im Jahr 2023, wobei alle Schadstoffe und Quellengruppen berücksichtigt wurden. Im Oberrheingebiet beeinflussen die Grenzregionen die Konzentrationen in den benachbarten Gebieten jenseits des Rheins. Das ist auch der Fall für jeder Ballungsraum.

Contributions par zones géographiques et par secteur d'activité
Beiträge nach geographischen Gebieten und Quellengruppen

Contribution à la moyenne annuelle de $PM_{2,5}$ en % Beiträge zum Jahresmittelwert von $PM_{2,5}$ in %		Sources géographiques et/ou sectorielles Geografische und/oder sektorale Quellengruppen						
		Au-delà du Rhin supérieur Jenseits des Oberrheins	Rhin supérieur Oberrhein	Zone elle-même Gebiet selbst	1ère source majoritaire Erste Hauptquelle		2ème source majoritaire Zweite Hauptquelle	
Zones réceptrices Empfangsgebiete	Alsace hors EMS et M2A	71	29	17	9	Résidentiel-Tertiaire Alsace hors EMS et M2A	3	Agriculture Alsace hors EMS et M2A
	EMS (Eurométropole de Strasbourg)	62	38	14	7	Résidentiel-Tertiaire Alsace hors EMS et M2A	7	Résidentiel-Tertiaire EMS
	M2A (Mulhouse Alsace Agglomération)	60	40	15	7	Résidentiel-Tertiaire Alsace hors EMS et M2A	7	Résidentiel-Tertiaire M2A
	Westen von Baden-Württemberg (BW) außer Karlsruhe und Freiburg	77	23	11	4	Haushalte und Dienstleistungen Westen von BW außer Karlsruhe und Freiburg	3	Straßenverkehr Westen von BW außer Karlsruhe und Freiburg
	Karlsruhe	72	28	6	4	Haushalte und Dienstleistungen Westen von BW außer Karlsruhe und Freiburg	3	Straßenverkehr Westen von BW außer Karlsruhe und Freiburg
	Freiburg	73	27	4	4	Haushalte und Dienstleistungen Westen von BW außer Karlsruhe und Freiburg	3	Haushalte und Dienstleistungen Alsace hors EMS et M2A
	Basel-Stadt	65	35	3	4	Haushalte und Dienstleistungen Alsace hors EMS et M2A	3	Haushalte und Dienstleistungen Westen von BW außer Karlsruhe und Freiburg
	Basel-Landschaft	73	27	5	3	Energie, Industrie und Abfallbehandlung Übrigen Kantone der Nordwestschweiz	2	Landwirtschaft Übrigen Kantone der Nordwestschweiz

En croisant les sources géographiques et sectorielles, on obtient le tableau suivant qui montre, pour chaque zone géographique, la contribution de l'extérieur du Rhin supérieur aux moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ du territoire, puis celle du Rhin supérieur, de la zone elle-même. Enfin, les 2 sources majoritaires sont indiquées, leur pourcentage de contribution et sous forme graphique, l'exemple de l'Alsace.

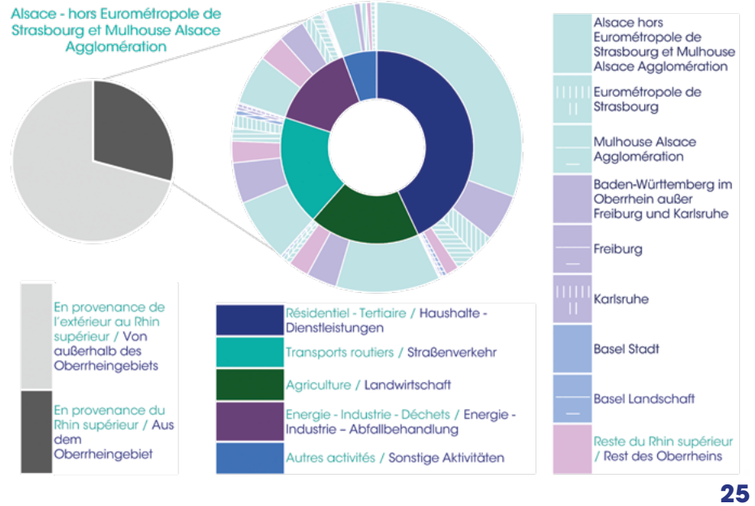
Durch den Abgleich der geografischen und sektoralen Quellen ergibt sich das folgende Bild, das für jedes geografische Gebiet den Beitrag des Gebiets außerhalb des Oberrheins zu den jährlichen $PM_{2,5}$-Durchschnittswerten des Gebiets sowie den Beitrag des Oberrheins und des Gebiets selbst zeigt. Schließlich werden die beiden wichtigsten Quellen, ihr prozentualer Anteil sowie das Beispiel für das Elsass in grafischer Form angegeben.

Limites et perspectives du source apportionment
Grenzen und Perspektiven der Ursachenanalyse

L'exercice présente de nombreuses limites et incertitudes, il pourrait être reconduit en poursuivant l'amélioration des données d'entrée. Il pourra par ailleurs être élargi aux régions partenaires, réalisé pour d'autres polluants problématiques à chimie complexe en particulier l'ozone.

Die vorliegende Untersuchung weist zahlreiche Einschränkungen und Unsicherheiten auf; sie könnte unter weiterer Verbesserung der Eingabedaten wiederholt werden. Außerdem könnte sie auf die Partnerregionen ausgeweitet und für andere problematische Schadstoffe mit komplexer chemischer Struktur – insbesondere Ozon – durchgeführt werden.

Origine sectorielle et géographique des concentrations en $PM_{2,5}$ (moyennes annuelles 2023)
Sektorale und geografische Herkunft der $PM_{2,5}$-Konzentrationen (Jahresmittelwerte 2023)





Particules ultra fines (PUF), Black Carbon (BC) et microplastiques

Ultrafeinpartikel (UFP), Black Carbon (BC) et microplastiques

D'autres polluants, qui ne font pas encore l'objet de réglementations dans l'air (valeurs limites ou valeurs cibles), ont également été investigués dans le cadre du projet.

Particules ultrafines

Les particules ultrafines (PUF) sont des particules en suspension dans l'air d'un diamètre inférieur à 100 nm et mesurées par le nombre de particules. En raison de leur petite taille, les PUF peuvent pénétrer profondément dans le système respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires avec des impacts sur la santé.

Pendant la campagne de mesure transfrontalière d'Atmo-Rhena PLUS, tous les sites ont présenté de moyennes journalières de PUF supérieures au "seuil bas" défini par l'OMS.

Black Carbon

Le Black Carbon (carbone-suie en français) est un composé des particules, constitué uniquement d'atomes de carbone. Il fait partie de la fraction fine des particules ayant la capacité d'atteindre les alvéoles pulmonaires, avec des impacts sanitaires, et il contribue également à réchauffer l'atmosphère.

D'après les historiques de mesures, les concentrations en Black Carbon ont diminué ces 20 dernières années pour les sites du Rhin supérieur, notamment grâce aux évolutions du trafic routier (normes Euro et renouvellement du parc automobile).

Microplastiques

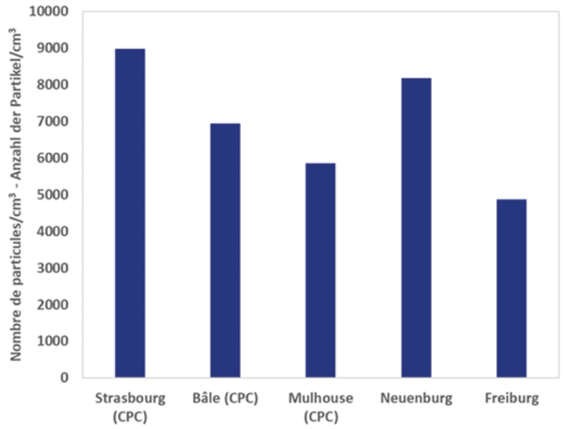
Les microplastiques sont de petites particules de plastique, dont la taille est comprise entre quelques centaines de nanomètres (0,1 µm) et 5 millimètres. Ce sont des fragments ou des fibres issus de la décomposition du plastique, qui sont très persistantes dans l'environnement.

Dans le cadre du projet Atmo Rhena PLUS, ATMO Grand Est a réalisé en 2025 les premières mesures exploratoires de microplastiques sur le Grand Est sur deux sites bien distincts : le quartier Danube (à Strasbourg) et Le Donon (dans les Vosges). Des microplastiques de même type ont été retrouvés sur les deux sites …

Im Rahmen des Projekts wurden auch andere Schadstoffe untersucht, für die es bislang noch keine Vorschriften (Grenz- oder Zielwerte) für die Luft gibt.

Ultrafeine Partikel

Ultrafeine Partikel (UFP) bzw. Ultrafeinstaub sind luftgetragene Partikel mit einem Durchmesser unter 100 nm. Aufgrund ihrer geringen Größe können UFP tief in das Atmungssystem bis zu den Lungenbläschen mit Wirkungsmechanismen vordringen.



Während der Messkampagne Atmo-Rhena PLUS wiesen alle Standorte Tagesdurchschnittswerte über des von der WHO festgelegten "unteren Leitlinien" auf.

Black Carbon

Black Carbon (auf Deutsch: Ruß) ist eine Partikelverbindung, die ausschließlich aus Kohlenstoffatomen besteht. Sie gehört zur Feinstaubfraktion, deren Partikel die Lungenbläschen erreichen können und gesundheitliche Auswirkungen haben. Black Carbon trägt zudem zur Erwärmung der Atmosphäre bei.

Nach den historischen Messdaten sind die Black-Carbon-Konzentrationen in den letzten 20 Jahren an den Standorten am Oberrhein zurückgegangen, insbesondere dank der Entwicklungen im Straßenverkehr (Euro-Normen und Erneuerung des Fahrzeugbestands).

Mikroplastike

Mikroplastik sind kleine Kunststoffpartikel, deren Größe zwischen einigen hundert Nanometern (0,1 µm) und 5 Millimetern liegt. Es handelt sich um Fragmente oder Fasern, die beim Abbau von Kunststoff entstehen und in der Umwelt sehr langlebig sind.

Im Rahmen des Projekts AtmoRhena PLUS führte ATMO Grand Est im Jahr 2025 die ersten explorativen Messungen von Mikroplastik in der Region Grand Est durch und zwar in zwei deutlich unterschiedlichen Standorten: das Viertel Danube (in Straßburg) und Le Donon (in den Vogesen). An beiden Standorten wurden Mikroplastikpartikel derselben Art gefunden…

Perspectives

Les mesures de BC et de PUF vont devenir régulières avec l'entrée en vigueur de la nouvelle Directive air. Pour les microplastiques la méthodologie d'évaluation dans l'air doit être consolidée de mêm eque la variété des sites et périodes investiguées, enfin les transferts air/eau/sol sont à investiguer.

Perspektiven

Die Messungen von BC und PUF werden mit Inkrafttreten der neuen Luftrichtlinie regelmäßig durchgeführt. Was Mikroplastik betrifft, muss die Methodik zur Bewertung in der Luft konsolidiert werden, ebenso wie die Vielfalt der untersuchten Standorte und Zeiträume; schließlich sind auch die Überträge zwischen Luft, Wasser und Boden zu untersuchen.



Impact sanitaire de la pollution de l'air

Auswirkungen der Luftbelastung auf die Gesundheit

Dans le cadre du projet, les partenaires français (ATMO Grand Est) et suisses (LHA avec la prestation de Swiss TPH) ont réalisé une première évaluation quantitative d'impacts sanitaires de la pollution atmosphérique (EQIS-PA) à l'échelle de l'Alsace et de deux cantons suisses bâlois. Cette démarche repose sur des données environnementales harmonisées et sur la méthodologie de l'OMS permettant de quantifier les bénéfices sanitaires d'une réduction de la pollution de l'air.

Méthodologie

Les concentrations en $PM_{2,5}$ et NO_2 (voir pages 20-21) ont été croisées avec les données démographiques et sanitaires des différents territoires pour huit pathologies (maladies respiratoires, cardiovasculaire et métabolique), ainsi que pour la mortalité prématurée. Les impacts sur la santé ont été estimés à l'aide de fonctions concentration-réponse issues des recommandations de l'OMS et de la littérature scientifique.
Deux scénarios ont été étudiés, l'atteinte des valeurs guides de l'OMS et un scénario théorique d'absence des émissions du trafic routier. Les résultats doivent être interprétés comme des ordres de grandeur destinés à éclairer la décision publique.

Des décès et maladies évitables grâce à l'amélioration de la qualité de l'air

Les $PM_{2,5}$ représentent le principal facteur de risque sanitaire :

- Le respect de la valeur guide de l'OMS (5 µg/m³) permettrait d'éviter chaque année environ 530 décès prématurés en Alsace et environ 40 décès prématurés dans les cantons suisses de Bâle-Ville et Bâle-Campagne.
- Entre 60 et 500 nouveaux cas de maladies respiratoires et entre 110 et 1 580 nouveaux cas de maladies cardiovasculaires et métaboliques chez l'adulte et l'enfant auraient pu être évités par an en Alsace en 2023.

Le NO_2, principalement lié au trafic routier, a également un impact sanitaire, notamment marqué dans les zones urbaines les plus denses avec environ 140 décès prématurés et 40 à 180 cas de maladies respiratoires chez l'adulte et l'enfant pourraient être évités chaque année en Alsace s'il n'y avait plus d'émissions du trafic routier.

Im Rahmen des Projekts haben die französischen Projektpartner (ATMO Grand Est) und die Schweizer Projektpartner (LHA mit Unterstützung von Swiss TPH) eine erste quantitative Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung (EQIS-PA) für das Elsass und zwei Schweizer Basler Kantone durchgeführt. Dieser Ansatz stützt sich auf harmonisierte Umweltdaten und die Methodik der WHO, wodurch sich der gesundheitliche Nutzen einer Verringerung der Luftverschmutzung quantifizieren lässt.

Methodischer Ansatz

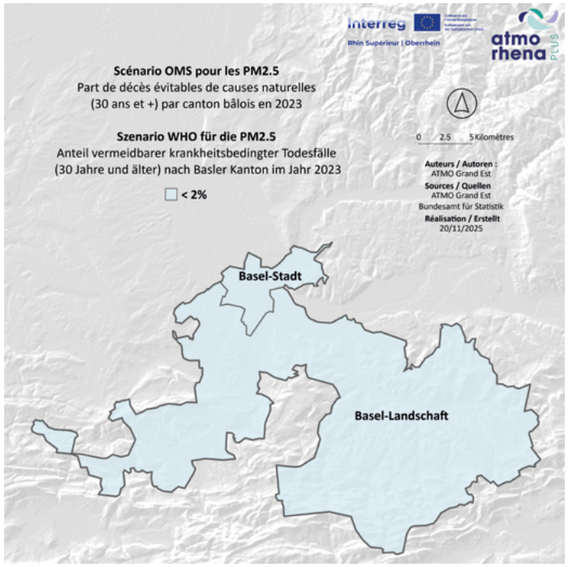
Die $PM_{2,5}$- und NO_2-Konzentrationen (siehe Seiten 20-21) wurden mit den demografischen und gesundheitlichen Daten der verschiedenen Gebiete für acht Gesundheitspunkte (Atemwegs-, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen) sowie für die vorzeitige Sterblichkeit abgeglichen. Die gesundheitlichen Auswirkungen wurden anhand von Belastungs-Wirkungsbeziehungen geschätzt, die auf den Empfehlungen der WHO und der wissenschaftlichen Literatur basieren. Es wurden zwei Szenarien untersucht: die Einhaltung der WHO-Leitlinien und ein theoretisches Szenario ohne Emissionen aus dem Straßenverkehr. Die Ergebnisse geben nur Größenordnungen wieder, die der politischen Entscheidungsfindung dienen sollen.

Durch eine Verbesserung der Luftqualität vermeidbare Todesfälle und Erkrankungen

$PM_{2,5}$ stellen den wichtigsten Gesundheitsrisikofaktor dar:

- Durch die Einhaltung des WHO-Leitlinien (Jahresmittel 5 µg/m³) könnten jährlich etwa 530 vorzeitige Todesfälle im Elsass und etwa 40 vorzeitige Todesfälle in den Schweizer Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft vermieden werden. Zudem hätten im Elsass im Jahr 2023 jährlich zwischen 60 und 500 neue Fälle von Atemwegserkrankungen sowie zwischen 110 und 1.580 neue
- Fälle von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen bei Erwachsenen und Kindern vermieden werden können.

NO_2, das hauptsächlich aus dem Straßenverkehr stammt, hat ebenfalls Auswirkungen auf die Gesundheit, die insbesondere in den am dichtesten besiedelten städtischen Gebieten deutlich zu spüren sind: Im Elsass könnten jährlich etwa 140 vorzeitige Todesfälle und 40 bis 180 Fälle von Atemwegserkrankungen bei Erwachsenen und Kindern vermieden werden, wenn es keine Emissionen aus dem Straßenverkehr mehr gäbe.



Des bénéfices sanitaires possibles pour tout le territoire

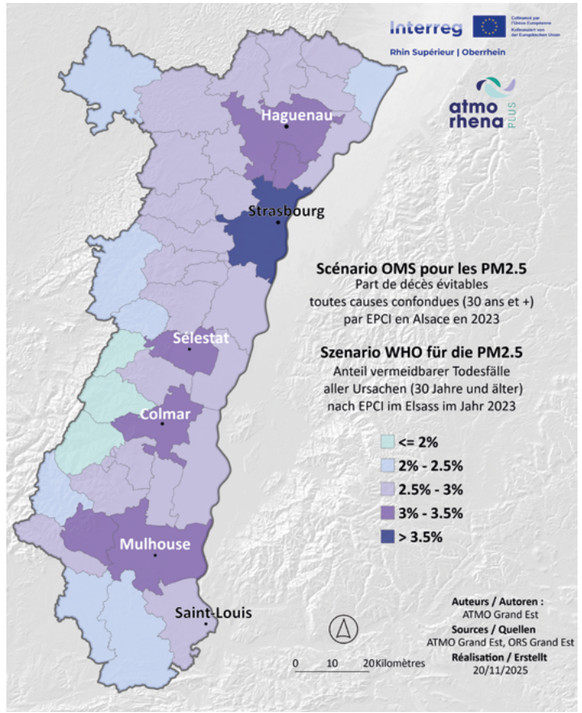
L'analyse montre que l'amélioration de la qualité de l'air au sein du Rhin supérieur permettrait d'obtenir des gains sanitaires sur l'ensemble du territoire. Les territoires fortement urbanisés et traversés par d'importants axes de circulation présentent généralement les impacts sanitaires les plus élevés pour le NO_2. À l'inverse, les particules fines concernent l'ensemble des territoires, y compris les secteurs ruraux, en raison de leurs multiples sources (chauffage résidentiel, agriculture, industrie, transport) et de leur transport sur de longues distances.

Différences méthodologiques

Des différences méthodologiques ont été constatées entre les deux pays, notamment concernant les indicateurs de mortalité ou certaines bases de données sanitaires (morbidité), rendant la comparaison parfois difficile entre pays. À terme, une harmonisation des méthodologies entre les pays permettrait de garantir une meilleure cohérence des évaluations et une intercomparaison plus robuste des résultats à l'échelle transfrontalière.

Perspectives

L'étude rappelle que les effets sanitaires ne s'arrêtent pas aux frontières administratives : les masses d'air circulent librement entre la France, l'Allemagne et la Suisse, ce qui rend incontournable une coopération internationale pour améliorer durablement la qualité de l'air.
Cette étude rappelle que l'atteinte des valeurs guides de l'OMS constitue un objectif ambitieux, mais essentiel pour réduire durablement les impacts sanitaires et améliorer la santé des habitants à long terme.



Mögliche gesundheitliche Vorteile für das gesamte Gebiet

Die Analyse zeigt, dass eine Verbesserung der Luftqualität im Oberrheingebiet gesundheitliche Vorteile für das gesamte Gebiet mit sich bringen würde. Stark urbanisierte Gebiete, die von wichtigen Verkehrsachsen durchzogen sind, weisen im Allgemeinen die höchsten gesundheitlichen Belastungen durch NO_2 auf. Im Gegensatz dazu betrifft Feinstaub aufgrund seiner vielfältigen Quellen (Haushaltsheizungen, Landwirtschaft, Industrie, Verkehr) und seiner Verbreitung über große Entfernungen alle Gebiete, einschließlich ländlicher Regionen.

Methodische Unterschiede

Zwischen den beiden Ländern wurden methodische Unterschiede festgestellt, insbesondere hinsichtlich der Sterblichkeitsindikatoren oder bestimmter Gesundheitsdatenbanken (Morbidität), was einen Vergleich zwischen den Ländern mitunter erschwert. Langfristig würde eine Harmonisierung der Methoden zwischen den Ländern eine bessere Kohärenz der Bewertungen und einen fundierteren grenzüberschreitenden Vergleich der Ergebnisse gewährleisten.

Perspektiven

Die Studie erinnert daran, dass die gesundheitlichen Auswirkungen nicht an Verwaltungsgrenzen Halt machen: Luftmassen zirkulieren ungehindert zwischen Frankreich, Deutschland und der Schweiz, was eine internationale Zusammenarbeit zur nachhaltigen Verbesserung der Luftqualität unabdingbar macht.
Diese Studie macht deutlich, dass das Erreichen der WHO-Leitlinien ein ehrgeiziges, aber unverzichtbares Ziel ist, um die gesundheitlichen Auswirkungen nachhaltig zu verringern und die Gesundheit der Bevölkerung langfristig zu verbessern.



Impacts économiques : coûts des effets sanitaires

Wirtschaftliche Kosten der Auswirkungen auf die Gesundheit

L'approche sanitaire EQIS-PA a été complétée par une **évaluation économique en Alsace**, en mobilisant des valeurs de référence économique de la vie humaine recommandées par Santé Publique France.

Méthodologie

- Les données concernant les coûts de la **mortalité** sont issues du **rapport Quinet (2013).**
- Les données pour la **morbidité** intègrent les **coûts sanitaires directs,** les **pertes de productivité** liées à l'incapacité de travail ainsi que les coûts intangibles, tels que la dégradation de la qualité de vie ou le stress associés aux maladies chroniques.
- S'ajoutent également le **coût financier de la pollution** atmosphérique (surveillance et réduction de cette pollution).

Des conséquences économiques majeures en Alsace

- Le non-respect des recommandations l'OMS pourrait représenter jusqu'à **1 982 millions €$_{2025}$** par an en Alsace, soit **1 000 €$_{2025}$** par habitant alsacien chaque année.
- L'absence d'émissions de trafic routier aurait permis d'éviter chaque année environ **140 décès prématurés attribués au NO_2, pour un coût de 412 Millions €$_{2025}$**. La morbidité associée à l'absence de trafic est estimée **à 62 Millions €$_{2025}$.**

Scénario OMS – Les coûts sanitaires et non sanitaires évitables de pollution de l'air en Alsace
WHO-Szenario – Die gesundheitlichen und nicht-gesundheitlichen vermeidbaren Kosten der Luftverschmutzung im Elsass
En €uro 2025 – Source / Quelle : ATMO Grand Est, 2026



Perspectives

L'évaluation économique permet d'objectiver les bénéfices attendus des politiques de réduction de la pollution atmosphérique voire de hiérarchiser les actions.

- Elle pourrait être complétée par la prise en compte d'autres polluants, de la qualité de l'air intérieur et d'effets non sanitaires (dégradation des écosystèmes, perte de biodiversité, nuisances psychologiques, olfactives ou esthétiques, baisse des rendements agricoles et forestiers, dégradation du bâti etc.).
- Le sujet pourrait être exploré au-delà de l'Alsace pour les autres territoires du Rhin supérieur sous réserve de disposer d'éléments financiers équivalents.

Der gesundheitsbezogene Ansatz wurde durch eine **wirtschaftliche Bewertung im Elsass** ergänzt, wobei von Santé Publique France empfohlene wirtschaftliche Referenzwerte für den Wert eines Menschenlebens herangezogen wurden.

Methodik

- Die Kosten der **Sterblichkeit** stammen aus dem **Quinet-Bericht (2013).**
- Die Daten für die krankheitsspezifischen **Morbidität** umfassen die **direkten Gesundheitskosten**, die mit der **Arbeitsunfähigkeit** verbundenen Produktivitätsverluste sowie immaterielle Kosten wie die Verschlechterung der Lebensqualität oder den mit chronischen Erkrankungen verbundenen Stress.
- Dazu kommen die **finanziellen Kosten der Luftverschmutzung** (Überwachung und Reduzierung dieser Verschmutzung).

Erhebliche wirtschaftliche Folgen im Elsass

- Die Kosten der Nicht-Einhaltung der von der WHO empfohlenen Leitlinien könnten im Elsass bis zu **1.982 Millionen €$_{2025}$** pro Jahr betragen, **was 1.000 €$_{2025}$ pro Einwohner** des Elsass pro Jahr entspricht.
- Ohne Emissionen aus dem Straßenverkehr hätten jährlich etwa **140 vorzeitige Todesfälle, die auf NO_2 zurückzuführen sind**, vermieden werden können, was **Kosten in Höhe von 412 Millionen €** im Jahr 2025 entsprochen hätte. Die mit dem fehlenden Verkehr verbundene **Morbidität wird auf 62 Millionen € im Jahr 2025** geschätzt.

Remarque

- Ces éléments spécifiques au contexte français ne peuvent être transposés au système suisse ou allemand.
- L'évaluation monétaire intègre des éléments non marchands et doit donc être interprétée comme un ordre de grandeur.
- L'évaluation ne permet pas non plus une comparaison directe avec les coûts de mise en œuvre de politiques de réduction de pollution (décalage temporel entre actions et impacts).

Hinweis

- Diese für den französischen Kontext spezifischen Elemente lassen sich nicht auf das Schweizer oder Deutscher System übertragen.
- Die monetäre Bewertung berücksichtigt nicht marktbezogene Faktoren und ist daher als Größenordnung zu verstehen.
- Die Bewertung ermöglicht auch keinen direkten Vergleich mit den Kosten für die Umsetzung von Maßnahmen zur Verringerung der Umweltverschmutzung (zeitliche Verzögerung zwischen Handlungen und Auswirkungen).

Perspektiven

Die wirtschaftliche Bewertung ist ein Instrument, mit dem sich der erwartete Nutzen von Maßnahmen zur Verringerung der Luftverschmutzung objektivieren lässt.

- Sie könnte durch die Berücksichtigung weiterer Schadstoffe, der Innenraumluftqualität und anderer nicht gesundheitlicher Auswirkungen (Schädigung von Ökosystemen, Verlust der Artenvielfalt, psychische, olfaktorische oder ästhetische Beeinträchtigungen, Rückgang der Erträge in der Land- und Forstwirtschaft oder Schädigung von Gebäuden) ergänzt werden.
- Diese Analyse könnte auf andere Gebiete am Oberrhein übertragen werden, sofern entsprechende finanzielle Daten vorliegen.



Impacts sur les milieux : biodiversité et forêts

Auswirkungen auf die Umwelt: Biodiversität und Wälder

Le milieu forestier occupe une part importante de la région Rhin supérieur, avec un lien étroit entre santé des forêts, changement climatique et pollution de l'air.

Changement climatique

L'augmentation de la prévalence des sécheresses et de leur durée, couplée à des hivers plus doux et des températures au global plus élevées, fragilise les peuplements forestiers et favorise la prolifération d'insectes phytophages et de pathogènes. Le ralentissement de la croissance des arbres et l'augmentation de leur mortalité déséquilibrent la gestion des forêts, avec parfois des prélèvements supérieurs au renouvellement.

Certaines espèces ne pourront vraisemblablement pas se maintenir dans le climat futur, ou dans quelques zones ou à des altitudes plus élevées. Les professionnels du milieu forestier agissent en aidant la migration de certaines espèces et en privilégiant la régénération naturelle de la forêt. Le maintien de forêts durables reste essentiel à la fois pour l'emploi local, la séquestration carbone mais aussi pour la faune et la flore locales.

Pollution de l'air

Au changement climatique s'ajoute la pollution de l'air, qui peut affecter le développement de la végétation :

- L'impact de l'ozone O_3 sur la végétation est mesuré à l'aide d'un indicateur commun à toute l'Europe : l'AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40ppb). En 2023, l'AOT forêt était supérieur à la valeur cible européenne sur la majorité du territoire du Rhin supérieur.
- L'ammoniac NH_3 joue quant à lui un rôle majeur dans l'acidification et l'eutrophisation des milieux naturels et est également responsable de dommages sur la végétation. Dans le Rhin supérieur, 74 % de la surface d'écosystème est exposée en 2023 à des niveaux supérieurs au seuil de protection de la végétation sensible issu de la littérature.

Der Wald nimmt einen bedeutenden Teil der Oberrheinregion mit einem engen Zusammenhang zwischen Waldgesundheit, Klimawandel und Luftverschmutzung.

Klimawandel

Die zunehmende Häufigkeit und Dauer von Dürreperioden in Verbindung mit milderen Wintern und insgesamt höheren Temperaturen schwächt die Waldbestände und begünstigt die Vermehrung von pflanzenfressenden Insekten und Krankheitserregern. Das verlangsamte Wachstum der Bäume und die steigende Sterblichkeit bringen die Waldbewirtschaftung aus dem Gleichgewicht, wobei die Entnahmen manchmal die Verjüngung übersteigen.

Bestimmte Arten werden sich im zukünftigen Klima wahrscheinlich nicht mehr halten können, oder nur in einigen vereinzelten Gebieten oder in höheren Lagen. Fachleute aus der Forstwirtschaft unterstützen die Wanderung bestimmter Arten und fördern die natürliche Verjüngung des Waldes. Die Erhaltung nachhaltiger Wälder ist nach wie vor von entscheidender Bedeutung – sowohl für die lokale Beschäftigung und die Kohlenstoffbindung als auch für die lokale Flora und Fauna.

Luftverschmutzung

Zum Klimawandel kommt die Luftverschmutzung hinzu, die Entwicklung der Vegetation beeinträchtigen kann:

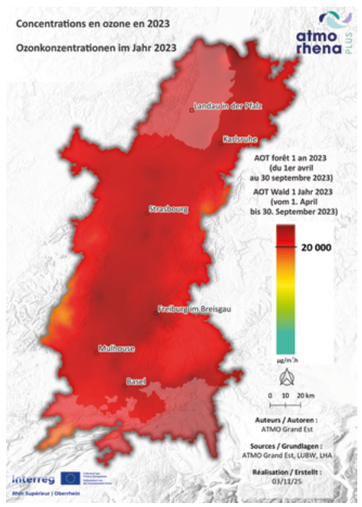
- Die Auswirkungen von Ozon (O_3) auf die Vegetation werden anhand eines europaweit einheitlichen Indikators gemessen: dem AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb). Im Jahr 2023 lag der AOT-Wert „Wald“ auf dem Großteil des Oberrheingebiets über dem europäischen Zielwert.
- Ammoniak (NH_3) spielt seinerseits eine wesentliche Rolle bei der Versauerung und Eutrophierung natürlicher Lebensräume und ist zudem für Schäden an der Vegetation verantwortlich. Am Oberrhein sind im Jahr 2023 74 % der Ökosystemfläche Konzentrationen ausgesetzt, die über dem Schutzgrenzwert für empfindliche Vegetation aus der Fachliteratur liegen.

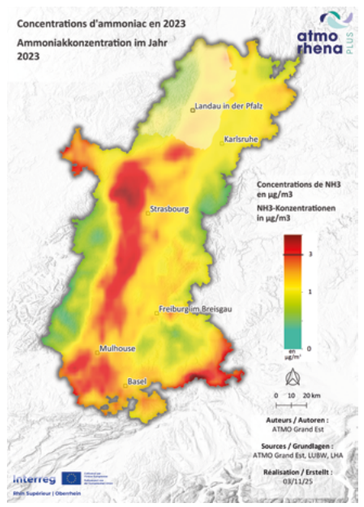
Perspectives

Des indicateurs pourraient être élaborés au niveau transfrontalier comme un inventaire des puits de carbone (inventaires actuellement non comparables) ou un inventaire de biodiversité. Et des initiatives transfrontalières pourraient être mises en place, telles que l'instauration de zones refuges pour les espèces sensibles se retrouvant dans un cul de sac dans les Vosges, mais qui pourraient encore trouver des espaces aux conditions compatibles avec leur niche écologique en Forêt-Noire ou dans les Alpes suisses.de dommages sur la végétation.

Perspektiven

Auf grenzüberschreitender Ebene könnten weitere Indikatoren entwickelt werden, wie beispielsweise ein Verzeichnis der Kohlenstoffsenken oder ein Verzeichnis der biologischen Vielfalt. Zudem könnten grenzüberschreitende Initiativen ins Leben gerufen werden, wie beispielsweise die Einrichtung von Rückzugsgebieten für gefährdete Arten, die in den Vogesen in eine Sackgasse geraten sind, aber im Schwarzwald oder in den Schweizer Alpen noch Lebensräume finden könnten, deren Bedingungen mit ihrer ökologischen Nische vereinbar sind.







Impacts sur les secteurs : agriculture

Auswirkungen auf die Aktivitätssektoren: Landwirtschaft

L'agriculture occupe 30% de la surface du Rhin supérieur
Die Landwirtschaft nimmt 30 % der Fläche am Oberrhein ein

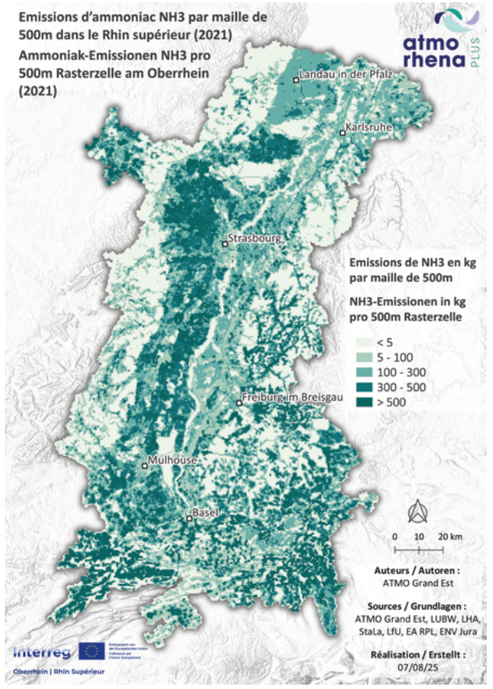
Les interactions avec l'atmosphère sont nombreuses :

- **Energie :** le secteur agricole joue un rôle minoritaire en termes de consommation mais un rôle significatif en termes de production d'énergie y compris de potentiel : filière biogaz, photovoltaïque (toitures ou agrivoltaïsme).
- **Gaz à effet de serre :** le secteur agricole est certes majoritairement émetteur de N_2O (62%) et CH_4 (65%), néanmoins il ne représente au final que 5% des émissions de GES du Rhin supérieur.
- **Qualité de l'air :** l'agriculture est à la fois un secteur émetteur et de secteur et exposé :
  - **Emissions de polluants :** le secteur agricole est responsable de 17 % des émissions de PM_{10} et de 6 % des émissions de $PM_{2.5}$, mais surtout il représente 89 % des émissions de NH_3.
  - **Exposition à l'ammoniac :** 6 % de la surface d'écosystème du Rhin supérieur se trouve au-dessus du seuil de protection de la végétation.
  - **Exposition à l'ozone :** En 2023, le seuil de protection de la végétation était dépassé sur 60% de la surface d'écosystèmes du Rhin supérieur. L'étude APollO a montré que les pertes de rendement agricole dues à l'impact de l'ozone en Alsace se montent à plusieurs millions d'Euros.

Es gibt zahlreiche Wechselwirkungen mit der Atmosphäre:

- **Energiebereich:** Der Agrarsektor spielt zwar beim Verbrauch nur eine untergeordnete Rolle, bei der Energieerzeugung – einschließlich des Potenzials – jedoch eine bedeutende Rolle: Biogas, Photovoltaik (Dachanlagen oder Agriphotovoltaik).
- **Treibhausgasemissionen:** Der Agrarsektor ist zwar der Hauptverursacher von N_2O (62 %) und CH_4 (65 %), macht aber letztlich nur 5 % der Treibhausgasemissionen am Oberrhein aus.
- **Luftqualität:** Die Landwirtschaft ist sowohl ein Emittent als auch ein durch Auswirkungen von Luftschadstoffen betroffener Sektor:
  - **Schadstoffemissionen:** Der Agrarsektor ist für 17 % der PM_{10}-Emissionen und 6 % der $PM_{2.5}$-Emissionen verantwortlich, vor allem aber für 89 % der NH_3-Emissionen.
  - **Ammoniakbelastung:** 6 % der Ökosystemfläche am Oberrhein liegen über dem Vegetationsschutzschwellenwert .
  - **Ozonbelastung:** Im Jahr 2023 wurde der Vegetationsschutzgrenzwert auf 60 % der Ökosystemfläche des Oberrheins überschritten.

Die APollO-Studie hat gezeigt, dass sich die durch die Ozonbelastung im Elsass verursachten Ertragsverluste in der Landwirtschaft auf mehrere Millionen Euro belaufen.



Source / Quelle : INERIS, 2019, Travail exploratoire associé à des hypothèses majorantes et des incertitudes notables / Vorläufige Arbeit, die mit konservativen Annahmen und erheblichen Unsicherheiten verbunden ist

Pertes de rendement et économiques pour le chêne, l'épicéa et le hêtre en Grand Est en 2010, projeté en 2020 et 2030
Produktions- und wirtschaftliche Verluste für Eiche, Fichte und Buche im Grand Est im Jahr 2010, und Prognose für das Jahr 2020 und 2030

		2010			2020			2030		
		Perte de production par an Produktionsverlust pro Jahr	Pourcentage Prozent	Perte financière Finanzieller Verlust	Perte de production par an Produktionsverlust pro Jahr	Pourcentage Prozent	Perte financière Finanzieller Verlust	Perte de production par an Produktionsverlust pro Jahr	Pourcentage Prozent	Perte financière Finanzieller Verlust
Chêne Eiche	Grand Est	323 000 m³	14%	31 M€	305 000 m³	13%	29 M€	285 000 m³	12%	27 M€
Epicéa Fichte	Grand Est	146 000 m³	7%	7 M€	138 000 m³	6%	6 M€	129 000 m³	6%	6 M€
Hêtre Buche	Grand Est	630 000 m³	24%	20 M€	582 000 m³	23%	18 M€	533 000 m³	21%	17 M€
				89 M€						

Pesticides dans l'air : Des approches différentes dans le Rhin supérieur
Pestizide in der Luft: Unterschiedliche Ansätze im Oberrheingebiet

La diversité et le nombre de composés phytosanitaires conduisent à l'absence de réglementation européenne en termes de valeurs limites dans l'air ambiant et à l'absence de méthode de mesure harmonisée en Europe :

- **Dans le Grand Est :** 20 ans de mesures des pesticides dans l'air ambiant, un observatoire permanent et sur le long terme, une Norme Française de prélèvement et analyse NF X43-082 (avril 2026), une base de données nationale des concentrations dans l'air PhytAtmo.
- **Allemagne :** Des campagnes ponctuelles à l'échelle régionale et nationale, sans mesures dans l'air, mais qui montrent la propagation à grande échelle des pesticides par le vent.
- **En Suisse :** Une campagne de mesure ponctuelle nationale de pesticides dans l'air accompagnée d'une évaluation sanitaire.

Die Vielfalt und die Anzahl der Pflanzenschutzmittel führen dazu, dass es auf europäischer Ebene keine Vorschriften hinsichtlich Grenzwerte in der Umgebungsluft und keine europaweit harmonisierte Messmethode gibt:

- **In der Region Grand Est:** 20 Jahre Pestizidmessungen in der Umgebungsluft, eine langfristige und permanente Beobachtung, eine Französische Norm für Probenahme und Analyse NF X43-082 (April 2026) und eine nationale Datenbank für Luftkonzentrationen PhytAtmo.
- **Deutschland:** Punktuelle Messkampagnen auf regionaler und nationaler Ebene, ohne Messungen in der Umgebungsluft, die großflächige Ausbreitung von Pestiziden durch den Wind zeigen.
- **Schweiz:** Eine punktuelle nationale Messkampagne zu Pestiziden in der Luft durchgeführt, begleitet von einer gesundheitlichen Bewertung.

Perspectives

- **Ammoniac :** Etudes des émissions d'ammoniac à la source (intégration de la diversité des pratiques sur le Rhin supérieur),
- **Ozone :** Projets de recherche sur l'ozone dans le cadre du réchauffement climatique dans le Rhin supérieur,
- **Pesticides :** Poursuite des échanges sur la surveillance.

Perspektiven

- **Ammoniak :** Untersuchung der Ammoniakemissionen an der Quelle (Einbeziehung der vielfältigen Anbaumethoden am Oberrhein),
- **Ozon :** Forschungsprojekte zu Ozon in Verbindung mit der globalen Erwärmung am Oberrhein,
- **Pestizide :** Fortsetzung des Austauschs zum Thema Überwachung.



Impacts sociaux

Gesellschaftliche Auswirkungen

Dans le cadre de ce projet, les agences du climat de l'Eurométropole de Strasbourg et de l'Ortenaukreis ont analysé les freins socio-économiques et psychologiques qui entravent la transition écologique. Elles se sont concentrées sur deux domaines qui, d'une part, sont les principaux responsables d'émissions de polluants de l'air et de gaz à effet de serre : de ces problèmes et, d'autre part, posent des défis particulièrement importants aux ménages : la mobilité (notamment la dépendance à la voiture) et la consommation énergétique (notamment la précarité énergétique).

Im Rahmen des Projektes haben die lokalen Energieagenturen aus der Eurometropole Strasbourg und im Ortenaukreis auch die gesellschaftlichen Auswirkungen im Bereich Klimaschutz und Luftreinhaltung näher unter die Lupe genommen. Sie haben sich dabei auf die beiden Bereiche fokussiert, die zum einen Hauptverursacher sind und zum anderen besonders große Herausforderungen für Haushalte und Bürger bergen: die Mobilität (insbesondere die Abhängigkeit vom Auto) und den Energieverbrauch (insbesondere Energiearmut).

Mobilité des ménages – Exemple de la dépendance à la voiture

Le transport, premier émetteur de GES (34 %) et de NO_x (53 %), reste dominé par la voiture individuelle, malgré son coût élevé (310 €/mois en moyenne) et son impact environnemental. Dans l'Eurométropole de Strasbourg, 51 % des déplacements se font en voiture, avec des disparités fortes : les ménages précaires, souvent équipés de véhicules anciens (17 ans en moyenne) et polluants (79 % roulent au diesel), subissent une double peine, cumulant dépendance automobile et exposition accrue à la pollution.

Des solutions comme le **Conseil en Mobilité Décarbonée de l'Agence du Climat sur l'Eurométropole de Strasbourg** (12 000 bénéficiaires), le « **Mobilitätsnetzwerk** » (réseau de mobilité) dans l'Ortenaukreis, ou les défis **Stadtradeln** et **Au boulot à vélo** tentent de promouvoir des alternatives (covoiturage, vélos, transports en commun).

Mobilität der Haushalte – Beispiel für die Abhängigkeit vom Auto

Der Verkehr, der größte Verursacher von Treibhausgasen (34 %) und NO_x (53 %), wird nach wie vor vom Pkw dominiert, trotz seiner hohen Kosten (durchschnittlich 310 € pro Monat) und seiner Umweltbelastung. In der Eurometropole Straßburg werden 51 % der Wege mit dem Auto zurückgelegt, wobei es starke Unterschiede gibt: Sozial benachteiligte Haushalte, die häufig über alte (durchschnittlich 17 Jahre alte) und umweltschädliche Fahrzeuge verfügen (79 % fahren mit Diesel), sind doppelt benachteiligt: Sie sind einerseits auf das Auto angewiesen und andererseits einer erhöhten Schadstoffbelastung ausgesetzt.

Lösungen wie die **Beratung zur CO_2-freien Mobilität der Klimabehörde in der Eurometropole Straßburg** (12.000 Begünstigte), das **„Mobilitätsnetzwerk“** im Ortenaukreis oder die Aktionen **„Stadtradeln“** und **„Mit dem Fahrrad zur Arbeit“** versuchen, Alternativen zu fördern (Mitfahrgelegenheiten, Fahrräder, öffentliche Verkehrsmittel).

Energie dans les ménages

Les ménages contribuent à 18 % des émissions de GES et 61 % des $PM_{2,5}$, principalement via le chauffage (75 % des émissions du secteur). Les obstacles à l'action sont nombreux : parc immobilier vieillissant (2/3 des bâtiments allemands antérieurs à 1979), précarité énergétique (5 à 14 % des ménages en Allemagne, 10 % en France), manque d'information, et effets de rebond (10 à 30 % des économies d'énergie annulées par des changements de comportement).

Des dispositifs comme le **bilan d'économies d'énergie du Stromspar-Check (Allemagne) ou le programme Territoire Zéro Exclusion Energétique (TZEE, France)** offrent un accompagnement technique et financier aux ménages modestes, combinant diagnostics énergétiques, aides aux rénovations et sensibilisation.

Energie in den Haushalten

Die Haushalte verursachen 18 % der Treibhausgasemissionen und 61 % der $PM_{2,5}$-Emissionen, wobei die Heizung mit 75 % den größten Anteil an den Emissionen dieses Sektors ausmacht. Es gibt zahlreiche Hindernisse für die Wirkung von Maßnahmen: ein alternder Gebäudebestand (zwei Drittel der deutschen Gebäude wurden vor 1979 erbaut), Energiearmut (5 bis 14 % der Haushalte in Deutschland, 10 % in Frankreich), mangelnde Informationen und Rebound-Effekte (10 bis 30 % der Energieeinsparungen werden durch Verhaltensänderungen zunichte gemacht).

Maßnahmen wie die Energiesparbilanz des **Stromspar-Checks (Deutschland) oder das Programm „Territoire Zéro Exclusion Energétique“ (TZEE, Frankreich)** bieten einkommensschwachen Haushalten technische und finanzielle Unterstützung und kombinieren dabei Energieaudits, Fördermittel für Sanierungen und Sensibilisierungsmaßnahmen.



Diffusion des résultats et échanges transfrontaliers

Verbreitung der Ergebnisse und grenzüberschreitende Austauschformate

L'objectif d'Atmo-Rhena PLUS étant de sensibiliser les acteurs locaux et de favoriser les échanges transfrontaliers, la communication et la valorisation des résultats ont constitué un axe majeur tout au long du projet.

Das Ziel von Atmo-Rhena PLUS war es, die regionalen Akteure zu sensibilisieren und den grenzüberschreitenden Austausch zu fördern. Deshalb bildeten Kommunikation und die Verwertung der Ergebnisse während des gesamten Projekts Atmo-Rhena PLUS einen zentralen Schwerpunkt.

Colloques transfrontaliers

Quatre colloques transfrontaliers ont été organisés sous la responsabilité d'ATMO Grand Est et de TRION-climat :

- En avril 2023, les partenaires institutionnels et opérationnels se sont réunis à **l'Hôtel de la Collectivité européenne d'Alsace (CeA)**, à Strasbourg, afin d'officialiser le lancement du projet Atmo-Rhena PLUS.
- Un colloque intermédiaire s'est ensuite tenu **à Bâle en Suisse** au cours du mois de mai 2024. À côté des premiers résultats du projet, des interventions externes ont mis en lumière des initiatives publiques et privées en faveur de la qualité de l'air, avec notamment la participation **d'IWB, de la ville de Fribourg, de GRDF et de l'EuroAirport Basel-Mulhouse-Freiburg.**
- En février 2026, une conférence spécifiquement dédiée aux liens entre qualité de l'air et santé s'est tenue dans les locaux du **Regierungspräsidium Karlsruhe.** Celle-ci était co-organisée avec le **Groupe Experts Prévention et promotion de la Santé de la Conférence du Rhin Supérieur et TRISAN**, le centre trinational de compétences en matière de santé.
- Enfin, en juin 2026, les partenaires du projet se sont retrouvés à la Hochschule de Kehl, **en Allemagne**, à l'occasion du colloque de clôture. Au-delà des résultats du projet, des acteurs extérieurs, tels **qu'e-mobil BW (Agence régionale pour la mobilité et l'automobile du Bade-Wurtemberg), Santé Publique France, Météo France ou encore l'Institut de recherche et d'expérimentation forestière du Bade-Wurtemberg,** sont intervenus afin d'illustrer les réalités locales et transfrontalières dans ces domaines clés.

Grenzüberschreitende Kolloquien

Unter der Leitung von ATMO Grand Est und TRION-climate e.V. wurden vier grenzüberschreitende Fachveranstaltungen organisiert.

- Im April 2023 kamen die institutionellen und operativen Projektpartner im **„Hôtel de la Collectivité européenne d'Alsace“ (CeA)** in Straßburg zusammen, um den offiziellen Start des Projekts Atmo-Rhena PLUS zu begehen.
- Ein Zwischenkolloquium fand anschließend im Mai 2024 **in Basel (Schweiz)** statt. Ergänzend zu den ersten Ergebnissen des Projekts wurden im Rahmen externer Beiträge öffentliche und private Initiativen zur Verbesserung der Luftqualität vorgestellt, unter anderem durch **IWB, die Stadt Freiburg i. B., GRDF sowie den EuroAirport Basel-Mulhouse-Freiburg.**
- Im Februar 2026 fand in den Räumlichkeiten des **Regierungspräsidiums Karlsruhe** eine Fachkonferenz zum Thema Luftqualität und Gesundheit durchgeführt. Sie wurde gemeinsam mit der **Expertengruppe „Prävention und Gesundheitsförderung“ der Oberrheinkonferenz sowie mit TRISAN**, dem trinationalen Kompetenzzentrum für Gesundheit, organisiert.
- Im Juni 2026 trafen sich die Projektpartner schließlich in **Kehl (Deutschland)** zum Abschlusskolloquium. Über die Ergebnisse des Projekts hinaus brachten externe Akteure wie **e-mobil BW, Santé Publique France (Frankreichs Gesundheitsamt), Météo-France sowie die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg** zusätzliche Aspekte auf lokaler und grenzüberschreitender Ebene ein.

« Ce qui nous lie, c'est l'air que nous respirons. »

Andrea von Känel, Directeur du Lufthygienamt beider Basel, lors de la conférence de lancement le 12 avril 2023 à Strasbourg.

« La clé de réussite du projet, c'est la coopération entre les acteurs transfrontaliers. »

Dr. Ulrich Maurer, Président de la Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, lors de la conférence de lancement le 12 avril 2023 à Strasbourg.

« La gouvernance territoriale est nécessaire dans le Rhin supérieur, les résultats d'Atmo-Rhena PLUS la renforcent. »

Marie-France Vallat, Conseillère d'Alsace, lors de la conférence finale le 16 juin 2026 à Kehl.

„Was uns verbindet, ist die Luft, die wir atmen.“

Andrea von Känel, Leiter des Lufthygieneamts beider Basel, anlässlich der Auftaktkonferenz am 12. April 2023 in Straßburg.

„Der Schlüssel zum Erfolg des Projekts ist die grenzüberschreitende Zusammenarbeit der Akteure.“

Dr. Ulrich Maurer, Präsident der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, anlässlich der Auftaktkonferenz am 12. April 2023 in Straßburg.

„Territoriale Governance ist am Oberrhein notwendig, die Ergebnisse von Atmo-Rhena PLUS untermauern dies.“

Marie-France Vallat, Mitglied des Elsässer Regionalrats, anlässlich der Abschlusskonferenz am 16. Juni 2026 in Kehl.

Evènements externes

En complément de ces temps forts, le projet Atmo-Rhena PLUS a également été présenté à un large public lors d'événements externes en 2025, notamment :

- aux **Assises européennes de la transition énergétique** à Strasbourg,
- ainsi qu'au **10e Congrès Climat-Énergie de TRION-climat**, mandaté par la Conférence du Rhin Supérieur.

Par ailleurs, le projet et ses résultats ont été intégrés dans l'étude menée par la **Mission opérationnelle transfrontalière (MOT)** portant sur la planification énergétique à l'échelle du bassin de vie transfrontalier Strasbourg-Ortenau. Le projet a notamment été présenté lors d'un **atelier de travail transfrontalier** visant à alimenter la réflexion collective sur les enjeux énergétiques sur ce territoire. La MOT a ensuite proposé à ATMO Grand Est d'organiser un « **café transfrontalier** » (court webinaire en ligne) sur le projet, une opportunité de le faire connaitre auprès d'autres acteurs de la coopération transfrontalière en France, au-delà du bassin rhénan. Une fiche projet a été réalisée à cette occasion et est disponible sur le site de la MOT.

Présentations auprès des Eurodistricts du Rhin supérieur

Les **Eurodistricts**, en tant qu'entité administrative transfrontalière, n'ont généralement pas de données comparables concernant leur territoire entier. Les inventaires transfrontaliers réalisés dans le cadre d'Atmo-Rhena PLUS permettent à l'Eurodistrict Strasbourg-Ortenau, l'Eurodistrict PAMINA et l'Eurodistrict trinational de Bâle de disposer de leurs propres états des lieux Air-Climat-Energie.

- En avril 2025, les premiers résultats du projet ont été présentés au **Bureau de l'Eurodistrict PAMINA**
- En juin 2025, c'est au **Conseil de l'Eurodistrict Strasbourg-Ortenau et à l'Assemblée générale de l'Eurodistrict trinational de Bâle** que les résultats ont été partagés.



Les résultats spécifiques à ces territoires transfrontaliers ont été rassemblés dans des documents personnalisés puis transmis, afin d'alimenter les débats au sein des instances de chaque Eurodistrict et d'éclairer la prise de décision, comme l'élaboration ou le suivi de plan climat par exemple.

Présentations dans d'autres instances transfrontalières

- au **Conseil Rhénan** en octobre 2025,
- En mai 2026 au sein de la **Commission Economie - Marché du travail – Santé du Conseil Rhénan**
- Régulièrement au sein du **Groupe Experts Air de la Conférence du Rhin Supérieur**, et ponctuellement au sein du **Groupe Expert Climat Energie** et du groupe GeoRhena.

Externe Veranstaltungen

Ergänzend zu diesen zentralen Veranstaltungen wurde das Projekt Atmo-Rhena PLUS auch im Rahmen externer Events einem breiten Publikum vorgestellt, unter anderem

- bei den **„Assises européennes de la transition énergétique“** in Straßburg
- sowie beim **10. Klima- und Energiekongress von TRION-climate e.V.** im Juni 2025, der im Auftrag der Oberrheinkonferenz organisiert wurde.

Darüber hinaus wurden das Projekt und seine Ergebnisse in die von der **„Mission Opérationnelle Transfrontalière“** (MOT) durchgeführten Studie zur Energieplanung im grenzüberschreitenden Lebensraum Straßburg-Ortenau integriert. Das Projekt wurde insbesondere im Rahmen eines grenzüberschreitenden Workshops vorgestellt, der den Austausch über energiepolitische Herausforderungen in diesem Gebiet fördern sollte. Im Anschluss daran schlug die MOT Grand Est vor, ein „Grenzüberschreitendes Café“ in Form eines kurzen Online-Webinars zum Projekt zu veranstalten. Dies bot die Gelegenheit, das Projekt auch Akteuren der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in anderen französischen Grenzregionen außerhalb des Oberrheins vorzustellen. Zu diesem Anlass wurde zudem ein Projektsteckbrief erstellt, der auf der Website der MOT verfügbar ist.

Vorstellungen in den Eurodistrikten am Oberrhein

Darüber hinaus wurde das Projekt in den **Eurodistrikten** am Oberrhein präsentiert:

- Im April 2025 wurden die ersten Projektergebnisse **dem Vorstand des Eurodistrikts PAMINA** vorgestellt.
- Im Juni 2025 wurden die Ergebnisse **im Rat des Eurodistrikts Straßburg-Ortenau sowie auf der Generalversammlung des Trinationalen Eurodistrikts Basel** präsentiert.



Die für diese grenzüberschreitenden Gebiete spezifischen Ergebnisse wurden in maßgeschneiderten Dokumenten zusammengefasst und anschließend weitergeleitet, um die Debatten in den Gremien der einzelnen Eurodistrikte anzuregen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen, beispielsweise bei der Ausarbeitung oder Überwachung eines Klimaplans.

Vorstellungen in den Eurodistrikten am Oberrhein

- Im Oktober 2025 im **Oberrheinrat.**
- Im Mai 2026 in der **Kommission „Wirtschaft – Arbeitsmarkt – Gesundheit“ des Oberrheinrats.**
- Sowie regelmäßig im **Expertenausschuss Luftreinhaltung** und im Expertenauschuss Klima und Energie und Expertenauschusss GeoRhena der Oberrheinkonferenz.



L'organisation de ces **événements, dans chacun des trois pays partenaires**, témoigne de la dimension résolument transfrontalière du projet et de la volonté de favoriser les échanges ainsi que le partage de connaissances à l'échelle du Rhin supérieur. Ils ont permis une large diffusion des résultats auprès d'un public diversifié (professionnels, collectivités et acteurs institutionnels), tout en renforçant les liens avec les acteurs de terrain. Cette dynamique a permis de renforcer une coopération transfrontalière active en faveur de la préservation de l'atmosphère.

Publications et ressources

Afin d'accompagner les décideurs dans l'élaboration de politiques publiques, le projet Atmo-Rhena PLUS met à disposition une collection de brochures développée pour traiter des grandes thématiques du projet. Ces supports, à la fois synthétiques et bilingues, présentent les enjeux liés à la qualité de l'air, aux émissions de gaz à effet de serre et aux dérèglements climatiques, en soulignant leurs effets systémiques sur la santé, la biodiversité ou encore l'agriculture.

Ils valorisent également la mise en commun des données et des connaissances à l'échelle du Rhin supérieur.

En parallèle, TRION-climat a consacré un numéro spécial de sa **revue ENERGIE vis-à-vis** à la synthèse des résultats du projet. Cette publication fait l'objet d'une large diffusion auprès des acteurs du Rhin supérieur, à la fois en version imprimée et sous format numérique, contribuant ainsi à renforcer la visibilité et l'appropriation des travaux menés.

LE CONSEIL RHÉNAN
DER OBERRHEINRAT

PLENARVERSAMMLUNG VOM 12. JUNI 2026

Luftqualität und Gesundheit: eine zentrale Herausforderung für den Oberrhein

Der Oberrheinrat, in seiner Plenarversammlung vom 12. Juni 2026 und auf Vorschlag der Kommission Wirtschaft – Arbeitsmarkt - Gesundheit,

1. ist der Überzeugung, dass eine gute Luftqualität eine grundlegende Voraussetzung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bevölkerung ist, und weist darauf hin, dass Luftverschmutzung zu den größten umweltbedingten Gesundheitsrisiken zählt;
2. stellt fest, dass die Oberrheinregion trotz Fortschritten weiterhin durch Luftschadstoffe wie Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon belastet ist, insbesondere in urbanen Räumen, entlang von Verkehrsachsen und in Industriegebieten;
3. unterstreicht, dass Luftverschmutzung keine Grenzen kennt und ihre Auswirkungen nur durch eine enge grenzüberschreitende Zusammenarbeit wirksam reduziert werden können;
4. verweist auf seine Resolution „Klimaeinflüsse auf die Gesundheit im Oberrheingebiet" vom 6. Juni 2025 und bekräftigt, dass Luftverschmutzung – insbesondere in Verbindung mit Hitzeereignissen – erhebliche gesundheitliche Auswirkungen hat und vulnerable Gruppen besonders betroffen sind;
5. weist darauf hin, dass insbesondere Kinder, ältere Menschen und chronisch Kranke besonders stark von den gesundheitlichen Folgen der Luftverschmutzung betroffen sind;
6. stellt zugleich fest, dass weiterhin Herausforderungen bestehen, insbesondere bei der Harmonisierung von Daten, der Vergleichbarkeit von Messmethoden sowie der unzureichenden sektorübergreifenden Zusammenarbeit;
7. weist zudem darauf hin, dass mit der neuen EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2030 deutlich strengere Grenzwerte für verschiedene Luftschadstoffe verbindlich einzuhalten sind und dadurch zusätzlicher Handlungsbedarf für die Regionen entsteht;
8. begrüßt die bestehenden Initiativen und die wissenschaftliche Zusammenarbeit in der Oberrheinregion, insbesondere Projekte wie Atmo-Rhena PLUS und Clim'Ability Care, die zur besseren Erfassung, Bewertung und Prävention der gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung beitragen;

Die Durchführung dieser **Veranstaltungen in allen drei Partnerländern** unterstreicht den ausgeprägt grenzüberschreitenden Charakter des Projekts sowie den Anspruch, Austausch und Wissenstransfer im gesamten Oberrheingebiet zu fördern. Sie ermöglichten eine breite Streuung der Ergebnisse bei unterschiedlichen Zielgruppen, Fachleuten, Gebietskörperschaften und institutionellen Entscheidungsträgern, und stärkten zugleich die Vernetzung mit lokalen Akteuren. Diese Dynamik hat dazu beigetragen, die grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Sinne des Schutzes der Atmosphäre nachhaltig zu festigen.

Publikationen und Ressourcen

Um Entscheidungsträger bei der Entwicklung und Umsetzung öffentlicher Maßnahmen auf politischer Ebene zu unterstützen, stellt das Projekt Atmo-Rhena PLUS zudem direkt nutzbare Instrumente bereit. Dazu gehört eine Reihe von Broschüren, die sich mit den zentralen Themen des Projekts befassen. Diese kompakten und zweisprachigen Veröffentlichungen beleuchten die Herausforderungen im Zusammenhang mit Luftqualität, Treibhausgasemissionen und Klimawandel und zeigen deren weitreichende Auswirkungen auf Gesundheit, Biodiversität und Landwirtschaft auf.

Gleichzeitig heben sie den Mehrwert der gemeinsamen Datennutzung und Wissensbasis im Oberrheingebiet hervor.

Parallel dazu hat TRION-climate e.V. eine Sonderausgabe seiner **Revue ENERGIE vis-à-vis** veröffentlicht, die die Projektergebnisse zusammenfasst. Diese Publikation wird sowohl in gedruckter Form als auch digital im Oberrheingebiet verbreitet und trägt damit zur Sichtbarkeit sowie zur Nutzung der erarbeiteten Ergebnisse bei.

Conclusion et perspectives

Maintenance de l'observatoire air-climat-énergie pour le Rhin supérieur

Les partenaires ont signé un accord de coopération pour assurer la maintenance annuelle du portail qualité de l'air et les actualisations nécessaires. Cela commencera par le changement d'indice français de qualité de l'air fin 2026. Les fréquences d'actualisation des inventaires sont diverses dans les régions : annuel en France, tous les 2 ans dans le Bade-Wurtemberg et tous les 5 ans en Suisse. Ainsi il est estimé qu'une actualisation environ tous les 3 ans serait pertinente. Pour compléter leurs propres ressources les partenaires pourraient s'appuyer sur le dépôt de micro-projets.

Poursuite des échanges d'expérience et développements mutualisés

Les échanges d'expérience se poursuivent dans le cadre du Groupe Expert Air de la Conférence du Rhin Supérieur, mais pour certains travaux de développement ou exploratoires, identifiés au cours du projet mentionnés tout au long de ce rapport, des projets pourraient porter sur :

- l'amélioration des connaissances sur les polluants émergents ou non réglementés (pesticides, microplastiques, PFAS dans l'air, etc.),
- l'amélioration des connaissances sur les impacts (santé, économie, aspects sociaux, biodiversité, agriculture etc.),
- les actions, éventuellement transfrontalières, de réduction des émissions dans les secteurs d'activité (mobilité, agriculture, transports par exemple fluvial, etc.).

ATMO Grand Est remercie l'ensemble des partenaires du projet pour leur implication, que ce soit dans la bonne réalisation des travaux pour les partenaires techniques, ou pour leur soutien pour les partenaires cofinanceurs ou associés.

Retrouvez tous les outils et document du projet sur la page
Atmo-Rhena PLUS stellt weiterführende Materialien

https://www.atmo-grandest.eu/projets-transfrontaliers/atmo-rhena-plus/fr

Fazit und Perspektiven

Wartung und Pflege des Beobachtungszentrums für Luft, Klima und Energie am Oberrhein

Die Partner unterzeichnen ein Kooperationsabkommen, um die jährliche Wartung und Pflege des Luftqualitätsportals und die erforderlichen Aktualisierungen sicherzustellen. Den Anfang macht die Änderung auf den französischen Luftqualitätsindex Ende 2026. Die Aktualisierungshäufigkeit der Bestandsaufnahmen ist regional unterschiedlich: jährlich in Frankreich, alle zwei Jahre in Baden-Württemberg und alle fünf Jahre in der Schweiz. Daher wird geschätzt, dass eine Aktualisierung etwa alle drei Jahre sinnvoll wäre. Zur Ergänzung ihrer eigenen Ressourcen könnten sich die Partner auf die Einreichung von Mikroprojekten stützen.

Fortsetzung des Erfahrungsaustauschs und gemeinsamer Entwicklungen

Der Erfahrungsaustausch wird im Rahmen des Expertenausschuss „Luftreinhaltung" der Oberrheinkonferenz fortgesetzt; für bestimmte Entwicklungs- oder Sondierungsarbeiten, die im Laufe des Projekts identifiziert und in diesem Bericht erwähnt wurden, könnten eigene Projekte folgende Themen betreffen:

- die Verbesserung des Wissens über neu auftretende oder nicht regulierte Schadstoffe (Pestizide, Mikroplastik, PFAS in der Luft usw.),
- die Verbesserung des Wissens über die Auswirkungen (Gesundheit, Wirtschaft, soziale Aspekte, Biodiversität, Landwirtschaft usw.),
- Maßnahmen, gegebenenfalls grenzüberschreitender Art, zur Emissionsminderung in verschiedenen Wirtschaftssektoren (Mobilität, Landwirtschaft, Verkehr, z. B. Binnenschifffahrt usw.).

ATMO Grand Est dankt allen Projektpartnern für ihr Engagement, sei es bei der erfolgreichen Durchführung der Arbeiten seitens der technischen Partner oder für ihre Unterstützung seitens der Kofinanzier und assoziierten Partner.

Interreg
Oberrhein | Rhin Supérieur
Kofinanziert von der Europäischen Union
Cofinancé par l'Union Européenne
atmo rhena PLUS

Partenaires techniques et co-financeurs / Technische und kofinanzierende Projektpartner
ATMO GRAND EST
Lufthygieneamt beider Basel
Baden-Württemberg Landesanstalt für Umwelt
AGENCE DU CLIMAT le guichet des solutions Eurométropole de Strasbourg
TRION www.trion-climate.net
ortenauer energieagentur.

Partenaires co-financeurs
Kofinanzierende Projektpartner
BASEL LANDSCHAFT
Kanton Basel-Stadt
La Région Grand Est
ALSACE Collectivité européenne
EURO DISTRICT Strasbourg · Ortenau

Partenaires associés
Assoziierte Projektpartner
Baden-Württemberg STATISTISCHES LANDESAMT
KEA-BW DIE LANDESENERGIEAGENTUR
ars Agence Régionale de Santé Grand Est
ETB Eurodistrict Trinational de Bâle TEB Trinationaler Eurodistrict Basel
Eurodistrict PAMINA
METEO FRANCE

Parties prenantes
Stakeholders
DEUTSCH-FRANZÖSISCH-SCHWEIZERISCHE OBERRHEINKONFERENZ
CONFÉRENCE FRANCO-GERMANO-SUISSE DU RHIN SUPÉRIEUR
GeoRhena

Impressum - Atmo-Rhena PLUS-18 Indice 1 28/08/2026 - Edition / Herausgeber : Atmo Grand Est - Rédaction / Bearbeitung : Atmo Grand Est, LUBW, LHA, TRION-climat, Agence du climat sur l'Eurométropole de Strasbourg, Ortenauer Energieagentur, Mise en page / Layout : Agence Die Drei - Impression / Druck : Imprimerie KOCHER Crédit photos / Bildnachweis : p.7, 13 : Koehler Holding SE&Co KG, p.8 : natureenergie Hochrhein AG, p.10,12,34 : TRION-climate e.V., p.13 : Badenova/Jonas Conklin, p.14 : ATMO Grand Est/Image générée par IA, KI-generiert, p.30 : ATMO Grand Est/Charlotte Sitz, p.32: Agence du climat sur l'Eurométropole de Strasbourg, p.34 Eurodistrikt Strasbourg-Ortenau