

**Zeitschrift:** Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

**Herausgeber:** Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

**Band:** 43 (2002)

**Heft:** 2

**Artikel:** Problèmes d'environnement atmosphérique en Alsace

**Autor:** Paul, Patrice

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1088426>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Problèmes d'environnement atmosphérique en Alsace

Patrice Paul

### Résumé

*Les problèmes d'environnement atmosphérique sont accentués en Alsace par des effets de confinement topographique qui renforce la stagnation de l'air. L'acquisition récente de connaissances nouvelles sur les basses couches atmosphériques du Fossé rhénan, les mesures réglementaires limitant l'émission de polluants et une meilleure prise en compte des données climatiques dans l'aménagement de l'espace permettent d'espérer d'améliorer l'environnement atmosphérique régional au cours de la prochaine décennie.*

### Zusammenfassung

*Die Umweltprobleme der Luftverschmutzung werden im Elsass dadurch verschärft, dass die topographische Einengung den Luftaustausch behindert. Neue Kenntnisse über die tiefliegenden Luftsichten im Rheingraben, die vorgeschriebenen Messungen zur Beschränkung der Luftschadstoffe und eine bessere Berücksichtigung der klimatischen Grundlagen in der Raumplanung geben Grund zur Hoffnung, die Luftqualität werde sich in der Region in den nächsten zehn Jahren verbessern.*

## 1 Introduction

Les conditions climatiques et la qualité de l'air sont fortement influencées par la position d'abri de l'Alsace située dans la partie sud-ouest du Fossé rhénan entre les massifs des Vosges et de la Forêt-Noire, ainsi que la chaîne du Jura au sud. Ces données topographiques contribuent à renforcer la stagnation de l'air et les inversions de température liées à des situations anticycloniques. Or, l'Alsace présente de fortes densités de population auxquelles sont associées des activités industrielles et commerciales nombreuses et un intense trafic dans les transports intrarégionaux et

---

Adresse de l'auteur: Prof. Dr. Patrice Paul, CEREG, Faculté de Géographie, Université Louis Pasteur, 3, rue de l'Argonne, F-67083 Strasbourg Cedex

transfrontaliers ; celles-ci peuvent être à l'origine d'épisodes critiques de pollution de l'air, dès qu'apparaît une situation météorologique peu favorable à la dispersion de polluants nocifs pour la santé et le bien-être de l'homme.

Le réseau de mesures et le suivi de l'évolution des principaux polluants atmosphériques ont été développés au début des années 70 et surtout à partir de 1980 avec la création de l'ASPA, organisme chargé de la mesure et du suivi de la qualité de l'air en Alsace. Par ailleurs, une étude détaillée des conditions météorologiques de dispersion des polluants atmosphériques dans la plaine d'Alsace a été réalisée (*Météorologie Nationale* 1976) à une époque riche en projets de nouvelles centrales nucléaires le long du Rhin qui n'ont pas eu de suite. L'inquiétude de plus en plus vive des populations concernant la qualité de l'air de part et d'autre du Rhin supérieur a été exacerbée par l'accident industriel polluant sérieux survenu à Bâle en novembre 1986. Ce contexte a rendu nécessaire l'acquisition de connaissances plus approfondies sur l'atmosphère régionale. C'est pourquoi, peu après, le projet climatologique régional transfrontalier REKLIP (Regio-Klima-Projekt) a été lancé afin de mieux reconnaître les échanges d'énergie et les interactions entre le sol, la biosphère et l'atmosphère, qui agissent sur le comportement des basses couches atmosphériques du Fossé rhénan méridional, notamment en Alsace (REKLIP 1995). Les résultats obtenus peuvent ainsi aider les autorités politiques responsables dans leurs prises de décision dans des projets d'aménagement.

## 2 Les facteurs météorologiques aggravant la qualité de l'air en Alsace

L'encaissement topographique du Fossé rhénan diminue sensiblement la vitesse moyenne du vent par rapport à des régions voisines comme la Lorraine ou la Trouée de Belfort, ce qui ne facilite pas en général la dispersion rapide des polluants dans l'atmosphère régionale. Par ailleurs, les effets de canalisation des vents selon l'axe méridien du Fossé rhénan (REKLIP 1995) peuvent être à l'origine de transports de polluants transfrontaliers en provenance du nord ou du nord-est, c'est-à-dire de régions industrielles allemandes comme celles de Karlsruhe et de Mannheim.

Les périodes critiques sont liées à des situations météorologiques bien identifiables, durant lesquelles le pouvoir de dispersion des polluants dans la basse atmosphère est faible. La partie alsacienne de la plaine rhénane apparaît comme une zone particulièrement abritée lorsque la circulation atmosphérique d'ouest ou de sud-ouest en altitude demeure faible à modérée avec une situation anticyclonique. Dans ces conditions, une couche peu épaisse d'air stable et calme, se constitue en soirée et se développe pendant la nuit sous l'effet du déficit radiatif nocturne de la surface du sol. Une telle situation disparaît rapidement en été dès les premières heures de la matinée, mais elle peut persister plusieurs jours consécutifs en automne et en hiver, quand le rayonnement solaire s'avère insuffisant pour détruire une couche froide et dense, épaisse de plusieurs centaines de mètres et caractérisée par l'inversion thermique pouvant dépasser 10 °C. Il convient de noter que l'espace le plus fréquemment affecté s'étend de Rouffach au sud jusque vers Haguenau au nord. Cette couche limite atmosphérique est souvent associée à du brouillard dense,

dont les contours sont bien repérables par télédétection satellitaire (*REKLIP* 1995 ; *Wahl* et al. 2001). On peut ainsi observer combien les secteurs de Mulhouse et de Bâle sont fréquemment épargnés en milieu de journée, ainsi que, dans une moindre mesure, l'Outre-Forêt, dans l'extrême nord de l'Alsace. Il s'agit d'espaces mieux ventilés, où les conditions de diffusion des polluants d'origine locale semblent plus favorables, à la fois verticalement et horizontalement. Par flux faible de sud-ouest en altitude, on remarque même des nappes de brouillard plus tenaces à l'ouest de Strasbourg, vers Entzheim et au pied des Vosges, de Saverne à Barr. Au total, le champ de vent du Fossé du Rhin supérieur, et plus particulièrement en Alsace, est souvent déconnecté de la circulation générale des vents en altitude. On observe même parfois une circulation à contre-sens dans les basses couches, par rapport à certaines directions du flux d'altitude

Dans les circonstances les plus défavorables en fin d'automne et en hiver, lorsqu'une couche froide et stagnante, surmontée par une forte inversion thermique, se trouve piégée au fond du Fossé rhénan, un dôme de pollution peut se constituer au-dessus des grandes agglomérations, sous l'effet de chaleur urbain, ce qui engendre la formation d'une couche moins stable sur une hauteur de 200 à 300 mètres, dans laquelle se produisent des mouvements de rabattement vers le sol à partir du niveau de blocage des polluants à la base de l'inversion.

La nuit, par ciel clair, quand la vitesse du vent synoptique n'a pas atteint un seuil critique sur les crêtes vosgiennes (*Kastendeuch* 1996 ; *Kastendeuch* et al. 2000), l'écoulement de l'air froid dans la vallée de la Fecht vers l'aval se traduit par une brise de montagne (*Weiss* et *Levasseur* 1986 ; *Paul* 1997), qui est associée à une couche d'air très stable, dans laquelle les polluants transportés peuvent difficilement se disperser vers le haut. Toute zone résidentielle, située à l'aval de sources polluantes, peut être affectée par de fortes concentrations pendant la nuit et en début de journée. Par contre, la brise de vallée de sens contraire, qui remonte vers l'amont pendant la journée, a un pouvoir de dispersion des polluants beaucoup plus grand puisqu'il s'agit d'un écoulement plus turbulent dans un air plus chaud et plus instable.

Comme la majeure partie de l'Europe continentale, l'Alsace est soumise épisodiquement en été à des conditions climatiques favorables à la formation d'ozone. Il convient de rappeler que la transformation de polluants primaires essentiellement d'origine automobile se produit dans des conditions de forte chaleur (températures maximales généralement supérieures à 25 °C), accompagnées d'un fort rayonnement solaire et de vents généralement faibles. Les vents thermiques locaux comme les brises de versant et de vallée peuvent déplacer des masses d'air des zones d'émissions de polluants primaires dans les villes et le long des grands axes routiers vers des zones rurales ou de relief, où l'on peut observer des concentrations d'ozone pouvant dépasser les seuils réglementaires.

### 3 Bref aperçu sur l'état actuel de la pollution de l'air en Alsace

L'état de la qualité de l'air s'est globalement amélioré pour la période 1990-1999, à l'exception de l'ozone (*INTERREG II 2000*). Le rapport final du groupe de travail « Qualité de l'air » du programme climatologique transfrontalier régional du Rhin supérieur REKLIP (*Gassmann et al. 1999*) a effectivement montré une forte diminution des concentrations de dioxyde de soufre entre 1984 et 1995 dans le Fossé rhénan méridional. Plus récemment encore, selon l'ASPA (Association pour la Surveillance de la Pollution Atmosphérique en Alsace), la moyenne annuelle de Strasbourg est passée de  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 1985 à 10 en 2000 et même à  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2001, ce qui montre bien l'efficacité des actions réglementaires entreprises par l'administration à l'égard des industries et du chauffage des bâtiments (*DRIRE Alsace 2001*). Ainsi, dans l'agglomération strasbourgeoise, il n'est pas autorisé d'utiliser du combustible contenant plus de 1% de soufre. En cas de situation météorologique critique, le processus d'alerte à la pollution atmosphérique (PAPA) peut se révéler efficace. Par contre, l'évolution moyenne des concentrations en particules fines de diamètre inférieur à  $10 \mu\text{m}$ , nocives pour l'appareil respiratoire, révèle seulement une légère baisse au cours des dernières années (21 en 2000 et 2001 contre  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 1991) malgré des facteurs météorologiques assez comparables à ceux régissant le SO<sub>2</sub>: l'effet de l'apparition de moteurs de voitures plus propres a été freiné par la densité plus élevée du trafic routier durant les dernières années. Toutefois, les dépassements du seuil réglementaire de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 24 heures sont assez rares dans le réseau de mesures urbain et périurbain de l'ASPA.

En ce qui concerne le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), provenant principalement du trafic routier, l'amélioration légère des concentrations demeure peu significative. Toutefois, le seuil de protection de la santé humaine, fixé à  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, n'a pas été atteint pour l'année 2001. Mais les niveaux d'ozone dans la basse atmosphère demeurent préoccupants en saison chaude. Ils résultent de la transformation photochimique de polluants primaires comme les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Le seuil horaire d'information pour la population, fixé à 180, a été dépassé une vingtaine de jours pendant l'été 2001 sur l'ensemble de l'Alsace. Ces fortes concentrations peuvent être enregistrées loin des centres urbains et des routes à fort trafic, notamment sur les parties sommitales des Vosges.

En définitive, la pollution de l'air par l'ozone présente en Alsace des concentrations proches de celles observées dans le Pays de Bade et les cantons de Bâle.

Les principales sources d'émissions ont été inventoriées en vue d'élaborer des cadastres des émissions dans le cadre du programme REKLIP pour l'année 1990 (*Gassmann et al. 1990*), puis, par l'ASPA, pour la période 1997-1998, au sein d'un groupe de travail transfrontalier (*INTERREG II 2000*). Des cartes d'émissions remarquables ont ainsi été réalisées pour les principaux polluants. Une connaissance approfondie de la répartition spatiale des données d'émissions constitue en effet une base de données essentielle pour une bonne gestion de la qualité de l'air et un outil indispensable pour des simulations avec des modèles mathématiques qui permettent de paramétriser les champs de vent locaux dans une topographie complexe et de déterminer le transport des polluants et leurs transformations chimiques. Les simulations, menées par le Laboratoire Physico-Chimique de l'Atmosphère (Université

Louis Pasteur, Strasbourg), ont permis d'évaluer des tendances aux horizons 2005 et 2015, tout en tenant compte des évolutions sociales et réglementaires prévisibles à l'aide de scénarios d'émissions. En définitive, ces travaux montrent plutôt une évolution vers une amélioration notable de la qualité de l'air, du moins à l'échelle régionale. Il est évident que de telles recherches doivent être poursuivies à l'échelle transfrontalière, c'est-à-dire celle du Fossé rhénan méridional.

## 4 Aléas climatiques à l'origine de risques environnementaux

La plupart des aléas météorologiques observés en Alsace ne présentent pas d'impacts majeurs sur le cadre de vie et l'équilibre du milieu naturel. Certes, un phénomène violent, comme la tempête du 26 décembre 1999, a été un événement catastrophique exceptionnel, qui a affecté indifféremment de nombreuses régions de l'Europe occidentale, situées à des latitudes proches de celles de l'Alsace. En réalité, les risques climatiques sont relativement modérés dans la plaine d'Alsace, à condition que certaines activités humaines ne contribuent pas à les aggraver comme pour l'exemple ci-dessus concernant des pratiques sylvicoles de type intensif, qui ont été parfois menées depuis plusieurs décennies.

Quelques aléas climatiques présentent une certaine régularité, qu'il convient de prendre en compte dans l'aménagement de l'espace (*Paul 1997*). La chaleur de certaines journées d'été, exacerbée en milieu urbain par une moindre ventilation et des températures légèrement plus élevées, surtout en soirée, accroît l'impression de chaleur pénible sur l'être humain, tandis que les effets bioclimatiques correspondants se manifestent par une augmentation des maladies cardio-vasculaires et respiratoires. Des cartes bioclimatiques ont été réalisées à cet effet (cf. l'atlas *REKLIP 1995*). Il convient donc de veiller à préserver les conditions de ventilation naturelle et les échanges thermiques locaux dans des projets d'urbanisme.

Le brouillard est un phénomène particulièrement éprouvant pendant la saison froide, bien que la durée moyenne mensuelle soit plus faible en Alsace que dans le Moyen Pays suisse. La cartographie des brouillards en début et en milieu de journée (*Wahl 1997*) fait apparaître des zones particulièrement affectées, notamment à l'ouest de Strasbourg ou, plus localement, dans des secteurs plus fortement soumis à la stagnation de l'air froid radiatif le matin. La répartition spatiale des zones recouvertes varie nettement en fonction du type de circulation dans l'atmosphère libre au-dessus des montagnes avoisinantes. Il en résulte de mauvaises conditions de visibilité et d'éventuels dépôts de givre sur les chaussées ce qui peut accentuer les risques d'accident grave. Il arrive quelquefois que par un temps froid caractérisé par une forte inversion thermique, l'émission de vapeur d'eau et de noyaux de condensation émis par des industries provoque le phénomène de « neige industrielle ». Ce phénomène a été particulièrement impressionnant dans la première quinzaine de janvier 2002 sur l'agglomération strasbourgeoise : certains quartiers comme celui de la Robertsau ont enregistré jusqu'à 3 à 4 cm de neige, légère et glissante, alors qu'à quelques kilomètres de là, dans les quartiers ouest ou dans l'espace rural environnant, pas le moindre flocon n'a été observé.

Les pluies orageuses abondantes ou de forte intensité peuvent engendrer des risques importants, comme des inondations brutales, des mouvements de terrain et des processus d'érosion des sols, notamment sur les sols limoneux et loessiques. Notons toutefois que ce type d'événement, dont la localisation est souvent aléatoire, ne présente pas de fréquences nettement plus grandes par rapport à la plupart des régions avoisinantes.

Les épisodes de sécheresse peuvent indirectement engendrer de sérieux problèmes d'environnement, notamment dans la qualité des eaux des rivières, quand le phénomène persiste plusieurs mois. Cependant, grâce aux averses convectives d'été, la probabilité d'atteindre des seuils de sécheresse préoccupants est plus faible que dans la plupart des régions de l'ouest de la France.

## 5 Conclusion

La surveillance de plus en plus fine de la qualité de l'air, des connaissances plus approfondies sur les processus climatiques et physico-chimiques locaux, ainsi qu'une meilleure maîtrise des émissions obtenue progressivement au cours des deux dernières décennies ont permis d'éviter le plus souvent des situations sanitaires extrêmement critiques à l'occasion d'épisodes météorologiques de grande stagnation des masses d'air sur la plaine alsacienne. Ces actions doivent se poursuivre et se développer, notamment avec la prise en compte de nouveaux polluants comme le benzène, les pesticides ou les métaux lourds et le suivi plus approfondi des précurseurs des photooxydants. Enfin, il convient de souligner que ces dispositions peuvent contribuer à limiter l'émission des gaz à effet de serre, qui interviennent à l'échelle globale de la planète.

## Bibliographie

- DRIRE Alsace 2001. *Plan Régional pour la Qualité de l'Air en Alsace*. Strasbourg, 124 p.
- Gassmann F., Ahrens D., Vogel B. (éd.) 1999. *Qualité de l'air et climat régional / Luftqualität und Regionalklima*. Strasbourg, 200 p.
- INTEREG II 2000. *Analyse transfrontalière de la qualité de l'air dans le Rhin supérieur / Grenzübergreifende Luftqualitätsanalyse am Oberrhein*. Karlsruhe, 288 p.
- Kastendeuch P. 1996. *Analyses à plusieurs échelles et modélisation des régimes de vents d'été dans le Fossé rhénan méridional*. Thèse de doctorat Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 175 p. + annexes.
- Kastendeuch P., Lacarrere P., Najjar G., Noilhan J., Gassmann F., Paul P. 2000. Mesoscale simulations of thermodynamic fluxes over complex terrain. *International Journal of Climatology* 20: 1249-1264.

- Météorologie Nationale 1976. *L'atmosphère en Alsace*. Direction Météorologique Régionale Nord-Est. Strasbourg, 193 p. + annexes.
- Paul P. 1997. Topoclimats dans le domaine tempéré océanique. In: Dubreuil V. et Marchand J.P. (éd.): *Le Climat, l'Eau et les Hommes*. Rennes, 197-226.
- Paul P. 1997. Les risques de modifications furtives du climat régional liées aux activités humaines ; le cas du Fossé rhénan méridional. In: Lamarre D. (éd.): *Les risques liés au climat*. Dijon, 175-196.
- REKLIP 1995. *Atlas climatique du Fossé rhénan méridional, Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd*. Volume de cartes et volume de textes. Groupe de travail tri-national Regio-Klima-Projekt. Offenbach-Strasbourg-Zurich.
- Wahl L. 1997. *Etude de la dynamique spatio-temporelle des brouillards de rayonnement au sein du Fossé rhénan méridional à l'aide d'images NOAA-AVHRR*. Thèse de doctorat Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 221 p. + annexes.
- Wahl L., Paul P., Bruckert D. 2001. L'extension spatiale des brouillards et stratus bas matinaux au sein du Fossé rhénan méridional à l'aide d'images NOAA-AVHRR. In: Thommes W. et al. (éd.): *Klima und Raumplanung / Climat et aménagement du territoire*, REKLIP, vol. 4. Strasbourg, 187-195.
- Weiss E. 1987. *Recherches sur les topoclimats dans la vallée de Munster. Contribution à l'études des phénomènes de brises*. Mémoire de DEA. Strasbourg, 66 p. + annexes.

