

PROGRAMME DE BIOSURVEILLANCE



ETUDE REALISEE POUR LE COMPTE D'ATMO LORRAINE NORD.

**EVALUATION ET CARTOGRAPHIES
DES IMPACTS DE LA POLLUTION
ATMOSPHERIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT
AVEC DES LICHENS EPIPHYTES
EN LORRAINE NORD :**

Bassin du Warndt et territoire du PPA des Trois Vallées.

RAPPORT D'ETUDE – Janvier 2010.

Intervenants

Anne-Sophie KARAGOUNIS

Jonathan SIGNORET

CONDITION DE DIFFUSION

- Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous.
- Toute utilisation partielle ou totale du document doit faire référence à « source d'information Service Etude du réseau Atmo Lorraine Nord ».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure. La dernière version est en ligne sur le site www.atmolor.org.
- Sur demande, Atmo Lorraine Nord met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété du réseau Atmo Lorraine Nord.
- Atmo Lorraine Nord peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.

REVISION

Rev.	Nature de la révision	Date de diffusion
A	Version initiale (13 pages)	06.02.2010
B	Version finale (15 pages)	11.02.2010
C		
D		

Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Jonathan SIGNORET	Bérénice JENNESON	Denis DOLISY
Date : 06.02.2010	Date : 10.02.2010	Date : 11.02.2010

CATALOGAGE INTERNE

\\Serveur_etude\Projet\Autre\2009_Karagounis_Synthèse

SOMMAIRE

1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET LOCAL.....	5
2. DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	7
3. CLES DE LECTURE DES CARTES D'IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT	9
4. RESULTATS CARTOGRAPHIQUES	10
5. CONSTAT ENVIRONNEMENTAL GLOBAL.....	12
6. SYNTHESE.....	13
7. PERSPECTIVE D'EXPLOITATION DES CARTES	14
8. BIBLIOGRAPHIE	15

FIGURES

FIGURE 1 - LOCALISATION DES ZONES D'ETUDE EN LORRAINE.....	6
FIGURE 2 - PLANNING 2009 DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE POUR LES DEUX ZONES D'ETUDE.....	8
FIGURE 3 - LOCALISATION DES STATIONS D'OBSERVATION.....	10
FIGURE 4 - LES ZONES AFFECTEES PAR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE EN 2009 10	
FIGURE 5 - LES CARTES D'EVOLUTION DE LA RICHESSE SPECIFIQUE TOTALE ENTRE 1999 ET 2009.....	11
FIGURE 6 - ROSE DES VENTS A L'HOPITAL-PUITS 2 EN 2008.	11
FIGURE 7 - LICHEN <i>LECANORA CONIZAEOIDES</i>	12

1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET LOCAL

La loi sur l'air de 1996 préconise, notamment une connaissance de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire et la mise en place de plans territoriaux. De manière générale, l'ensemble des plans (PRQA, PPA, PDU) a, entre autres objectifs, de mettre en place différentes mesures et projets d'aménagement permettant d'améliorer globalement la qualité de l'air.

La politique de gestion de la qualité de l'air a pour ambition de réduire les nuisances causées à la santé des individus, à l'environnement et sur le bâti. Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire d'optimiser les outils d'évaluation de l'exposition personnelle des individus à la pollution. Cependant, ceux-ci doivent être complétés par des méthodes permettant d'apprécier les impacts à long terme des polluants sur l'environnement. En effet, la population est en relation permanente avec un environnement extérieur qui subit différents stress. Caractériser les impacts de la pollution sur l'environnement ne permet pas de prédire un effet sur la santé humaine mais cela permet d'apprécier, parmi le cocktail de polluants existants, lequel ou lesquels ont un impact plus important. Il est ainsi possible de caractériser l'« ambiance » dans laquelle évolue la population (Cuny et al., 2003).

Dans ce contexte, la biosurveillance, technique qui permet d'obtenir des informations sur l'environnement à partir de l'étude de l'impact de cet environnement sur des organismes vivants, est particulièrement indiquée. Quatre normes AFNOR, parues en juin 2008, cadrent l'élaboration de protocoles d'utilisation de différentes plantes (tabac, lichen, mousse, ray-grass) pour surveiller notamment la qualité de l'air. Ce sont les lichens épiphytes, ceux qui se développent sur les troncs d'arbres, utilisés dans la norme NF X43-903, que nous avons retenu ici pour élaborer des cartes des impacts de la pollution atmosphérique. Ils sont sensibles aux polluants atmosphériques et ont déjà été utilisés dans des études précédentes, notamment dans le sillon mosellan (Signoret, 1999). L'objectif des cartes des impacts de la pollution atmosphérique est d'établir un référentiel qui puisse servir de support aux décisions d'amélioration ou de préservation de la qualité de l'air, dans une logique de développement durable.

De plus, la biosurveillance répond à trois axes du PRQA Lorraine en tant qu'outil d'amélioration de la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets, de développement de nouveaux outils d'études et d'outil de communication à propos de la pollution atmosphérique. Il conviendra aussi très particulièrement à mieux mesurer les impacts de la pollution sur les milieux. Cela répond également aux orientations des PPA, et notamment celui des Trois Vallées, qui préconisent la mise en place d'outils d'évaluation des effets des polluants sur la santé et l'environnement. Enfin, il répond à une demande formulée par le Groupement d'Etude et de Conservation de la Nature en Lorraine (GECNAL) du Warndt lors du Comité Local d'Information et de Concertation en Environnement (CLICE) de Saint-Avold du 20 octobre 2005, pour la réalisation d'une étude de biosurveillance de la qualité de l'air dans le secteur de la plateforme de Carling.

Le réseau Atmo Lorraine Nord, disposant d'une compétence interne en biosurveillance, s'est impliqué dans la démarche de normalisation de l'AFNOR en tant que membre de la commission T95AIR "Biosurveillance de la qualité de l'air". C'est pourquoi le réseau Atmo Lorraine Nord, en qualité d'Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), a engagé le travail de réalisation d'une évaluation environnementale et des cartes des impacts de la pollution atmosphérique pour le territoire du PPA des Trois Vallées, mais également, dans un souci de réponse à la demande locale et de comparaison, pour le Warndt.

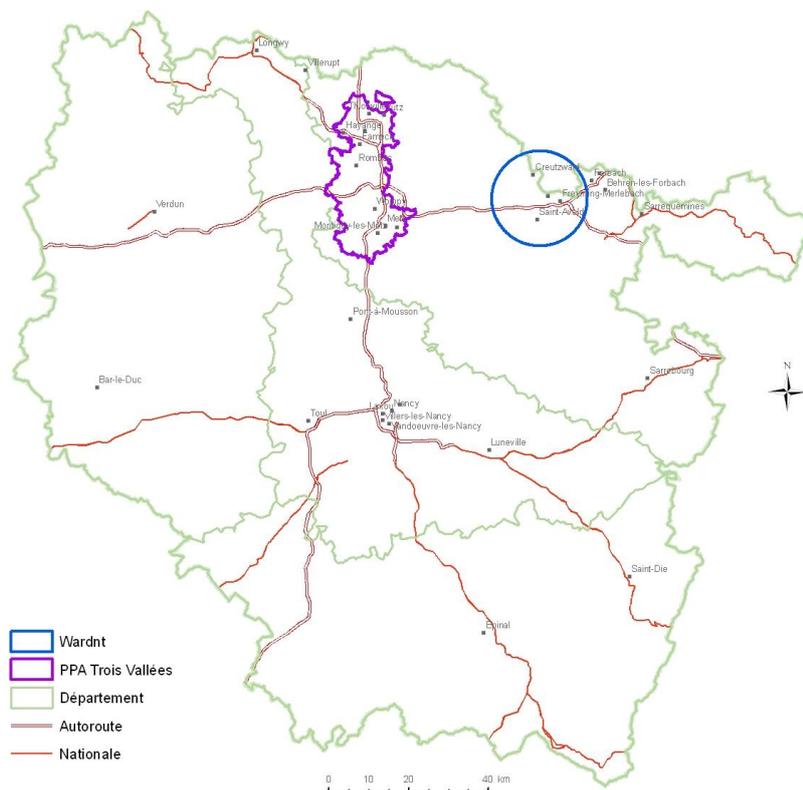


Figure 1 - Localisation des zones d'étude en Lorraine

En effet, le territoire du PPA des Trois Vallées qui comprend 67 communes (443000 hab.) et celui du Wardnt comprend 31 communes (102000 hab.) regroupent toutes les caractéristiques d'un tissu urbain complexe au sein duquel la qualité de l'air est influencée fortement par l'environnement industriel. Ces deux zones d'études abritent un quart de la population lorraine.

Ces territoires (Figure 1) se caractérisent par une forte complexité en termes d'urbanisme, d'activités économiques et industrielles et d'infrastructure de transports. Certaines communes sont fortement urbanisées tandis que d'autres ont conservé un caractère rural.

Dans ce contexte, Atmo Lorraine Nord souhaite construire un référentiel cartographique commun pour les communes considérées, afin de fédérer et de mettre en cohérence les moyens de connaissance et de communication autour de la démarche de biosurveillance.

La finalité des cartes d'impacts est de permettre une évaluation de l'exposition à long terme à l'ensemble des polluants atmosphériques des populations et des milieux, de porter ces éléments à la connaissance du public, puis de contribuer à la définition d'actions de mise en place de comparaison avec les évaluations des effets des polluants sur l'environnement et la santé.

Le présent rapport porte sur la première phase : la réalisation des cartes d'impact et des analyses associées. La seconde phase de comparaison avec les données sanitaires n'est donc pas abordée ici.

2. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Méthodologie de travail

La réalisation d'un référentiel cartographique constitue une étape indispensable pour répondre à l'objectif d'élaboration d'un suivi de l'impact des polluants atmosphériques sur le long terme, mais ce référentiel pourra également servir d'outil de gestion de la qualité de l'air, et d'aide à la communication sur cette thématique. Il s'agit de répondre à des enjeux de santé publique, en termes de gestion des expositions polluantes excessives, ainsi qu'à des enjeux d'aménagement du territoire en termes de gestion des milieux et d'action de protection de la biodiversité.

La zone d'étude du sillon mosellan correspond au périmètre du PPA des Trois Vallées. La zone d'étude du Warndt correspond à un cercle de 12 km de rayon centré sur la plate forme industrielle de Carling et s'étendant à l'intérieur du territoire allemand. Ces deux zones couvrent respectivement 527 km² et 452 km².

Ce travail s'appuie sur l'application d'une méthode normalisée par l'AFNOR, l'exploitation d'outils informatiques (Système d'Information Géographique, bases de données spatialisée, cadastre des émissions), mais aussi sur des compétences scientifiques reconnues dans le domaine de la lichénologie.

Les grandes étapes de réalisation des cartes d'impact de la pollution atmosphérique sur l'environnement sont :

- le repérage et la connaissance du territoire d'étude par une reconnaissance sur le terrain (recherche de situation en typologie de fond),
- le relevé sur le terrain et le traitement de données, de nature biologique (par espèce de lichens), biométrique (recouvrement et fréquence) ou géographique (localisation des sites),
- leur structuration en bases géoréférencées, et leur validation après les éventuelles hypothèses ou estimations complémentaires nécessaires,
- la réalisation des calculs normalisés ou complémentaires et leur exploitation (analyses croisées entre les données de biosurveillance, données d'indices de sensibilité spécifiques issus de la littérature et données issus du cadastre régional des émissions).

La méthodologie mise en œuvre suit globalement les recommandations de la norme NF-X43-903 pour la détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE). Les données utilisées pour pondérer la valeur de l'IBLE par un indice écologique, notamment de sensibilité des espèces à la pollution atmosphérique, sont celles de Wirth (1998).

Les données biologiques et biométriques sont les données d'observation manuelles disponibles au moment de la réalisation du terrain (mai à décembre 2009). Néanmoins, compte-tenu du taux de croissance des lichens et d'une réactivité lente, ces données devraient être mises à jour à maxima tous les 2 ans.

Les cartes sont réalisées à partir des données disponibles au moment de leur établissement mais elles sont destinées à évoluer : intégration de nouveaux points d'observations, évolution des émissions polluantes, adaptation des communautés lichéniques aux stress environnementaux.

Un échantillonnage de mesures biologiques *in situ*, ciblé en quelques points, a été effectué à plusieurs reprises parallèlement aux observations afin de valider la répétabilité et conforter le choix de certaines hypothèses.

La base de données spatiale de calcul de l'IBLE et des paramètres biologiques (richesse spécifique totale, indice de Shannon, équitabilité) utilisée est MesIBLE (développement interne), interfacée avec le SIG pour l'interpolation spatiale.

Planification

Le planning complet est présenté sur la Figure 2.

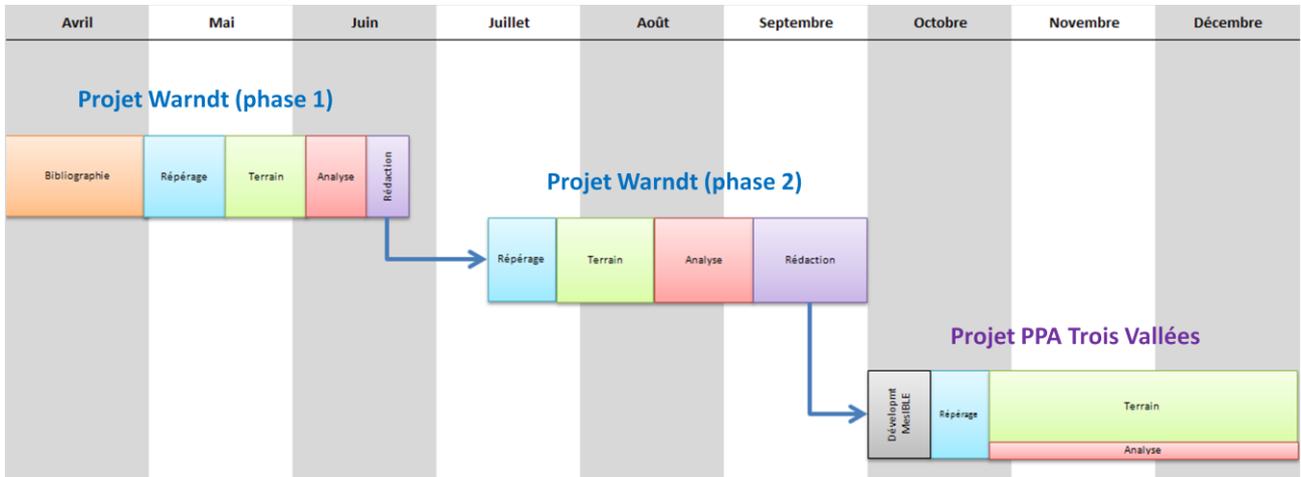


Figure 2 - Planning 2009 de l'évaluation environnementale pour les deux zones d'étude

Difficultés rencontrées

Pour la plupart des difficultés rencontrées lors de la phase de terrain, il s'agit soit du manque d'arbres nécessaire à la désignation d'une station au sens de la norme AFNOR (minimum de 3 arbres), soit de phénomènes météorologiques (pluie, gelée, neige) ralentissant les déplacements et les observations notamment en période hivernale.

Développement réalisé

Afin d'optimiser la démarche dans son ensemble, une base de données spatiale MesIBLE a été créée afin de :

- faciliter la saisie des données d'observation recueillies sur le terrain et leurs stockages,
- géoréférencer des stations d'observation sous SIG liées directement aux calculs automatiques de l'IBLE et d'autres indices écologiques,
- obtenir rapidement les cartes au fur et à mesure de l'avancement du terrain,
- envisager le développement d'une solution nomade de la base de données.

Cet outil opérationnel a permis de réduire très significativement la phase de traitement de données et de consacrer plus de temps au travail de terrain.

3. CLES DE LECTURE DES CARTES D'IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

Quelques précisions préalables :

Les cartes d'impact sont des documents stratégiques à l'échelle d'un territoire. Elles visent à donner une représentation de la situation réelle de la pollution atmosphérique, vis-à-vis de l'analyse dans des conditions naturelles (typologie de fond) de la réponse des lichens. Ces organismes vivants sont bien adaptés pour l'étude des contaminants présents dans l'atmosphère sous forme de gaz ou particules, en raison de leurs particularités anatomiques (absence de stomates, ratio surface/volume élevé) et de leurs caractéristiques physiologiques (croissance lente, photosynthèse continue). Ils ne peuvent pas réguler les échanges gazeux avec l'atmosphère et sont donc exposés en continu aux polluants de l'air. Les lichens permettent ici de fournir une information intégrée dans le temps (détection des polluants très peu concentrés ou fugaces) sans distinction de chacun des polluants présents.

Les autres sources d'impact, à caractère plus ou moins fluctuant, local ou évènementiel ne sont pas représentées sur ce type de document.

Le contenu, le format et l'interprétation de ces cartes ne sont pas cadrés par la norme AFNOR.

Les cartes d'impact ne sont pas des documents opposables. En tant qu'outil (indice biologique et interpolation), les cartes seront exploitées pour établir un diagnostic global ou analyser des évolutions et non en valeurs absolues, à une échelle locale. Le niveau de précision est adapté à un usage d'aide à la décision et non de dimensionnement d'action précise ou le traitement d'une plainte.

Clés de lecture des cartes :

Les indicateurs représentés, l'IBLE et la richesse spécifique totale, sont calculés à partir des données biologiques spécifiques, c'est-à-dire de la détermination de chaque espèce de lichens sur les sites d'observation.

- La **richesse spécifique totale (R_{tot})** est une mesure de la biodiversité de nos sites de mesure; elle désigne le nombre total d'espèces de lichens présentes dans une station donnée.
- L'**indice biologique de lichens épiphytes (IBLE)** est un indice de biodiversité normalisé (AFNOR NF X43-903), effectué à partir de l'estimation de la fréquence de chaque espèce, qui donne une idée de l'hétérogénéité dans la station, et du recouvrement de chacune d'elles, c'est-à-dire la quantification de chacune d'elle dans un site. L'IBLE fournit donc une information synthétique et relative (sans unité, ni valeur maximale connue) sur la stabilité de la situation environnementale.

La cartographie représente une interpolation spatiale des valeurs de R_{tot} ou d'IBLE sur les territoires étudiés avec la méthode classique de pondération inverse de la distance. Quelques stations ont été choisies à l'écart des périmètres d'étude afin de permettre une interpolation au delà de l'enveloppe convexe décrite par les stations situées dans les périmètres.

Enfin, il est important de noter que la norme NF X43-903 écarte la possibilité d'échantillonner les zones forestières. Cela a pour conséquence que toutes les forêts sont ici couvertes par des valeurs estimées par l'interpolation de points d'observation parfois très éloignées géographiquement.

4. RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

Au total, ce sont 162 stations d'observations qui ont été localisées (Figure 3) et plus de 100000 données enregistrées dans la base de données MesIBLE.

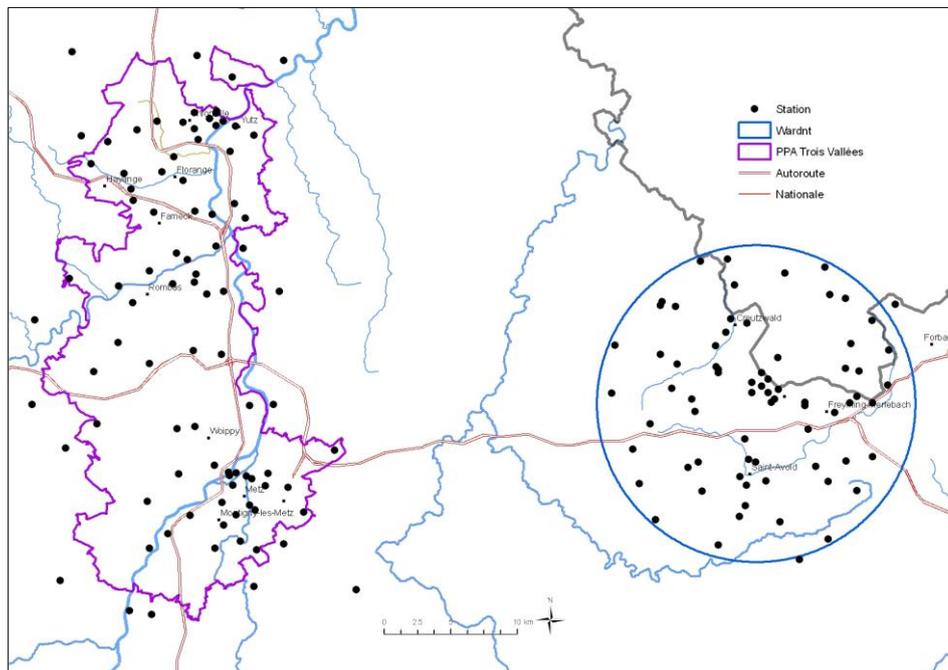


Figure 3 - Localisation des stations d'observation

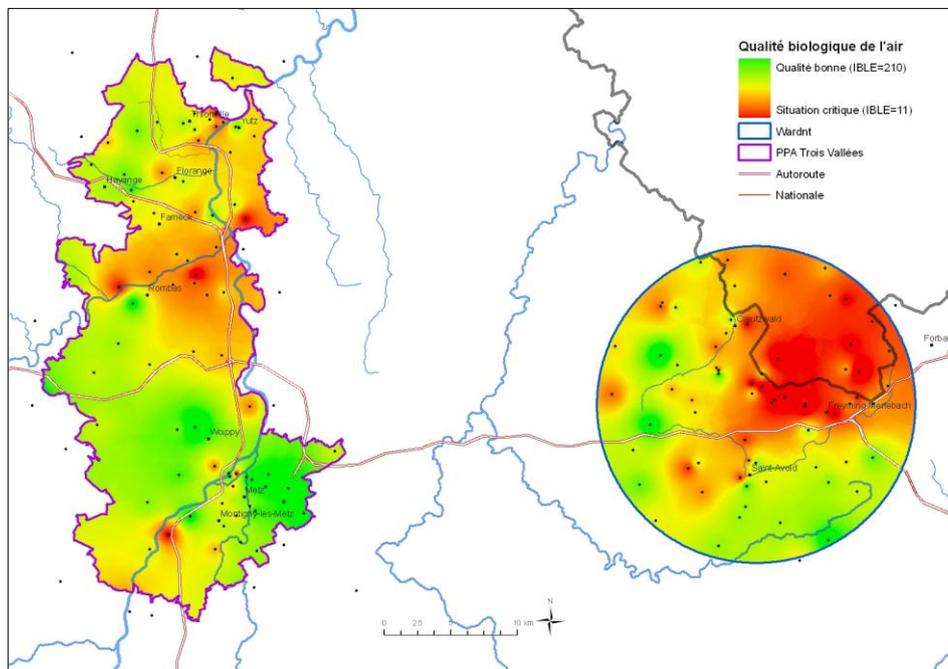


Figure 4 - Les zones affectées par la pollution atmosphérique en 2009

A titre indicatif, la carte ci-dessous (Figure 5) présente la comparaison des résultats de ce travail avec les données historiques issues de la bibliographie (Signoret, 1999). Etant donné que les méthodes d'élaboration des cartes d'impact de la pollution atmosphériques sont différentes, seule la comparaison de la richesse spécifique totale commune aux deux études est pertinente.

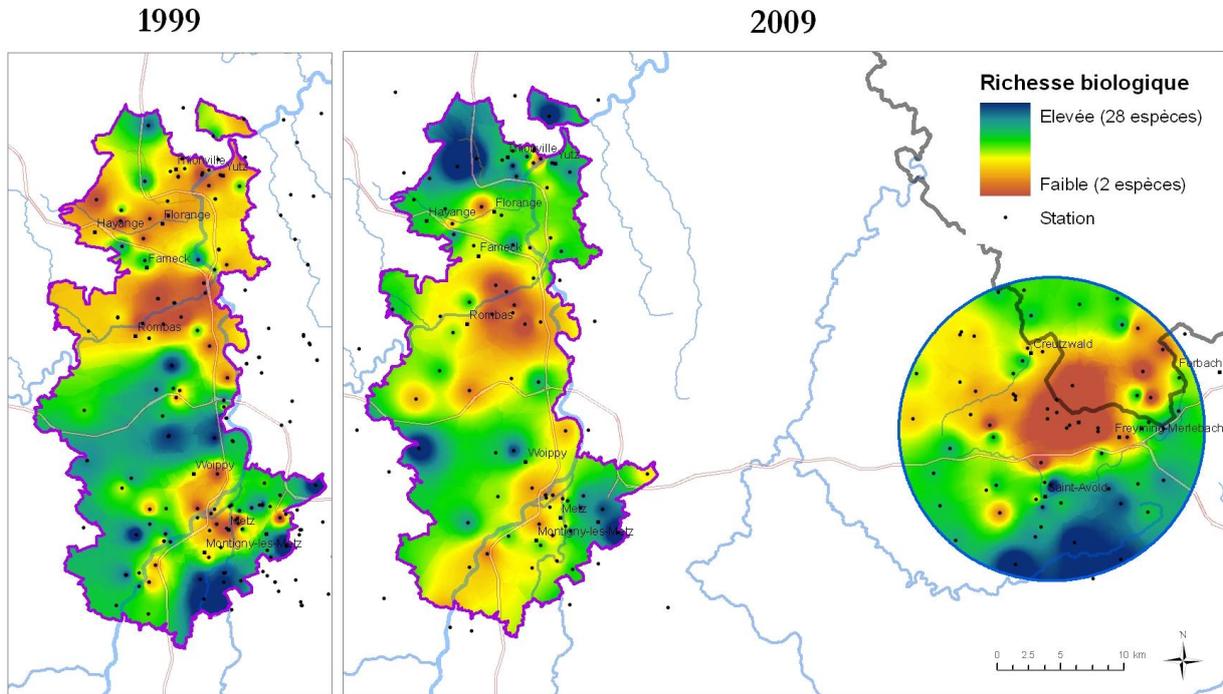


Figure 5 - Les cartes d'évolution de la richesse spécifique totale entre 1999 et 2009

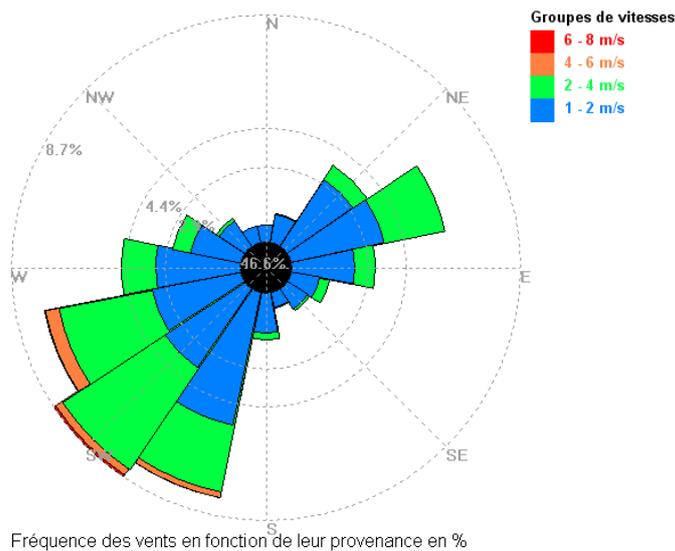


Figure 6 - Rose des vents (vent horaire à 10 mètres) à L'Hôpital-Puits 2 en 2008.

5. CONSTAT ENVIRONNEMENTAL GLOBAL

L'indice biologique de lichens épiphytes (IBLE)

La cartographie de l'indice IBLE de la Figure 4 met en évidence les zones affectées par la pollution atmosphérique. Dans le secteur du Warndt, un large quart nord-est présente une situation critique (IBLE = 11), qui s'étend jusqu'au-delà du cercle de 12 km en direction de la vallée de la Sarre (D). Dans une moindre mesure, le quart sud-ouest semble également impacté par des polluants atmosphériques qui affectent les communautés lichéniques. Cette répartition des valeurs basses de l'IBLE sont en lien avec la rose des vents (Figure 6) qui conditionnent la dispersion des émissions polluantes. Dans le sillon mosellan, la vallée de l'Orne est la plus marquée par des IBLE faibles qui s'étendent jusqu'à Thionville, ainsi que le Val de Moselle dans la partie méridionale du PPA.

Notons qu'une importante superficie de nos zones d'étude est caractérisée par des communautés lichéniques dégradées. Seules quelques zones, souvent sur les plateaux éloignés des principales sources d'émissions polluantes, présentent des IBLE voisins de 200. Il s'agit notamment dans le secteur du PPA des Trois Vallées, du secteur proche de la frontière luxembourgeoise au nord-ouest de Thionville, des côtes au nord-ouest de Metz et des reliefs du Plateau Lorrain à l'est et au sud-est de Metz. En ce qui concerne le Warndt, l'impact de la pollution atmosphérique est le plus faible au voisinage de la Nied Allemande au sud de la zone d'étude et ponctuellement à l'ouest de celle-ci.

La richesse spécifique totale (R_{tot})

La cartographie de la Figure 5 montre, à partir des résultats mesurés sur le terrain, l'impact de la pollution atmosphérique sur la biodiversité lichénique pour chacune des stations d'observations de l'étude, ainsi que l'évolution de la situation entre 1999 et 2009 sur le PPA des Trois Vallées.



Figure 7 - Lichen *Lecanora conizaeoides*

Dans le Warndt, une richesse lichénique très faible (< 5 espèces) est constatée sur une zone centrée sur le secteur transfrontalier de Carling, L'Hôpital (F), Lauterbach (D) et s'étendant à la fois vers le nord-est (Dorf-in-Warndt et St-Nikolaus, D) et également vers le sud-ouest (Saint-Avold, F). Deux stations situées sur la commune de L'Hôpital n'ont seulement qu'une espèce : *Lecanora conizaeoides*. Selon Wirth (1983), une des raisons de la présence de cette espèce acidophile est l'acidification des écorces par la pollution de l'air en relation avec la très forte résistance de cette espèce pour les oxydes de soufre. Notons que cette espèce, encore abondante ici, a décliné dans de

nombreux pays où les émissions de SO₂ ont été réduites. Il est également intéressant de comparer les sites de St-Nikolaus et de Karlsbrunn (D), où respectivement 18 et 4 espèces, ont été trouvées sur ces 2 sites aux conditions stationnelles similaires séparés de 1 km. Afin d'interpréter ces différences, il a été entrepris d'étendre nos observations sur St-Nikolaus et il a été constaté une flore lichénique très dégradée, probablement liée à des émissions polluantes très localisées. Enfin, c'est dans la partie sud de la zone d'étude qu'a été enregistrée la plus forte richesse lichénique avec un maximum atteint à Vahl-Ebersing (F) avec 31 espèces sur le même site.

Dans le secteur du PPA en 2009, d'importantes variations de la richesse lichénique sont également enregistrées au niveau des différents secteurs de la zone d'étude, en cohérence avec les cartes de l'IBLE. A savoir, le secteur de Rombas le plus affecté par la dégradation des communautés lichéniques contraste avec l'extrémité nord de la zone (nord de Thionville), le plateau d'Amanvillers au nord-ouest de Metz et le pays de Pange. La comparaison avec 1999 (Figure 5, gauche), montre qu'une amélioration significative de la situation dans la vallée de l'Orne et le secteur de Thionville ainsi que dans le centre de l'agglomération messine. Cependant, le sud-ouest du secteur de Rombas ainsi que le secteur de la Maxe sont actuellement plus impactés qu'il y a 10 ans. De même, il est constaté une dégradation très nette de la situation dans le Val de Moselle, depuis Augny jusqu'à la confluence du Rupt de Mad avec la Moselle.

Commentaires complémentaires

Après avoir testé la corrélation de la richesse avec l'altitude, l'hypothèse d'un effet relief est écartée.

Les valeurs de l'indicateur écologique de toxicotolérance fournit par Wirth (1991) pour chaque espèce, s'échelonnant de 1 (espèce très sensible à la pollution) à 9 (espèce très toxicotolérante), se sont montrées être un outil approprié pour apprécier le rôle de la qualité de l'air sur nos observations. Si, sur l'ensemble de la zone d'étude, l'indice de toxicotolérance est élevé (moyenne des indices de chaque espèce d'un site = 6,4), les stations, où l'IBLE est le plus faible, abritent les espèces les moins sensibles à la pollution.

La recherche de facteurs explicatifs s'est faite par le couplage des résultats de biosurveillance avec les données du cadastre régional des émissions. Les analyses statistiques, non présentées ici, montrent des corrélations négatives significatives entre l'IBLE et les principaux polluants atmosphériques (NO_x, SO₂, poussières totales). Seul l'ammoniac (NH₃), à l'origine de l'eutrophisation des troncs d'arbres par apport excessif de matière azotée et par conséquent du développement des espèces lichéniques nitrophiles, montre une corrélation positive significative avec le nombre d'espèce. D'origine agricole, les émissions de ce polluant peuvent expliquer en partie, et dans des situations précises, des valeurs d'IBLE surestimées en milieu rural.

6. SYNTHÈSE

Dans le cadre de la campagne d'évaluation environnementale par les lichens dans le bassin du Warndt et dans le sillon mosellan, une cartographie de l'impact de la pollution atmosphérique de fond a pu être réalisée en 2009 sur la base d'une méthode normalisée. Sur les deux zones étudiées, les altérations de la biodiversité lichénique les plus marquées sont liées aux émissions polluantes situées au niveau de la plateforme de Carling dans le Warndt, au niveau de Rombas et du Val de Moselle, sur le territoire du PPA des Trois Vallées et plus généralement dans les agglomérations urbaines.

L'ensemble des observations constatées au cours de ces cartographies conduisent à confirmer que les zones d'étude présentent une pression majoritaire de la pollution d'origine industrielle, mais également des émissions routières. Dans tous les cas, l'importance de la topographie et des vents qui conditionnent la circulation des polluants n'est pas négligeable.

Les données obtenues dans le secteur de Carling et de Rombas révèlent, malgré les efforts réalisés par les industriels, un impact encore important de la pollution acide (SO₂ et poussières) qui conduit à une dégradation sévère de la diversité lichénique réduite à la présence d'une seule espèce (sur un potentiel de plus de 30 espèces). En dix ans, sur le secteur du PPA des Trois Vallées, des améliorations très nettes sont identifiées, avec une colonisation significative au nord de Thionville, qui révèlent un impact moins important de la pollution acide (SO₂), même si celle-ci reste encore un

problème en vallée de l'Orne.

Mais à l'écart de ces sources d'émissions acides, la situation est de façon générale bien différente, aussi bien en centre ville qu'à la périphérie, où les relevés sont relativement homogènes et souvent en faveur d'espèces nitrophiles. Des observations similaires sont reportées à l'échelle européenne dans la littérature scientifique (cf. Cuny et al., 2003) et mettent en évidence la contribution de sources de polluants azotés, sous la forme de NO_x en milieu industriel et urbain et sous la forme de NH₃ en milieu rural. Ce dernier cause une augmentation du nombre total d'espèces (R_{tot}) ainsi que celui des espèces nitrophiles, mais par contre diminue l'abondance d'espèces qui ne supportent pas l'excès d'azote. Nos observations correspondent à ce constat. En effet, l'analyse fine de l'évolution de la flore lichénique épiphyte depuis 10 ans sur le territoire du PPA montre que l'impact majeur de la pollution atmosphérique sur les situations observées sont une modification de la flore avec un développement favorisé des espèces nitrophiles dû aux effets directs et/ou indirects des composés azotés. Au niveau des sources, cela met en évidence l'impact de plus en plus important du trafic routier (ex. Val de Moselle et ZAC d'Augny) sur le territoire du PPA des Trois Vallées. Dans le cas des agglomérations de Metz, de la vallée de l'Orne et de Thionville, il est nécessaire d'ajouter au trafic automobile, les émissions industrielles.

Les données obtenues avec l'évaluation environnementale sont tout à fait complémentaires avec celles des mesures physico-chimiques réalisées par Atmo Lorraine Nord. Ceci montre que la méthode de biosurveillance employée ici ne se substitue pas aux mesurages physico-chimiques directs des polluants dans l'air, mais ces méthodes homologues doivent conditionner la stratégie d'élaboration du Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air, tout particulièrement dans les situations révélées critiques.

7. PERSPECTIVE D'EXPLOITATION DES CARTES

L'analyse détaillée de ces données (par type d'espèces, type de stations, proximité de source d'émissions polluantes, leurs typologie des émissions et les concentrations), permettra d'établir, en comparaison avec les données recueillies dans le cadastre régional des émissions et en concertation avec les différents acteurs concernés par la problématique de la qualité de l'air et de la biodiversité (notamment les AASQA, les services de préventions des risques, les services sanitaires et les gestionnaires des espaces naturels), une hiérarchisation des priorités d'actions :

- de comparaison de la situation, via la réalisation régulière d'un diagnostic environnemental similaire ou l'extension de la démarche sur d'autres zones,
- de comparaison de la présente évaluation environnementale, avec les études d'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, tels que réalisés dans d'autres pays européens (Cislaghi & Nimis, 1997), dans le cadre par exemple de l'EIS du PPA des Trois Vallées,
- de contribution à l'élaboration des plans territoriaux et leurs révisions, notamment pour le PPA des Trois Vallées,
- de préservation de la diversité lichénique, via l'analyse comparative des zones où la richesse spécifique est inférieure à des valeurs obtenues dans des stations d'observation non influencées par des émissions industrielles et routières,
- de suivi des impacts des changements climatiques globaux, via l'analyse des effets de ces phénomènes sur l'adaptation des espèces de lichens.

Ce travail servira ainsi de contribution à l'élaboration du Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air en Lorraine.

8. BIBLIOGRAPHIE

AFNOR, 2008. Norme NF X43-903. Biosurveillance de l'environnement. Détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE). Mai 2008, 1er tirage.

CISLAGHI C. et NIMIS P.L., 1997. Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature*, 387: 463 - 464 (29 May 1997).

CUNY D., DAVRANCHE L., VAN HALUWYN C., DOSSIN M., SILVIE J.P., PAILLEUX N., VANDAMME L., CAOUS A.S., 2003. Apports de la cartographie des impacts de la pollution atmosphérique sur l'environnement à l'aide des lichens épiphytes dans le cadre de l'étude sentinelles de l'air, *Air Pur* 64 : 31-37.

SIGNORET J., 1999. Contribution des bioindicateurs et des biomarqueurs lichéniques à l'élaboration d'un diagnostic de la qualité de l'air en Lorraine Nord. Université de Metz, Université de Lille II. DEA Toxicologie de l'Environnement, Septembre 1999, 47 p. + annexes.

WIRTH V., 1991. Zeigerwerte von Flechten. *Scripta Geobotanica* 18: 215-237.

WIRTH V., 1983. Trendwende bei der Ausbreitung der anthropogen geförderten Flechte *Lecanora conizaeoides*? *Phytocoenologia* 23: 625-636.