

CARTOGRAPHIE DE LA QUALITE GLOBALE DE L'AIR DE L'AGGLOMERATION DE BRIANÇON (HAUTES ALPES) A L'AIDE DE LICHENS.

Claude REMY¹ et Audrey MARCO²

Région climatique spécialisée dans le traitement des affections respiratoires dont l'asthme, le Briançonnais est réputé pour la qualité de son air. Afin de pouvoir détecter une éventuelle dégradation de cette qualité, ARNICA MONTANA, avec la collaboration de l'A.F.L effectuée, depuis 1993, une biosurveillance de la qualité de l'air du Briançonnais. Cette surveillance a commencé par la mise en place d'une vingtaine placettes de suivi de la végétation lichénique sur des arbres du Briançonnais. Ces placettes font l'objet de contrôles réguliers afin de détecter d'éventuelles altérations de lichens en cas de pollution atmosphérique.

Avec l'instauration des P.R.Q.A. (Plans Régionaux de la Qualité de l'Air), il nous a paru nécessaire de réaliser une cartographie de la qualité de l'air des Hautes Alpes. Les différentes méthodes d'estimation de la qualité de l'air à l'aide de lichens ont été mises au point en plaine. Aucune échelle de correspondance lichens/qualité de l'air n'était donc valable pour les Alpes du Sud, en particulier les Hautes Alpes.

ARNICA MONTANA a entrepris d'essayer d'adapter les méthodes existantes de bio-intégration de la qualité de l'air aux Hautes Alpes avec pour finalité d'établir une échelle de correspondance lichens/qualité de l'air valable pour l'ensemble des Hautes Alpes, et de dresser des cartographies de la qualité de l'air de plusieurs secteurs du département.

C'est l'agglomération de Briançon qui a été choisie pour commencer cette étude dans le cadre d'un stage de licence de biologie des Organismes. Ce stage a été réalisé par Audrey Marco au sein de l'association ARNICA MONTANA.

1) Le site

Considérée comme la plus haute ville de la Communauté européenne, Briançon est située dans le Nord du département des Hautes Alpes à 1326 mètres d'altitude et comprend un peu plus de 10 000 habitants.

S'étendant entre 1150 et 1400 mètres d'altitude, la zone d'étude est comprise dans l'étage de végétation montagnard.

Le climat briançonnais présente quelques analogies avec le climat méditerranéen dont il reçoit les influences par la vallée de la Durance. La faiblesse des précipitations (moyenne 587 mm à 1300 m d'altitude) s'explique par le fait que les masses d'air venant de l'Ouest déchargent leur humidité sur les sommets des montagnes du Vercors, de Belledonne, des Grandes Rousses, du Pelvoux. Le climat briançonnais est caractérisé par une sécheresse estivale en juillet août et des températures basses pendant l'hiver. Les amplitudes thermiques saisonnières et journalières sont importantes.

2) Matériel et méthode.

a. Choix de la méthode.

Pour estimer la qualité globale de l'air dans l'agglomération de Briançon, nous avons utilisé la méthode de cartographie des ingénieurs écologues allemands (d'après la directive Verein Deutscher Ingenieure (VDI)-3799-1995). Cette méthode a été choisie plusieurs raisons :

¹ ARNICA MONTANA (B.P. 144 – 05102 Briançon cedex), A.F.L. cr.remy@wanadoo.fr

² Etudiante Université Poitiers. audrey-g.marco@laposte.net

- Tout d'abord, il faut souligner que cette méthode n'a encore jamais été appliquée dans les Alpes du sud. En effet, les problèmes liés à l'altitude et les conditions climatiques particulières font que cette méthode nécessite quelques adaptations. Cette étude reste donc avant tout expérimentale.
- Elle est relativement simple d'utilisation et ne demande pas de personnel très qualifié car seuls les lichens les plus fréquents en Europe tempérée sont pris en compte. Ce critère était particulièrement important dans le cadre d'un stage de deux mois car le temps de formation devait être très court, d'autant plus qu'une partie du stage comprenait également l'estimation de la pollution par l'ozone troposphérique à l'aide de tabacs.
- Enfin, cette méthode présente un faible coût financier, ce qui est non négligeable pour l'étude.

b. Le maillage.

La méthode des Ingénieurs Ecologues Allemands préconise un maillage de 1 km de côté en zone urbaine. Ce maillage nous a paru trop imprécis pour la faible superficie de la zone étudiée. Nous avons donc opté pour un maillage de 375 mètres de côté déjà préétabli sur un plan de la ville de Briançon réalisé par l'office de tourisme. Un maillage plus fin ne permettait pas de trouver dans chaque maille un nombre suffisant d'arbres pour faire les relevés lichéniques. Chaque maille possède une coordonnée composée de deux lettres et de deux chiffres, coordonnées qui seront utilisées pour désigner une maille lors de l'analyse des résultats. Dans chaque maille, le recouvrement lichénique sera observé sur 6 arbres judicieusement choisis, ceux-ci étant répartis le plus uniformément possible dans la maille.

c. Le choix des arbres porteurs de lichens (phorophytes).

La corrélation entre la qualité de l'air et la végétation lichénique est d'autant plus étroite que les autres paramètres environnementaux sont constants, en particulier les facteurs climatiques et substratiques.

Les arbres choisis pour les relevés doivent être isolés, non penchés, de façon à être soumis aux mêmes conditions de luminosité, d'humidité et d'exposition au vent.

De plus, le diamètre de l'arbre et par conséquent l'âge de l'arbre doivent s'inscrire dans une fourchette de valeurs minimales et maximales : 70 cm de circonférence au minimum. Les arbres ayant subi des blessures ou le frottement d'animaux ne sont pas pris en compte.

La végétation lichénique variant selon le type d'écorce du phorophyte, il est important de choisir une seule espèce d'arbre, ou, en cas d'impossibilité, des essences ayant des caractéristiques d'écorces analogues.

Pour Briançon, les relevés ont été effectués principalement sur *Fraxinus excelsior*. En effet, le Frêne est présent en milieu urbanisé et non urbanisé et c'est l'arbre qui nous a paru le plus fréquent dans la zone étudiée. Il est en effet présent dans la plus grande partie des mailles. Cependant, son écorce se classe parmi les essences subneutres ce qui peut amener la présence d'autres espèces lichéniques sensibles à d'autres polluants. En cas d'absence de *Fraxinus excelsior* dans la maille, les relevés s'effectueront sur *Populus sp.* voire même sur *Robinia pseudoacacia* phorophyte à écorce modérément acide.

d. Le relevé

Les relevés sont effectués à l'intérieur d'une surface de 20 x 50 cm matérialisée grâce à un transparent comportant 10 cases de 10 x 10 cm permettant de définir rapidement la fréquence de chaque espèce (la fréquence maximale de chaque espèce est donc de 10).

L'emplacement du relevé est défini par la partie du tronc la plus colonisée par les lichens.

Les relevés sont placés à une hauteur moyenne de 100 à 150 cm (la limite inférieure du relevé n'est jamais en dessous de 100 cm pour éviter les contaminations dues aux déjections animales). Chaque relevé fait l'objet d'une fiche dans laquelle sont précisées la fréquence (nombre de mailles de la grille du relevé dans lesquelles l'espèce est présente) et le recouvrement de chaque espèce.

Les espèces faciles à confondre sont regroupées en espèces collectives (d'après Kirschbaum et Wirth, 1997), pour éviter les erreurs de détermination.

Les très petits échantillons (inférieures à 3 mm), non déterminables, ne sont pas pris en compte.

Dans la méthode utilisée, *Lecanora conizaeoides*, espèce résistante à la pollution, n'est prise en compte que lorsqu'elle est seule dans le relevé.

e. Calcul de l'Indice de Qualité de l'air (tableau 2).

Pour chaque maille, la fréquence moyenne de chaque espèce de lichens présente sur les six arbres étudiés est calculée. La somme des fréquences moyennes de chaque espèce donne l'Indice de Qualité de l'Air (IQA).

Tableau 2 : Exemple de calcul de l'Indice de Qualité de l'air.

Taxon	Fréquence de l'espèce sur l'arbre n°						Fréquence moyenne de l'espèce
	1	2	3	4	5	6	
<i>Physconia distorta</i>	5	4	2	5	1	6	3,8
<i>Xanthoria candelaria</i>	10	-	8	2	6	7	5,5
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10	7	8	6	8	10	8,2
<i>Physcia stellaris</i>	1	-	-	1	-	-	0,3
Indice de Qualité de l'Air							17,8

3) Résultats

Seules deux mailles ont été réalisées avec des arbres dont la circonférence du tronc atteignait 40 cm, arbres qui présentaient tout de même une diversité lichénique était importante.

Certaines mailles ont présenté des difficultés pour le relevé soit parce qu'il n'y avait pas assez d'arbres pour faire un relevé correct soit parce que l'accès était impossible. Ces différentes mailles contiennent alors une lettre " E " (E = extrapolation), signifiant que le nombre d'espèces de lichens a été de la maille voisine, se rapprochant au maximum de la maille concernée (même type de milieu, même influence urbaine...).

a. Création des classes d'indice de qualité de l'air

La directive VDI propose, après s'être basée sur un nombre important de cartographies réalisées en Europe tempérée, une amplitude moyenne de classe de 12.5, amplitude représentative du secteur géographique concerné excepté pour les Alpes. Cette amplitude a permis d'identifier 6 zones de qualité de l'air corrélées à une échelle de couleur ainsi qu'une estimation de la pollution correspondante (d'après Kirschbaum et Wirth, 1997) :

Zone 1 = 0 (aucune autre espèce que *Lecanora conizaeoides*) ; zone 2 de 0,1 à 12,5 ; Zone 3 de 12,6 à 25 ; zone 4 de 25,1 à 37,5 ; zone 5 de 37,6 à 50 ; zone 6 > à 50.

En ce qui concerne les résultats obtenus pour Briançon, 6 nouvelles classes peuvent être proposées. Elles ont été déterminées grâce à un classement par ordre décroissant des indices de qualité d'air calculés. Ces classes sont répertoriées dans la légende de la carte.

b. Analyse de la carte

Dans aucune maille nous n'avons trouvé de désert lichénique (aucune espèce de lichens sur les arbres). *Lecanora conizaeoides* n'a pas été trouvé dans la zone d'étude. Ces deux constatations nous indiquent que le niveau de pollution à Briançon n'atteint pas celui rencontré dans les grandes agglomérations urbaines.

Seule la maille QR 13-14, située entre la gare et le rond pont de l'Équipement, possède un indice de la qualité de l'air inférieur à 7,5.

Puis, se dessine clairement une zone centrale qui se déporte légèrement vers l'ouest, zone dont l'indice de la qualité de l'air se situe entre 7,5 et 15. Cette zone est à rapprocher du centre ville de Briançon et à l'entrée ouest de la ville c'est à dire par la RN 91 (accès à Grenoble). Quelques mailles au sud de la ville s'y rattachent : elles correspondent au centre d'activité sud (WX 15-16 et WX, UV 17-18), au quartier de la gare (UV 11-12, UV et ST 13-14), à la route menant au col de l'Izoard (ST 7 à 10) et à Pont de Cervières.

On retrouve une auréole périphérique qui présente vraisemblablement une qualité de l'air supérieure: elle part du chemin des Fontaines pour la partie Nord-Ouest, enveloppe la zone Nord et nord-est et pour finir côté sud-est. Toute cette couronne domine le centre ville et contient peu de quartiers à forte activité urbaine. Elle possède dans l'ensemble des conditions de développement favorables aux lichens: ensoleillement et humidité ainsi que de nombreux supports.

Enfin, les mailles MN 7-8 (champ de Mars, cité Vauban), QR 7-8 (secteurs fort des têtes) et OP 9-10 (parc de la Schappe) se détachent des autres mailles avec une qualité de l'air qui est la meilleure de l'agglomération de Briançon.

4) Discussion

Si les résultats obtenus montrent que Briançon ne semble pas être une ville très polluée, on peut néanmoins distinguer plusieurs zones de qualité de l'air correspondant à des zones de niveaux de pollution différents. Les secteurs les plus atteints sont situés au centre ville de Ste Catherine (classe 2) la zone d'Activité sud, le secteur Grande boucle. Ces secteurs ont en commun une circulation automobile importante. Dans le secteur de l'avenue de la Gare (classe 1) dans lequel la pollution automobile s'ajoute à celle issue des motrices des trains (la ligne Briançon Gap n'est pas électrifiée). La plupart de ces zones sont également situées dans les points de plus basse altitude de l'agglomération ou l'air froid et les fumées stagnent l'hiver lors d'inversions thermiques.

Les zones de meilleure qualité de l'air correspondent le plus souvent aux zones de parcs et secteurs boisés. Il peut paraître paradoxal que le secteur Champs de Mars corresponde à une zone de bonne qualité de l'air alors qu'il est situé à proximité de la route Nationale menant vers l'Italie où la circulation est importante. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer le classement de cette maille :

La maille comprend un petit parc boisé qui a pu surévaluer la biodiversité lichénique moyenne de l'ensemble du secteur.

Le secteur du champ de Mars, couloir entre le relief de la croix de Toulouse l'éperon rocheux du fort du château est souvent très venté, ce qui peut entraîner une dispersion des polluants.

La carte réalisée ici concerne la qualité globale de l'air et ne prend pas en compte la pollution par l'ozone qui fait l'objet d'une autre étude.

5) Conclusion et perspectives

En conclusion, la cartographie lichénique réalisée à partir de la méthode des ingénieurs écologues allemands est applicable pour l'agglomération de Briançon.. L'étude confirme les résultats obtenus en plaine à savoir une diminution de la diversité lichénique à l'approche du centre ville, diminution à l'origine d'une baisse de l'indice de qualité de l'air. Toutefois, la qualité de l'air de l'agglomération de Briançon est supérieure à celle des grandes agglomérations.

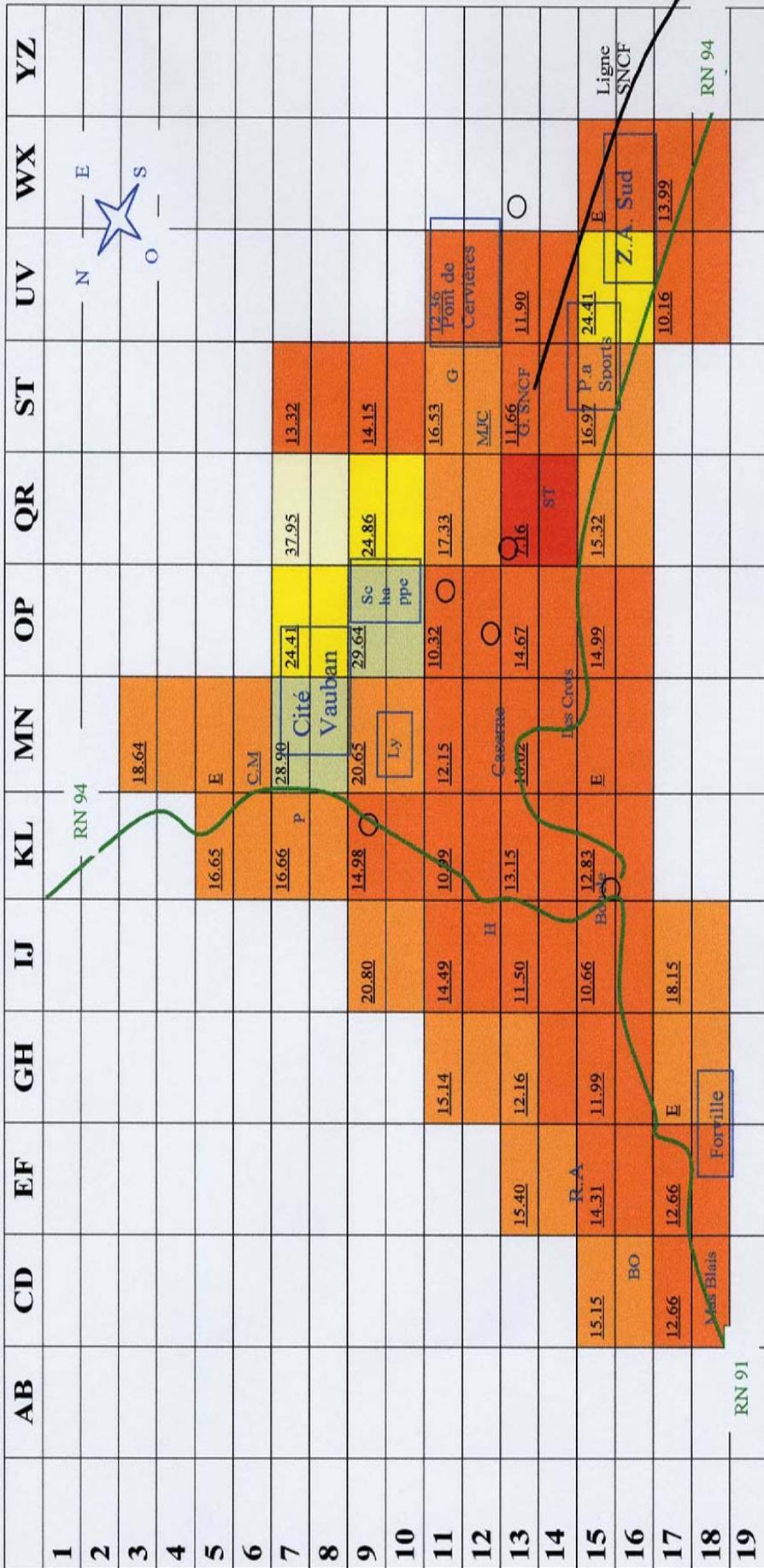
L'échelle de correspondance lichens/qualité de l'air est tout à fait cohérente et pourra servir de référence pour le Nord du département des Hautes Alpes. Cette échelle pourra être complétée par des relevés effectués en zone non urbanisée.

La même étude devrait être conduite dans d'autres secteurs et agglomérations des Hautes Alpes, à savoir Embrun et Embrunnais, Gap et le Gapençais, le Champsaur, le Laragnais afin de conduire à une échelle de référence valable pour l'ensemble du département des Hautes Alpes.

Il serait intéressant d'effectuer une comparaison de différentes méthodes, en particulier le nouveau protocole mis au point par plusieurs lichénologues européens (Asta et al, 2002) et de comparer les résultats obtenus.

Cartographie de l'indice de qualité de l'air de Briançon (2002)

© ARNICA MONTANA



750 m

Classe d'indice de qualité de l'air	
Classe 1: 0 à 7.5	
Classe 2: 7.5 à 15	
Classe 3: 15 à 22.5	
Classe 4: 22.5 à 25	
Classe 5: 25 à 30	
Classe 6: > 30	

- P : Poste
- R.A. : Rhône Azur
- H : Hôpital
- ST Services techniques
- Ronds points
- C.M. Champ de Mars
- B.O. Bois de l'ours
- G : collège les Garcins
- LY Lycée
- Routes Nationales

En conclusion, la cartographie lichénique réalisée à partir de la méthode des ingénieurs écologues allemands est applicable pour l'agglomération de Briançon. L'étude confirme les résultats obtenus en plaine à savoir une diminution de la diversité lichénique à l'approche du centre ville, diminution à l'origine d'une baisse de l'indice de qualité de l'air. Toutefois, la qualité de l'air de l'agglomération de Briançon est supérieure à celle des grandes agglomérations.

L'échelle de correspondance lichens/qualité de l'air est tout à fait cohérente et pourra servir de référence pour le Nord du département des Hautes Alpes. Cette échelle pourra être complétée par des relevés effectués en zone non urbanisée.

La même étude devrait être conduite dans d'autres secteurs et agglomérations des Hautes Alpes, à savoir Embrun et Embrunnais, Gap et le Gapençais, le Champsaur, le Laragnais afin de conduire à une échelle de référence valable pour l'ensemble du département des Hautes Alpes.

Il serait intéressant d'effectuer une comparaison de différentes méthodes, en particulier le nouveau protocole mis au point par plusieurs lichénologues européens (Asta et al, 2002) et de comparer les résultats obtenus.

Une synthèse des résultats des travaux de biosurveillance de la qualité de l'air du Briançonnais (pollution par l'ozone à l'aide de tabacs, pollution azotée d'origine routière) pourra s'avérer une aide précieuse pour la gestion d'activités en relation avec la qualité de l'air, par exemple le plan de circulation urbaine.

BIBLIOGRAPHIE

Asta J, Erhardt W, Ferretti M, Fornassier F, Kirschbaum U, Nimis Pl, Purvis W, Pirintzos S, Scheidegger C, Van Haluwyn C, Wirth V (2002). Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In Nimis PL, Scheidegger C, Wolseley PA. Monitoring lichens. Kluwer. The Netherlands, 273-279.

Garrec J.P. Van Haluwyn C, (2002) – Biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Ed Tec &Doc. 117 p.

Kirschbaum U. Wirth V. (1997) - Les lichens bioindicateurs : les reconnaître, évaluer la qualité de l'air. Ulmer. 128 p.

Marco A, (2002) – Bio-indication de la qualité de l'air dans le Briançonnais. Rapport stage licence de biologie des organismes Université de Poitiers. ARNICA MONTANA 67 p.

Rémy C, (2000) Utilisation des végétaux pour surveiller la qualité de l'air dans le Briançonnais et applications pédagogiques. L'arantèle (revue départementale d'éducation à l'environnement) n°16. p16.