

DOSSIER

La bio-indication pour mesurer la pollution atmosphérique Exemple de la pollution fluorée en Maurienne

A la suite de la révolution industrielle, responsable d'atteintes de plus en plus graves et visibles à l'environnement et cela surtout au cours des dernières décennies, la nécessité de disposer de moyens simples pour évaluer la qualité de l'environnement est devenue impérieuse. Dans cette optique, les êtres vivants constituent des indicateurs privilégiés.

En effet, l'ensemble des organismes, dépendent du milieu dans lequel ils se développent. Ils fournissent des indications plus ou moins précises sur la qualité des milieux. Lorsqu'ils sont utilisés par l'homme pour appréhender «l'état de santé» d'un milieu, ces indicateurs naturels sont appelés bio-indicateurs.

Il existe de nombreuses méthodes qui font appel à différents groupes d'organismes (animal et végétal) pour évaluer la qualité des milieux. Les larves aquatiques d'insectes, appelées macro-invertébrés, et les algues planctoniques sont des indicateurs privilégiés pour estimer la qualité de l'eau. Les lombrics et certaines associations de micro-organismes permettent de caractériser la qualité des sols.

Pour mesurer la qualité de l'air, les chercheurs ont mis au point des techniques utilisant les végétaux. Certains d'entre eux sont aujourd'hui considérés comme des outils classiques pour estimer la pollution atmosphérique :

- le tabac sert à détecter la pollution à l'ozone,
- les lichens permettent de caractériser l'état de l'air en milieu urbain ou à proximité de sites industriels,
- les rameaux d'épicéa sont utilisés pour détecter et suivre une pollution atmosphérique d'origine fluorée.

Avantages et inconvénients des bio-indicateurs végétaux

Ces bio-indicateurs, cités parmi les outils d'évaluation de la qualité de l'air, sont complémentaires des réseaux de mesure physico-chimiques pour les raisons suivantes :

- installation rapide et facile avec une faible infrastructure,
- grande souplesse de modification, d'extension ou de déplacement de ces réseaux,
- faible coût, tant au niveau de l'investissement que du suivi,
- réalisation d'études préliminaires permettant ensuite de choisir avec précision les emplacements les mieux adaptés à l'implantation de capteurs physico-chimiques,
- densification à faible coût des réseaux de capteurs physico-chimiques,
- détection des polluants nouveaux ou accidentels non pris en compte par les capteurs en place.

Toutefois, ils présentent également certaines limites :

- disponibilité non permanente liée au climat ou au cycle de végétation,
- possibilités d'interférences par d'autres stress biotiques ou abiotiques dans les réponses,
- fourniture d'informations essentiellement relatives sur les niveaux de pollution atmosphérique (aspect qualitatif),
- pas de reconnaissance ni de normalisation des méthodes aussi bien sur la mise en œuvre que sur l'interprétation des résultats (échelle de correspondance).

Suivi de la pollution fluorée en Maurienne

Au siècle dernier, des usines de fabrication de l'aluminium se sont implantées en Maurienne. Cette nouvelle activité industrielle, bénéfique au développement économique de la vallée a eu cependant comme conséquence des rejets de fluor dans l'atmosphère. Ce sont les processus de fabrication, basés sur l'électrolyse de l'alumine dans un bain de cryolithe en fusion qui entraînent une émission de fluorures gazeux et particulaires.

Trois principales usines se sont implantées en Maurienne : l'usine de La Praz, ouverte en 1893, l'usine de La Saussaz, ouverte en 1905 et celle de Saint-Jean-de-Maurienne en activité depuis 1907. En 1956, le site de Saint-Jean produisait 60 000 tonnes/an d'aluminium ; la production cumulée des autres sites ne représentant que 20% de celle de Saint-Jean. L'usine de La Praz a fermé en septembre 1983, puis celle de La Saussaz en novembre 1984. En 1992, 120 000 tonnes d'aluminium étaient produites à Saint-Jean-de-Maurienne.

Les rejets de fluor dans l'atmosphère sont nocifs pour la faune, la flore et, à forte concentration, pour l'homme. Leur effet est particulièrement visible sur les végétaux. Les forêts de Maurienne ont beaucoup souffert de ces rejets, parallèlement au développement de l'activité de production d'aluminium. En 1967, une véritable prise de conscience de l'ampleur de la destruction de la forêt est apparue, incitant les forestiers, les industriels et les élus à mettre en œuvre des actions pour renverser ce processus et reconquérir la forêt de la vallée.

Action du fluor sur les végétaux

Elle se résume par :

- une nécrose des feuilles et des aiguilles, suite à l'altération des structures cellulaires permettant l'assimilation chlorophyllienne,
- une accumulation du polluant dans les tissus, en particulier dans les aiguilles des résineux, entraînant une nécrose qui apparaît généralement au-dessus de 30 ppm (partie par million). Cette accumulation a pour conséquence une réduction plus ou moins prononcée de la surface foliaire, pouvant entraîner une réduction de la croissance, voire la mort pour une concentration supérieure ou égale à 100 ppm.

Certaines espèces végétales peuvent toutefois développer une résistance à cette pollution, de manière spécifique. C'est le cas du mélèze, du sapin, du pin et de l'épicéa, classés par ordre décroissant de résistance.

Conséquences sur le peuplement forestier

Les forêts touchées par la pollution fluorée se caractérisent par :

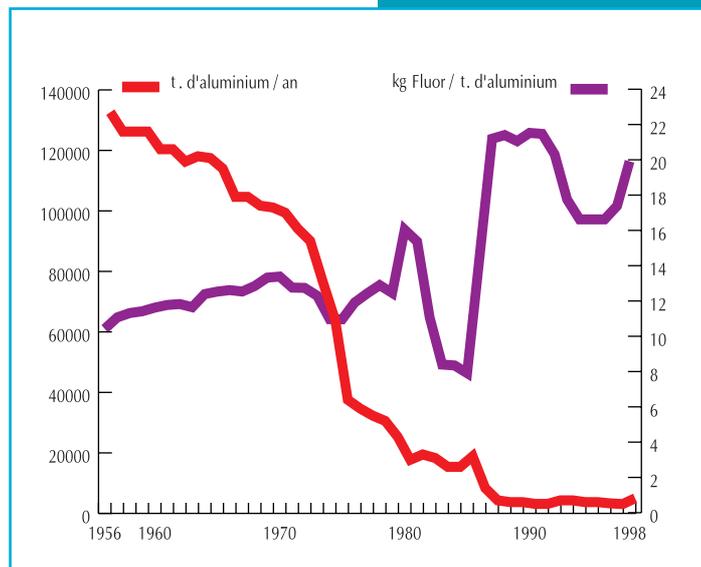
- l'éclaircissement des arbres suite à la perte progressive de leurs feuilles,
- l'aspect aplati des arbres, conséquences de l'arrêt brutal de la croissance,
- la présence de plus en plus abondante de bois secs sur pied pouvant aboutir à la destruction complète du peuplement, ou dans le meilleur des cas à une substitution d'essences.

Les actions entreprises pour la sauvegarde de la forêt en Maurienne se sont articulées autour de la collaboration active des industriels, des forestiers et des élus. Elles se sont échelonnées en trois étapes :

1967-1976 : La prise de conscience

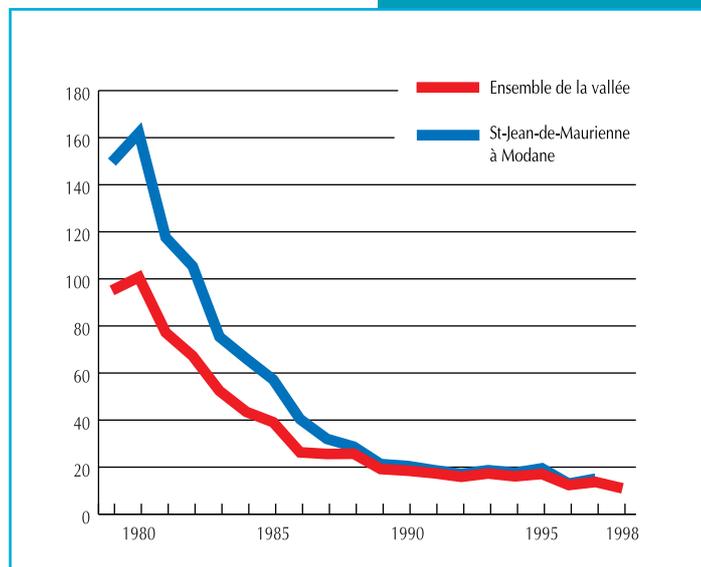
Les forestiers découvrent l'étendue réelle des effets de la pollution, car ils ont à leur disposition des méthodes d'investigation leur permettant de mesurer les teneurs en fluor de l'atmosphère. Ils réalisent un grand nombre d'expertises qui leur permettent de définir l'étendue de la zone touchée : la pollution s'étend de Modane à Epierre. 33 forêts sont touchées

PRODUCTION D'ALUMINIUM ET REJETS ATMOSPHERIQUES FLUORES (1956/1998)



Source : Aluminium Pechiney

TENEUR MOYENNE EN FLUOR DES RAMEAUX D'EPICEAS (ppm)



Source : ONF

appartenant à 28 communes, ce qui correspond à 10 750 ha, dont 1 040 ha sont détruits. Ils entreprennent les premières tentatives de reboisement en 1970, et améliorent la réussite de ces actions au fil des ans.

Les industriels investissent dans les efforts de recherche pour limiter les rejets dans l'atmosphère : malgré une production en hausse de 30% entre 1956 et 1970, la quantité de fluor émise baisse de 27% (14 kg de fluor émis par tonne d'aluminium produite en 1970, contre 19,3 en 1956).

1977-1986 : progrès technologique et maîtrise de la dégradation

Cette période est dominée par l'évolution significative des techniques de fabrication de l'aluminium et de captation du fluor. Initiée en 1974, la baisse des émissions de fluor est très nette : 14 kg de fluor émis par tonne d'aluminium produite en 1970, 6 kg par tonne en 1976 et 1,5 kg par tonne en 1986. Les fermetures successives des sites de La Praz et de la Saussaz, en 1983 et 1984, ont également eu des conséquences sur la limitation des émissions fluorées.

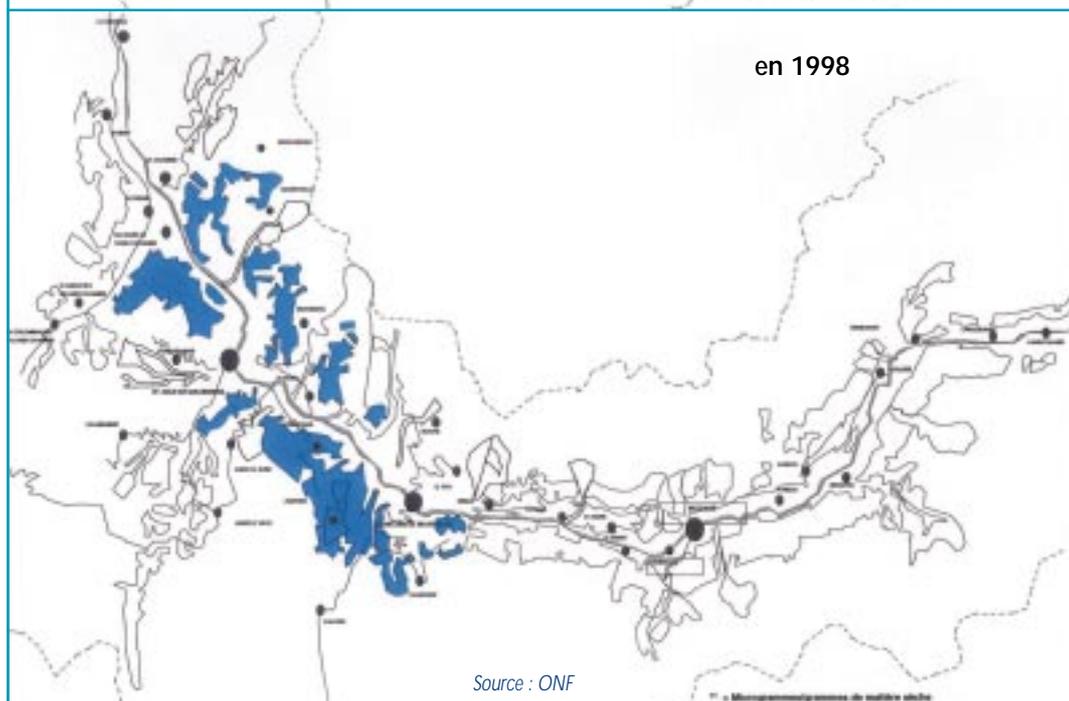
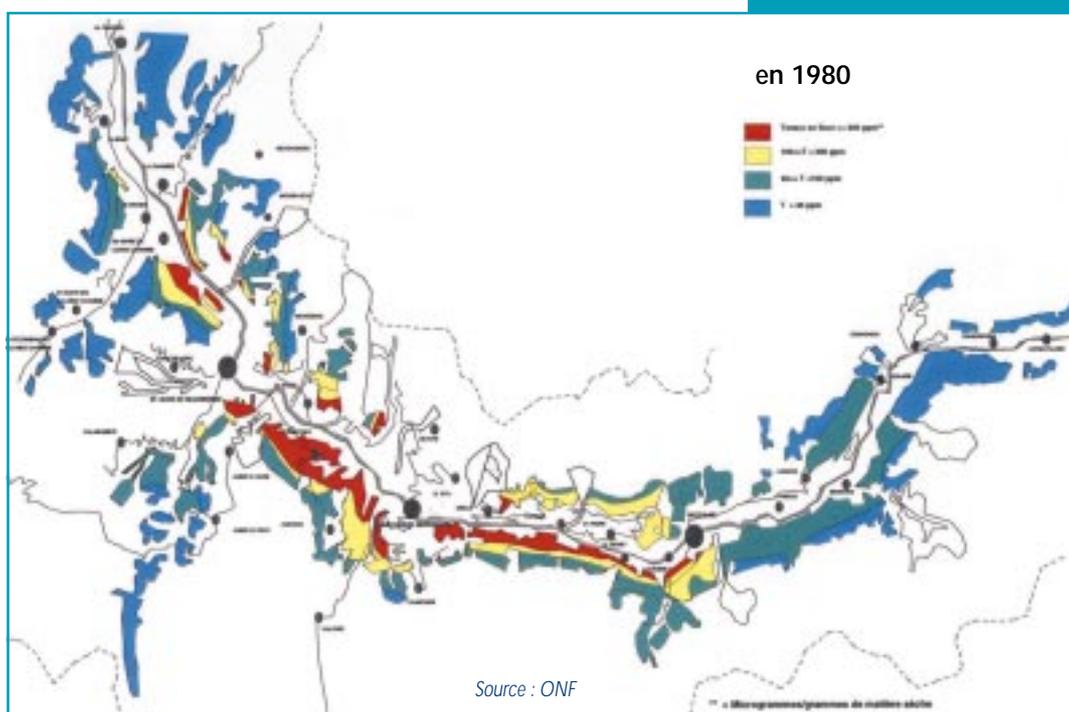
Parallèlement, les expertises forestières se poursuivent pour juger de l'état du peuplement : les surfaces touchées ne s'accroissent plus et la régénération naturelle s'amorce sur certaines parcelles. En 1978, une campagne de mesure systématique est engagée. Elle se fonde sur un bio-indicateur, l'épicéa, sur les rameaux duquel le dosage de la teneur en fluor est réalisé. Ces mesures se poursuivent encore à l'heure actuelle, selon un protocole révisable en fonction de l'évolution des effets de la pollution. Les actions de reboisements se poursuivent.

1987-1998 : convalescence de la forêt

La maîtrise des rejets fluorés se poursuit puisque les 1,5 kg de fluor par tonne d'aluminium produite en 1995 deviennent seulement 0,5 kg en 1997. Ainsi, les rejets ont connu une réduction d'un facteur 40 comparativement aux années 1956-1965.

En 1998, la teneur moyenne en fluor des végétaux est tombée à 11,5 ppm. Les mesures réalisées sur les rameaux d'épicéa semblent confirmer que la pollution fluorée se cantonne dans les zones proches de la source d'émission.

POLLUTION FLUORÉE EN MAURIENNE



Quelques fluctuations minimales sont observées, résultant des aléas de fabrication, des quantités d'aluminium produites et des variations climatiques. Ces valeurs correspondent au «bruit de fond» pouvant être observé à proximité de toute agglomération industrielle.

Cette dernière période est marquée par la signature d'un contrat en 1992 entre Pechiney, l'association des Maires de Maurienne et l'Office national des forêts pour la réhabilitation des 170 ha de forêt restant à reboiser, qui se poursuivra jusqu'en 1999, financée en totalité par le groupe Pechiney.