

# La biosurveillance végétale de la qualité de l'air se normalise

Sébastien LOUIS-ROSE<sup>(1)</sup> et Laurence GALSOMIÈS<sup>(2)</sup>

## Résumé

Bien qu'étudiée depuis plusieurs décennies, la biosurveillance dans le domaine de l'air en France voyait son utilisation limitée principalement à des fins de recherche. Les différentes réglementations en vigueur n'ont par ailleurs jamais vraiment reconnu la biosurveillance de l'air comme outil utile à leur mise en œuvre. La mise en place d'une démarche de normalisation est donc apparue nécessaire pour assurer la diffusion de ces méthodes issues des laboratoires de recherche vers les opérateurs de la surveillance de la qualité de l'air. La France s'est ainsi dotée en 2008 de quatre premières normes de biosurveillance de l'air, grâce aux efforts consensuels menés au sein de la commission de normalisation AFNOR/T95AIR qui regroupe toutes les parties intéressées par ce domaine. Toujours active, cette commission travaille depuis 2008 à l'élaboration de trois nouvelles normes françaises, alors que la normalisation de la biosurveillance de l'air atteint une nouvelle échelle en devenant européenne avec les travaux du Comité Européen de Normalisation, CEN : d'ici 2013, il est prévu que soient publiées quatre normes européennes de biosurveillance de la qualité de l'air.

## Mots-clés

Normalisation. Biosurveillance. Qualité de l'air. AFNOR. CEN. Lichen. Mousse. Ray-grass. Tabac.

## Abstract

The practice of biomonitoring method for the assessment of air quality is well documented, but is limited to purposes of research and do not contribute to the decision-making process. Biomonitoring methods are not explicitly mentioned or recommended at present in any national or European regulation, which act as a brake to its expansion. Standardization thus appears to be necessary to insure that biomonitoring techniques are best recognised. The French standardization institute AFNOR established the committee T95AIR "Biomonitoring of air quality" in 2005 to elaborate the first four national standards of biomonitoring of the air quality. The four standards were published in 2008 (on bioassessment of ozone using tobacco plants, active biomonitoring by ray-grass, passive biomonitoring procedures using cultivated mosses and determination of Index of epiphytic lichens). This committee T95AIR is still active and began to work in 2008 on the elaboration of three new French standards. In the meantime, the European Committee of Standardization (CEN) launched four new items in order to publish the first European standard in this domain probably in 2013.

## Keywords

Normalisation. Biomonitoring. Air quality. AFNOR. CEN. Lichen. Moss. Ray-grass. Tobacco.

## Introduction

La normalisation des méthodes biologiques pour l'évaluation environnementale concerne tous les milieux, eau, sol et air, tant au niveau national qu'au niveau international. Cependant, l'expertise disponible, l'implication et la diversité des acteurs et l'ampleur des programmes de normalisation dans les structures dédiées varient fortement suivant la matrice étudiée. Omis les méthodes en écotoxicologie qui sont largement normalisées, pour les domaines de l'eau et du sol surtout, il y a aussi dans les méthodes biologiques celles qui sont dédiées à la surveillance des milieux.

Récemment, dans le domaine de l'eau, la Commission européenne a mandaté le Comité Européen de Normalisation (CEN) pour développer

des méthodes normalisées sur plusieurs paramètres biologiques afin de venir en appui de la Directive-Cadre européenne sur l'Eau (DCE). Ainsi, portées par des exigences réglementaires fortes, françaises et européennes, la biosurveillance du milieu aquatique bénéficie d'une forte reconnaissance et crédibilité, à la hauteur de celles des méthodes physico-chimiques.

La biosurveillance de la qualité des sols connaît, quant à elle, un essor certain depuis les années 2000. Si les méthodes biologiques pour la surveillance et la protection des sols étaient déjà bien connues des laboratoires d'analyses et des industriels, le projet d'une directive-cadre européenne sur la protection des sols a toutefois contribué à leur développement. À ce jour, cette directive n'est pas encore définitivement adoptée par les États membres (adoption en

1. Association Française de Normalisation (AFNOR) – 11, rue Francis de Pressensé – 93571 La Plaine-Saint-Denis Cedex – [sebastien.louisrose@afnor.org](mailto:sebastien.louisrose@afnor.org)

2. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie – service évaluation de la qualité de l'air – 27, rue Louis Vicat – 75015 Paris – [laurence.galsomies@ademe.fr](mailto:laurence.galsomies@ademe.fr)

première lecture en 2007) mais on compte à présent une trentaine de normes sur le sujet, d'origines nationale (avec une dizaine de normes pour la France), européenne ou internationale. Les perspectives sont encourageantes pour la normalisation des méthodes biologiques du sol car un vaste programme de recherche (BioSol, phases I et II), lancé en 2005 par l'ADEME sur le développement et la validation de bio-indicateurs permettant de caractériser l'état du sol et son fonctionnement biologique, doit s'achever en 2012 [1].

Le constat fait en biosurveillance de l'air est que l'expertise française reste limitée, bien que certaines méthodes soient couramment utilisées à des fins de recherche ou d'études d'impact et que leur intérêt n'est plus à démontrer. Dans le domaine de la qualité de l'air, il n'y a pas de textes réglementaires faisant clairement référence à des méthodes biologiques. La directive 2008/50/CE en matière de qualité de l'air ambiant et air pur en Europe offre bien la possibilité d'utiliser toute méthode autre que les méthodes de référence (de nature physico-chimique surtout) à condition de démontrer que ces autres méthodes donnent des résultats équivalents, cités aussi comme mesures « indicatives ». La contrainte serait donc dans le cas des méthodes biologiques pour l'air de faire la démonstration de leur équivalence, notamment sur le paramètre de l'incertitude de la mesure.

Au travers des divers domaines que sont l'eau, le sol et l'air, on comprend que le levier réglementaire est important, car incitatif et favorable au développement de la normalisation. Toutefois, dans le domaine de l'air, la mise en place d'une démarche de normalisation ne s'explique pas vraiment par un contexte réglementaire imposé. L'enjeu de la normalisation est de contribuer au transfert des méthodologies élaborées dans les laboratoires de recherche vers les opérateurs potentiels de la surveillance que sont d'abord les réseaux de la qualité de l'air (AASQA) mais aussi les bureaux d'étude, les industriels et les collectivités locales. La normalisation s'impose ainsi comme un excellent vecteur de diffusion des méthodes de biosurveillance végétale de l'air et comme un moyen de développer un marché économique, encore restreint mais viable et à fort potentiel [2].

## La mise en place d'une démarche de normalisation

Les protocoles méthodologiques utilisés en biosurveillance de l'air sont issus de travaux de recherche, dont les premiers d'entre eux remontent aux années 60. Ces dernières années, l'intérêt est croissant pour utiliser les protocoles des méthodes biologiques, notamment en réponse à certaines demandes d'études d'impact de la part de collectivités locales ou d'industriels. Certaines méthodes qui ne nécessitent pas de connaissances trop spécifiques en botanique et en écologie sont plus facilement utilisées. Certains utilisateurs comme par exemple les Associations Agréées pour la Surveil-

lance de la Qualité de l'Air (AASQA) ont d'ailleurs mis en œuvre, en général dans le cadre de campagnes, les plus accessibles de ces méthodes.

Plusieurs freins au développement de la biosurveillance de l'air ont été identifiés :

- un manque de reconnaissance par la législation en France. En effet, aucune recommandation sur l'utilisation de méthodes biologiques pour surveiller et évaluer la qualité de l'air n'est citée. Par exemple, dans la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE, 1996), la biosurveillance avait été proposée comme méthode dans une première version de la loi avant d'être retirée du texte définitif. Les récents textes de loi du Grenelle de l'environnement (loi LG1 n° 2009-967 du 3 août 2009 et loi LG2 n° 2010-788 du 12 juillet 2010) ne font pas non plus référence à des méthodes biologiques dans le domaine de l'air ;
- un manque de crédibilité sur la mesure et les incertitudes en biosurveillance, au bénéfice des méthodes physico-chimiques ;
- une absence de normalisation des méthodes biologiques.

Ces trois freins ont été mis en lumière dans les conclusions d'une étude commandée par l'ADEME et le conseil régional Nord-Pas-de-Calais sur la « faisabilité d'une filière de biosurveillance de la qualité de l'air » [2].

Au début des années 2000, il a donc semblé indispensable d'engager une démarche de normalisation pour mieux faire connaître et faciliter la mise en œuvre des méthodes mises au point dans les laboratoires de recherche. La publication des normes et leur mise en œuvre par les opérateurs de la surveillance de la qualité de l'air devaient aussi permettre de palier aux manques de retour d'expérience sur des conditions réelles d'utilisation.

Dans le domaine de la biosurveillance végétale de la qualité de l'air et jusqu'en 2008, année de publication des premières normes de biosurveillance végétale de l'air, on ne comptait qu'une norme française [3], publiée sur l'échantillonnage et la préparation de végétaux (mousses, lichens, champignons, herbacés, feuilles) pour l'analyse de la radioactivité. Et même si un ouvrage de référence [4] publié en 2002 sur la biosurveillance végétale de la qualité de l'air présentait plusieurs fiches techniques sur des méthodologies biologiques, ces dernières ne pouvaient être reconnues comme des normes en tant que telles. D'autre part, quelques lichénologues français avaient démarré en 2000 une collaboration au niveau européen dans le domaine normatif, mais qui n'avait pu aboutir en définitive à l'élaboration d'une première norme européenne.

C'est dans un tel contexte, qu'a été créée en septembre 2005 la commission de normalisation AFNOR/T95AIR « Biosurveillance de l'air », rattachée à la commission générale AFNOR/T90B « Biosurveillance de l'environnement » qui avait déjà dans son champ d'intervention la qualité de l'eau et la qualité

des sols. Cette nouvelle commission AFNOR/T95 AIR a permis de rédiger quatre normes basées sur des méthodes biologiques utilisant des plants de tabac, du ray-grass, les lichens et les mousses. Ces méthodes devant s'appuyer sur des travaux de recherche et devant être validées par des essais de terrain.

## Les premières normes françaises de biosurveillance dans le domaine de l'air

La mise en réseau de tous les acteurs du domaine de la biosurveillance de l'air était une condition indispensable pour la conduite des travaux, afin de produire des outils normalisés scientifiquement rigoureux tout en étant opérationnels. Regroupant toutes les parties intéressées, des instituts de recherche aux bureaux d'étude spécialisés, industriels et collectivités locales, en passant par des représentants institutionnels (voir figure 1), la commission AFNOR T95AIR a travaillé durant trois années à l'élaboration de ces quatre premières normes de biosurveillance de l'air, publiées en 2008.

La norme NF X43-900 [5] s'appuie sur la mesure des surfaces nécrosées de feuilles de tabac, pour une variété sensible à l'ozone, et donne une estimation du niveau relatif d'ozone présent dans l'air. La norme NF X43-901 [6] est basée sur une biosurveillance active de la qualité de l'air à l'aide d'une graminée (le ray-grass) qui, par sa capacité à bio-accumuler des contaminants, révèle les événements de pollution qui ont pu avoir lieu durant la phase d'exposition sur le site d'étude. La norme NF X43-902 [7] définit un protocole de prélèvement d'échantillons de mousses autochtones (c'est-à-dire colonisant le milieu de l'étude), dans le but de quantifier la bio-accumulation d'une large gamme de contaminants atmosphériques. Enfin, la norme NF X43-904 [8] propose une méthode de détermination de l'Indice Biologique de Lichens Épiphytes (IBLE) pour évaluer les réponses écologiques des lichens à leur environnement.

Ces quatre normes françaises sont aussi discutées, depuis 2008, au niveau européen au sein du comité technique européen du CEN (Comité Européen de Normalisation) relatif à la qualité de l'air. En parallèle, la commission AFNOR/T95AIR a souhaité étoffer son catalogue normatif en élaborant trois nouveaux documents [9,10,11] : le premier décrit une méthode de collecte *in situ* et de préparation d'échantillons de lichens. Le second propose une méthode de sélection de végétaux (feuilles), de collecte et de préparation, en vue de l'étude des dépôts particuliers accumulés à la surface des feuilles. Enfin, le troisième consiste en une méthode de collecte de mousses autochtones, de préparation et d'exposition de transplants de mousses (entières et vivantes, c'est-à-dire non dévitalisées), de prélèvement et de préparation des mousses transplantées après exposition. Ces trois nouveaux documents devraient être publiés dans le courant de l'année 2012.

Les méthodes décrites plus haut concernant des lichens, des mousses ou du ray-grass rendent compte de propriétés particulièrement intéressantes puisque ces organismes végétaux sont capables de bio-accumuler des substances présentes dans l'air.

## La normalisation à l'international

Depuis longtemps, plusieurs pays ont mis en œuvre des normes ou des protocoles standardisés en biosurveillance végétale de la qualité de l'air.

C'est en particulier le cas pour l'Allemagne où le VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) propose plusieurs normes sur l'utilisation des végétaux et des lichens. Certaines sont notamment équivalentes aux quatre normes françaises [5, 6, 7, 8] : il s'agit de la série des normes 3957 qui compte à ce jour 19 parties, portant entre autres sur le tabac (pour la surveillance de l'ozone [12]), le chou (pour la surveillance des polluants organiques [13]) ou les lichens (en tant qu'indicateur de la qualité de l'air par estimation de la diversité lichénique [14]).

L'institut finlandais de normalisation, *Suomen Standardisoimisliitto* (SFS) a, quant à lui, déjà publié une dizaine de normes sur le sujet, parmi lesquelles la SFS 5794 (dite « moss bag ») [15], la SFS 5670 (lichens) [16] ou SFS 5671 (mousses) [17].

*Ente Nazionale Italiano di Unificazione* (UNI), l'organisme de normalisation en Italie, s'intéresse depuis peu à développer également un corpus de normes en biosurveillance de l'air, en commençant par les lichens, avec l'appui de l'association de lichénologie italienne.

Avec la publication de normes nationales sur le même sujet, il convenait au niveau européen de pouvoir discuter des performances de ces normes. Ce n'est qu'en 2008 que des travaux européens pour l'élaboration de normes européennes de qualité de l'air en biosurveillance végétale ont pu être lancés, suite à une proposition portée par la France. Deux groupes de travail ont été créés au sein du comité technique européen du CEN relatif à la qualité de l'air (CEN/TC 264 « Qualité de l'air »). L'un des groupes est animé par la France. Ils ont en charge l'élaboration de quatre normes européennes sur le tabac, le ray-grass, les lichens et les mousses. Leur publication est envisagée dès 2013 et, en tant que normes européennes, elles viendront remplacer les normes nationales existantes sur le même sujet.

Le constat au niveau européen sur le faible développement de la biosurveillance de l'air est le même qu'au niveau national, à savoir un manque de reconnaissance par la réglementation européenne, notamment la directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe où le terme « biosurveillance » n'est pas cité directement en tant que méthode possible de la surveillance, et un manque de crédibilité sur les mesures et leur incertitude surtout vis-à-vis des méthodes physico-

chimiques. Là aussi, la normalisation est une voie privilégiée pour promouvoir les méthodes biologiques. La forte participation des pays et leur diversité en terme géographique – France, Italie, Allemagne ou encore Royaume-Uni, Grèce et Belgique –, le partage des connaissances entre membres européens, et le processus même d'élaboration des normes européennes, doivent permettre aux normes européennes d'avoir un poids et une légitimité particulièrement importants qui ne peut que contribuer à l'essor de la biosurveillance au niveau européen. Et si l'Europe, au travers de son organisme de normalisation CEN, est en capacité de publier des normes sur le sujet de la biosurveillance de l'air, peut-être pourra-t-on aboutir à plus long terme à la création de normes internationales.

## Conclusion

La commission nationale AFNOR/T95AIR a publié en 2008, après trois ans de travaux, les quatre premières normes françaises de biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Son catalogue normatif se verra agrémenté en 2012 de trois nouveaux documents de référence. Dans le cadre de ces normes, les techniques s'appuient sur des protocoles scientifiques rigoureux et maîtrisés tout en étant simples, rapides et économiques. Ce seront ainsi bientôt sept méthodes biologiques normalisées qui seront disponibles pour assurer la diffusion de la biosurveillance végétale de la qualité de l'air auprès des différents utilisateurs et ainsi contribuer à une plus importante considération de cette technique dans les prises de décision.

Le développement récent de la normalisation européenne en biosurveillance de l'air, où la France assure un rôle important, produira à moyen terme des méthodes normalisées reconnues à l'échelle européenne, et qui deviendront les méthodes de référence dans les 27 États membres du Comité Européen de Normalisation. À plus long terme, il pourrait s'envisager la publication de normes internationales pour le domaine de la biosurveillance de l'air.

### Comment la normalisation constitue-t-elle un outil efficace à l'essor des travaux de recherche ?

Une norme est un document de référence approuvé par un institut de normalisation reconnu, comme AFNOR, et qui définit des caractéristiques et des règles volontaires applicables aux activités. Elle est le résultat d'un consensus entre l'ensemble des parties prenantes d'un marché ou d'un secteur d'activité et elle permet de définir un langage commun entre les acteurs et d'harmoniser les pratiques.

Avant toute chose, il est important de souligner que ce qui conduit notamment des organismes à s'investir dans des travaux d'envergure de normalisation est leur volonté de définir un niveau de qualité et de sécurité des produits ou des services. Les normes de l'environnement fournissent ainsi des outils méthodologiques pour améliorer l'efficacité des organisations.

La Commission européenne reconnaît la normalisation comme un instrument clé de promotion de l'innovation. La normalisation constitue en effet un formidable outil de valorisation de la recherche et un vecteur de diffusion des innovations. Elle favorise le transfert de méthodologies sur les marchés. Fournissant des références en matière de terminologie et de méthodes de caractérisation, elle donne confiance aux utilisateurs, créant ainsi les conditions favorables à l'acceptation et au développement des innovations.

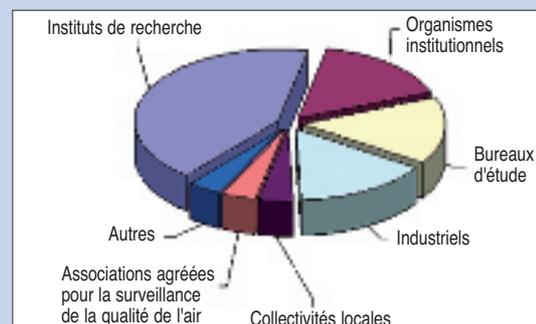


Figure 1.

Représentativité des membres de la commission de normalisation AFNOR/T95AIR.

Representativeness of the members of the standardization committee AFNOR/T95AIR.

## Références

- [1] Bispo A., Grand C., Galsomiès L. Le programme ADEME « Bio-indicateurs de qualité des sols » : Vers le développement et la validation d'indicateurs biologiques pour la protection des sols. *Étude et Gestion des Sols* (EGS), 2009 ; volume 16, 3/4 : 145-58.
- [2] Lerond M., Sanson C. Faisabilité d'une filière de biosurveillance de la qualité de l'air. Rapport de synthèse commandé par l'ADEME et le conseil régional Nord-Pas-de-Calais, 2001, 80 p.
- [3] NF M 60-780-5 : Énergie nucléaire – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Bioindicateurs – Partie 5 : guide général pour l'échantillonnage d'indicateurs biologiques du milieu terrestre, 2000 : 15 p.
- [4] Garrec J.-P., Van Haluwyn C. Biosurveillance végétale de la qualité de l'air : concepts, méthodes et applications, éditions Tec et Doc, 2002 : 117 p.
- [5] NF X43-900 : Biosurveillance de l'air – Bio-indication de l'ozone par le tabac Bel W3, 2008 : 16 p.
- [6] NF X43-901 : Biosurveillance de l'air – Biosurveillance active de la qualité de l'air à l'aide de ray-grass : des cultures à la préparation des échantillons, 2008 : 12 p.
- [7] NF X43-902 : Biosurveillance de l'air – Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide de mousses autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons, 2008 : 12 p.
- [8] NF X43-903 : Biosurveillance de l'environnement – Détermination d'un Indice Biologique de Lichens Épiphytes (IBLE), 2008 : 18 p.
- [9] prNF X43-904 : Biosurveillance de l'air – Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide de lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons. Parution prévue en 2012.
- [10] prNF X43-905 : Biosurveillance de l'air – Biosurveillance passive de la pollution atmosphérique à partir de l'étude des dépôts particulaires foliaires. Parution prévue en 2012.
- [11] prNF X43-906 : Biosurveillance de l'air – Évaluation de la qualité de l'air par l'utilisation des bryophytes en biosurveillance active. Parution prévue en 2012.
- [12] VDI 5937 Blatt 6 : Biological measuring techniques for the determination and evaluation of the effects of air pollutants on plants (bioindication) – Determination and evaluation of the phytotoxic effect of photooxidants – Method of the standardised tobacco exposure, 2003 : 28 p.
- [13] VDI 5937 Blatt 3 : Biological measuring procedures to determine and assess effects of air pollutants on plants (bioindication) – Procedure for standardised exposure of curly kale, 2008 : 30 p.
- [14] VDI 5937 Blatt 13 : Biological measurement procedures for determining and evaluating the effects of ambient air pollutants by means of lichens (bioindication) – Mapping the diversity of epiphytic lichens as an indicator of air quality, 2005 : 27 p.
- [15] SFS 5794, Air protection. Bioindication. Moss bag method, 1994 : 3 p.
- [16] SFS 5670 Air quality. Bioindication. Mapping of epiphytic lichens, 1990 : 9 p.
- [17] SFS 5671, Air quality. Bioindication. Chemical analysis of mosses. Sampling, preparation and presentation of results, 1990 : 4 p.



