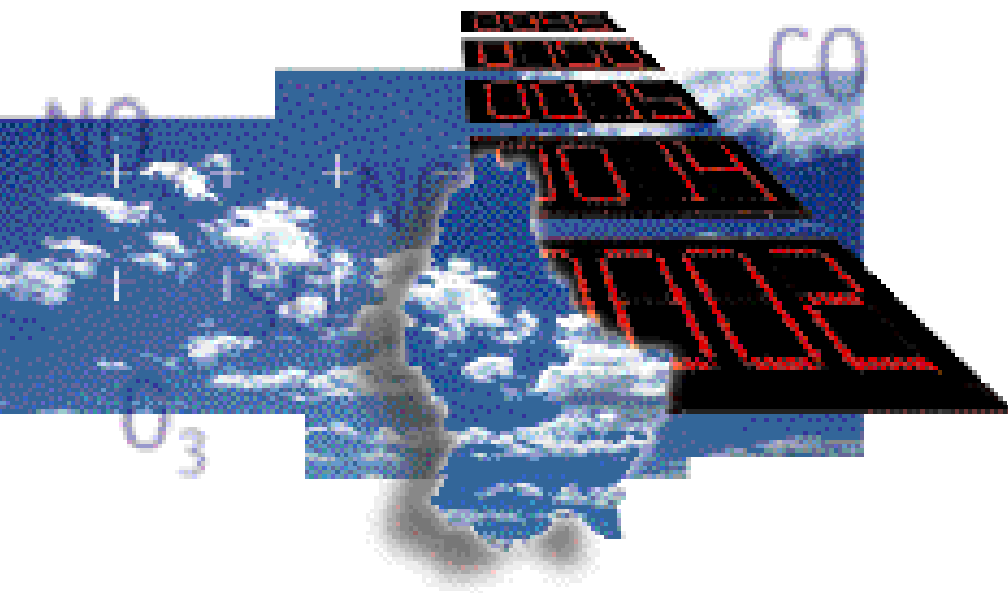

RÉSEAUX DE MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR AU LUXEMBOURG



Grand-Duché de Luxembourg
Ministère de l'Environnement
Administration de l'Environnement

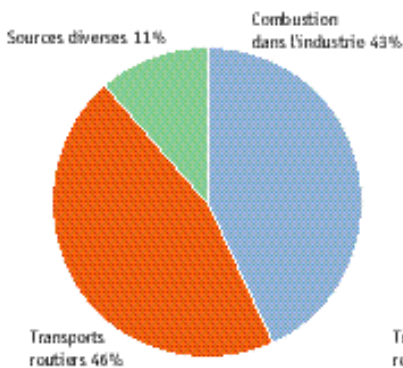
Introduction

Le contrôle de la qualité de l'air ambiant fait partie des nombreux moyens d'action afin de protéger l'environnement dans lequel nous vivons. En effet les nombreuses activités humaines (industries, transports routiers, utilisation de solvants) libèrent des substances dans l'air ambiant sous forme de gaz et de poussière. Grâce à l'application de directives européennes et d'un ensemble de règlements grand-ducaux, le ministère de l'environnement et ses services peuvent déjà intervenir au niveau des nombreuses sources d'émission pour limiter les quantités de substances libérées dans l'atmosphère. La limitation des émissions constitue un pôle d'action important pour améliorer la qualité de notre environnement humain et naturel. Elle est complétée par l'utilisation des meilleures techniques disponibles et économiquement viables, prescrites dans les autorisations d'exploitation relatives aux installations industrielles et artisanales.

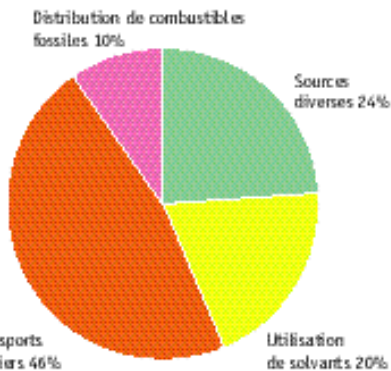
Le tableau ci-dessous montre les différents groupes d'activité et la quantité de polluants libérés au Luxembourg dans l'atmosphère en 1996.

Groupe d'activité	SO _x	NO _x	COV NM	CH ₄	CO	CO ₂	NH ₃
1. Combustion pour production d'électricité, cogénération et chauffage urbain	83	219	20	2	35	750 000	0
2. Combustions dans les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel	1 178	1 066	568	518	8 470	1 389 000	0
3. Combustion dans l'industrie	5 886	9 536	229	44	42 635	3 453 000	0
4. Procédés de production industriels et artisanaux	95	185	759	0	8373	285 000	1 750
5. Extraction et distribution de combustibles fossiles	0	0	1 787	1 520	0	0	0
6. Utilisation de solvants	0	0	3 663	0	0	0	0
7. Transports routiers	463	10 075	8597	172	41 028	1 217 000	122
8. Autres sources mobiles et machinerie	137	1 015	938	9	2 404	296 000	0
9. Traitement et élimination des déchets	83	63	24	2 907	8	122 000	24
10. Agriculture	0	0	997	17 329	0	-295 000	5379
11. Nature	0	0	678	802	0	10 000	0
TOTAL	7 935	22 159	18 460	23 703	1 02 953	7 187 000	7289

SO_x (comme SO₂), NO_x (comme NO₂). COVNM : composés organiques volatils non-méthaniques
Corinair 96 - Inventaire des émissions du Luxembourg (Émissions en t/a). ANNÉE 1996



Répartition des émissions de NO₂ au Luxembourg en provenance des principaux secteurs d'activités concernés (situation 1996, 100% = 22159 t).



Répartition des émissions de COVNM au Luxembourg en provenance des principaux secteurs d'activités concernés (situation 1996, 100% = 18460 t).

L'évaluation de la qualité de l'air ambiant fait partie du deuxième pôle d'action important afin de protéger notre environnement car elle permet de dresser le bilan des niveaux de concentration des polluants les plus importants. En effet des valeurs limites sont fixées pour le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), les particules fines en suspension dans l'air ainsi que le plomb.

L'ozone représente un cas spécial puisque ce polluant est produit indirectement par des réactions combinées des oxydes d'azote (NO_x), des composés organiques volatils (COV) et du rayonnement solaire intense sur l'oxygène avec formation d'ozone. Des valeurs cibles à ne plus dépasser sont donc à fixer et elles doivent être atteintes à l'aide de stratégies de réduction des substances précurseurs (NO_x et COV).

Des valeurs limites seront proposées pour d'autres polluants tels que le benzène, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, le cadmium, l'arsenic, le nickel et le mercure.

A l'aide de la détermination des teneurs des polluants dans l'air on peut juger si les différentes réglementations sont suffisantes. Dans le cas contraire des critères plus sévères devront être choisis. Ceux-ci seront à appliquer d'une part dans les autorisations d'exploitation et d'autre part aux normes des produits (p.ex. teneur en soufre dans les combustibles, plomb dans l'essence) ainsi qu'aux valeurs limites générales à l'émission (p.ex. monoxyde de carbone, poussière, oxydes d'azote). Parallèlement la mise en oeuvre d'un plan de gestion de la qualité de l'air ambiant fournira une aide complémentaire aux efforts de protection de l'environnement. Ce plan a pour but de diminuer les niveaux de pollution ou encore de les maintenir à un niveau acceptable pour la santé humaine et pour les écosystèmes.

Les lois concernant les conventions et les protocoles au niveau international ainsi que les règlements et les décisions du Conseil de l'Union Européenne, avec application immédiate dans les états membres, complètent les moyens d'action de protection de notre environnement.

Polluant	Valeur limite	Unité physique	Durée d'exposition	Condition supplémentaire à remplir	Proposée par :
Dioxyde de soufre (SO ₂)	125	µg/m ³	24 heures	8 ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile et hiver (du 1/10 au 31/3)	UE UE OMS OMS
	20		1 année		
	125		24 heures		
	50		1 année		
Dioxyde d'azote (NO ₂)	200	µg/m ³	1 heure	8 ne pas dépasser plus de 8 fois par année	UE OMS OMS et UE
	200		1 heure		
	40		1 année		
Ozone (O ₃)	120	µg/m ³	8 heures		OMS
Monoxyde de carbone (CO)	30	mg/m ³	1 heure		OMS
	10		8 heures		OMS
Particules fines PM10 en suspension dans l'air	50	µg/m ³	24 heures	8 ne pas dépasser plus de 25 fois par année	UE UE
	30		1 année		
Plomb (Pb)	0.5	µg/m ³	1 année		OMS et UE
Cadmium (Cd)	5	ng/m ³	1 année		OMS
Mercure (Hg)	1.0	µg/m ³	1 année		OMS

mg/m³ : millième de gramme par mètre cube d'air

µg/m³ : millionième de gramme par mètre cube d'air

ng/m³ : milliardième de gramme par mètre cube d'air

Quelques valeurs limites prescrites par l'Union Européenne dans des directives (reprises dans la réglementation nationale) ainsi que des recommandations de l'O.M.S. (valeurs guides révisées en 1997), afin de garantir une qualité de l'air admissible.

Les réseaux de mesure de la qualité de l'air opérationnels au Luxembourg

Un relevé des différents réseaux de mesures permettant la surveillance et l'évaluation de la qualité de l'air au niveau national et, dans certaines conditions, au niveau local est présenté dans le tableau ci-dessous.

Réseau n°	Désignation	Nombre de stations
1	Réseau de mesure du dioxyde de soufre (méthode de l'acidité forte) et de la fumée noire	10
2	Réseaux de mesure des retombées de poussière	100 placettes
3	Réseau de mesure des métaux lourds et des sulfates	4
4	Réseau automatique de contrôle de la qualité de l'air	5
5	Réseau de biosurveillance autour de sites industriels importants (bioaccumulation de polluants organiques et de métaux lourds transportés et déposés par voie aérienne).	11 placettes

1. Réseau de mesure du dioxyde de soufre et de la fumée noire

Ce réseau, opérationnel depuis 1971, mesure le dioxyde de soufre et la fumée noire qui sont des polluants provenant essentiellement de processus de combustion des secteurs industriel et résidentiel (chauffage urbain). Actuellement 10 stations sont encore en service et elles sont essentiellement concentrées dans la partie sud du pays (3 en milieu urbain à Luxembourg-ville, une dans chaque milieu urbain-industriel de Esch/Alzette, Dudelange, Differdange et Rodange et 3 stations en retrait des centres industriels et urbains précédents à savoir, Steinfort, Diekirch et Grevenmacher).

Le collecteur d'air utilisé est de conception assez simple (figure 1). La prise d'échantillon s'effectue à l'extérieur et l'air à analyser est aspiré par une pompe électrique à membrane à travers un filtre qui retient la poussière et la fumée noire. Un barboteur contenant une solution chimique réactive retient les oxydes de soufre. Le temps d'échantillonnage standard est de 24 heures. Toutes les 24 heures un commutateur automatique met en service un autre filtre et le barboteur qui lui est associé.

La collecte des échantillons est effectuée une fois par semaine. La fumée noire est évaluée par réflectométrie et l'indice de noircissement est traduit en concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le dioxyde de soufre et les sulfates éventuellement présents, sont absorbés par la solution contenue dans le barboteur. Le titrage acidimétrique permet d'évaluer les oxydes de soufre totaux.

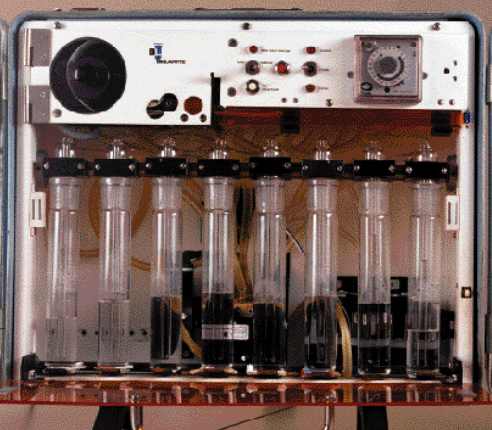


Figure 1 : Appareil de prélèvement dioxyde de soufre - fumée noire

Comme le montre la figure 2, les valeurs moyennes annuelles pour les oxydes de soufre sont en diminution sensible. La valeur relative à la protection des écosystèmes n'est pas dépassée depuis 1985. En ce qui concerne la fumée noire, les concentrations sont en diminution générale avec une reprise modérée à certains sites pour se stabiliser à des niveaux relativement peu élevés. Une valeur guide spécifique de l'O.M.S. pour la fumée noire fait encore défaut et des données épidémiologiques supplémentaires sont jugées nécessaires pour pouvoir fixer cette valeur.

2. Réseaux de mesure des retombées de poussière

Les mesures de retombées de poussière comptent parmi les plus anciennes méthodes d'évaluation de la qualité de l'air. Au Luxembourg ce type de réseau est exploité depuis 1973. Ce sont notamment les plus grosses fractions de poussière (grains allant jusqu'à des diamètres $> 100 \mu\text{m}$) qui sont collectées. Les retombées de poussière sont quantitativement plus élevées à proximité des sources d'émission que la poussière en suspension ou les gaz. Les retombées de poussière revêtent une importance particulière du point de vue sanitaire lorsqu'elles contiennent des composantes toxiques comme par exemple des métaux lourds (risques d'ingestion par des enfants en contact avec le sol, absorption par des légumes cultivés dans les jardins).

La méthode utilisée pour la mesure de retombées de particules est la méthode standard Bergerhoff avec l'instrument de collecte correspondant (figure 4). Les poussières sédimentent librement par voie aérienne dans le collecteur placé à une hauteur de 1.5 m (bocal de dimensions standards; contenance 1.5 litre, diamètre d'ouverture 9.5 cm et surface de capture de poussières pour la collecte 62.2 cm^2 .) La durée de collecte de poussières est fixée à 30 ± 2 jours (12 mesures mensuelles par an). Les bocaux sont ramenés au laboratoire et la poussière est récupérée avec soin pour être pesée avec précision ce qui fournit la donnée poussière brute.

Les échantillons de poussière en provenance de certains sites bien définis subissent encore par la suite un traitement particulier permettant la détermination de la teneur en métaux lourds (zinc, plomb, chrome, aluminium, vanadium). A cet effet la poussière subit l'attaque par des acides forts (acide fluorhydrique d'abord et ensuite dans une bombe autoclave avec de l'acide nitrique à haute température et pression) afin de provoquer la dissolution totale. Les métaux lourds sont alors déterminés au laboratoire par la méthode de spectrophotométrie par absorption atomique.

Dioxyde de soufre (méthode de l'acidité totale)

Mars 1973 à mars 1997

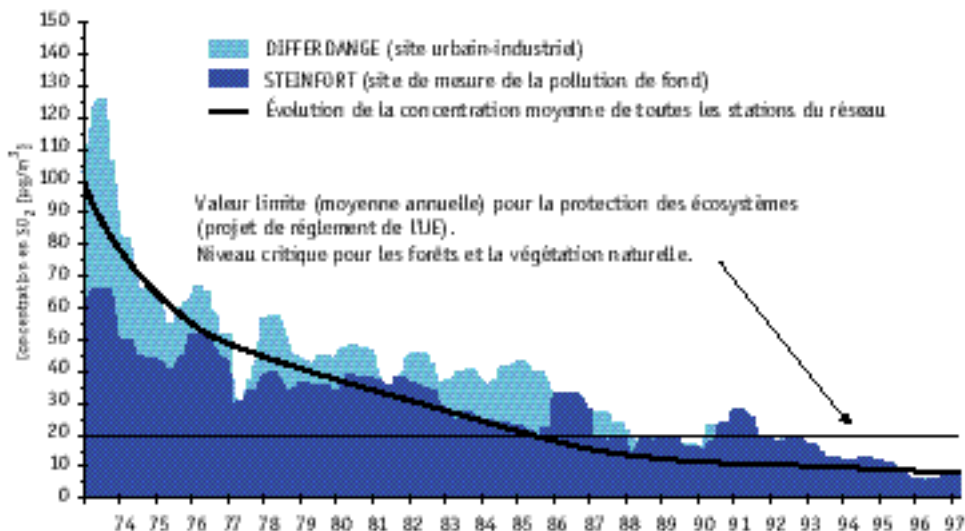


Figure 2 : Réseau soufre-fumée noire. Evolution du niveau de dioxyde de soufre.

Fumée noire

Mars 1973 à mars 1997

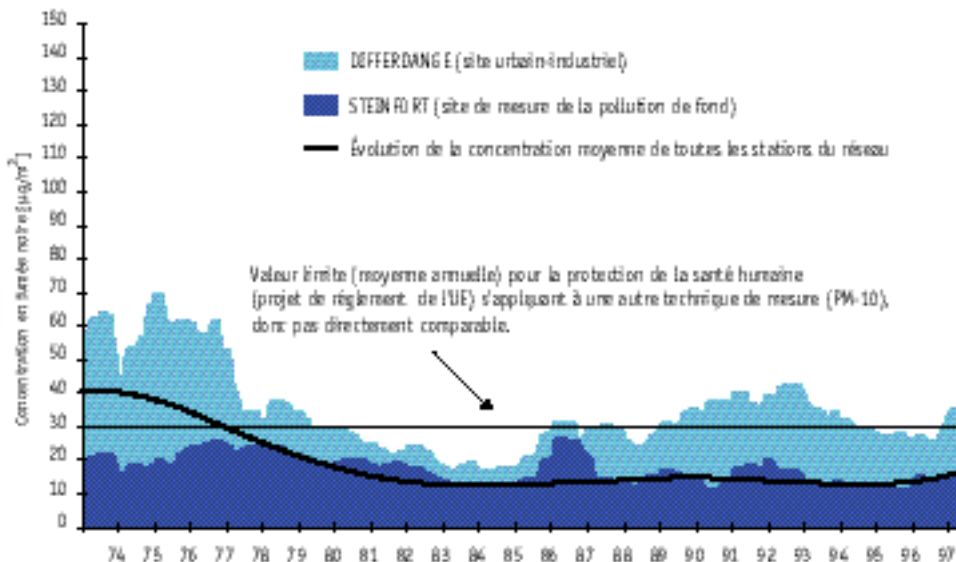


Figure 3 : Réseau soufre-fumée noire. Evolution du niveau de fumée noire.



Figure 4 : Dispositif de collecte (support et bocal) des retombées de poussière - Réseau Bergerhoff à Esch/Alzette

Le réseau Bergerhoff comporte un nombre de placettes proche de 100 pour la collecte de retombées de poussière et qui sont organisés en réseaux de taille différente et très localisés. Elles sont pratiquement toujours placées près de sites industriels connus pour leurs fortes émissions en poussières (p. ex. la sidérurgie et les industries produisant des métaux). Plusieurs petits réseaux existent avec 2 à 10 sites de collecte (Belvaux (10), Dommelange (7), Dudelange (7), Rodange (3), Rumelange (2), Wiltz (2), etc...). Deux réseaux importants et étendus, proches d'installations sidérurgiques, sont aménagés dans un milieu industriel-urbain à Esch/Alzette (30 placettes) et à Differdange (20 placettes) pour observer et évaluer l'ampleur des retombées de poussières et des

métaux lourds qui les accompagnent. Les données recueillies en provenance de ces deux grands réseaux permettent de localiser les quartiers des deux villes respectives qui sont particulièrement exposés à de fortes retombées de poussière.

Quelques résultats concernant Esch/Alzette et Differdange sont présentés aux figures ci-après. La figure 5 montre la concentration annuelle de retombée brute. Depuis 1994 la valeur guide allemande est respectée grâce notamment aux restructurations dans l'industrie sidérurgique à Esch/Alzette. La figure 6 montre la concentration mensuelle maximale de retombées de poussière brute constatée durant l'année et caractérisant les situations de pointe. Depuis 1991 la valeur guide (en application en RFA) n'est plus dépassée.

Retombées de poussière - Réseau Bergerhoff

Évolution des moyennes annuelles

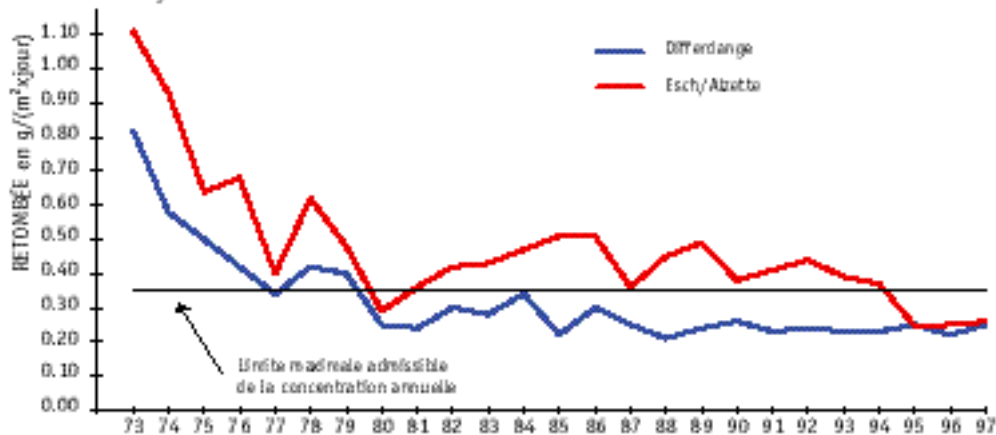


Figure 5 : Réseau Bergerhoff à Esch/Alzette et à Differdange. Evolution du niveau annuel moyen en poussière.

Retombées de poussière - Réseau Bergerhoff

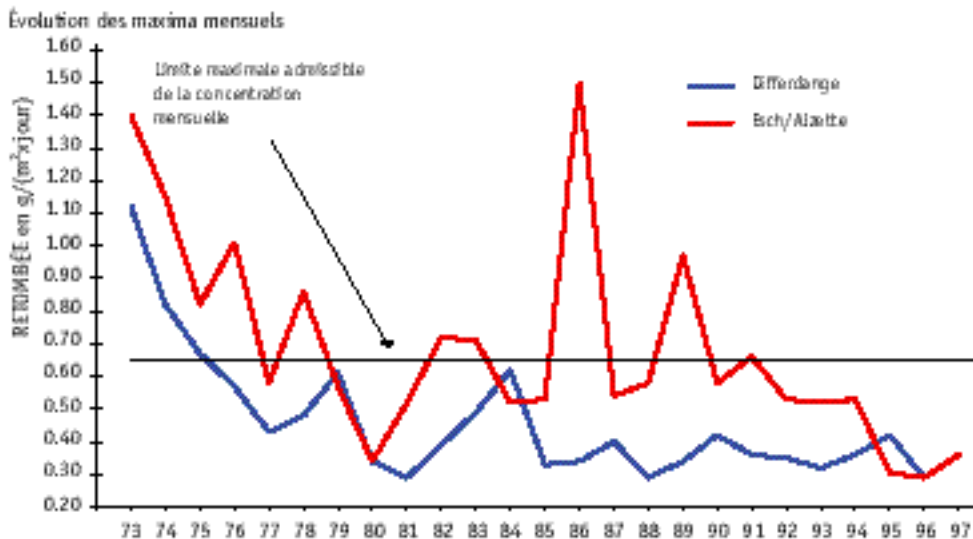


Figure 6 : Réseau Bergerhoff à Esch/Alzette et à Differdange. Evolution des situations de pointe (maxima mensuels).

3. Réseau de mesure des métaux lourds et des sulfates

Fin 1980 les mesures des métaux lourds et des sulfates dans les particules très fines, en suspension dans l'air ambiant, ont été commencées. Les métaux lourds analysés sont le plomb, le zinc, le molybdène, le vanadium, le cuivre et le cadmium. En ce qui concerne les sulfates, c'est l'atome de soufre qui est mesuré et le résultat est exprimé en tant que sulfate SO_4 . Quatre stations sont opérationnelles en 1998 et elles se trouvent respectivement à Luxembourg-Centre, à Luxembourg-Eich, à Esch/Alzette et au Mont St. Nicolas près de Vianden, la dernière station mesurant la pollution de fond loin de toute source d'émission (trafic automobile, industrie, etc...).

L'appareil chargé de l'échantillonnage d'air se compose d'une pompe à faible débit aspirant 10 à 15 m³/jour (correspond environ au volume d'air respiré quotidiennement par un adulte). L'air aspiré traverse un filtre dont la surface exposée est de 4 cm de diamètre (12.57 cm²) et comportant des pores de 0.45 µm. Les filtres sont directement exposés à l'air ambiant, sans séparation préalable des particules en suspension, et suffisamment protégés des intempéries (voir figure 7 ci-dessous). Le prélèvement se fait à 1.60 m au-dessus du sol. Le temps d'échantillonnage standard est de 24 heures par filtre. Toutes les 24 heures un commutateur automatique fait passer le débit d'air ambiant à travers un nouveau filtre pas encore exposé. Au bout d'une semaine les filtres sont retirés et des filtres nouveaux sont mis en place pour les mesures des 7 prochains jours.



Figure 7: Filtres fixés sur leurs supports-filtres. Station métaux lourds à Esch/Alzette

Les filtres sont analysés en laboratoire, sans traitement préalable, par spectrométrie de fluorescence aux rayons X à dispersion de longueur d'ondes.

En se référant à la nouvelle valeur guide recommandée par l'O.M.S. et l'U.E. concernant la teneur en plomb dans les particules fines en suspension dans l'air ambiant on peut constater une nette diminution des niveaux en plomb (figure 8) à la station de Luxembourg-Centre où l'on mesure généralement les concentrations les plus élevées. Ceci est le résultat direct de l'application de la réglementation en juillet 1986 exigeant une diminution de la teneur en

plomb dans l'essence. Parallèlement la promotion de l'essence sans plomb a été entreprise. Depuis 1987 une baisse vers des niveaux faibles est amorcée et la nouvelle valeur limite de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est respectée. Les journées de pointe élevée ont pratiquement disparues depuis 1993.

Teneur en plomb dans l'air ambiant - Station de Luxembourg-Centre

Réseau de mesure métaux lourds

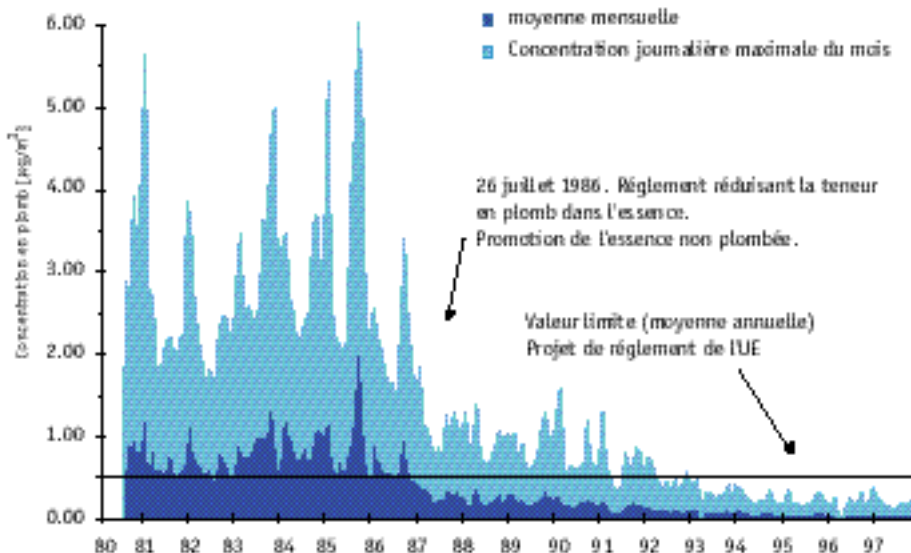


Figure 8 : Concentration de plomb dans les poussières en suspension dans l'air.

4. Réseau automatique de télécontrôle de la qualité de l'air

Le réseau automatique de télécontrôle de la qualité de l'air est le plus compliqué de tous les réseaux de mesure décrits dans cette brochure. Sa complexité s'explique par l'importance et par la diversité de l'équipement nécessaire à son fonctionnement. Il a été conçu sur base :

- d'exigences réglementaires nationales (contrôle du respect des valeurs limites),
- d'exigences de la réglementation de l'Union Européenne dans le domaine de la pollution de l'air (nécessité de mesurer en continu, utilisation de techniques d'analyse plus précises, valeurs limites à ne pas dépasser).

Le choix des sites pour les mesures de l'air ambiant a privilégié deux types d'environnement :

- les milieux urbain et urbain-industriel influençant directement la santé humaine,
- le milieu rural, à l'écart des sources locales, afin de mesurer le niveau de pollution de fond et qui agit sur les écosystèmes et l'influence plus ou moins prononcée de la pollution transfrontière.

Le réseau automatique est opérationnel depuis 1988 et comprend cinq stations de mesure de la qualité de l'air résumés dans le tableau suivant.

Nom de la station	Mesures influencées par :	Type de zone	Caractérisation de la zone	Données météorologiques
Luxembourg-Centre (Place Hamilius)	trafic automobile	urbaine	commerciale	Station météo commune aux deux stations urbaines :
Luxembourg-Bonnevoie (Rue de Bonnevoie/Rue du puits)	trafic automobile	urbaine	résidentielle et commerciale	DIRVT, VITVT, PRESSION, TEMPT, PT_ROSÉE
Esch/Alzette (Rue Arthur Useldinger)	émissions de l'industrie	suburbaine	résidentielle et industrielle	DIRVT, VITVT, TEMPT
Etrange (Mondorf-les-Bains)	pollution de fond	rurale	agricole	DIRVT, VITVT, TEMPT, PT_ROSÉE
Mont St. Nicolas (Vianden)	pollution de fond	rurale	agricole	DIRVT, VITVT, TEMPT, PT_ROSÉE

DIRVT : direction du vent.
TEMP : température.

VITVT : vitesse du vent.
PT_ROSÉE : point de rosée.

PRESSION : pression atmosphérique.

Les facteurs météorologiques influencent beaucoup les mesures des teneurs en polluants dans l'air ambiant. Chaque station est équipée d'un mât météo et de capteurs pour mesurer les paramètres les plus importants. Les stations de Luxembourg-Centre et de Luxembourg-Bonnevoie utilisent en commun les données de la station météo située Rue Auguste Lumière à Luxembourg.



Figure 9 : Station d'Esch/Alzette



Figure 10 : Zone de mesurage de la station de Luxembourg-Centre.

Plusieurs objectifs doivent être réalisés à l'aide des données de la qualité de l'air en provenance du réseau automatisé :

- mesurer en permanence la qualité de l'air et suivre l'évolution des niveaux des principaux polluants,
- vérifier le respect des valeurs limites prescrites par la réglementation,
- informer la population de l'état général de la qualité de l'air,
- assumer une fonction de système d'alerte lors de pointes de pollution,
- permettre au Luxembourg de participer aux échanges d'informations et de données en matière d'environnement dans le cadre régional, de l'Union Européenne et d'autres accords internationaux (p. ex. OECD, OMS),
- juger des effets des politiques de prévention de la pollution atmosphérique mises en oeuvre et fournir des bases objectives pour la mise au point de dispositions nouvelles au cas où ces politiques sont insuffisantes.

Équipements du réseau de mesure automatisé.

Le poste central est en liaison avec les stations de mesure via lignes téléphoniques commutées. Il comporte un ordinateur central, des équipements périphériques ainsi que des postes de travail. Ces installations sont situées dans les locaux de l'Administration de l'Environnement à Luxembourg.

L'ordinateur central assume:

- la communication avec les postes locaux,
- la centralisation, toutes les 24 h, des informations collectées (mesures des polluants dans l'air),
- le traitement préliminaire des données et leur stockage,
- la gestion globale du réseau qui consiste à collecter des informations techniques sur le bon fonctionnement des équipements de mesure et de communication, les alarmes et signalisations concernant d'éventuels dysfonctionnements des analyseurs et des systèmes d'étalonnage.

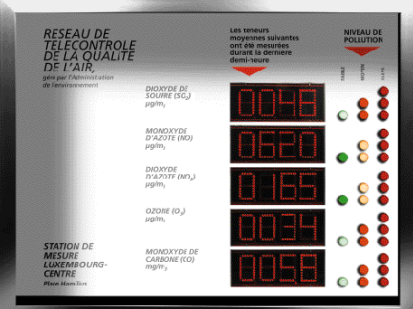


Figure 11 : Panneau d'affichage installé dans la galerie marchande de la Place Hamilius

Infrastructure informatique du poste central

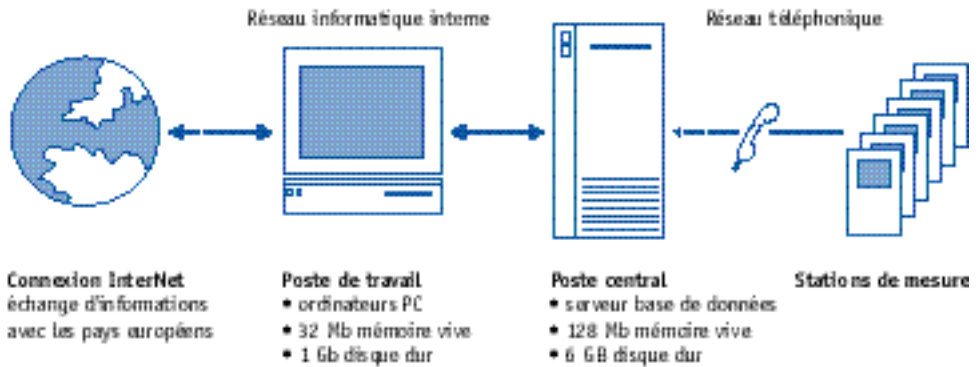


Figure 12 : Infrastructure informatique du poste central du réseau automatisé

Réseau automatique de télécontrôle de la qualité de l'air - Luxembourg

Stations de mesure et polluants mesurés (situation en 1998)					Technique d'analyse utilisée
LUXEMBOURG- Centre	LUXEMBOURG- Bonnevoie	ESCHVALZETTE	ELVANGÉ (Mondorf-les-Bains)	MONT ST. NICOLAS (Vianden)	
SO ₂	SO ₂	SO ₂	SO ₂	SO ₂	Fluorescence UV
NO et NO ₂	NO et NO ₂	NO et NO ₂	NO et NO ₂	NO et NO ₂	Chimiluminescence
O ₃	O ₃	O ₃	O ₃	O ₃	Photométrie d'absorption UV
		CH ₄ et HCT *)	CH ₄ et HCT *)		Ionisation de flamme
CO		CO			Spectrométrie d'absorption IR
				CO ₂	Spectrométrie d'absorption IR
	Composés soufrés sauf SO ₂ **)				Ionisation de flamme
BTX ***)					Chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection par ionisation de flamme
	Poussière (PM10) ****)	Poussière (PM10) ****)			Microbalance oscillante

*) méthane (CH₄) et hydrocarbures totaux (HCT) également désignés composés organiques volatils

**) hydrogène sulfuré (H₂S), sulfure de carbone (CS₂), mercaptans (RSH)

***) benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (o-xylène, m-xylène et p-xylène)

****) fraction thoracique (inhalable), dimension des poussières inférieure à 10 µm

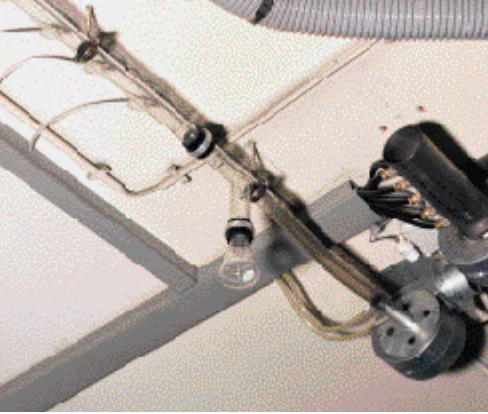


Figure 13 : Ligne d'échantillonnage et distribution de l'air ambiant externe aux analyseurs.



Figure 14 : Equipement de la station de mesure de Luxembourg-Centre.

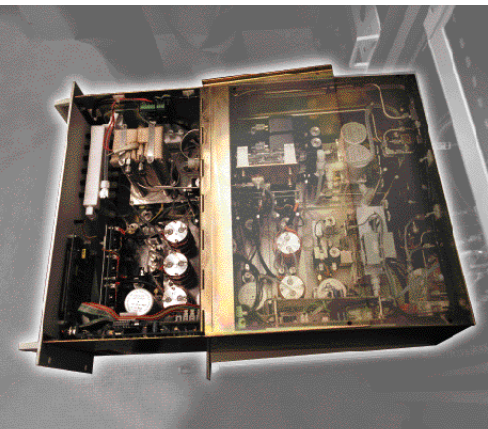


Figure 15 : Vue de l'intérieur du calibrateur.

Les tâches suivantes sont exécutées à l'aide des postes de travail:

- la consultation et la validation des résultats de mesure,
- l'exploitation statistique des données,
- la préparation de relevés (p.ex. communiqué de presse hebdomadaire),
- l'échange par messagerie électronique des résultats récents avec les organismes internationaux.

Les stations locales de mesure sont au nombre de cinq, chacune disposant de données météo. Au total un nombre de 24 appareils d'analyse et de contrôle de polluants équipent en 1998 les cinq stations. Ces analyseurs mesurent en temps réel et en continu.

Chaque poste est entièrement autonome et capable de stocker les informations pour une période d'un peu plus d'une semaine. Un logiciel permet de gérer notamment la collecte des mesures et leur mémorisation, le dialogue avec l'ordinateur central via modem, la transmission des mesures vers le poste central et le panneau d'affichage public.

Description de l'intérieur d'une station de mesure de la qualité de l'air ambiant.

On distingue la ligne d'échantillonnage (figure 13) à travers laquelle l'air ambiant à l'extérieur est aspiré par une pompe puissante. Les différents analyseurs sont connectés à cette ligne pour mesurer le polluant qui leur est spécifique. Un compresseur-sécheur est nécessaire à la préparation d'air sec pour le système d'étalonnage. On reconnaît (figure 14 en bas à gauche) le générateur d'air zéro (air pur) et le calibrateur (figure 14, en bas à droite et figure 15, vue intérieure) pour contrôler la dérive et la stabilité des analyseurs. L'automate de gestion et de télétransmission ainsi que le modem (figure 14, en haut à gauche) constituent la partie de l'installation qui n'est pas impliquée directement dans la partie analyse des polluants.

Un contrôle automatique journalier du signal de mesure de l'analyseur est réalisé à l'aide du générateur d'air zéro et du calibrateur. Le générateur d'air zéro fournit de l'air pur exempt de polluants permettant de vérifier le réglage correct du zéro de l'analyseur (le moniteur fournit une réponse nulle voire très faible, voir

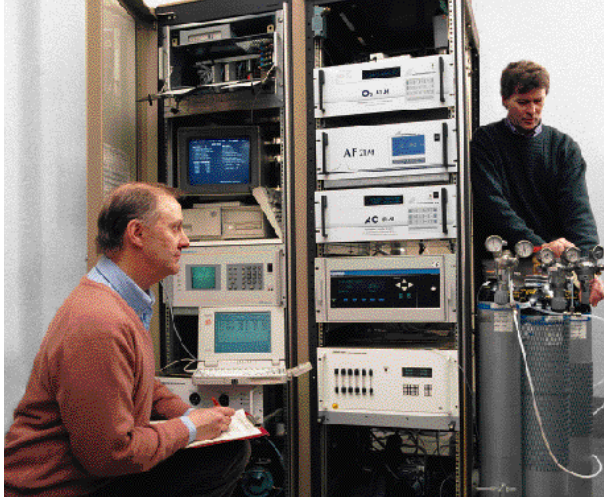


Figure 17 : Equipe de contrôle vérifiant l'étalonnage correct des analyseurs avec des standards de transfert externe (gaz certifiés).

figure 16). Le calibrateur génère pour chaque analyseur le polluant spécifique dont il est chargé de mesurer la concentration dans l'air ambiant en mode normal. La dérive et la stabilité de l'analyseur est contrôlée. L'automate de gestion de la station recueille les mesures du cycle de contrôle automatique pour tous les analyseurs et fait l'analyse mathématique du signal quant à sa stabilité et sa localisation à l'intérieur d'une fourchette de calibrage admissible. A l'aide de cette procédure la crédibilité des données collectées est garantie.

Cycle de contrôle automatique du signal de mesure de l'analyseur SO_2 à Luxembourg-Centre

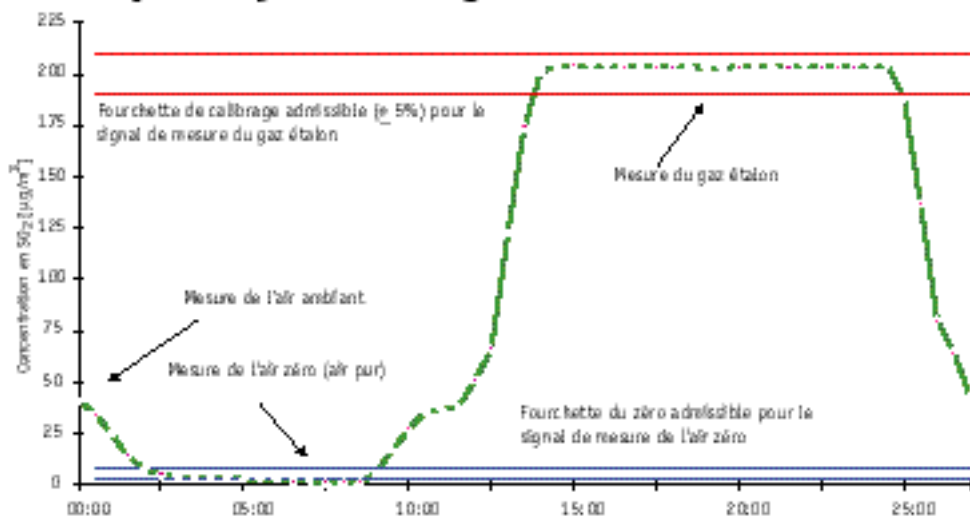


Figure 16 : Graphique: cycle de contrôle automatique journalier de l'analyseur SO_2 à Luxembourg-Centre

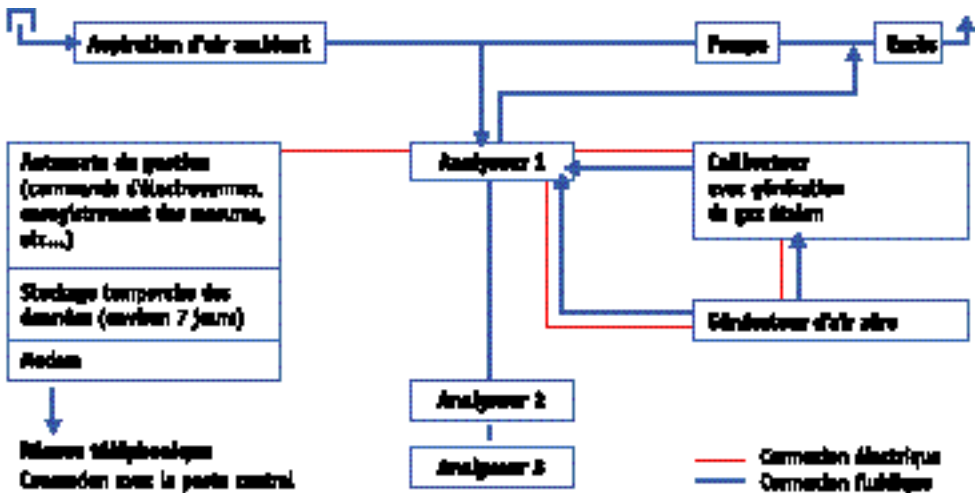


Figure 18 : Schéma d'un poste local

Par ailleurs, une série de signalisations permet d'obtenir des renseignements concernant d'éventuelles anomalies de fonctionnement. Ces vérifications permettent de procéder à la validation des données mesurées.

Finalement les analyseurs et le système d'étalonnage de la station sont contrôlés par des standards de transfert externes. A l'aide de bouteilles contenant des mélanges de gaz de concentration stable, connue et certifiée, l'équipement analytique de la station est contrôlé à des intervalles réguliers (figure 17).

Traitement informatisé des résultats de mesure de la qualité de l'air ambiant.

L'ordinateur du poste central assure le traitement des mesures en fonction des besoins d'exploitation des résultats en vue de leur publication dans la presse ou dans les diverses publications du ministère de l'environnement. Des rapports spécifiques (journaliers ou périodiques), sous forme de tableaux et de graphiques, peuvent être demandés par l'opérateur. La mise à jour de la base de données s'effectue par la collecte globale et journalière des mesures en provenance de toutes les stations et de tous les analyseurs du réseau automatique.

L'évolution de la qualité de l'air peut être suivie sur une période courte (p.ex. 24 heures, voir figure 19), ou sur une période longue (une ou plusieurs années). Des traitements plus détaillés de données, destinées à des applications particulières, sont réalisables par exportation des données dans un logiciel capable d'exécuter le traitement souhaité.

Le traitement statistique permet d'obtenir les valeurs moyennes, le nombre de dépassements d'une valeur limite et les valeurs maximales.

Évolution des niveaux de trois polluants en période de pointe.

Station de mesure Luxembourg-Centre (15 janvier 1997)

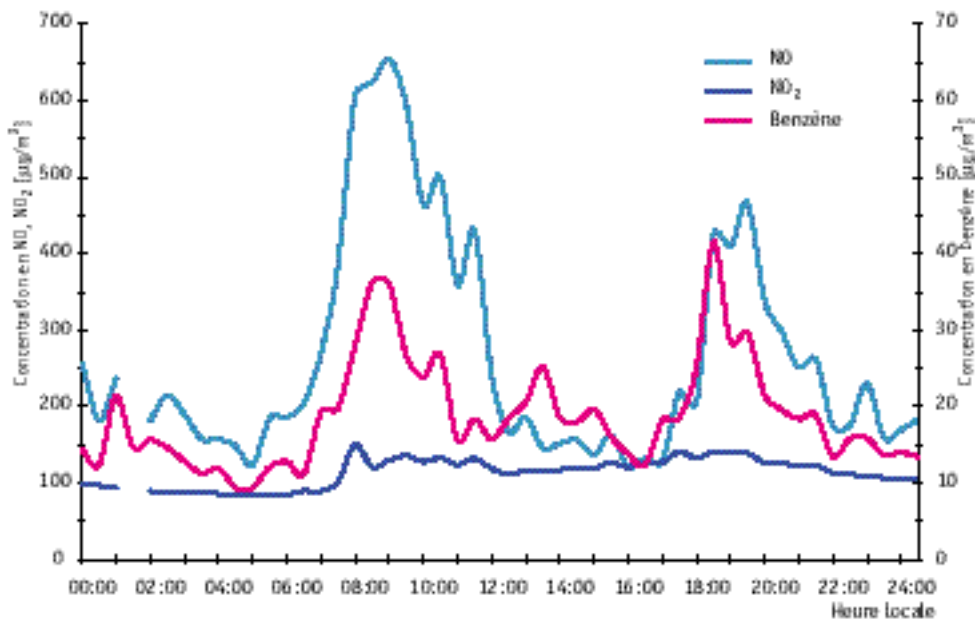


Figure 19 : Profil de l'évolution journalière des niveaux de NO, NO₂ et du benzène durant une période de pointe.

Grâce aux données météorologiques on peut éditer des rapports donnant les concentrations de polluant par secteur de vent et juger de l'effet de la vitesse du vent. Les roses de pollution illustrent l'influence de la direction du vent sur les niveaux de pollution.

Lorsque le système détecte, selon des critères prédéfinis, l'imminence d'un épisode aigu de pollution, il commute automatiquement en mode d'alerte. Ce mode intensif est signalé à l'utilisateur et se traduit par une augmentation de la fréquence des communications entre les postes locaux et le poste central. Lors de la détection de la fin de la pointe de pollution, le système repasse automatiquement en mode normal de fonctionnement.

5. Réseau de biosurveillance autour des sites industriels importants (*bioaccumulation de polluants organiques et de métaux lourds transportés et déposés par voie aérienne*)

Un réseau de biosurveillance a été installé et développé progressivement depuis l'automne 1995. A l'aide d'indicateurs biologiques on évalue l'accumulation de polluants organiques toxiques en provenance d'installations industrielles importantes et qui constituent des sources d'émission à surveiller (p. ex. aciéries à arc électrique à Differdange, Esch/Belval et Esch/Schifflange, usine d'incinération près de Leudelange, zone industrielle spécifique à Wiltz). En 1997 ce réseau comporte 11 placettes d'observation dont 2 en milieu rural (Beckerich et Osweiler), ces dernières servant d'indicateurs pour évaluer la pollution de fond loin des sources d'émission importantes.

Les polluants organiques étudiés sont les dioxines/furanes (PCDD/PCDF), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les polychlorobiphényles (PCB). Accessoirement, pour compléter les observations et pour établir des corrélations avec les autres polluants, l'accumulation des métaux lourds cadmium, chrome, mercure, plomb, vanadium et zinc est également analysée. En 1997, suite aux campagnes préparatoires entre 1995 et 1996 afin de standardiser la méthode d'échantillonnage, les premières séries de mesures fournissent des résultats d'analyse permettant le suivi de la situation aux sites choisis.

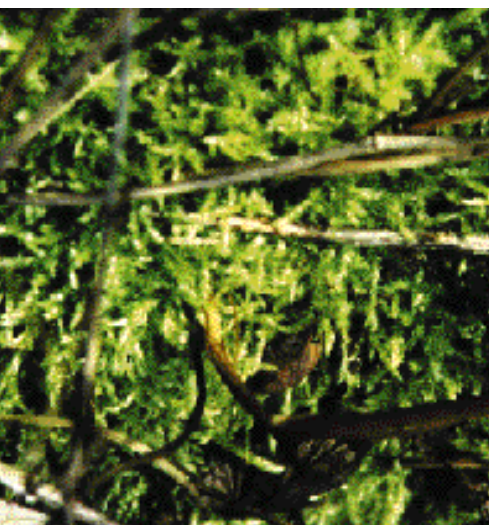


Figure 20 : Mousse (espèce *Brachythecium rutabulum*)

Les indicateurs biologiques utilisés sont les suivants :

- les mousses (espèce *Brachythecium rutabulum*) dont la croissance s'effectue normalement dans leur milieu naturel.
- les choux verts à feuilles polylobées (espèce *Brassica oleracea*) qui sont une variété de choux frisés offrant une surface importante aux poussières transportées par voie aérienne. Semés sous serre, repiqués et transférés dans une terre standardisée, les jeunes plants pratiquement identiques (même degré de croissance, même état sanitaire) sont prêts pour la bioaccumulation.