www.atmo-bfc.org

PROGRAMME DE BIOSURVEILLANCE

Campagne de surveillance de la qualité de l'air dans le Parc Régional Naturel du Haut-Jura (39)

Prélèvement des mousses : Octobre 2017

Niveau de détails
INITIÉS

Diffusion : Avril 2018

Atmo Bourgogne-Franche-Comté
15 rue Mégevand 25 000 BESANÇON
Tél. : 03 81 25 06 60
Fax : 03 81 25 06 61
contact@atmo-bfc.org

Parc naturel régional du Haut-Jura

Atmo BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

Atmo Bourgogne-Franche-Comté est l'association agréée par le Ministère en charge de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en Bourgogne-Franche-Comté. Elle a pour principales missions :

- *Décliner et mettre en œuvre la stratégie de surveillance de la qualité de l'air de l'État français. Cela consiste en grande partie à produire des données (mesures, données d'émissions et de modélisation) qui répondent aux attentes qualitatives et quantitatives de l'Union Européenne,*
- *Prévoir les pics de pollution et diffuser l'information et les recommandations sanitaires,*
- *Sensibiliser la population et les décideurs aux enjeux sanitaires liés à la qualité de l'air,*
- *Réaliser des études prospectives dans le domaine de l'air (nouveaux polluants, nouvelles sources, nouvelles expositions…),*
- *Réaliser des diagnostics et des prospectives pour aider à la décision à court, moyen et long terme.*
- *Accompagner les acteurs locaux pour atteindre le respect des normes en vigueur.*

Conditions d'utilisations du rapport

La diffusion ou la réutilisation des données est libre dans les conditions suivantes :

- *Les données contenues dans ce document restent la propriété d'Atmo Bourgogne-Franche-Comté. Toute utilisation partielle ou totale doit faire référence à Atmo Bourgogne-Franche-Comté et au numéro du présent rapport,*
- *Il est strictement interdit de vendre les données contenues dans ce rapport,*
- *Le rapport ne sera pas forcément rediffusé en cas de modification ultérieure. En cas de remarques ou questions, prenez contact avec Atmo Bourgogne-Franche-Comté,*
- *Sur demande, Atmo Bourgogne-Franche-Comté met à disposition les caractéristiques techniques des mesures et les méthodes d'exploitation des données.*

Intervenants terrain : Karine Lefèvre, Florian Lam, stagiaire

Rédaction du rapport : Karine Lefèvre, Chargée d'études

Validation du document : Anaïs Detournay, Responsable études

Sommaire

Introduction 5
1. Méthodologie de l'étude 6
1.1. La biosurveillance par les bryophytes terrestres 6
1.2. Choix des sites de mesures et méthodes de prélèvements 7
2. Les résultats de la campagne de biosurveillance 10
2.1. Les éléments traces métalliques (ETM) 10
2.2. Les résultats : 11
3. Conclusion 18

Le principe de la biosurveillance repose sur l'utilisation d'organismes vivants pour évaluer la présence des polluants dans l'environnement. Bien que ces organismes ne permettent pas de connaitre les concentrations précises des polluants dans l'air, ils permettent d'évaluer leur impact sur l'environnement ainsi que sur les êtres vivants.

Atmo Bourgogne-Franche-Comté, association agréée par le ministère en charge de l'environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en partenariat avec le Parc Naturel Régional du Haut Jura (PNRHJ) ont souhaité expérimenter ce principe.

Dans le cadre de cette étude expérimentale, la biosurveillance a été réalisée à l'aide de bryophytes terrestres (mousses). En effet, ces végétaux présentent la particularité d'absorber de façon importante les métaux présents dans l'eau et dans l'air. Très largement présentes dans l'environnement, ces mousses peuvent être collectées en quantité représentative sur le terrain, au niveau de stations définies et géo-localisées.

La méthode de prélèvement des mousses sur le terrain jusqu'à leur préparation finale avant l'analyse des contaminants ciblés est normalisée selon la norme NF EN 16414.

Par ailleurs, il existe un programme européen de suivi des métaux dans les mousses. Organisé depuis 1996, il permettra de comparer les résultats obtenus dans le cadre de cette campagne.

Afin de réaliser un diagnostic représentatif des différents types de milieux présents sur le PNRHJ, 5 sites de typologie différents ont été prélevés.

Sur chacun des échantillons, 6 éléments traces métalliques ont été analysés : Aluminium, Chrome, Fer, Zinc, Arsenic, Plomb.

1. Méthodologie de l'étude

1.1. La biosurveillance par les bryophytes terrestres

Au fil des années la biosurveillance s'impose comme un complément intéressant aux techniques traditionnelles de mesures de la qualité de l'air. De cout moindre, elle ne nécessite pas de techniques lourdes parfois difficiles à mettre en œuvre sur le terrain.

De nombreux végétaux peuvent être utilisés pour la biosurveillance de la qualité de l'air, soit parce qu'ils présentent des réactions biologiques caractéristiques en réponse à certains polluants, soit parce qu'ils accumulent dans leurs tissus, certains des composés toxiques qui se retrouvent dans l'air.

Différentes approches sont possibles et synthétisées dans le tableau ci-après. Ces approches peuvent être de 2 types, passive par l'utilisation des végétaux présents ou actives par l'implantation de végétaux.

Concept	Type d'approche
Bioindication	Observation de l'état physique d'un indicateur
Biointégration	Analyse de la présence ou l'absence d'un indicateur, au sein de son milieu
Bioaccumulation	Analyse de la concentration en contaminants accumulés

Tableau 1 : *Présentation des concepts de la biosurveillance*

L'utilisation des mousses a été retenue pour plusieurs raisons :
- l'existante d'une norme pour la récolte et la préparation des échantillons,
- la capacité de ce végétal à accumuler les polluants,
- l'existence d'un référentiel européen permettant de comparer les niveaux observés.

Cette expérimentation a été réalisée en respectant la norme européenne NF EN 16414 du 26 mars 2014. Celle-ci décrit de manière précise le protocole à respecter du prélèvement des mousses sur le terrain jusqu'à leur préparation finale avant l'analyse des contaminants ciblés.

Les mousses ont un grand intérêt pour les études par bioaccumulation. En effet, elles ont une forte capacité d'accumulation des métaux. Dépourvues de système vasculaire et de racines, elles absorbent l'eau et les éléments nutritifs passivement, via toute la surface de la plante. L'absence de cuticule permet également d'accroitre la capacité d'échange direct avec le milieu extérieur.

Leur paroi cellulaire très riche en composés anioniques (chargés négativement), augmente encore la capacité d'absorption des cations métalliques. De plus les mousses forment des populations importantes, stables et pérennes, facilement utilisables.

1.2. Choix des sites de mesures et méthodes de prélèvements

Le plan d'échantillonnage a été réalisé selon la norme NF EN 16414.

Dans le cadre de cette norme, dans les études de surveillance à grande échelle, il est recommandé dans les zones écologiquement hétérogènes d'utiliser un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié pour fournir une description satisfaisante de l'ensemble de la zone d'étude. Pour ce faire les différentes strates sont déterminées à partir des données et informations disponibles sur l'hétérogénéité des paramètres écologiques.

Les sites prélevés et les différentes typologies de site ont été définis en partenariat avec le parc, de façon à présenter une analyse compréhensive des différents milieux pouvant y être observés. Au final, 5 sites de prélèvements ont ainsi été choisis. Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Site	Commune	Typologie du site	Zone échantillonnage
Site 1	Mouthe	Tourbière	Source de la loue
Site 2	Bellefontaine	Massif forestier	Chalet des ministres
Site 3	Morez	Urbaine et industrielle	Station d'épuration
Site 4	Mijoux	Pelouse altitude	Sommet Petit Mont-Rond
Site 5	Maisod/Coyron	Pelouse sèche	Plateau de Sapey (ENR)

Tableau 2 : *Présentation des sites de prélèvements*

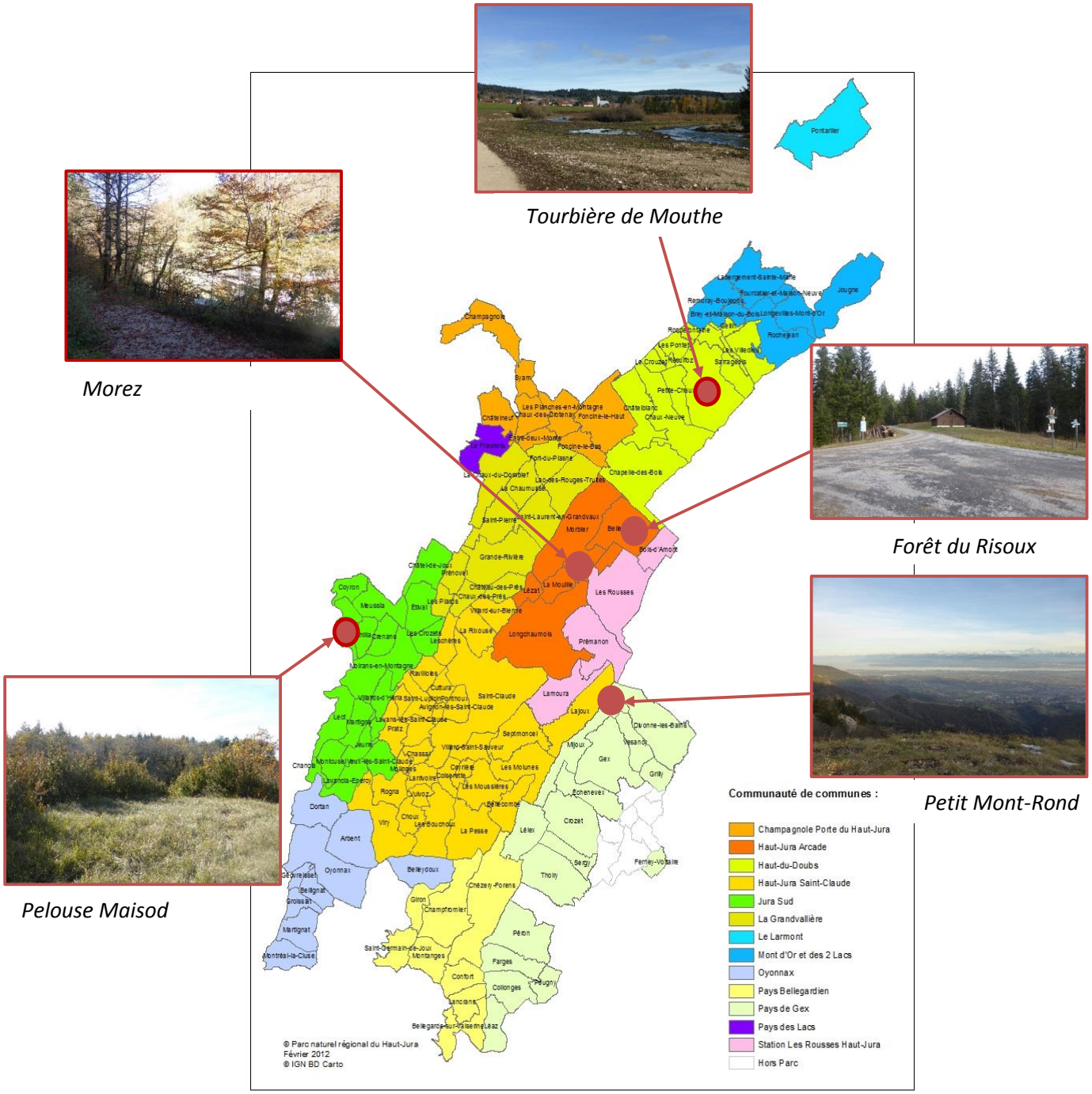


Figure 1 : *Localisation des sites de prélèvements selon les différents types de milieux*

Différentes espèces de mousses, listées dans la norme NF EN 16414 peuvent être échantillonnées pour la biosurveillance. Cependant, il convient, dans la mesure du possible, de collecter des échantillons d'une même espèce de mousse pour l'ensemble des sites, pour que les résultats soient plus facilement comparables. De nombreuses espèces de bryophytes ont été identifiées sur les différentes zones de prélèvements. L'espèce *Rhytidiadelphus triquetrus* (caractérisée par sa tige rouge) présente sur tous les sites, a été choisie pour cette étude.

Les mousses ont été prélevées sur les 5 sites, les 24 et 25 octobre 2017 lors de conditions météorologiques ensoleillées. La veille des prélèvements les précipitations étaient importantes, il a neigé en altitude.

Les échantillons collectés ont ensuite été nettoyés, et ont été confiés au laboratoire **Micropolluants Technologie S.A.** basé à Saint Julien les Metz**.**

2. Les résultats de la campagne de biosurveillance

Rappel

Limite de détection (LD) *: Plus petite quantité observable dans un échantillon donné.*

Limite de quantification (LQ) *: Valeur en dessous de laquelle l'incertitude de mesure n'est plus acceptable, de sorte qu'il est impossible de définir la quantité de matière détectée.*

La limite de quantification est toujours supérieure à la limite de détection

La méthode de biosurveillance utilisée permet d'estimer les dépôts d'après les teneurs dans les mousses mais ne donne pas d'information sur la toxicité de l'élément mesuré pour la santé humaine ou pour l'environnement. Elle permet par contre d'évaluer l'accumulation des polluants dans le compartiment vivant.

2.1. Les éléments traces métalliques (ETM)

Le terme « Eléments Traces Métalliques » (ETM) désigne les métaux présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement. Dans l'air, ces métaux lourds sont en général agrégés au niveau des particules, à l'exception du mercure, principalement gazeux.

Dans le milieu naturel, certains métaux sont assez abondants dans la croûte terrestre. L'activité volcanique, les poussières d'érosion ou encore les feux de végétation contribuent à l'introduction des MTP dans l'atmosphère. Les sources liées à l'activité anthropique proviennent essentiellement du secteur industriel : fonderies, métallurgie, combustion des combustibles fossiles, incinération des déchets…

Impact des éléments traces métalliques sur la santé :

L'action des éléments traces métalliques sur la santé est le plus souvent lente et principalement liée à des phénomènes d'accumulation perturbant le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires et cardio-vasculaires. Dans l'environnement, les métaux toxiques contaminent les sols et les aliments. Ils s'accumulent tout au long de la chaine alimentaire, perturbant les équilibres et mécanismes biologiques…

Une présentation détaillée des principaux métaux toxiques et de leurs effets sur la santé et l'environnement figure en annexe.

Réglementation :

Il n'existe pas de réglementation sur les bryophytes. La commission européenne a fixé pour les métaux (Règlement n°1881/2006) des teneurs maximales pour le cadmium, le plomb, et le mercure sur les denrées alimentaires. Ces limites sont fonction du type d'aliments. L'arrêté du

30 octobre 2013 fixent également pour l'arsenic, le cadmium, le plomb, le mercure des teneurs maximales pour les produits destinés aux aliments pour animaux. Ces limites sont également fonction des aliments.

Le dispositif BRAMM

Le dispositif BRAMM (Biosurveillance des Retombées Atmosphériques Métalliques par les Mousse) est la participation française au programme européen de suivi des métaux dans les mousses. La France a participé aux 4 campagnes européennes, en 1996, 2000, 2006 et 2011. Les données 2011 ne sont pas encore disponibles. Ce dispositif BRAMM permet d'obtenir une représentation des dépôts atmosphériques sur l'ensemble du territoire dans des mousses principalement collectées en milieu forestier afin de de comparer les dépôts français avec les dépôts européens et de surveiller sur le long terme l'évolution des retombées atmosphériques métalliques depuis 1996. Il a pour vocation également de caractériser les sources de contamination en distinguant les pollutions locales et les contaminations transfrontalières.

2.2. Les résultats :

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude expérimentale ont été comparés aux statistiques obtenues pour la campagne 2006 du dispositif BRAMM. Les résultats de la campagne ont été comparés à la médiane du dispositif BRAMM ainsi qu'aux données de Franche-Comté. En effet, celle-ci présente une médiane élevée et atypique pour de nombreux éléments en particulier l'aluminium, le fer…

Une comparaison a également été effectuée à partir des concentrations observées sur un site industriel (fonderie) situé à l'extérieur du Parc Régional du Haut Jura mais implanté en Franche Comté. Sur ce site industriel, les prélèvements ont été effectués en juillet 2017 sur une espèce de mousses différentes.

Aluminium (Al)

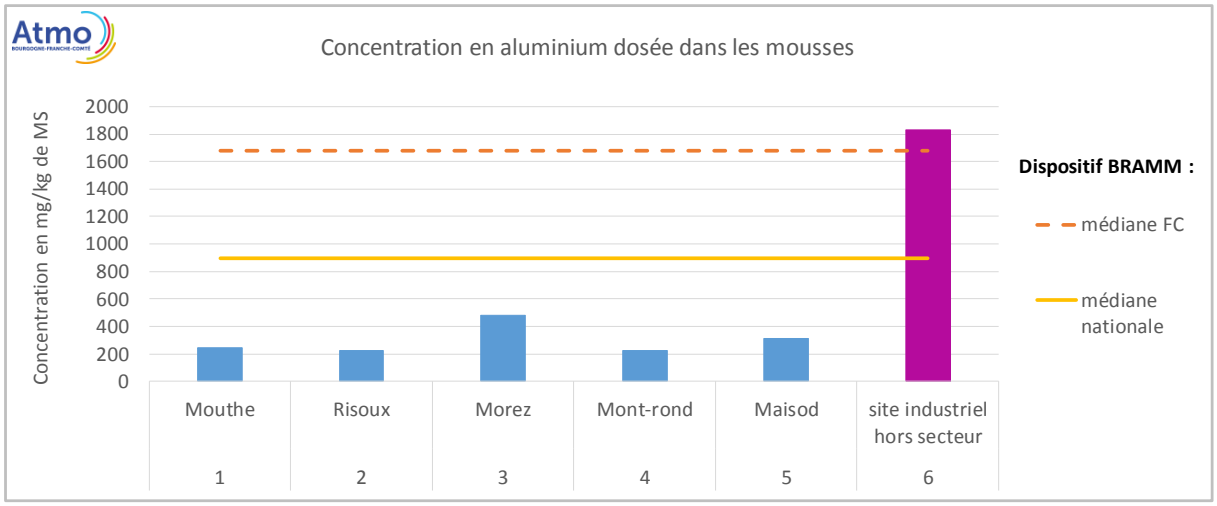


Figure 2 : *Distribution des concentrations en aluminium (Al) dans le PNRHJ*

Les niveaux observés dans le parc du Haut Jura sont nettement inférieurs au niveau observé sur le site industriel hors secteur. Le niveau maximal en aluminium est observé sur le site de Morez. Ces niveaux plus élevés peuvent être mis en relation avec localisation de ce site, en périphérie d'une petite ville industrielle et d'une station d'épuration. Les niveaux les plus faibles sont observés dans la forêt du Risoux et sur le site d'altitude du Mont-Rond.

Les niveaux observés en aluminium sur les différents sites de prélèvement du parc sont nettement inférieurs à la médiane franc-comtoise et nationale, fournies par le réseau BRAMM.

En France, l'ex région Franche-Comté présente une médiane élevée et nettement supérieure à la médiane nationale. Selon le dispositif BRAMM, ces fortes teneurs observées en Franche Comté, s'expliquent plutôt par un climat plus sec et plus continental favorisant ainsi la réémission et le réenvol des métaux naturellement présents dans le sol. En général, lorsque ces niveaux sont corrélés avec des niveaux élevés sur d'autres éléments métalliques dits « terrigènes », tels que le fer, chrome et nickel alors cela confirme que les particules minérales du sol constituent la source prépondérante de ces métaux.

Chrome

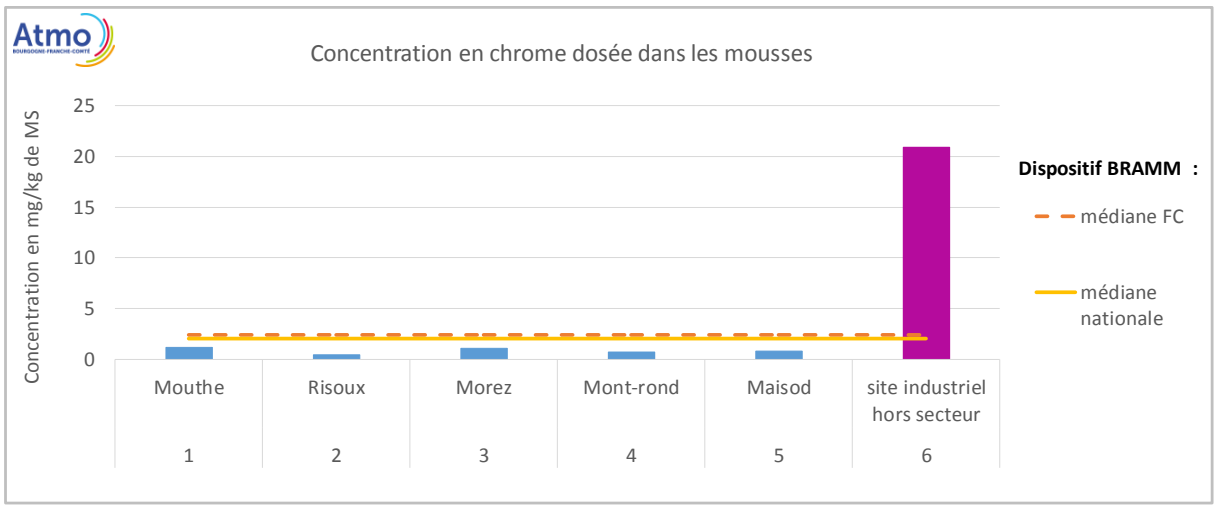


Figure 3 : *Distribution des concentrations en chrome (Cr) dans le PNRHJ*

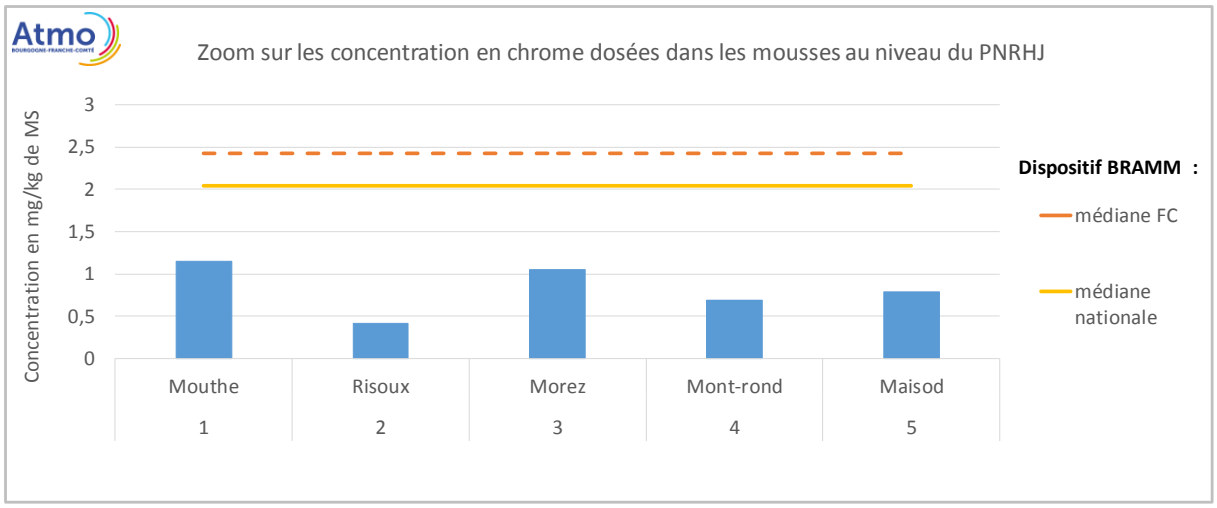


Figure 4 : *Zoom sur les concentrations en chrome (Cr) dans le PNRHJ*

Les niveaux observés dans le parc du Haut Jura sont très nettement inférieurs au niveau observé sur le site industriel hors secteur. Le niveau maximal en chrome est observé sur le site de Mouthe. Il est comparable à celui du site de Morez. Ces observations sont à mettre en relation avec la localisation de ces sites, en périphéries de zones urbaine. Les niveaux les plus faibles sont observés en forêt sur le site du Risoux.

Comme pour l'aluminium les niveaux restent en dessous de la médiane nationale et franc-comtoise.

Fer

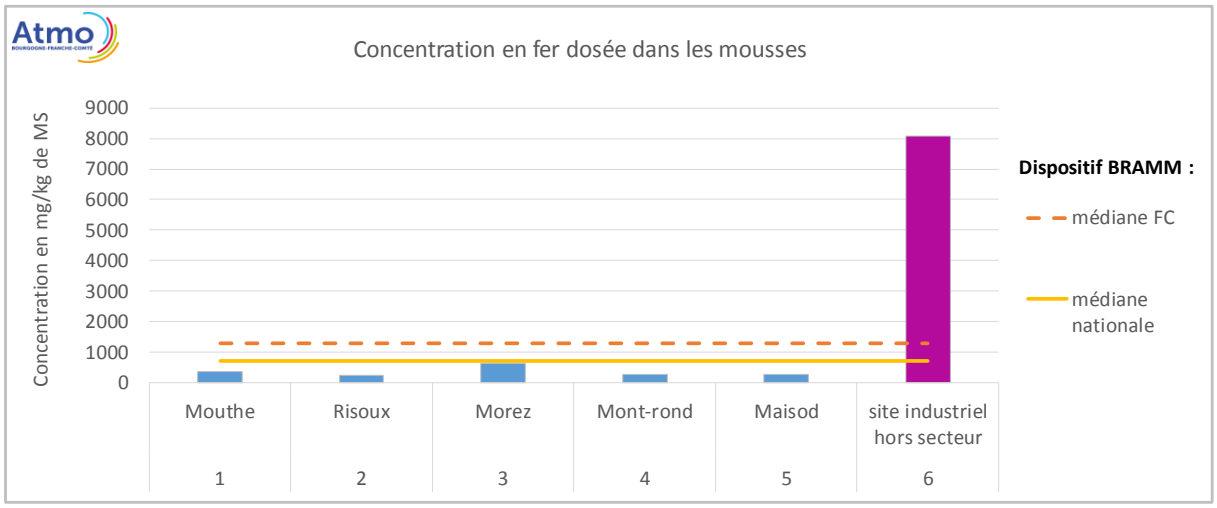


Figure 5 : *Distribution des concentrations en fer (Fe) dans le PNRHJ*

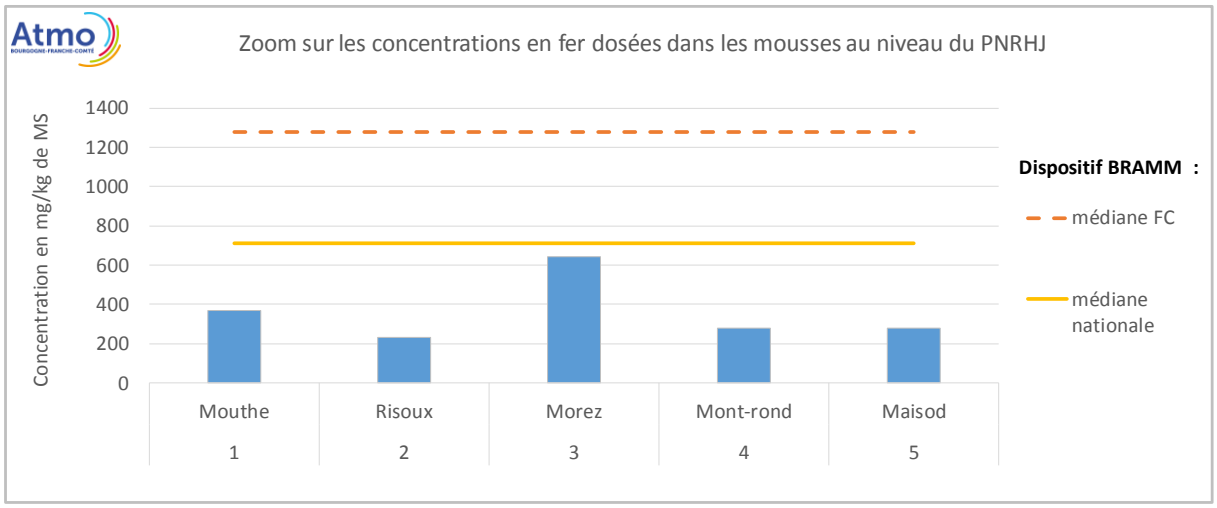


Figure 6 : *Zoom sur les concentrations en fer (Fe) dans le PNRHJ*

Les niveaux observés en fer sur les différents sites de prélèvement du parc sont nettement inférieurs à ceux observés sur le site industriel hors secteur ainsi qu'à la médiane franc-comtoise et nationale du dispositif BRAMM.

Encore une fois, le niveau le plus élevé est observé sur le site industriel de Morez. Il reste toutefois nettement inférieur à la médiane franc-comtoise. Le niveau le plus faible est observé dans la forêt du Risoux.

Zinc (Zn)

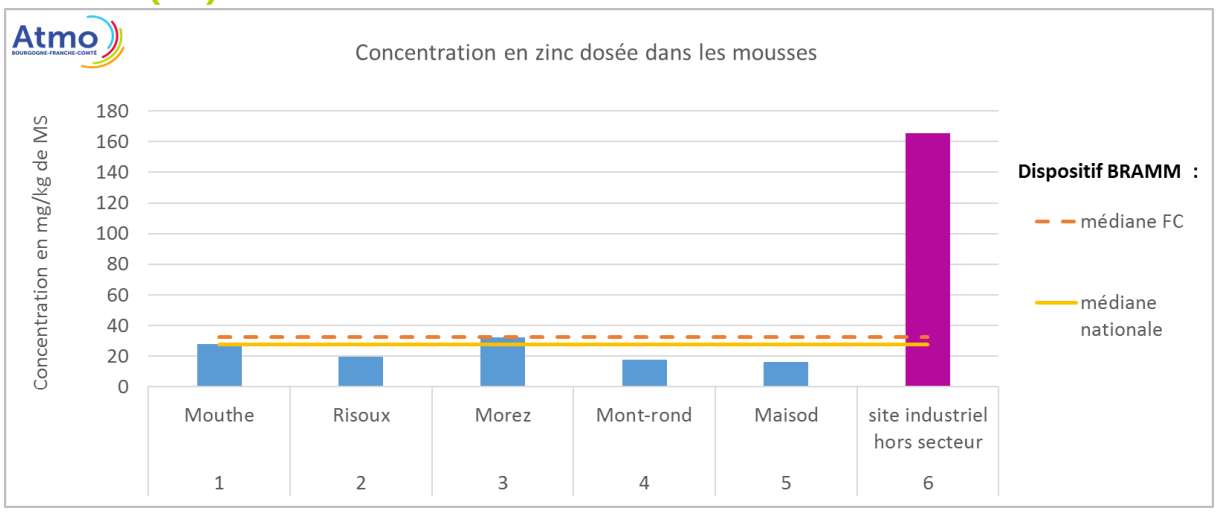


Figure 7 : *Distribution des concentrations en zinc (Zn) dans le PNRHJ*

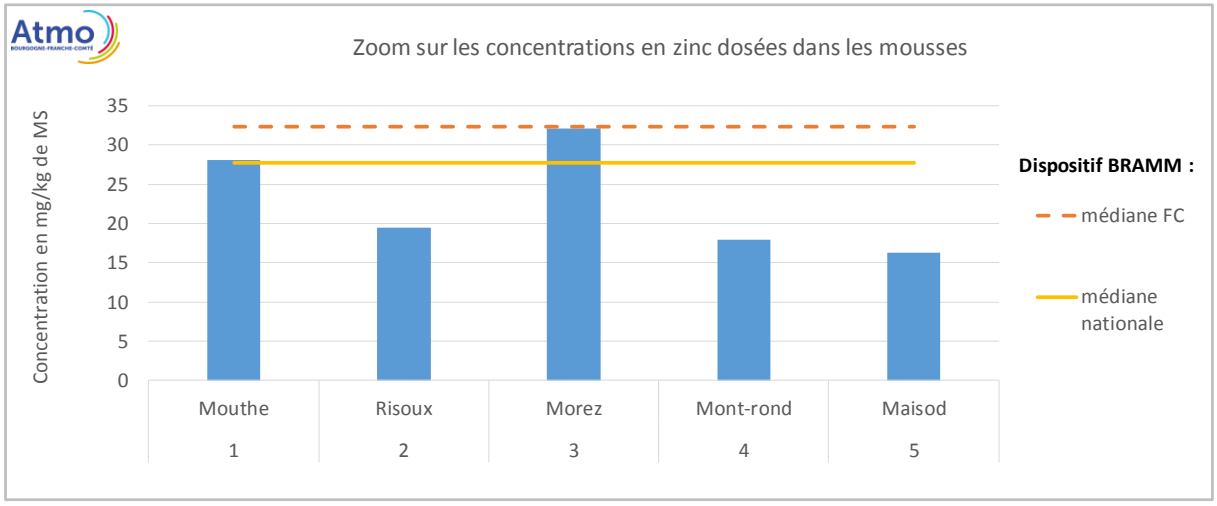


Figure 8 : *Zoom sur les concentrations en zinc (Zn) dans le PNRHJ*

Tous les sites présentent des concentrations en zinc inférieures au site industriel hors secteur et à la médiane franc comtoise. Les sites de Morez et Mouthe présentent les niveaux les plus élevés, supérieurs à la médiane nationale en lien avec la localisation de ces sites.

Les autres sites présentent des niveaux plus faibles. Le minimum est observé au niveau des pelouses sèches de Maisod.

Plomb (Pb)

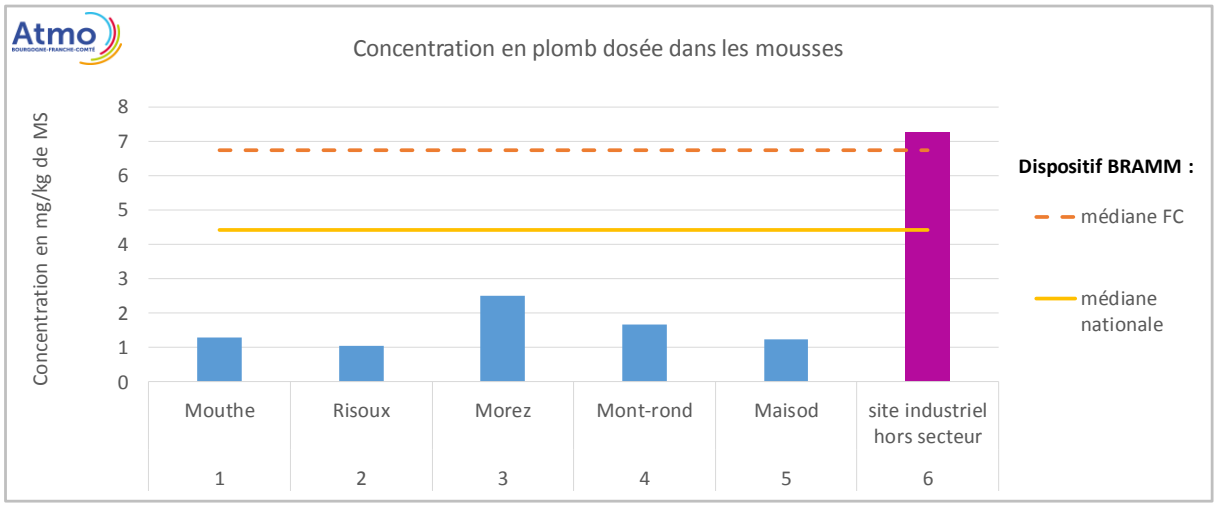


Figure 8 : *Distribution des concentrations en plomb (Pb) dans le PNRHJ*

Comme les autres éléments, les niveaux en plomb présentent un niveau inférieur à la médiane franc-comtoise et médiane ainsi qu'au site industriel hors secteur.

Le site de Morez présente le niveau le plus élevé, et le site de la forêt du Risoux le plus faible. Le deuxième niveau le plus élevé est observé au niveau du site de Mont-rond.

Arsenic (As)

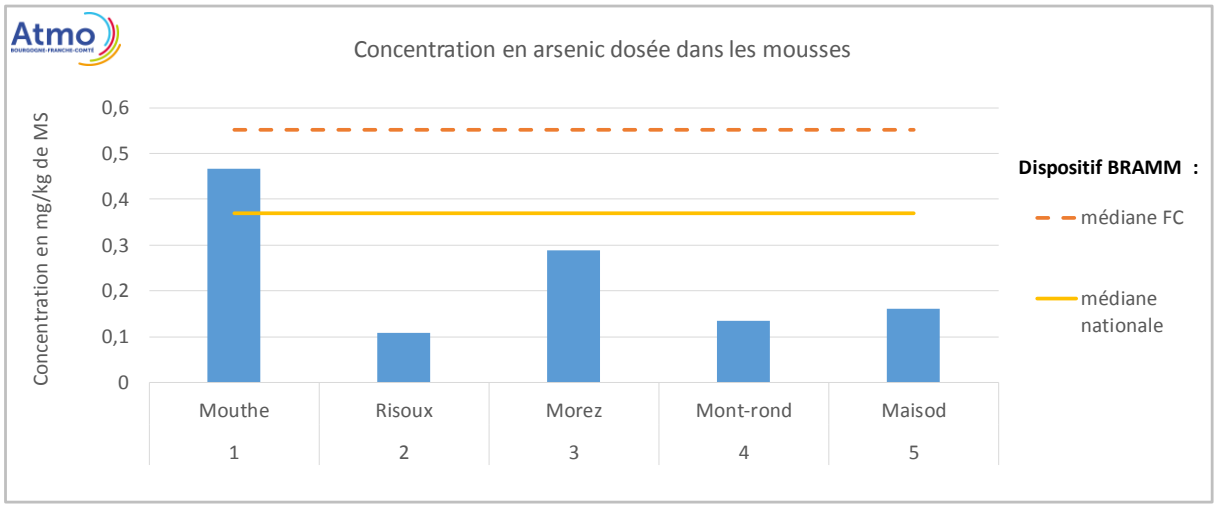


Figure 9 : *Distribution des concentrations en arsenic dans le PNRHJ*

Pour information, l'arsenic n'a pas été analysé sur le site industriel hors secteur.
Le site de Mouthe présente le niveau le plus élevé en arsenic. Sa concentration est supérieure à la médiane nationale mais reste toutefois inférieure à la médiane régionale.
L'arsenic est un oligo-élément essentiel mais peut être très nocif pour les organismes aquatiques, et un peu moins toxique pour les plantes et les animaux terrestres.
L'arsenic est un constituant de la croute terrestre. Les niveaux en Franche Comté, en Bourgogne et en Lorraine présentent des niveaux plus élevés que les autres régions françaises. Par ailleurs une augmentation significative des teneurs en arsenic a été observée entre 1996 et 2006 dans le cadre du dispositif BRAMM alors que les émissions ont diminué. Les émissions d'arsenic anthropiques proviennent majoritairement de la combustion du charbon, de la métallurgie et de l'incinération des déchets ménagers. L'utilisation d'insecticides et herbicides à base d'arsenic est interdite depuis 2001.

3. Conclusion

Cette étude expérimentale a pour but d'évaluer les dépôts atmosphériques métalliques au sein du Parc Naturel Régional du Haut jura. Elle permet non seulement de localiser les éventuelles sources importantes d'émission en métaux mais aussi de comparer les dépôts de la zone d'étude aux dépôts régionaux et nationaux.

Cinq sites de typologie différentes, et représentatives des différents écosystèmes du parc régional ont été prélevés. Six éléments traces métalliques ont été analysés (Aluminium, Chrome, Fer, Zinc, Arsenic, Plomb).

L'analyse des dépôts atmosphériques dans les mousses pour ces éléments au niveau du Parc Naturel Régional du Haut Jura sont faibles, et ne permettent pas de montrer l'existence de source d'émissions importantes de ces composés à proximité des sites prélevés.

Trois sites se démarquent toutefois par leurs niveaux, en lien avec leur typologie :

- le site industriel de Morez qui présente les niveaux les plus élevés pour la majorité des éléments traces métalliques analysés ;

- la tourbière de Mouthe, implantée en zone rurale et qui présente les niveaux les plus élevés en chrome et arsenic. Les fortes capacité d'absorption des tourbières peuvent peut-être expliquer ces niveaux plus importants ;

- la forêt du Risoux, qui présente les niveaux les plus bas pour la majorité des éléments traces métalliques.

Il serait intéressant de surveiller sur le long terme l'évolution des retombées atmosphériques métalliques en renouvelant cette campagne de prélèvement dans 4 ans, afin de connaitre l'évolution des sites.

Par ailleurs d'autres sites peuvent être également prélevés afin d'affiner le suivi des retombées atmosphériques et intensifier le maillage sur ce vaste territoire. Au vu des résultats observés, de nouveaux prélèvements en tourbière peuvent s'avérer pertinents.

Annexes

Coordonnées géographiques	typologie du milieu	Description
Commune : Mouthe Latitude : 46.705 Longitude : 6.209 Altitude : 937 mètres	tourbière alcaline	Situées au sud-est de la ville de Mouthe, les tourbières de la Moutat, font l'objet d'un plan de conservation de la dynamique naturelle des tourbières et des écosystèmes qu'elles abritent. Ces tourbières sont caractérisées par la présence de plusieurs stades évolutifs d'une tourbière : eau libre (le Doubs prenant sa source ici, il jaillit de la roche par un réseau souterrain avec un débit déjà important), bas-marais alcalin, tourbière bombée (haut-marais acide) et enfin stade de reboisement partiel (mégaphorbiaie, stade de dégradation). Elle est donc définie comme tourbière "mixte".
Commune : Bellefontaine Latitude : 46.545 Longitude : 6.094 Altitude : 1225 mètres	massif forestier d'altitude	Ce massif forestier est caractérisé par son abondante diversité de milieux (Hêtraies subalpines,Forêts mixtes de pentes et ravins, Pessières) . Il s'étend du nord-est du Haut-du-Bienne jusqu'à la frontière suisse, et du sud-est de Bellefontaine au nord-ouest de Bois-d'Amont sur une superficie de 4400 hectares. L'échantillonnage a été réalisé près du chalet des ministres (environ au centre de ce massif forestier). Ce site est classé Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type 1 et 2), Zone de Protection Spéciale (ZPS : directive oiseaux) et Zone Spéciale de Conservation (ZSC : directive habitat).
Commune : Morez Latitude : 46.531 Longitude : 6.014 Altitude : 705 mètres	bord de rivière boisé	C'est au bord de la rivière la Bienne, qui traverse la commune de Morez du sud au nord, que le prélèvement a été effectué. Au nord-ouest de la ville, en face de la station d'épuration, un chemin pédestre traverse un milieu boisé propice au développement des mousses. C'est surtout sur les rochers affleurants et la base du tronc des arbres, que les mousses sont présentes. Morez étant une commune située dans une "cuvette" géologique, ce site semble indicateur de la composition de l'air sous l'influence de la commune. Il est à noter que la Bienne présente une problématique liée à la forte mortalité des poissons (et donc à un taux de pollution du cours d'eau supposé élevé).
Commune : Mijoux Latitude : 46.378 Longitude : 6.018 Altitude : 1527 mètres	sommet : petit Mont-Rond	Le petit Mont-Rond est un des sommets du domaine skiable du col de la Faucille (au-dessus de la commune de Mijoux au nord-ouest et de Gex au sud-est). L'herbe y est rase et les mousses peu développées sur pelouse, il a donc fallu prospecter sous les quelques bosquets d'arbres présents pour y trouver des mousses en quantité et en qualité (pas desséchées). La végétation dominante arborescente est constituée de pins à crochets et de sapins pectinés.
Commune : Coyron / Maisod Latitude : 46.501 Longitude : 5.695 Altitude : 527 mètres	prairies et pelouses bocagères de plateaux	Le plateau de Sapey fait partie d'un ensemble de milieux naturels remarquables (site N2000) appelé la Petite Montagne du Jura. Il est traversé par le lac de retenue de Vouglans. C'est sur la rive ouest du lac, entre les communes de Coyron et Maisod que le prélèvement a été effectué. On y trouve des milieux assez divers tel que, des pâturages, des prairies naturelles, des sous-bois et des landes. Le site est fortement bocagé et les sites propices au développement des mousses sont très nombreux.

FICHE TECHNIQUE

Grand public

BIO-SURVEILLANCE : MOUSSES TERRESTRES

PRINCIPE

Le principe de la bio-surveillance est d'avoir recours à des organismes vivants pour indiquer la présence de polluants dans l'environnement.

Bien que ces organismes ne permettens pas de connaître les concentrations précises des polluants de l'air, ils donnent toutefois des indications sur les impacts potentiels que ces polluants peuvent avoir sur l'environnement et la santé des êtres vivants.

POLLUANTS TRACÉS

- *Éléments traces métalliques (ETM)*
- *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HA P)*
- *Radionucléide radioisotopes (radon)*

LES MOUSSES TERRESTRES, BIO-INDICATEURS

La bio-surveillance de l'air a pour principe de constater chez un organisme vivant un effet/une réaction à la présence d'un contaminant atmosphérique. Les mousses sont de très bons sujets à de telles études car elles ne possèdent ni racine, ni système vasculaire, ni membrane protégeant ses organes ; elles accumulent donc en majeure partie les polluants de l'air dans leurs tissus. C'est pour cela qu'elles permettent de pratiquer l'un des 4 concepts de bio-surveillance : **la bio-accumulation**.

Bien que les mousses n'accumulent pas de manière égale ces polluants (en fonction de l'espèce, du contaminant/polluant, et des conditions environnementales et climatiques), toutes les espèces sont éligibles à une telle étude ; toutefois il convient de prélever une seule et unique espèce pour pouvoir pertinemment comparer les résultats.

RÉALISATION D'UNE CAMPAGNE « IN SITUS »

(méthode passive) autour d'un site dont l'impact est à évaluer

Cette méthode utilise des mousses autochtones, c'est-à-dire déjà présentes sur la zone d'étude, il convient donc de choisir avec soin un certain nombre de sites autours de la supposée source de pollution atmosphérique.

Il est évident que les retombées atmosphériques sont influencées par la direction des vents dominants, c'est pourquoi il convient de placer ces sites soit, le long d'un transect suivant ces vents. Mais aussi quelques sites dans les zones de moindres vents. Et enfin un site dit « témoin » qui fera office de référence pour déterminer une pollution de fond. Ce dernier site se doit d'être le plus possible à l'écart de toutes sources de pollutions atmosphérique pour être vraiment représentatif d'un niveau de pollution de fond.

La totalité des sites doit se trouver dans les mêmes conditions topographiques et météorologiques pour pouvoir les comparer.

© Atmo Bourgogne-Franche-Comté, 2017

Surveillance de la qualité de l'air en Bourgogne-Franche-Comté : **www.atmo-bfc.org**

FICHE TECHNIQUE

Grand public

AVANTAGES ET LIMITES D'UNE CAMPAGNE DE BIO-SURVEILLANCE

par les mousses « in situs »

AVANTAGES	LIMITES
La biologie des mousses fait de ces organismes des plantes vivaces, résistantes et ayant une très large zone de répartition (on en trouve partout !)	Difficile de reconnaitre et de distinguer les mousses les unes des autres sur le terrain. Exige un minimum de connaissances en bryologie.
Faible coût et courte durée de mise en œuvre de la campagne. (matériel peu onéreux, temps de détermination des sites et de récolte raisonnablement court)	Les mousses «in situs» peuvent avoir eu d'autres sources de pollution que celle ciblée. (confusion avec d'autres stress biotiques ou abiotiques)
Durée d'accumulation aussi longue que la vie de la plante.	Durée inconnue donc difficile de corréler avec la concentration accumulée.
Outils pédagogique de sensibilisation du public aux problèmes de pollutions atmosphériques	
Intégration de la pollution spatiale, mise en évidence d'un gradient de dispersion	
Technique opérationnelle même pour de faibles concentrations dans l'air	

Un réseau d'étude de bio-surveillance par bio-accumulation des mousses terrestres est suivis et mis en place par l'ADEME sur l'ensemble du territoire français. Ce réseau, nommé BRAMM (Bio-surveillance des Retombées Atmosphériques Métalliques par les Mousses), est en place depuis 1996. Les campagnes d'études suivent les instructions d'un document directeur, décrivant le protocole d'échantillonnage et la préparation d'échantillons de mousse "in situ" pour suivre la bioaccumulation de contaminants atmosphériques : la norme française AFNOR X 43-902 qui existe depuis 2008 et qui depuis 2014 a été porté au niveau Européen (NF EN 16414).

Surveillance de la qualité de l'air en Bourgogne-Franche-Comté : www.atmo-bfc.org

Annexes

FICHE POLLUANT

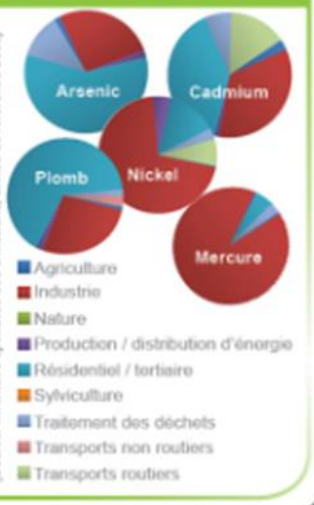
Experts

LES METAUX TOXIQUES PARTICULAIRES

Le terme « Métaux Toxiques Particulaires » (MTP) désigne les métaux présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement: plomb, mercure, arsenic, cadmium, nickel, zinc, manganèse…
Ces métaux sont généralement agrégés au niveau des particules, à l'exception du mercure, principalement gazeux.

SURVEILLANCE REGLEMENTEE		
As	valeur cible	6 ng/m³ en moyenne annuelle
Cd	valeur cible	5 ng/m³ en moyenne annuelle
Ni	valeur cible	20 ng/m³ en moyenne annuelle
Pb	valeur limite	0,5 µg/m³ en moyenne annuelle

Emissions en Franche-Comté



(Source: Inventaire spatialisé des émissions, année de référence 2008)

SOURCES

AIR AMBIANT

Dans le milieu naturel, certains métaux tels l'arsenic sont assez abondants dans la croûte terrestre, et en petites quantités dans la roche, le sol, l'eau et l'air. L'activité volcanique, les poussières d'érosion ou encore les feux de végétation contribuent à l'introduction des MTP dans l'atmosphère. Les sources liées à l'activité anthropique proviennent essentiellement du secteur industriel : fonderies, métallurgie, combustion des combustibles fossiles, incinération des déchets…

SOURCES

AIR INTERIEUR

Certains métaux tels le cadmium, le mercure, le plomb ou encore le chrome sont retrouvés dans la fumée de tabac.

EFFETS

SANTE

Même si des effets toxiques sont observables à court terme, l'action des métaux lourds sur la santé est le plus souvent lente et principalement liée à des phénomènes d'accumulation perturbant les équilibres et les mécanismes biologiques. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, cardio-vasculaires…
Le plomb est un toxique neurologique bien connu, responsable du saturnisme. Il peut entraîner chez l'enfant des troubles du développement cérébral. L'atteinte rénale causée par le cadmium peut être l'origine d'une décalcification osseuse, de douleurs et de fractures. Le nickel, bien que permettant d'éviter les anémies en fer, peut à forte dose provoquer des dysfonctionnements de la fonction thyroïdienne. L'arsenic, oligo-élément à petite dose, a longtemps été employé comme poison pour provoquer la mort.
Le nickel, l'arsenic et le cadmium sont classés cancérigènes.

EFFETS

ENVIRONNEMENT

Les métaux toxiques contaminent les sols et les aliments. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques. Certains lichens ou mousses sont couramment utilisés pour surveiller les métaux dans l'environnement et servent de «bio-indicateurs».

©ATMO Franche-Comté, 2013

Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES
AXMK001_MET_R1

Atmo Bourgogne-Franche-Comté - Besancon
Madame Karine LEFEVRE
15, rue Mégévand

25000 - BESANCON

Vos références : N° BC 2017/87 - 19/10/17 - Etude Bryophytes Parc Naturel du Haut Jura

Echantillon reçu le : 07/11/2017 Analyse effectuée le : 10-13-17-20/11/2017

Norme : Méthode interne MOp C-4/18

Technique : ICP_MS

- Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

- Date de prélévement des échantillons : 25/11/2017

Date	Description	Validé par
21/11/2017	Rapport final	Amélie LECLERCQ

Responsable d'analyse

cofrac ACCREDITATION N° 1-1151 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR ESSAIS

L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).
En C-10/33 - V8 - 21/06/17

MicroPolluants Technologie SA 1 sur 6 Pages AXMK001_MET_R1

Référence externe : Site n°1 - FC-mousse-mouthe - Tourbière mouthe
Référence interne : AXMK001

Poids frais (g)	1.4
Poids sec (g)	1.3
% Eau	7.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Al	247.3
Cr *	1.15
Fe	366.4
Zn	28.06
As *	0.466
Pb *	1.29
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Al	229.7
Cr *	1.07
Fe	340.4
Zn	26.07
As *	0.433
Pb *	1.2

Annexes

Référence externe : Site n°2 - FC-mousse-Risoux - massif forestier d'altitude
Référence interne : AXMK002

Poids frais (g)	4.3
Poids sec (g)	3.8
% Eau	11.6
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Al	224.3
Cr *	0.417
Fe	232.2
Zn	19.45
As *	0.109
Pb *	1.05
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Al	198.3
Cr *	0.369
Fe	205.3
Zn	17.19
As *	0.096
Pb *	0.928

Référence externe : Site n°4 - FC-mousse sommet: petit Mont-Rond
Référence interne : AXMK004

Poids frais (g)	6.0
Poids sec (g)	5.3
% Eau	11.7
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Al	223.5
Cr *	0.686
Fe	279.8
Zn	17.94
As *	0.135
Pb *	1.68
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Al	197.4
Cr *	0.606
Fe	247.1
Zn	15.84
As *	0.119
Pb *	1.48

Référence externe : Site n°3 - FC-mousse- - bord de rivière boisé Référence interne : AXMK003	
Poids frais (g)	4.8
Poids sec (g)	4.2
% Eau	12.5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Al	479.9
Cr *	1.05
Fe	640.9
Zn	32.11
As *	0.288
Pb *	2.51
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Al	419.9
Cr *	0.919
Fe	560.8
Zn	28.1
As *	0.252
Pb *	2.2

Référence externe : Site n°5 - FC-mousse-Maisod - prairies et pelouses bocagées de plateaux
Référence interne : AXMK005

Poids frais (g)	3.7
Poids sec (g)	3.3
% Eau	10.8
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Al	310.7
Cr *	0.784
Fe	277.8
Zn	16.33
As *	0.16
Pb *	1.23
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Al	277.1
Cr *	0.699
Fe	247.8
Zn	14.57
As *	0.143
Pb *	1.1

RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-bfc.org

Atmo Bourgogne-Franche-Comté

15 rue Mégevand, 25000 Besançon
Tél. : 03 81 25 06 60
Fax : 03 81 25 06 61
contact@atmo-bfc.org
www.atmo-bfc.org

Atmo
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ