



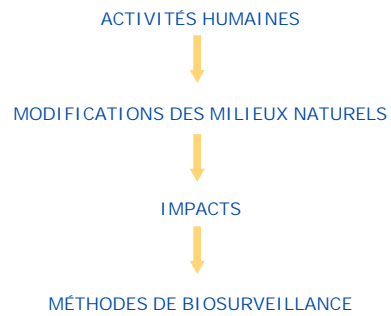
EVALUATION DES IMPACTS DES FONDANTS CHIMIQUES
(ou sels de déneigement ?)
SUR LA VÉGÉTATION RIVERAINE D'UNE INFRASTRUCTURE DE
TRANSPORTS (A39)

UTILISATION DE MÉTHODES DE BIOSURVEILLANCE.

Pierre-Marie BADOT & Nadia CRINI
Université de Franche-comté, Laboratoire de Biologie Environnementale
EA 3183 USC INRA

pierre-marie.badot@univ-fcomte.fr





Présentation générale des méthodes de biosurveillance

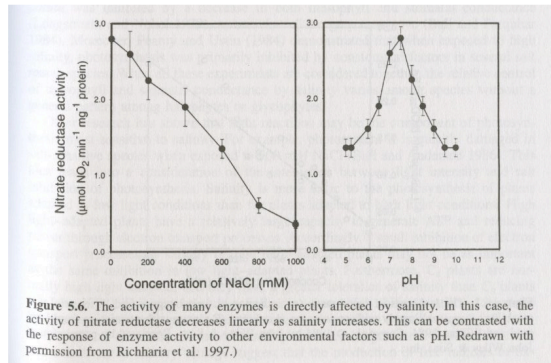


MÉTHODES DE BIOSURVEILLANCE :

le principe de la biosurveillance repose sur l'utilisation des réponses à différents niveaux d'organisation biologique (moléculaire, cellulaire, tissulaire, physiologique, morphologique, écologique) d'un organisme, d'un peuplement, d'une population ou d'une communauté dans le but de mettre en évidence des modifications environnementales et d'en prévoir l'évolution.



Un biomarqueur est un changement observable et/ou mesurable au niveau moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique qui révèle l'exposition présente ou passée d'un individu à au moins une substance chimique à caractère polluant



Le test d'écotoxicité permet de déterminer dans des conditions de milieu et dans un environnement donnés, la toxicité d'un échantillon (substance, sol, eau, effluent...) vis à vis d'une population homogène d'organismes. Les tests de toxicité sont le plus souvent normalisés sans avoir cependant de valeur réglementaire.

Un bioindicateur est un organisme qui, en réponse à un polluant, présente des effets observables au niveau de l'individu se traduisant par des altérations morphologiques, tissulaires ou physiologiques (croissance, développement, reproduction, etc.).

Bioindicateurs passifs, organismes sensibles, qui sont présents naturellement dans le site à surveiller

Bioindicateurs actifs qui sont des organismes connus pour leur sensibilité à un polluant donné, qui sont introduits volontairement dans les zones placées sous surveillance.

Alors qu'un bioindicateur est censé fournir une information qualitative sur l'état de l'environnement, de nombreux auteurs s'accordent à considérer qu'un biomonitor donne des informations d'ordre quantitatif.

Bio-indication de la pollution atmosphérique par l'ozone au moyen du tabac BEL W3.



Photo 1 ■ Aspect du kit de détection constitué d'un bac-réservoir d'eau (20 x 30 cm) sur lequel flottent les 2 boîtes de cultures insérées dans un bloc de polystyrène. Un ombrage protège les plantules de tabac.



Photo 2 ■ Chaque kit comprend 12 plantules de tabac BEL W3 (sensible à l'ozone) et 12 plantules de tabac BEL B (résistant à l'ozone). On peut observer les réactions spécifiques du tabac BEL W3 à l'ozone (gauche).



Bioindication végétale des sels. Bioindicateurs passifs

Espèces à feuilles persistantes



Lierre

Ronce



Espèces à feuilles caduques



Hêtre

Charme



Bioindicateurs actifs

Espèces à feuilles persistantes

Pin



Espèces à feuilles caduque

Chêne



Les symptômes macroscopiques liés à l'excès de sels

- diminution de la surface foliaire
- enroulement des feuilles
- dégradation des feuilles : jaunissement, brûlure, nécroses



Brunissement du marronnier (*Aesculus hippocastanum*)



TABLE 5.3 The Few Crops with a Relatively High Tolerance of Salinity

Common Name	Species	Salinity at 50% Reduction in Yield		Tolerance Rating
		dS m ⁻¹	mM	
<i>Crops</i>				
Barley	<i>Hordeum vulgare</i>	18	200	Tolerant
Cotton	<i>Gossypium hirsutum</i>	17		Tolerant
Sugar beet	<i>Beta vulgaris</i>	15		Moderately tolerant
Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i>	14		Moderately tolerant
Safflower	<i>Carthamus tinctorius</i>	14		Moderately tolerant
Wheat	<i>Triticum aestivum</i>	13	140	Moderately tolerant
Beet, red	<i>Beta vulgaris</i>	9.9		Moderately sensitive
Cowpea	<i>Vigna unguiculata</i>	8.9		Moderately sensitive
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	8.9		Moderately sensitive
Tomato	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	7.6		Moderately sensitive
Cabbage	<i>Brassica oleracea capitata</i>	7.0		Moderately sensitive
Corn	<i>Zea mays</i>	5.9	60	Moderately sensitive
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i>	5.2		Moderately sensitive
Onion	<i>Allium cepa</i>	4.3		Sensitive
Rice	<i>Oryza sativa</i>	3.6	40	Sensitive
Bean	<i>Phaseolus vulgaris</i>	3.6	40	Sensitive
<i>Native Species</i>				
Glasswort	<i>Salicornia bigelovii</i>		>720	Tolerant
Salt bush	<i>Atriplex canescens</i>		700	Tolerant
Salt grass	<i>Distichlis palmeri</i>		600	Tolerant
Salt bush	<i>Atriplex canescens</i> sp. <i>canescens</i>		350	Tolerant
Beetle grass	<i>Diplanthe fasca</i>		313	Tolerant

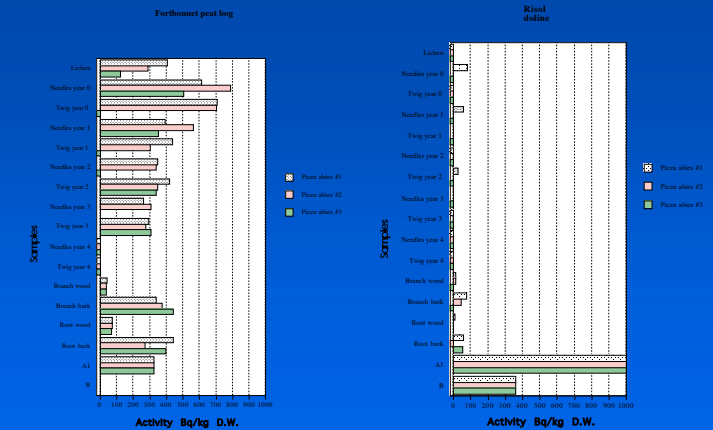
Source: Crops list is modified from Maas 1987; native plants list is from Glenn et al. 1997, with permission.



Lorsqu'une substance chimique est présente dans le milieu, la bioaccumulation correspond à la pénétration de cette substance chimique dans un organisme où à son accumulation en surface (ex. : parties aériennes des végétaux, cuticule, écorce), même si la substance n'a aucun rôle métabolique ou si elle est toxique.

La bioaccumulation des contaminants (absorption et stockage dans les organismes) et leur biomagnification (augmentation des concentrations dans les chaînes trophiques) sont deux processus biologiques complexes et variables selon les espèces, les milieux et les substances chimiques considérés.

Role majeur de la BIODISPONIBILITE dans les transferts milieux - organismes : Exemple de transferts sol-arbre de Cs 137.



La mesure de la simple contamination physico-chimique du milieu ne renseigne pas toujours sur les transferts aux organismes et ne rend pas compte des risques encourus



Mesurer une variable biologique en surveillance environnementale répond aux objectifs suivants :

- identifier, caractériser c'est-à-dire quantifier les effets des substances chimiques dans l'environnement
- accéder à des paramètres biologiquement et écologiquement représentatifs des impacts des polluants chimiques
- intégrer dans le temps et l'espace ces impacts c'est-à-dire prendre en compte les effets de pollutions aiguës ou chroniques
- évaluer la bio-disponibilité réelle des substances chimiques
- prendre en compte les effets de mélanges complexes de polluants
- éviter la multiplication d'analyses physico-chimiques élémentaires nécessairement onéreuses et le plus souvent hors d'atteinte en terme de faisabilité ou de coût
- évaluer de manière globale l'état écologique du milieu

...



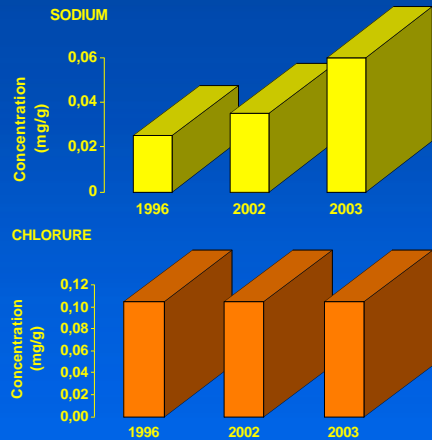
Evaluation des impacts des sels de déneigement par des méthodes de biosurveillance.

Résultats obtenus dans le cadre de l'Observatoire de l'environnement d'A39

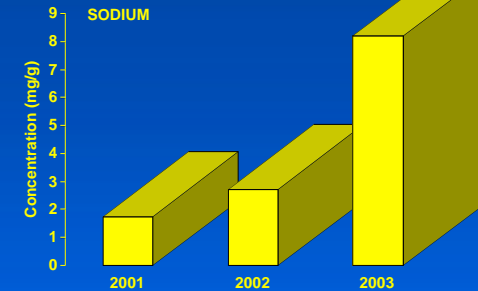
Les sols

Légère accumulation de sodium

Risque à long terme :
perte de structure
Constance de la concentration en chlorure



La solution du sol



Augmentation progressive de la concentration

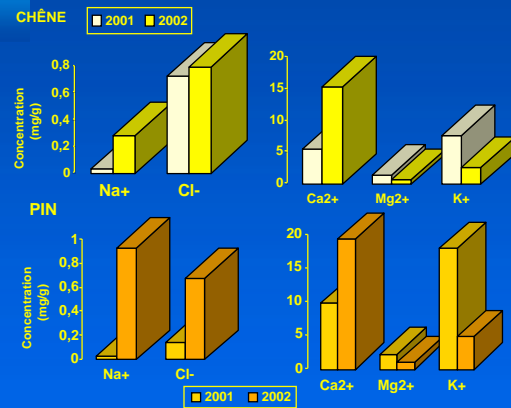
→ Lessivage des sols

Risque : prélèvement d'eau par la plante difficile : assèchement, déshydratation physiologique

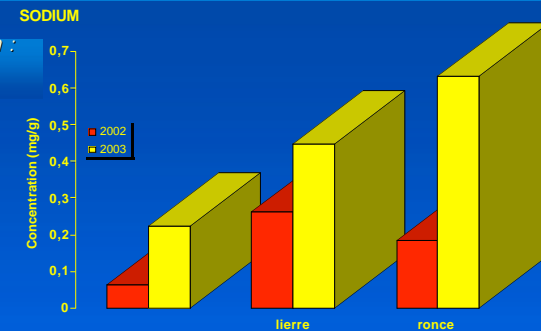
La végétation : plantes sensibles

Dysfonctionnement de la nutrition minérale :
Augmentation des teneurs en sodium, chlorure et calcium

Diminution des teneurs en magnésium et potassium



La végétation : plantes non sensibles



Fluctuation des teneurs en Na et Cl entre 1996 et 2003

Flash 2002-2003 : Forte augmentation [Na] : épandage important sels

Espèces feuillage persistant les plus contaminées



Au niveau de la solution du sol, l'augmentation globale de la charge en ions (principalement en ions sodium et calcium)

Augmentation de la pression osmotique de cette solution

Réduction de la différence de potentiel hydrique sol - végétal

Prélèvement d'eau par la plante rendu plus difficile

Diminution de sa teneur en eau,
(constatée entre 2002 et 2003 pour le hêtre, le charme, le lierre ou la ronce,
ou dès 2001 chez le chêne ou le pin)

Adaptation des végétaux à ces conditions salines, mais croissance et développement affectés, dessèchement partiel ou total des feuilles.



Augmentation des teneurs en ion sodium, conjointe à celles des teneurs en ion calcium, à partir d'un certain seuil

Inhibition ou limitation de l'absorption d'autres éléments essentiels à la plante (Na^+ et Ca^{2+} entrent en compétition avec K^+ et Mg^{2+})
= carences minérales

Faible développement des racines de la plante

Réduction du développement de l'appareil aérien



difficultés sylvicoles ou agronomiques surviennent ponctuellement dans des zones soumises à des retombées importantes d'embruns salés

contre-mesures

utiliser de la tourbe, qui favoriserait les échanges hydriques et gazeux entre le sol salé et la végétation, et qui permettrait, grâce à son acidité, de maintenir un pH proche de la neutralité

incorporer aux sols des engrais potassiques, à la fin de l'hiver, pour remédier aux effets néfastes du sodium et permettre aux végétaux de retrouver un parfait équilibre nutritionnel.



Intérêts des méthodes de biosurveillance dans le cas des infrastructures routières

- Elles apportent des informations biologiques réalistes et renseignent ainsi de manière pertinente et intégrée sur les impacts réels sur l'environnement.
- Il s'agit de méthodes dont la mise en œuvre in situ est en général rapide, simple et peu onéreuse, avec un faible coût d'investissement, une faible infrastructure et une certaine facilité d'entretien et de suivi.
- Il est possible de densifier à relativement faible coût les réseaux de mesure et ainsi d'apporter des informations souvent essentielles sur la variabilité spatiale des phénomènes étudiés, pouvant déboucher sur une cartographie. Il est ainsi possible d'accéder à une véritable hiérarchisation des risques le long d'une infrastructure de transport.
- Il est possible de détecter les effets de polluants "nouveaux" ou accidentels non pris en compte par les réseaux de surveillance classiques (biovigilance).