

## Macroinvertébrés et bioindication

### Historique :

Les macroinvertébrés ont été utilisés dès le début de la moitié du 20<sup>e</sup> siècle pour évaluer la qualité de l'eau. Les études consistaient à observer, en fonction du degré de pollution organique, la prolifération ou la diminution d'espèces indicatrices comme les crevettes d'eau douce (gammare) ou les escargots. Cette approche s'est ensuite raffinée de manière à mieux tenir compte des communautés de macroinvertébrés, en observant le nombre d'espèces (diversité) et les espèces présentes (composition), puis en comparant des sites perturbés (sites d'essai) avec des sites de référence, ces derniers étant peu ou pas perturbés par les activités humaines, dans le but d'établir des critères d'évaluation biologique. Ils ont été utilisés dès les années 1960 pour évaluer la qualité biologique d'un cours d'eau.

**Définition :** *Les macroinvertébrés benthiques sont des organismes qui vivent dans le fond d'un cours d'eau ou qui ne s'en éloignent que de peu durant la majeure partie de leur vie. Dépourvus de colonne vertébrale, ils sont visibles à l'œil nu. On retrouve dans cette catégorie les larves d'insectes aquatiques, quelques insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers. Les principaux ordres d'insectes aquatiques appartenant à cette catégorie d'organismes sont les suivants : Éphémères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (Gagnon et Pedneau, 2006).*

### Importance de l'étude des macroinvertébrés

Les macroinvertébrés benthiques sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques. Ils intègrent les effets cumulatifs et synergiques des perturbations physiques, biologiques et chimiques des cours d'eau, ce qui permet d'évaluer les répercussions réelles de la pollution et de l'altération des habitats aquatiques et riverains sur les écosystèmes. En effet, le suivi des macroinvertébrés benthiques est utile pour :

- Évaluer l'état de santé des écosystèmes aquatiques;
- Suivre l'évolution de l'état de santé d'un cours d'eau au fil du temps;
- Évaluer et vérifier l'impact d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème;
- Évaluer les effets des efforts de restauration (des habitats et de la qualité de l'eau);
- Documenter la biodiversité du benthos dans les cours d'eau.

### Caractéristiques des macro-invertébrés

Petits animaux vivant au fond de la rivière (sur et dans les sédiments) : larves d'insectes, mollusques, crustacés, etc. Ils sont à l'origine de divers indices biologiques et permettent d'évaluer la qualité biologique des cours d'eau.

Ils sont utilisés dans les études écotoxicologiques car :

- 1. Ils sont représentatifs du milieu, d'ailleurs ils colonisent un grand nombre d'habitats et de microhabitats.
- 2. Ils sont caractérisés par la présence d'espèces potentielles aux fortes capacités indicatrices. Ils ont des exigences écologiques variées et une grande diversité physiologique et comme les sources de contamination sont multiples ce qui leur confère des sensibilités différentes aux toxiques.
- 3. Ils occupent plusieurs niveaux trophiques et ont un rôle fonctionnel important au sein de l'écosystème.
- 4. Ce sont des organismes sédentaires ils ne peuvent pas échapper aux polluants
- 5. Ils ont un cycle de vie relativement long (un à trois ans dans les eaux des régions tempérées de l'hémisphère Nord), qui permet l'intégration, avec le temps, des agents de stress environnementaux et de leurs effets cumulatifs.
- 6. Ils sont abondants, ils présentent une grande variété avec au moins 150 familles, 700 genres et 4400 espèces et relativement faciles à collecter, faciles à attraper ainsi qu'à identifier et leur manipulation est aisée. De plus, leur prélèvement a peu d'impact négatif sur le biote en place.
- 7. Ils sont des espèces à forte valeur patrimoniale (pertinence),
- 8. les macroinvertébrés sont utilisés de façon courante dans plusieurs pays et par la plus part des agences de la qualité de l'eau (existence d'une base de données), ce qui permet de transposer et d'adapter des protocoles expérimentaux.

### **Facteurs d'influence**

1. Les macroinvertébrés benthiques sont tous poïkilothermes très dépendants de la température de leur milieu de vie car elle conditionne leur cycle biologique (développement des œufs, croissance des larves, métabolisme).
2. Les macroinvertébrés benthiques sont, sensibles à la teneur en oxygène des eaux (L'anoxie des eaux, la trophée du milieu et la granulométrie des substrats sont aussi des facteurs importants notamment pour leur taille et abondance
3. La vitesse de courant est aussi déterminante car elle conditionne le transport des nutriments, le renouvellement de l'oxygène et la dérive d'une partie de la nourriture et des invertébrés eux-mêmes.
4. En effet, de nombreux paramètres physico-chimiques tel que La turbidité, la transparence de l'eau, la quantité totale de solides dissous, et la profondeur de l'eau ont un important

impact sur l'occurrence, l'abondance ainsi que la distribution des communautés de macroinvertébrés.

5. Le type, la composition ainsi que la taille des plantes émergentes se trouvant dans les points d'eau sont d'importants paramètres influençant le développement et la croissance des communautés de macroinvertébrés
6. Les solides en suspension (TDS)
7. Les sédiments qui se déposent sur le fond
8. Enlever la végétation riveraine, et l'enlever des branches et des arbres tombés
9. La construction de barrières
10. L'augmentation des nutriments (eaux de ruissellement des pluies, ...)
11. Les effluents industriels (métaux lourds, pesticides, pollution organique...)

#### ***MI et bioindication (Les macro-invertébrés benthiques en tant que bioindicateurs)***

Les macro-invertébrés benthiques possèdent des sensibilités variables à différents stress comme la pollution ou la modification de l'habitat. Certains groupes de macro-invertébrés tels que les vers sont ainsi peu sensibles aux perturbations, ils sont dits «polluotolérants», contrairement à d'autres tels que les plécoptères dits «polluosensibles».

Des échelles de tolérance des macroinvertébrés benthiques (voir Tab 1) ont été établies selon leur sensibilité à la pollution aquatique.

Généralement les organismes les plus tolérants sont les oligochètes, les diptères (chironomes), les mollusques bivalves et les amphipodes. Ces organismes possèdent la capacité de bioaccumuler les contaminants et d'en survivre. Les organismes les plus sensibles sont généralement les éphémères, plécoptères et trichoptères.

Polluosensible



\* Genre (famille - ordre)

Polluotolérant

Figure I : Variation de la sensibilités des macroinvertébrés

Tab 1 : Échelle de tolérance des grands groupes taxonomique

Échelle de tolérance	Groupes taxonomiques
SENSIBLE	Plécoptères
SENSIBLE	Éphéméroptères
SENSIBLE	Trichoptères
MOYEN	Crustacés (amphipodes, isopodes)
MOYEN	Mollusques (gastéropodes, bivalves)
MOYEN	Odonates (anisoptères, zygoptères)
MOYEN	Coléoptères
MOYEN	Hémiptères
MOYEN	Lépidoptères
MOYEN	Mégaloptères
MOYEN	Diptères (sauf chironomides)
TOLERANT	Diptères (chironomides)
TOLERANT	Annélides (oligochètes, sangsues)

Les macroinvertébrés peuvent également être utilisés pour évaluer la contamination par divers polluants tels que par des métaux. Toutefois, ce ne sont seulement que certaines espèces appartenant à certains groupes taxonomiques qui se trouvent affectés par ce type de contaminants, entre autres les Hydropsychidae, les Chironomidae, les Orthocladiinae, les Tanytarsini ainsi que la plupart des Éphéméroptères. De plus, les populations de macroinvertébrés terrestres peuvent également être de très bons **bioindicateurs** dans le cas de contaminations des sols par les **métaux lourds**, comme le **zinc**, le **plomb** et le **cadmium**.

Ensuite, les MIB sont grandement exposés aux hydrocarbures sédimentés et la composition des communautés est influencée par la pollution par les hydrocarbures. En effet, les crustacés, particulièrement les amphipodes et les copépodes, sont très sensibles aux hydrocarbures, tandis que les polychètes et les nématodes sont beaucoup plus résistants.

### Évaluation de la qualité de l'eau

Après le dénombrement des macroinvertébrés, notez le nombre de macroinvertébrés de chaque groupe récoltés.

Notez les deux groupes les plus nombreux « Groupes dominants ».

### Évaluation de la qualité de cours d'eau :

Avec les deux groupes de macroinvertébrés les plus abondants récoltés et identifiés, utilisez la table de la qualité de l'eau en fonction de l'échelle de tolérance des macroinvertébrés.

**Table indiquant la qualité de l'eau de la rivière en fonction de l'échelle de tolérance des macroinvertébrés.**

		GROUPE 1				
		Très tolérant	Tolérant	Moyen	Sensible	Très sensible
G R O U P E  2	Très tolérant	Dégradée	De dégradée à pauvre	Pauvre	Moyenne	De bonne à moyenne
	Tolérant	De dégradée à pauvre	Pauvre	Pauvre	De moyenne à bonne	Bonne
	Moyen	Pauvre	Pauvre	Moyenne	Bonne	Bonne
	Sensible	Moyenne	Moyenne	De moyenne à bonne	Bonne	Excellente

## **Principales espèces utilisées**

Les macroinvertébrés les plus couramment utilisés en tant que bio-indicateurs sont les insectes aquatiques (sous formes larvaires et parfois adultes), les mollusques, et les crustacés d'eau douce. Ils sont sélectionnés sur la base de leur sensibilité vis-à-vis les différents facteurs de stress.

### **Insectes**

Les éphéméroptères, plécoptères et les trichoptères sont reconnues comme de bons bio-indicateurs de l'eutrophisation des eaux courantes en raison de leur sensibilité à la raréfaction de l'oxygène.

Les coléoptères, les hémiptères, les lépidoptères, les mégaloptères et les diptères sont moyennement sensibles. De plus, les larves d'odonates sont utilisées comme bio-indicateurs de la salinité de l'eau puisqu'elles vivent presque exclusivement en eaux douces.

### **Crustacés**

Les Crustacés (Crustacea) sont un sous-embranchement des Arthropodes. Ils sont des animaux dont le corps est revêtu d'un exosquelette chitinoprotéique appelé exocuticule et souvent imprégné de carbonate de calcium. Ils sont donc des animaux aquatiques dotés de pattes articulées, d'une carapace rigide et d'un corps mou. Ils comprennent entre autres le crabe, l'écrevisse et crevette. L'Aselle aquatique vit dans les eaux douces stagnantes, ou à faible courant, qui sont riches en débris organiques. La prolifération de cette espèce constitue donc un indice de pollution organique. De plus, elle est sensible à la pollution par les nitrates et les pesticides, ainsi qu'à l'acidification et à la faible oxygénation des plans d'eau.

### **Mollusques**

Les mollusques bivalves, tels que les huîtres, les moules et les pétoncles, sont communément utilisés comme bio-indicateurs en raison d'un certains nombres de leurs caractéristiques :

1. Gastéropodes et les bivalves sont très répandus et abondants dans tous les écosystèmes marins et d'eau douce dans le monde entier. En outre, les gastéropodes peuvent également être trouvés dans presque tous les milieux terrestres.
2. La plupart des mollusques, des milieux aquatiques, présentent une large distribution.
3. De nombreux mollusques sont des espèces clés pour le fonctionnement des hydrosystèmes.
4. La majorité des espèces de gastéropodes et bivalves présentent une mobilité extrêmement limitée ou sont complètement sessiles.
5. Les mollusques présentent une variété de modes de reproduction, comme hermaphrodisme, la parthénogenèse.
6. La plupart des espèces de gastéropodes et bivalves utilisés à des fins de biosurveillance et bioindication sont relativement de grandes taille et donc facile à manipuler. Par conséquent, ils

peuvent être utilisés à la fois en conditions de laboratoire et de terrain, (biosurveillance active et passive).

7. En raison de l'absence d'un exosquelette, comme chez les arthropodes, les mollusques sont en contact direct avec le milieu ambiant (eau ou sol).
8. Comparaison avec d'autres groupes d'invertébrés comme les arthropodes et en particulier les vertébrés, les mollusques ne présentent qu'une faible capacité d'excrétion directe des polluants via leurs reins ou d'autres organes et tissus excréteurs et à métaboliser les produits chimiques organiques, et physiologiquement une faible aptitude à désactiver les métaux lourds toxiques. En conséquence, les mollusques atteignent les valeurs les plus élevées des facteurs de bioaccumulation ou de bioconcentration pour de nombreuses substances toxiques que les autres groupes systématiques.
9. Certaines espèces de mollusques présentent une sensibilité vis-à-vis les produits chimiques.
10. L'organisation interne, en particulier la structure morphologique et histologique des différents organes et tissus, et la physiologie des espèces de gastéropodes et bivalves les plus abondantes utilisées pour la biosurveillance sont bien caractérisés.
11. Par conséquent, les effets biologiques du stress de l'environnement en général et de l'exposition aux contaminants en particulier sont mesurables à différents niveaux de l'organisation biologique (à partir de molécules aux communautés).

## Annélides

Les oligochètes, qui se définissent comme des vers annelés aquatiques et peu mobiles sont largement utilisés dans la bioindication. L'indice oligochète de bio-indication des sédiments (IOBS) permet d'évaluer la contamination des sédiments fins ou sableux, permanents et stables, par les micropolluants organiques et minéraux. Cet indice permet d'évaluer la capacité des sédiments à minéraliser la matière organique présente dans les sédiments lacustres profonds. Les sangsues peuvent accumuler de fortes doses de contaminants organiques, ce qui en fait de bons bio-indicateurs de la contamination d'origine organique (Biphényles polychlorés, BPC).

## Groupes trophiques

---

Les macroinvertébrés benthiques ont un régime alimentaire très varié : bactéries, détritus, algues, micro-benthos et macro-benthos. On peut classer les macroinvertébrés benthiques selon 5 groupes trophiques :

- Les **Filtreurs** (bivalves, ostracodes, chironomes...) : filtrent de fines particules en suspension dans l'eau.
- Les **Prédateurs** (nématodes, oligochètes, odonates, hémiptères, trichoptères...) : se nourrissent de zooplancton (cladocères, copépodes) ou d'autres macroinvertébrés benthiques.
- Les **Détritivores** (nématodes, oligochètes, éphémères, trichoptères, chironomes...) : se nourrissent de détritus, de cadavres et de matières organiques dissoutes.



- Les **Herbivores** (éphémères, coléoptères, chironomes, gastéropodes...) : se nourrissent principalement de macrophytes et d'algues.
- Les **Omnivores** (éphémères, coléoptères, chironomes, gastéropodes...) : se nourrissent à la fois de débris végétaux et de débris animaux.

Dans les lacs, les décomposeurs sont dominants lorsqu'il y a beaucoup de plantes aquatiques (macrophytes) car c'est une source importante de matière organique.