




















## GUIDE DE RÉFÉRENCE DES VARIABLES ET INDICES DES COMMUNAUTÉS DE MACROINVERTÉBRÉS BENTHIQUES





	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
<b>Mesure de l'abondance</b>	<p style="text-align: center;"><b>Richesse totale</b></p>  <p style="text-align: center;">Vue microscopique d'une variété de taxons Photo RCBA d'ECCC</p>	<p>Nombre total de taxons uniques identifiés au niveau taxonomique choisi (ordre, famille, genre ou espèce).</p> <p>La richesse d'un cours d'eau peut être appauvrie par la modification des régimes d'écoulement, la disparition de l'habitat, l'introduction de produits chimiques, la perturbation des cycles de l'énergie et l'invasion de taxons exotiques.</p>	<p>On observe habituellement une diminution des taxons intolérants et une augmentation des taxons tolérants.</p> <div style="text-align: center; color: #f4a460;">  </div>
<b>Mesure de l'abondance</b>	<p style="text-align: center;"><b>Taxons éphéméroptères</b></p>  <p style="text-align: center;">Éphémère <i>Heptageniidae</i>, crédit photo : <a href="#">Bibliothèque d'images de la Society for Freshwater Science</a> leclair001, sous licence <a href="#">CC BY-NC-SA 2.0</a></p>	<p>Les Éphéméroptères forment un ordre d'insectes communément appelés éphémères. L'abondance est calculée en dénombrant les taxons éphéméroptères uniques de cet ordre au niveau taxonomique choisi (famille, genre ou espèce).</p> <p>Un grand nombre de ces insectes adultes de courte longévité apparaissent généralement à la fin du printemps ou au début de l'été, d'où le nom commun « éphémère ». Au stade aquatique, elles se nourrissent de matières organiques, comme les algues et les feuilles mortes, et constituent une importante source de nourriture, tout comme les adultes, pour les poissons et d'autres prédateurs aquatiques. Au stade larvaire, elles sont sensibles à la pollution.</p>	<p>L'abondance des taxons éphéméroptères devrait diminuer en présence de perturbations.</p> <div style="text-align: center; color: #4a7ebb;">  </div>





	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Mesure de l'abondance	<p><b>Taxons plécoptères</b></p>  <p>Plécoptère, <i>Baumanella sp.</i>, crédit photo : <a href="#">Bibliothèque d'images de la Society for Freshwater Science</a> buchwalter001, sous licence <a href="#">CC BY-NC-SA 2.0</a></p>	<p>Les Plécoptères forment un ordre d'insectes communément appelés perles. L'abondance des Plécoptères est calculée en dénombrant les taxons uniques de cet ordre au niveau taxonomique choisi (famille, genre ou espèce).</p> <p>Les nymphes, que l'on trouve dans les cours d'eau froids et non pollués, s'attaquent à d'autres invertébrés aquatiques et consomment de la matière végétale.</p>	<p>L'abondance des taxons plécoptères devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 
Mesure de l'abondance	<p><b>Taxons trichoptères</b></p>  <p>Hydroptilidés, photo du RCBA d'ECCC</p>	<p>Les Trichoptères forment un ordre d'insectes communément appelés phryganes. L'abondance de Trichoptères est calculée en dénombrant les taxons uniques de cet ordre au niveau taxonomique choisi (famille, genre ou espèce).</p> <p>Les larves aquatiques, sensibles à la pollution, utilisent de la soie pour fabriquer une enveloppe protectrice qu'elles renforcent à l'aide d'éléments comme du sable, du gravier et des matières végétales. Les stratégies d'alimentation varient d'une espèce à l'autre.</p>	<p>L'abondance de taxons trichoptères devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 
Mesure de l'abondance	<p><b>Taxons diptères</b></p>  <p>Diptère, <i>Tipula abdominalis</i>, crédit photo : Andrew Hoffman, sous licence <a href="#">CC BY-NC-ND 2.0</a></p>	<p>Les Diptères forment un ordre d'insectes communément appelé mouches. L'abondance de Diptères est calculée en dénombrant les taxons uniques de cet ordre au niveau taxonomique choisi (famille, genre ou espèce).</p> <p>Les mouches forment un groupe important et diversifié d'insectes et sont généralement plus tolérantes à la pollution; une grande abondance de Diptères peut indiquer un problème de qualité de l'eau.</p>	<p>L'abondance de taxons diptères devrait augmenter en présence de perturbations.</p> 


	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Mesure de l'abondance	<p><b>Taxons odonates</b></p>  <p>Odonate, <i>Ophiogomphus sp.</i>, photo du RCBA d'ECCC</p>	<p>Les Odonates forment un ordre d'insectes composé de demoiselles et de libellules. L'abondance d'Odonates est calculée en dénombrant les taxons uniques de cet ordre au niveau taxonomique choisi (famille, genre ou espèce).</p> <p>On trouve habituellement les Odonates dans les eaux stagnantes ou les cours d'eau à débit lent. Ce sont des prédateurs, et leur sensibilité à la pollution varie selon les familles présentes.</p>	<p>L'abondance de taxons odonates devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 
Mesure de l'abondance	<p><b>Taxons coléoptères</b></p>  <p>Coléoptère, <i>Oreodytes scitulus</i> adulte, photo du RCBA d'ECCC</p>	<p>Les Coléoptères forment un ordre d'insectes communément appelés scarabées, dont bon nombre sont aquatiques ou semi-aquatiques. L'abondance de Coléoptères est calculée en dénombrant les taxons uniques de cet ordre au niveau taxonomique choisi (famille, genre ou espèce).</p> <p>Les Coléoptères sont très mobiles et répandus dans tous les milieux d'eau douce. Ils sont généralement considérés comme sensibles à la pollution.</p>	<p>L'abondance de taxons coléoptères devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 
Mesure de l'abondance	<p><b>Taxons chironomidés (au niveau du genre seulement)</b></p>  <p><i>Chironomus sp.</i> (Chironomidés), crédit photo : B. Schoenmakers sur waarneming.nl, une source d'observations en nature aux Pays-Bas, sous licence <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/">CC BY 3.0</a></p>	<p>Les Chironomidés forment une famille de l'ordre des diptères communément appelé moucheron. L'abondance de Chironomidés est calculée en dénombrant les taxons uniques de cette famille au niveau du genre seulement.</p> <p>La famille des Chironomidés est souvent la plus abondante dans tout environnement d'eau douce. Elle tolère généralement la pollution, bien que certaines espèces y soient plus ou moins sensibles.</p>	<p>L'abondance de taxons chironomidés peut augmenter ou diminuer en présence de perturbations.</p> 

	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Mesure de l'abondance	Équitabilité	<p>L'équitabilité est un indice de l'abondance relative de divers taxons.</p> <p><b>Indice d'équitabilité de Simpson</b></p> $E = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2} \right) / S$ <p style="text-align: right;">selon</p> $P_i = x_i / \sum_{i=1}^S x_i$ <p>Où : <math>P_i = x_i / \sum(x_i)</math> et <math>x_i</math> = abondance d'espèces.</p> <p><b>Indice d'équitabilité de Pielou</b></p> $j = \frac{H'}{\ln S}$ <p>Où : <math>S</math> = nombre total d'espèces et <math>\ln S</math> = logarithme naturel de l'abondance totale en taxons.</p>	<p>L'équitabilité des communautés est un indicateur de la bonne qualité de l'eau. L'équitabilité devrait diminuer en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;"></p>




	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Mesure de l'abondance	Diversité	<p><b>Indice de diversité de Shannon-Weiner</b></p> $H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ <p>Où : S = nombre total d'espèces, et P<sub>i</sub> = proportion de S composée de i<sup>e</sup> espèces (c.-à-d. n<sub>i</sub>/N).</p> <p>L'indice de diversité de Shannon-Weiner représente la proportion de différentes espèces dans une population. Des valeurs plus élevées indiquent que les individus sont présents en proportions semblables d'une espèce à l'autre, tandis que des valeurs plus faibles indiquent une répartition moins égale des individus entre les espèces.</p> <p><b>Indice de diversité de Simpson</b></p> $D = 1 - \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$ <p>Où : S = nombre total de taxons dans l'échantillon; n<sub>i</sub> = nombre de i<sup>e</sup> taxons; N = nombre total de taxons.</p> <p>La diversité de Simpson est un indice utilisé pour mesurer le nombre de taxons présents ainsi que l'abondance relative des individus de chaque taxon. À mesure que l'abondance et la diversité des taxons augmentent, l'indice de diversité de Simpson augmente aussi.</p>	<p>La diversité des communautés est un indicateur de la bonne qualité de l'eau. Les indices de diversité devraient diminuer en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;"></p>
Nombre d'individus	Abondance totale	<p>Somme de tous les organismes présents au niveau taxonomique choisi.</p> <p>L'abondance totale est estimée en fonction du dénombrement extrapolé du sous-échantillon à partir d'un échantillonnage fait à l'aide du filet troubleau pendant 3 minutes. Elle est normalisée selon l'effort d'échantillonnage et la zone.</p>	<p>L'abondance peut augmenter ou diminuer en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;"></p>





	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Nombre d'individus	Pourcentage d'Éphéméroptères, de Plécoptères et de Trichoptères (% EPT)	$\left( \frac{\Sigma \text{individus EPT}}{\Sigma \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Ces trois ordres ont une faible tolérance à la pollution de l'eau; un nombre élevé de taxons EPT indique généralement une bonne qualité de l'eau. L'absence de l'un des trois groupes d'EPT sur un site est importante, car ils sont généralement les plus sensibles à la perturbation de l'habitat.</p>	<p>Le pourcentage d'EPT devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 
Nombre d'individus	Pourcentage (%) d'Éphéméroptères	$\left( \frac{\Sigma \text{individus Ephemeroptera}}{\Sigma \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les Éphéméroptères forment un ordre d'insectes communément appelés éphémères, en raison du grand nombre d'adultes de courte longévité qui apparaissent à la fin du printemps ou au début de l'été.</p> <p>Les nymphes se nourrissent de matières organiques, comme les algues, et constituent une importante source de nourriture, tout comme les adultes, pour les poissons et d'autres prédateurs aquatiques. Au stade larvaire, elles sont sensibles à la pollution.</p>	<p>Le pourcentage d'Éphéméroptères devrait diminuer en réponse aux perturbations.</p> 
Nombre d'individus	Pourcentage (%) de Plécoptères	$\left( \frac{\Sigma \text{individus Plecoptera}}{\Sigma \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les Plécoptères forment un ordre d'insectes communément appelés perles. Les nymphes, que l'on trouve dans les cours d'eau froids et non pollués, s'attaquent à d'autres invertébrés aquatiques et consomment de la matière végétale.</p>	<p>Le pourcentage de Plécoptères devrait diminuer en réponse aux perturbations.</p> 
Nombre d'individus	Pourcentage (%) de Trichoptères	$\left( \frac{\Sigma \text{individus Trichoptera}}{\Sigma \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les Trichoptères forment un ordre d'insectes communément appelés phryganes. Les larves aquatiques, sensibles à la pollution, utilisent de la soie pour fabriquer une enveloppe protectrice qu'elles renforcent à l'aide d'éléments comme du sable, du gravier et des matières végétales. Les stratégies d'alimentation varient d'une espèce à l'autre.</p>	<p>Le pourcentage de Trichoptères devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 




	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Nombre d'individus	Nombre d'EPT/Chironomidés + EPT	$\left( \frac{\Sigma \text{individus EPT}}{\Sigma \text{individus Chironomidae} + \Sigma \text{individus EPT}} \right) * 100$ <p>Le rapport entre l'abondance des ordres EPT, sensibles à la pollution, et de la famille des Chironomidés, généralement tolérants, est une mesure de la tolérance à la pollution. Un nombre bas et proche de 0 indique une mauvaise qualité de l'eau.</p>	<p>Le rapport EPT/nombre de Chironomidés devrait diminuer à mesure que les perturbations augmentent.</p> 
Nombre d'individus	Pourcentage (%) de Trichoptères appartenant aux <i>Hydropsychidae</i>	$\left( \frac{\Sigma \text{individus Hydropsychidae}}{\Sigma \text{individus Trichoptera}} \right) * 100$ <p>Les <i>Hydropsychidae</i> forment une famille de l'ordre des Trichoptères qui est généralement plus tolérante que les autres familles de l'ordre. Une forte proportion de taxons <i>Hydropsychidae</i> peut indiquer une mauvaise qualité de l'eau.</p>	<p>Le pourcentage de Trichoptères <i>Hydropsychidae</i> devrait augmenter en présence de perturbations.</p> 
Nombre d'individus	Pourcentage (%) d'Éphéméroptères appartenant aux <i>Baetidae</i>	$\left( \frac{\Sigma \text{individus Baetidae}}{\Sigma \text{individus Ephemeroptera}} \right) * 100$ <p>Les <i>Baetidae</i> forment une famille de l'ordre des Éphéméroptères qui est généralement plus tolérante que les autres familles de l'ordre. Une forte proportion de <i>Baetidae</i> peut indiquer une mauvaise qualité de l'eau.</p>	<p>Le pourcentage d'Éphéméroptères appartenant aux <i>Baetidae</i> devrait augmenter en présence de perturbations.</p> 
Nombre d'individus	Pourcentage (%) de Chironomidés	$\left( \frac{\Sigma \text{individus Chironomidae}}{\Sigma \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les Chironomidés sont souvent la famille la plus abondante dans tout environnement d'eau douce. Ils tolèrent généralement la pollution, mais cette tolérance varie selon l'espèce.</p>	<p>Le pourcentage de Chironomidés peut augmenter ou diminuer en présence de perturbations.</p> 



	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Nombre d'individus	Pourcentage (%) de Coléoptères	$\left( \frac{\sum \text{individus Coleoptera}}{\sum \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les Coléoptères forment un ordre d'insectes communément appelés scarabées, dont bon nombre sont aquatiques ou semi-aquatiques. Les Coléoptères sont généralement considérés comme sensibles à la pollution.</p>	<p>Le pourcentage de Coléoptères devrait diminuer en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
Nombre d'individus	Pourcentage (%) d'Odonates	$\left( \frac{\sum \text{individus Odonata}}{\sum \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les Odonates forment un ordre d'insectes composé de demoiselles et de libellules. Les nymphes vivent sous l'eau et s'attaquent à d'autres insectes aquatiques.</p>	<p>Le pourcentage de taxons odonates devrait généralement diminuer en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
Nombre d'individus	Pourcentage (%) de la tribu des Tanytarsini 	$\left( \frac{\sum \text{individus Tanytarsini}}{\sum \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les Tanytarsini forment une tribu de larves de moucheron que l'on trouve dans les ruisseaux et les rivières et qui est un groupe bien représenté dans les eaux douces. Un nombre élevé de ces taxons de courte longévité indique un écoulement intermittent ou une sédimentation.</p>	<p>Le pourcentage de Tanytarsini devrait augmenter en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;">↑</p>

Tanytarsini, *Tanytarsus sp.*, photo du RCBA d'ECCC

	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Nombre d'individus	<b>Pourcentage (%) de Diptères + non-insectes</b>	$\left( \frac{\sum \text{individus Diptera} + \sum \text{individus non insectes}}{\sum \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les taxons diptères et non-insectes représentent bon nombre des taxons tolérants à la pollution que l'on trouve dans les communautés benthiques. La mesure correspond à tout individu de l'ordre des Diptères, en plus de tout organisme de l'ordre non mentionné ci-dessous :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Collemboles</li> <li>- Éphéméroptères</li> <li>- Odonates</li> <li>- Plécoptères</li> <li>- Hétéroptères</li> <li>- Mégaloptères</li> <li>- Neuroptères</li> <li>- Trichoptères</li> <li>- Lépidoptères</li> <li>- Coléoptères</li> </ul>	<p>Le pourcentage de Diptères et d'individus non-insectes devrait augmenter en présence de perturbations.</p> 
Nombre d'individus	<b>Pourcentage (%) de taxons dominants</b> (% des deux principaux taxons dominants; % des cinq taxons dominants)	$\left( \frac{\sum \text{individus des taxons dominants}}{\sum \text{tous les individus}} \right)$ <p>Les taxons dominants sont ceux qui comptent le plus grand nombre d'individus dans un échantillon. Un site peut présenter un problème de qualité de l'eau lorsqu'une grande proportion d'un échantillon est composée de quelques taxons. Les taxons opportunistes qui peuvent tolérer un plus large éventail de types d'habitats peuvent dominer la communauté, remplaçant d'autres taxons ayant des habitats ou des besoins alimentaires particuliers.</p>	<p>Les pourcentages des cinq principales espèces dominantes et des deux principales espèces dominantes dans la communauté devraient augmenter en présence de perturbations.</p> 
Mesure du groupe fonctionnel	<b>Pourcentage (%) de cueilleurs</b>	$\left( \frac{\sum \text{individus cueilleurs}}{\sum \text{tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les cueilleurs sont des organismes qui se nourrissent principalement de matières organiques fines déposées dans l'eau.</p>	<p>La proportion de cueilleurs d'un site devrait augmenter en présence de perturbations.</p> 

	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Mesure du groupe fonctionnel	Pourcentage (%) de prédateurs	$\left( \frac{\Sigma \text{ individus prédateurs}}{\Sigma \text{ tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les prédateurs sont des organismes qui se nourrissent principalement d'autres organismes présents dans leur environnement.</p>	<p>La proportion de prédateurs d'un site devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 
Mesure du groupe fonctionnel	Pourcentage (%) de filtreurs	$\left( \frac{\Sigma \text{ individus filtreurs}}{\Sigma \text{ tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les filtreurs sont des organismes qui recueillent des matières organiques fines flottantes dans la colonne d'eau.</p>	<p>La proportion de filtreurs d'un site devrait augmenter en présence de perturbations.</p> 
Mesure du groupe fonctionnel	Pourcentage (%) de racleurs	$\left( \frac{\Sigma \text{ individus racleurs}}{\Sigma \text{ tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les racleurs sont des organismes brouteurs qui consomment des algues provenant de matières se trouvant dans l'eau.</p>	<p>La proportion de racleurs d'un site devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 
Mesure du groupe fonctionnel	Pourcentage (%) de décheteteurs	$\left( \frac{\Sigma \text{ individus décheteteurs}}{\Sigma \text{ tous les individus}} \right) * 100$ <p>Les décheteteurs sont des organismes qui se nourrissent de feuilles mortes et de matières organiques particulières grossières.</p>	<p>La proportion de décheteteurs d'un site devrait diminuer en présence de perturbations.</p> 

	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
Mesure du groupe fonctionnel	<b>Nombre d'accrocheurs</b>	<p>Nombre de taxons uniques de l'échantillon qui s'agrippent aux surfaces rocheuses.</p> <p>Ces organismes sont physiquement adaptés pour s'agripper au substrat dans l'eau courante et vivent généralement dans les interstices entre les roches et les galets sur le lit des cours d'eau. Le nombre d'espèces de ce groupe devrait diminuer lorsque des sédiments fins remplissent ces microhabitats. Les accrocheurs les plus courants sont notamment ceux des familles <i>Simuliidae</i> (mouches noires), <i>Ephemerellidae</i> (éphémères) et <i>Perlodidae</i> (perles).</p>	<p>Le nombre de taxons de ce groupe devrait diminuer en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;"></p>
Indicateur biotique	<b>Taxons de grande longévité</b>	<p>Nombre de taxons uniques qui ont besoin de plus d'un an pour terminer leur cycle de vie.</p> <p>Ces taxons, qui comprennent des groupes comme <i>Perlidae</i> (perles) et <i>Megaloptera</i>, ont été exposés aux conditions de l'eau sur une plus longue période et sont utiles pour se renseigner sur les conditions passées et actuelles de la qualité de l'eau.</p>	<p>Le nombre de taxons de grande longévité devrait diminuer en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;"></p>
Indicateur biotique	<b>Taxons intolérants</b>	<p>Nombre de taxons uniques considérés comme intolérants à la pollution.</p> <p>Ces taxons sont les plus sensibles aux perturbations causées par la pollution organique selon l'indice biotique de Hilsenhoff. Les valeurs sont également propres au secteur géographique et régional pour lequel elles sont élaborées. Les valeurs de tolérance peuvent être déterminées au niveau de la famille ou du genre.</p>	<p>Le nombre de taxons intolérants devrait diminuer à mesure que les perturbations augmentent.</p> <p style="text-align: center;"></p>

	Variable ou indice	Calcul et description	Réaction aux perturbations
<b>Indicateur biotique</b>	<b>Pourcentage (%) d'individus tolérants</b>	<p>Proportion d'individus tolérants dans l'échantillon.</p> <p>Les taxons tolérants peuvent mieux résister à la mauvaise qualité de l'eau et aux perturbations causées par la pollution organique, selon l'indice biotique de Hilsenhoff. Les valeurs sont également propres au secteur géographique et régional pour lequel elles sont élaborées. Les valeurs de tolérance peuvent être déterminées au niveau de la famille ou du genre.</p>	<p>Le pourcentage d'individus tolérants devrait augmenter en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;"></p>
<b>Indicateur biotique</b>	<b>Indice biotique de Hilsenhoff</b>	<p>Cet indice utilise les valeurs de tolérance de chaque taxon et l'abondance de ces taxons.</p> $HBI = \frac{\sum_{i=1}^s n_i t_i}{N}$ <p>Où : n = nombre d'individus de i<sup>e</sup> espèces, t = valeur de tolérance de i<sup>e</sup> espèces et N = nombre total d'individus.</p> <p>Les valeurs de tolérance sont principalement fondées sur les réponses aux polluants organiques. Les taxons sensibles ont des valeurs faibles, et les espèces tolérantes, des valeurs élevées. Cet indice produira une valeur entre 0 et 10, où 0 indique une excellente qualité de l'eau et 10, une très mauvaise qualité de l'eau.</p>	<p>La valeur de l'indice Hilsenhoff devrait augmenter en présence de perturbations.</p> <p style="text-align: center;"></p>