

## > INDICATEURS BIOLOGIQUES

### Avertissement

Ces fiches ont été réalisées dans le cadre d'un travail collaboratif conduit au démarrage du projet Nature4Cities. Elles ont été rédigées par des participants issus de différents pays européens. Dans un souci d'applicabilité à toute l'Europe certaines notions ont été généralisées. Il faut donc les considérer comme un cadre d'information à transposer et approfondir pour une application au contexte français. D'autres ressources techniques sont disponibles sur le [NBS Explorer](#) dans la rubrique "pour aller plus loin" de chaque SFN

## // Description générale et caractérisation de l'entité de la SfN

### I.1 Définition et différentes variantes existantes

#### Définition

Les indicateurs biologiques sont des outils opérationnels basés sur l'utilisation d'espèces sentinelles. Les indicateurs biologiques peuvent être des cellules, des processus biochimiques, des organismes vivants ou une communauté d'organismes différents. Les indicateurs biologiques donnent des informations pour la surveillance et l'évaluation de la qualité biologique et écologique ou la pollution de différents environnements (air, masses d'eau et sols).

#### Différentes variantes existantes

Même si le principe est exactement le même pour les indicateurs biologiques, nous pouvons diviser cette famille de SfN en trois catégories, en fonction de l'environnement que l'indicateur biologique évalue (air, eau, sol) :

#### => Air

Des communautés d'organismes (par exemple, les lichens) sont utilisées pour évaluer de façon intégrée des pollutions ciblées ou une indication globale de la qualité de l'air.



Lichen *Flavoparmelia caperata* © J.L. Farou



Lichen *Xanthoria parietina* a NOx marker © J.L. Farou



Exemple de carte d'isopollution par « ammoniac »  
© J.L. Farou

### => Eau

Pour les masses d'eau (rivière, eaux stagnantes), les indicateurs biologiques sont basés sur des communautés d'organismes vivants comme les invertébrés, les poissons, les plantes aquatiques et les macrophytes. Des communautés peuvent être évaluées individuellement (ex : invertébrés) ou regroupées dans un indicateur global et adéquat.

Exemples : I2M2 (Indice Invertébrés Multi-métrique), IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière)



© Aquabio-J.C. Labat



© Aquabio-J.C. Labat

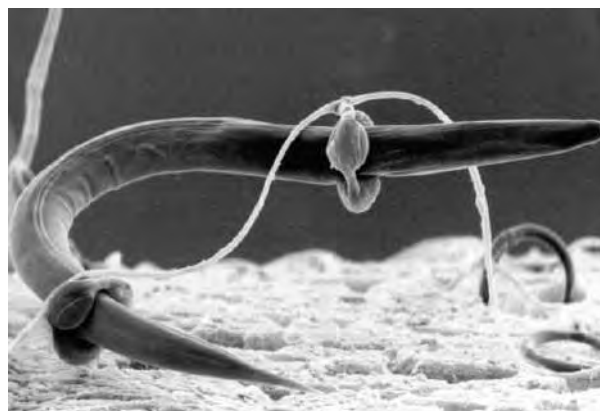
### => Sols

Ils évaluent (1) la qualité écologique et biologique des sols et/ou (2) les transferts et les effets des contaminants sur des chaînes trophiques terrestres.

Exemples : lombrics, communautés de nématodes, communautés de plantes, escargots, Omega 3 (indicateur biologique lipidique).



Escargots exposés dans une zone de friche



Nématode © dans l'atlas européen de la biodiversité des sols



Lombric © dans l'atlas européen de la biodiversité des sols

## I.2 Enjeux urbains principaux et secondaires associés + impacts

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Principaux enjeux et sous-enjeux ciblés par la SfN</b> | <p>02  Gestion et qualité de l'eau urbaine<br/>&gt;02-1 Gestion de l'eau urbaine</p> <p>03  Qualité de l'air<br/>&gt;03-1 Qualité de l'air à l'échelle du quartier/de la ville</p> <p>04  Biodiversité et espace urbain<br/>&gt; 04-2 Développement et régénération de l'espace urbain<br/>&gt; 04-3 Gestion de l'espace urbain</p> <p>05  Gestion des sols<br/>&gt; 05-1 Gestion et qualité des sols</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les indicateurs biologiques permettent de prendre une décision en termes de gestion de l'eau, de qualité de l'air et du sol</li> <li>- Ils permettent d'améliorer la gestion des espaces</li> </ul>   |
| <b>Co-bénéfices</b>                                       | <p>04  Biodiversité et espace urbain<br/>&gt; 04-1 Biodiversité</p> <p>07  Santé publique et bien-être<br/>&gt;07.3 Santé</p> <p>11  Économie verte<br/>&gt;11-2 Activités bio-économiques</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribution à l'augmentation des performances et des services de la SfN : eau pure, biodiversité</li> <li>- Contribution à l'évaluation et à la détection des cas de pollution</li> <li>- Mise à disposition de nouveaux marchés et emplois</li> </ul> |
| <b>Effets négatifs possibles</b>                          | Aucun effet négatif remarqué  |  |

## II/ Informations plus détaillées sur l'entité de la SfN

### II.1 Description et implication à différentes échelles spatiales

|  |  |
|--|--|
| <b>Échelle à laquelle la SfN est mise en œuvre</b> | Les indicateurs biologiques peuvent être utilisés à différentes échelles, d'un emplacement spécifique (une partie de la rivière, un étang, une parcelle d'un champ) à une cartographie territoriale (ville, métropole, bassin versant, territoire régional). |
| <b>Échelles affectées</b>                          | L'échelle affectée est l'échelle étudiée, d'un emplacement spécifique à un territoire plus vaste.  |

### II.2 Perspective temporelle (avec problèmes de gestion)

|   |  |
|---|--|
| <b>Temps estimé avant que la SfN ne prenne entièrement effet après sa mise en œuvre</b> | Pour des indicateurs biologiques opérationnels, de plusieurs jours à 5 à 6 semaines en fonction des organismes vivants, de la complexité de l'indicateur et de la nécessité ou non d'une interprétation à partir des données de champ collectées.  |
| <b>Durée de vie</b>   | Les informations données par un indicateur biologique illustrent un moment donné. La durée peut être plus courte. La validité de la mesure se termine dès que les conditions changent.<br>Néanmoins, une surveillance appropriée peut mettre en place des mesures régulières chaque année ou tous les 5 ou 10 ans en fonction des cas.   |
| <b>Développement durable et cycle de vie</b>  | Les indicateurs biologiques donnent des informations. Il ne s'agit pas d'objets. Leur mise en place nécessite peu d'intervention et n'a aucun impact sur l'environnement. Seulement des observations et/ou de très petits échantillons.<br>Le coût peut être un obstacle dans le cadre d'une mise en œuvre et d'une surveillance à long terme si les fonds sont limités.                   |
| <b>Aspects relatifs à la gestion (type d'interventions + intensité)</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observation ou échantillon par un expert ou un technicien (en fonction de la nécessité de reconnaître un organisme vivant sur le terrain ou non).</li> <li>- L'évaluation des experts pour la reconnaissance d'organismes vivants, l'interprétation, la récapitulation et la génération de rapports sur les résultats et les conseils.</li> </ul> |

## II.3 Intervenants impliqués/aspects sociaux

|   |  |
|---|--|
| <b>Intervenants impliqués dans le processus de décision</b> | - Les autorités publiques responsables des politiques environnementales et du contrôle<br>- Le responsable de l'emplacement ou du territoire à étudier (le pouvoir adjudicateur ou l'opérateur délégué)  |
| <b>Intervenants et réseaux techniques</b>                   | - Le responsable de l'emplacement ou du territoire à étudier (le pouvoir adjudicateur ou l'opérateur délégué)<br>- Experts en écologie, en organismes vivants, en indicateurs biologiques comme les prestataires de services, les entreprises<br>- Experts comme les scientifiques et les entreprises, en cas de recherche et de développement<br>- Les autorités publiques responsables des politiques environnementales et du contrôle |
| <b>Aspects sociaux</b>                                      | - Le niveau très élevé de l'évaluation des experts implique une communication et une gouvernance appropriées parmi les intervenants  |

## II.4 Conception/techniques/stratégie

|  |   |
|--|---|
| <b>Connaissances et savoir-faire impliqués</b> | - Niveau élevé de connaissances et d'évaluation experte dans les : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organismes vivants (reconnaissance et taxonomie)</li> <li>• Écologie et environnements spécifiques (aspects écologiques fonctionnels)</li> <li>• Interprétation et association des résultats à une réponse opérationnelle et pratique</li> </ul> - Capacité à expliquer, à simplifier, à résumer la méthodologie et les résultats<br>- Capacité à donner des conseils à partir des résultats et des données collectées<br>- Capacité à mettre à jour et à améliorer l'approche (choisir des indicateurs biologiques à jour car ils sont constamment en développement) |
| <b>Matériel impliqué</b>                       | - Matériel d'échantillonnage<br>- Matériel de laboratoire avec de nombreuses modalités différentes<br>- Ordinateur, logiciels et bases de données   |

## II.5 Aspects légaux associés

### => Air

Aucune réglementation n'exige l'utilisation d'indicateurs biologiques pour l'air. Il s'agit d'une approche volontaire. De plus, de nombreuses méthodologies d'indicateurs biologiques sont en cours de normalisation et d'évaluation ou étudiées par l'UE et de nombreux États.

### => Eau

|               | Rivières  |                |                | Lac (> 50 ha) |           |           |
|---------------|-----------|----------------|----------------|---------------|-----------|-----------|
|               | 2010-2015 | 2016-2021      | 2022-2027      | 2010-2015     | 2016-2021 | 2022-2027 |
| Phytoplancton |           |                |                | IPL           | IPLAC     | IPLAC     |
| Phytobenthos  | IBD2007   | IBD2007 révisé | IBD2007 révisé |               |           | IBD_PE    |
| Macrophytes   |           | IBMR DCE       | IBMR DCE       |               | IBML      | IBML      |
| Invertébrés   | IBGN      | IBGN           | I2M2           |               | IIL       | IMAIL     |
| Poissons      | IPR       | IPR            | IPR+           |               | ILL       | ILL       |

Indicateurs biologiques de population compatibles ou en cours d'évaluation pour la Directive-cadre sur l'eau. © Les cahiers de l'eau du réseau des CPIE, n°12 déc. 2015

Pour les lacs dont la surface est inférieure à 50 ha, des indicateurs existent et peuvent être utilisés de façon volontaire (non demandés dans la DCE).

### => Sols

Aucune réglementation n'exige l'utilisation d'indicateurs biologiques pour les sols. Il s'agit d'une approche volontaire. De plus, de nombreuses méthodologies d'indicateurs biologiques sont en cours de normalisation et d'évaluation ou étudiées par l'UE et de nombreux États.

## II.6 Aspects économiques et financiers

|  |   |
|--|---|
| <b>Gamme de coûts</b>  | La gamme de coûts est très vaste :<br>- d'une simple analyse d'échantillon (c.-à-d. indicateur biologique des communautés de nématodes du sol), environ 150 euros<br>- à une étude complète d'un territoire ou d'une cartographie associée à de nombreux échantillons, analyses et interprétations (c.-à-d. étude de la qualité de l'eau sur une partie de la rivière, carte de la qualité de l'air de la ville), des milliers d'euros. |
| <b>Origine du financement (public, privé, public/privé, autre)</b> | La plupart du temps, l'utilisateur doit payer le coût total. Les subventions sont rares et n'existent pas pour l'analyse de l'air et du sol.<br>Pour l'eau, les autorités publiques et les agences de l'eau (spécifiques à la France) peuvent accorder des subventions.<br>La recherche et le développement des outils d'indication biologique sont généralement accordés à l'échelle régionale, nationale et européenne.               |

## II.7 Associations possibles avec d'autres types de solutions (autres solutions écologiques ou conventionnelles)

- Association avec des analyses physiques et chimiques
- Cette SfN peut être associée à d'autres SfN (ou une solution classique associée) pour évaluer, surveiller et/ou contrôler leurs performances (plantes aquatiques, zones humides, restauration écologique, construction du sol...)

## III/ Éléments clés et comparaison avec des alternatives

### III.1 Facteurs de réussite et de limite

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Facteurs de réussite</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expertise et compétences spécifiques pour l'opérateur ou le prestataire de services</li> <li>- Disponibilités d'une référence d'interprétation de données</li> <li>- Robustesse et facilité d'utilisation de l'indicateur (comprendre et traduire les résultats en décisions/actes opérationnels)</li> <li>- Planification d'une action et évaluation sur plusieurs années pour la plupart des cas d'utilisation</li> </ul> |
| <b>Facteurs de limite</b>   | - Accepter de payer des études et des analyses un peu plus onéreuses que les analyses physicochimiques traditionnelles (pour un avantage plus grand)   |

### III.2 Comparaison avec des alternatives

|  |  |
|--|--|
| <b>Équivalent de solutions anciennes ou conventionnelles</b> | Aucune solution classique, sauf si on considère que les analyses physicochimiques traditionnelles sont des solutions classiques. Néanmoins, ce type d'analyse offre un cadre différent et plus restreint en termes d'informations et de services.  |
| <b>SfN similaire</b>   | Aucune NfS similaire. Néanmoins, les indicateurs biologiques sont associés à plusieurs NfS par leur capacité à évaluer les performances et l'état ou le niveau de la qualité écologique (air, eau, sol). Par exemple, les indicateurs biologiques permettent de surveiller l'état et les performances écologiques d'une zone humide pour purifier l'eau. |

## V/ Références

### IV.1 Références scientifiques et plus opérationnelles

- EUROPEAN COMMUNITIES, 2000. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.* 2000/60/EC, 72p.
- FELD *et al.*, 2010. *Indicators for biodiversity and ecosystem services: towards an improved framework for ecosystems*, *Biodivers Conserv* (2010) 19:2895–2919
- LABAT F., 2017. *A new method to estimate aquatic invertebrate diversity in French shallow lakes and ponds.* *Ecological Indicators*, 81, p. 401-408.
- PULLEMAN M. *et al.*, 2012. *Soil biodiversity, biological indicators and soil ecosystem services—an overview of European approaches*, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4: 529-538.
- Réseau des CPIE, 2015, *Les cahiers de l'eau du réseau des CPIE*, n°12 déc. 2015
- Reyjol Y., Spyratos V. & Basilico L., 2013. *Bioindication ioindioutils pour évaluer l'état écologique des milieux aquatiques Perspectives en vue du 2 e cycle DCE. Eaux de surface continentales.* , 58p.

### IV.2 Sources utilisées dans cette fiche de renseignements

- ADEME, 2012. *Bioindicateurs : des outils biologiques pour des sols durables. Fiches outils*, 17 p. <http://www.ademe.fr/bioindicateurs-outils-biologiques-sols-durables-fiches-outils> [visited the 15th of March 2018]
- ADEME, 2012. *Bioindicateurs : des outils biologiques pour des sols durables. Website.* <https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/ADEME-Bioindicateur/> [visited the 15th of March 2018]
- LESCUYER Thibault, 2017. *Bioindicateurs. Des outils sentinelle pour la qualité de l'eau et des sols.* TSM, Vol. 12, ASTEE ed., pages 3-7.
- FAROU, J.L., 2015. *Les lichens, indicateurs environnementaux.* 9 p. Factsheet on the Plante & Cité website [https://www.plante-et-cite.fr/data/fichiers\\_ressources/fiche\\_mise\\_en\\_page.pdf](https://www.plante-et-cite.fr/data/fichiers_ressources/fiche_mise_en_page.pdf) [visited the 15th of March 2018]

## V/ Auteur(s)

| Nom           | Institution/entreprise | Rédacteur/Expert |
|---------------|------------------------|------------------|
| Olivier Damas | Plante & Cité          | Rédacteur        |
| Florian Kraus | Green4Cities           | Expert           |
| Marjorie Musy | Cerema                 | Expert           |