

L'approche PICT : utiliser la tolérance des communautés microbiennes comme outil de diagnostic de l'exposition aux contaminants

Mots-clés : communautés microbiennes, diagnostic de la pression chimique, tolérance, exposition

Type d'outil	Milieus étudiés	Disciplines mobilisées	Destinataires
Outil de mesure	<ul style="list-style-type: none"> Cours d'eau de surface Lacs 	<ul style="list-style-type: none"> Ecotoxicologie Microbiologie Chimie 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionnaires Bureaux d'études Scientifiques

OBJECTIFS

Comparer les niveaux d'exposition à un contaminant (phytosanitaire, élément trace métallique, médicament) entre un ou plusieurs sites en mesurant le niveau de sensibilité à ce contaminant de communautés microbiennes naturelles.

L'ESSENTIEL

L'approche PICT est un outil de diagnostic utilisant les capacités d'adaptation des communautés microbiennes *in situ* pour identifier les contaminants présents en quantité/durée suffisante pour modifier spécifiquement la structure et la fonction de ces communautés. Cet outil présente un potentiel opérationnel pour diagnostiquer les impacts écotoxicologiques dans les milieux aquatiques.

CONTENU DE L'OUTIL

L'approche PICT, « Tolérance des Communautés liée à la Pollution » (ou « Pollution-Induced Community Tolerance » en anglais), proposée par Blanck *et al.* (1988), est un outil puissant pour détecter un contaminant présent en quantité suffisante pour induire un changement dans une communauté microbienne.

Dans les milieux aquatiques, ces communautés sont retrouvées majoritairement sous forme d'assemblages (ou biofilms), composés de différents types de microorganismes (microalgues, bactéries, champignons, virus, microfaune) et fixés sur divers supports (roches, sédiments, litières végétales...). Elles jouent un rôle central dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques : production primaire, dégradation de la matière organique...

Le postulat de l'approche PICT est la sensibilité variable vis-à-vis d'un toxique donné des différentes entités (populations, espèces, souches) constituant une communauté microbienne. Ainsi, l'exposition à un toxique induit une sélection des organismes les plus tolérants et une disparition des organismes les plus sensibles, moins concurrentiels. La communauté microbienne résultante présente alors une tolérance supérieure à une communauté n'ayant pas connu de pression de sélection par ce même toxique (ex : glyphosate, diuron, cuivre, antibiotiques...). Cette acquisition de tolérance peut être réversible lorsque le contaminant n'est plus présent dans le cours d'eau. La mesure de la tolérance microbienne renseigne de l'historique d'exposition des communautés microbiennes d'un site donnée.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> + Lien direct entre exposition <i>in situ</i> et effets biologiques + Outil efficace + Permet de tester plusieurs contaminants + Le terrain ne demande pas de connaissances spécifiques + Déploiement <i>in situ</i> relativement simple et peu coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de valeurs absolues interprétables directement (comparaison inter-sites) - Demande une technicité au laboratoire - Pas de méthode standardisée

MISE EN ŒUVRE

Temps sur le terrain

- 2 sorties sur le terrain pour installer les supports de colonisation et les récupérer après ~ 1 mois

Moyens humains

- 2 personnes minimum sur le terrain et en laboratoire – à adapter en fonction du nombre de sites, d'échantillons

Compétences

- Connaissances pour l'analyses et le traitement des résultats

Matériel

- Support de colonisation de biofilm (e.g. lames de verre)
- Laboratoire d'analyses

Coût

- Terrain : frais de déplacement et rémunération employé

- Laboratoire : 3 à 30€/site pour le périphyton, 40 à 80€/site pour les sédiments hors rémunération employé – le coût varie en fonction du paramètre biologique mesuré

CONTEXTE

La directive cadre sur l'eau (DCE - 2000) fixe comme objectifs, pour les cours d'eau, de protéger, d'améliorer et de restaurer leur qualité, mais également de réduire la pollution due à certaines substances chimiques. Il y a une obligation d'atteindre le bon état de tous les cours d'eau à des échéances impératives. Le bon état est atteint lorsque l'état chimique d'un cours d'eau ainsi que son état écologique sont au moins « bons ». Néanmoins, il existe peu d'indicateurs capables d'établir un lien direct entre exposition à la contamination chimique et effets biologiques. C'est dans ce contexte qu'est née l'approche PICT afin de diagnostiquer l'exposition d'un cours d'eau à des contaminants en durée et quantité suffisante pour altérer les communautés microbiennes naturelles *in situ*.

PRINCIPES

L'approche PICT repose sur 2 phases expérimentales (fig. 1).

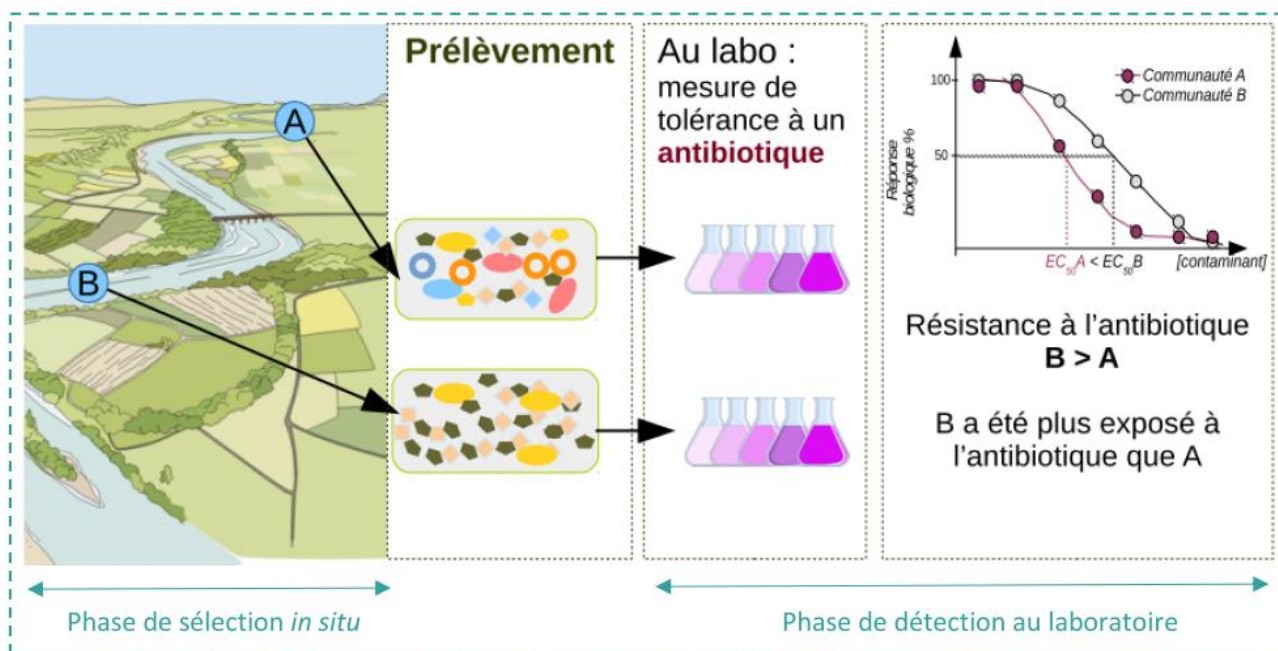


Figure 1 : Principe général de l'approche PICT – exemple pour un antibiotique

La 1^{ère} phase est la phase de sélection *in situ* pendant laquelle les communautés microbiennes naturelles sont exposées dans le milieu aux contaminants présents sur le site d'étude. A l'issue de cette phase de sélection, les communautés microbiennes sont prélevées et ramenées au laboratoire. Il s'agit de communautés microbiennes dominées par les micro-algues (biofilm colonisant des lames de verre pendant 1 mois) ou par les bactéries (communautés microbiennes attachées au sédiment et prélevées *in situ*) (Fig.2).

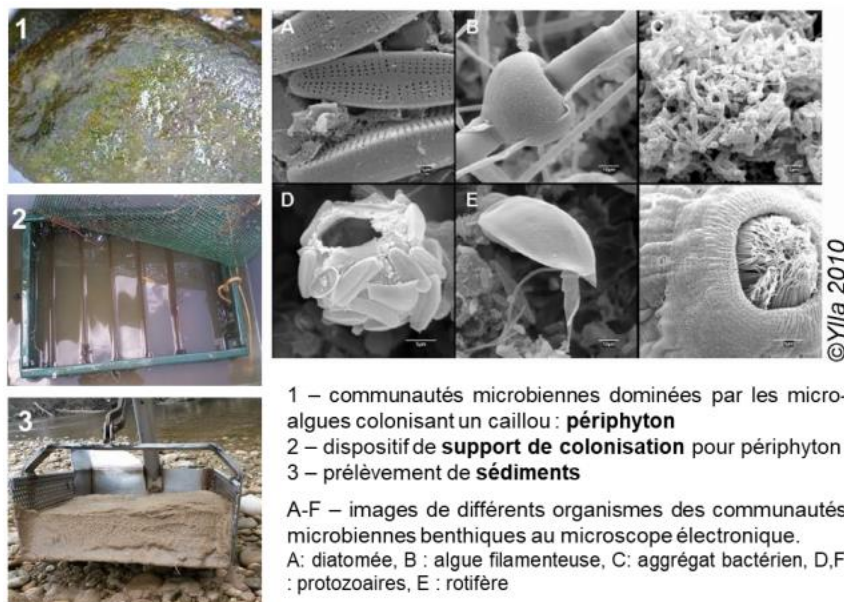


Figure 2 : Communités microbiennes benthiques

- 1 – communautés microbiennes dominées par les micro-algues colonisant un caillou : **périphyton**
 2 – dispositif de **support de colonisation** pour périphyton
 3 – prélèvement de **sédiments**
 A-F – images de différents organismes des communautés microbiennes benthiques au microscope électronique.
 A: diatomée, B : algue filamenteuse, C: agrégat bactérien, D,F : protozoaires, E : rotifère

La phase de détection, 2^{ème} phase de l'approche PICT, est réalisée au laboratoire pour comparer la tolérance microbienne à des contaminants pré-sélectionnés entre les communautés microbiennes des différents sites d'étude. Pour cela, les communautés microbiennes aquatiques prélevées *in situ* sont exposées à un gradient de contaminant (*e.g.* cuivre, glyphosate, antibiotique...) pendant 4 à 72h lors de tests de toxicité aiguë. A la fin de la période d'exposition, la réponse des communautés microbiennes à chaque niveau de concentration est déterminée en mesurant un paramètre biologique spécifique pour chaque contaminant (*e.g.* activité photosynthétique, activité enzymatique, croissance algale...). Ces résultats permettent d'établir des courbes dose-réponse et de définir des seuils de sensibilité pour les communautés microbiennes de chaque site. Classiquement, la CE_{50} - *la concentration efficace qui réduit de 50% l'activité étudiée* – est utilisée pour comparer les sites entre eux : plus une communauté microbienne aura été exposée à un contaminant, plus sa tolérance et donc la CE_{50} correspondante seront élevées. En effet, l'exposition chronique des communautés microbiennes à des contaminants, comme les pesticides ou les médicaments, est susceptible d'entraîner une sélection des espèces les plus résistantes et/ou des phénomènes d'adaptation génétique ou physiologique, engendrant ainsi l'acquisition et le développement de capacités de tolérance.

Pour le moment, il n'existe pas de valeurs de référence pour les seuils de toxicité, l'approche PICT est donc utilisée en relatif, pour comparer les niveaux de tolérance et donc les niveaux d'exposition entre 2 sites (ou conditions), par exemple entre l'amont et l'aval d'un effluent.

PERSPECTIVES ET PRECONISATIONS

Cet outil est encore en développement afin de le rendre opérationnel. D'une part, des travaux sont en cours afin d'améliorer les temps d'analyses, de rendre la technique standardisée et les protocoles disponibles en accès libre de manière à ce que cette méthode soit plus accessible. D'autre part, l'INRAE travaille aussi sur la définition de valeurs de référence pour les seuils de toxicité afin de fournir des clés d'interprétation directe des seuils de tolérance. Ainsi, la littérature et les données récoltées par l'INRAE pour la sensibilité microbienne à l'herbicide diuron ou au cuivre montrent des niveaux de tolérance similaires dans les rivières peu contaminées. L'objectif de ces développements est l'établissement de classes de qualité, c'est-à-dire, des seuils à partir desquels une valeur de tolérance renverra à un niveau d'exposition des communautés microbiennes au produit phytosanitaire.

PERSONNES RESSOURCES

Chloé BONNINEAU

Labo/structure : INRAE EABX - Equipe [Ecovea](#) (Écologie des COMMunautés VEgétales Aquatiques et impact des pressions multiples)
 Mail : chloe.bonnineau@inrae.fr
 Tel : 05 57 89 09 91

Stéphane PESCE NOM

Labo/structure : INRAE RiverLy – Equipe [EMA](#) Mail (Ecotoxicologie Microbienne Aquatique)
 Mail : stephane.pesce@inrae.fr
 Tel : 04 72 20 87 95

DOCUMENT(S) SOURCE

- Podcast sur l'approche PICT : <https://www.inrae.fr/actualites/developpement-doutils-integratifs-passifs-biomonitoring-mieux-mesurer-qualite-leau>
- Gouy V., Artigas J., Bonnineau C., Chaumot A., Chauvet E., Guérold F., Le Dréau M., François A., Jabiol J., Legrand C., Margoum C., Martin-Laurent F., Mazzella N., Usseglio-Polatera P., Pesce S., Tardy V. (2021). Développement et transfert aux opérationnels d'outils intégratifs de mesure chimique et biologique au sein des cours d'eau pour le suivi de l'impact des pratiques agricoles et de leur évolution. <https://hal.inrae.fr/hal-03423016>
- Pesce S., Bonnineau C., Artigas J., Martin-Laurent F., Morin S. (2021) Les communautés microbiennes benthiques pour le diagnostic de l'impact écologique des micropolluants dans les cours d'eau. *Science Eaux & Territoires*, 37, p. 92-99, <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2021.4.17>, <https://hal.inrae.fr/hal-03793223>

AUTEUR(S)

Chloé BONNINEAU, Stéphane PESCE

STRUCTURE(S) PORTEUSE(S) DU PROJET

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE) et Office Français de la Biodiversité (OFB)

SITES ET OBSERVATOIRES DE LA ZABR MOBILISES

SAAM (site atelier Ardières – Morcilles) - SIPIBEL

THEMATIQUES ZABR ABORDEES

Flux polluants, Écotoxicologie, Écosystèmes (FPEE)

PROJET

[Projet IMPACT-CE](#) : il s'inscrit dans le plan national Ecophyto II avec un suivi de l'OFB

BIBLIOGRAPHIE

- Bérard A., Dorigo U., Humbert J. F., Leboulanger C. et Seguin F. La méthode PICT (Pollution-Induced Community Tolerance) appliquée aux communautés algales : intérêt comme outil de diagnose et d'évaluation du risque écotoxicologique en milieu aquatique. *Ann. Limnol. - Int. J. Limn.*, 38 3 (2002) 247-261.
<https://doi.org/10.1051/limn/2002020>
- Bérard A., Artigas J., Leboulanger C., Morin S., Mougouin C., et al. La méthode PICT (Pollution-Induced Community Tolerance), un outil complémentaire pour l'évaluation du risque et le biomonitoring des pesticides ? 2021. hal-03402786
- Blanck, H., S.-Å Wängberg, et S. Molander. 1988. « Pollution-Induced Community Tolerance—A New Ecotoxicological Tool ». *Functional Testing of Aquatic Biota for Estimating Hazards of Chemicals*, janvier.
<https://doi.org/10.1520/STP26265S>
- Pesce, S., C. Margoum, et A. Foulquier. 2016. « Pollution-Induced Community Tolerance for in Situ Assessment of Recovery in River Microbial Communities Following the Ban of the Herbicide Diuron ». *Agriculture, Ecosystems and Environment* 221: 79-86. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.009>
- Tlili, A., Berard, A., Blanck, H., Bouchez, A., Cássio, F., Eriksson, K.M., Morin, S., Montuelle, B., Navarro, E., Pascoal, C., Pesce, S., Schmitt-Jansen, M. and Behra, R. (2016), Pollution-induced community tolerance (PICT): towards an ecologically relevant risk assessment of chemicals in aquatic systems. *Freshw Biol*, 61: 2141-2151.
<https://doi.org/10.1111/fwb.12558>