

Étude de la tolérance des communautés microbiennes aux produits phytosanitaires par la méthode PICT

Mots-clés : communautés microbiennes, phytosanitaires, tolérance, méthode pict

Type d'outil Outil de mesure	Milieus étudiés Cours d'eau	Disciplines mobilisées Chimie	Destinataires Gestionnaires, bureaux d'études, scientifiques
--	---------------------------------------	---	--

OBJECTIFS

Mesurer et comparer le niveau de sensibilité de communautés microbiennes naturelles à un (ou des) produit(s) phytosanitaire(s) donné(s).

L'ESSENTIEL

La méthode PICT est un outil de mesure 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 permet de diagnostiquer les impacts écotoxicologiques des contaminants dans les milieux aquatiques.

CONTENU DE L'OUTIL

La méthode 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.

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...).

La méthode PICT est fondée sur l'hypothèse qu'une communauté microbienne naturelle est constituée de différentes entités (populations, espèces, souches) ayant des sensibilités variables vis-à-vis d'un toxique donné.

Ainsi, l'exposition à un toxique induit une sélection des organismes les plus tolérants qui vont remplacer 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 tolérance est réversible, en effet, si le contaminant n'est plus présent dans le cours d'eau, la communauté perdra rapidement cette tolérance au contaminant. L'adaptation (ou la perte d'adaptation) dans le milieu naturel s'effectue en quelques jours ou quelques semaines uniquement.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> + Outil efficace + Permet de tester plusieurs contaminants + Méthode utilisable sur plusieurs modèles biologiques (algues, bactéries, invertébrés...) + Le terrain ne demande pas de connaissances spécifiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de valeurs absolues interprétables directement - Demande une technicité au laboratoire

MISE EN ŒUVRE

Temps sur le terrain	Moyens humains	Compétences	Matériel	Coût
- plusieurs semaines à 1 mois	- Deux personnes minimum sur le terrain et en laboratoire (dépend du nombre d'échantillons)	- Connaissances pour l'analyses et le traitement des résultats	- Lames de verre, laboratoire d'analyses	- 3€/site pour les plaques en verre - 80€/site pour les sédiments

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 ».

Dans une volonté de pallier aux lacunes des données de surveillance de la contamination des eaux par les produits phytosanitaires, INRAE a lancé le Projet IMPACT-CE, qui a pour objectif le développement et l'application d'outils de mesure et d'indicateurs de l'impact in situ des substances phytopharmaceutiques sur les cours d'eau.

Dans les petits cours d'eau, les communautés microbiennes sont principalement représentées sous forme d'assemblages complexes de micro-organismes présentant un mode de vie benthique suite à la colonisation de supports immergés. Sur des supports inertes (tels que des pierres, bois morts...), ces assemblages, qui sont dénommés biofilms, sont généralement dominés par des micro-organismes phototrophes (algues et cyanobactéries) qui se développent en présence de lumière.

Ces biofilms assurent un rôle fonctionnel majeur pour l'écosystème. Ils interagissent précocement avec les substances dissoutes présentes dans la colonne d'eau, notamment avec les pesticides. Ils présentent une forte capacité à répondre rapidement à des changements environnementaux et à s'y adapter de manière transitoire ou irréversible.

PRINCIPES

La méthode PICT est réalisée en collectant des sédiments et/ou des biofilms naturels (communautés microbiennes autochtones). Pour cette deuxième technique, des supports inertes (lames de verre) sont immergés dans le cours d'eau pendant 1 mois (Figure 1).

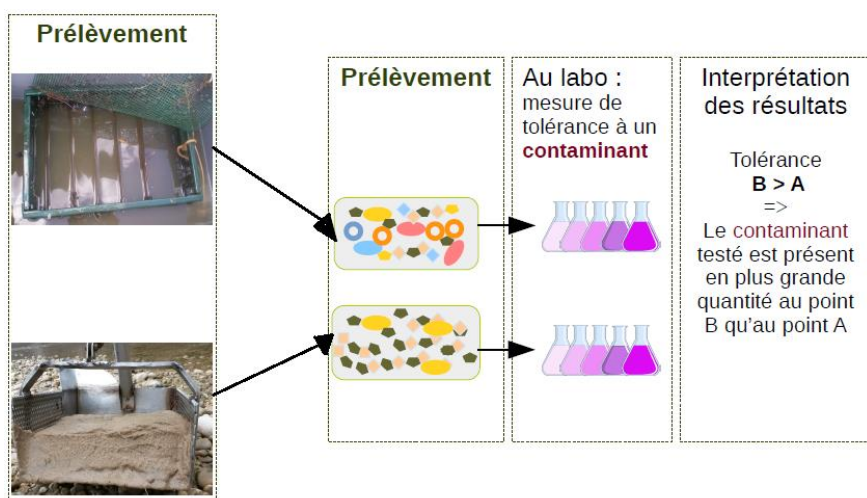


Figure 1 : protocole de la méthode PICT par l'INRAE

Des tests de toxicité aigüe sont ensuite réalisés en laboratoire afin de déterminer le niveau de tolérance des communautés microbiennes aquatiques (microalgues, bactéries, champignons...) à un phytosanitaire suspecté d'être présent dans le cours d'eau. Ces tests consistent à étudier la réponse d'une activité enzymatique (ex : photosynthèse...) à une exposition rapide, entre 4 et 72h, à un contaminant en concentration croissante. L'activité enzymatique va être plus ou moins affectée par le contaminant en fonction du temps d'exposition, de la concentration et du polluant étudié. Il est impératif de garder des temps d'exposition courts afin d'éviter que la communauté microbienne ne devienne tolérante au contaminant.

En effet, l'exposition chronique des biofilms microbiens aux pesticides peut 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.

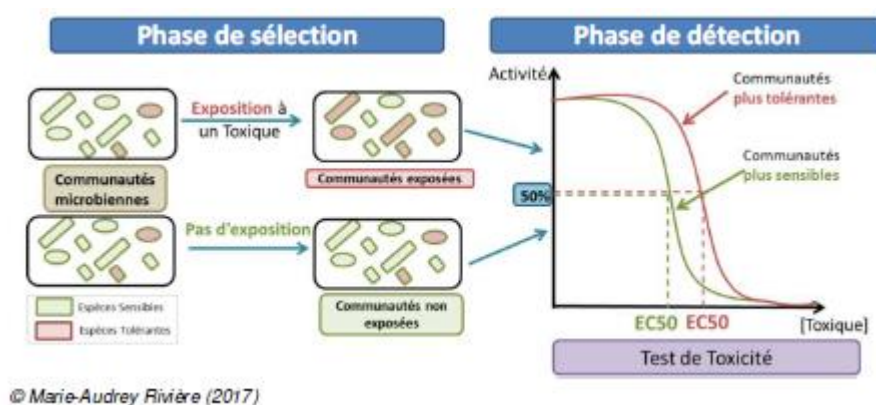


Figure 2 : Principe général de l'approche PICT

Il n'existe pas de valeurs absolues pour cette méthode, lorsqu'une valeur de tolérance est obtenue après analyse, ce sont des seuils de tolérance qui sont extraits des tests de toxicité aigüe. Par exemple, le seuil CE_{50} est la concentration effective qui réduit de 50% l'activité métabolique étudiée, cette valeur n'est pas interprétable directement après analyse. Il est nécessaire de comparer les niveaux de tolérances des sites en amont et en aval d'un effluent, ce n'est qu'avec ces comparaisons qu'il est possible de dire s'il y a une exposition ou non au contaminant. En effet, si la tolérance des sites amonts est stable et moins importante que les sites en aval, cela prouve que le contaminant est rejeté dans l'effluent avant les stations en aval. Des recherches sont nécessaires pour mieux comprendre l'effet de l'environnement à différentes échelles spatio-temporelles (ex : mécanismes de co-tolérance pour le PICT, ancienneté de l'exposition...).

L'approche PICT permet donc d'expliquer la relation entre la biodiversité et les fonctions des écosystèmes en cas de contamination chimique. Leur intégration dans les cadres réglementaires pour évaluer l'état écologique et chimique des écosystèmes aquatiques peut conduire à une plus grande pertinence écologique.

PERSPECTIVES ET PRECONISATIONS

Cet outil est encore en développement. Il nécessite une grande technicité en laboratoire afin d'analyser les communautés microbiennes et les phytosanitaires.

Plusieurs travaux sont en cours afin d'améliorer les temps d'analyses, de rendre la technique standardisée de manière à ce qu'elle soit reproductible et accessible. L'objectif est aussi de contrôler la colonisation microbienne pendant la phase de sélection sur le terrain en termes de durée et de substrat utilisé afin de réduire les différences structurelles observées entre les communautés de contrôle et les communautés touchées par l'exposition aux polluants.

L'INRAE travaille aussi sur la calibration de l'outil pour que les valeurs de tolérance soient directement interprétables. Par exemple, pour le diuron (un herbicide), la littérature et les données récoltées par l'INRAE

s'accordent à montrer que dans les zones peu contaminées la tolérance rapportée est similaire entre toutes les rivières. Cela pourra donner lieu à 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.

L'un des buts de ce projet est de compléter cette base de données dans les cinq prochaines années, ce qui nécessite une grande quantité de données chimiques et biologiques et de main d'œuvre.

PERSONNES RESSOURCES

Chloé BONNINEAU

Labo/structure : INRAE RiverLy - Equipe EMA
(Ecotoxicologie Microbienne Aquatique)
Mail : chloe.bonnineau@inrae.fr
Tel : 04 72 20 87 48

Prénom NOM

Labo/structure :
Mail
Tel :

DOCUMENT(S) SOURCE

Lien internet : [INRAE](#).

Jabiol J., Artigas J., Bonnineau C., Chaumot A., Chauvet E., François A., Guérold F., Le Dréau M., Legrand C., Margoum C., Martin-Laurent F., Mazzella N., Pesce S., Tardy V., Usseglio-Polatera P., Gouy V. (2021). Rapport final du projet Impact-CE : 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. *Ecophyto II*. 157 pp.

AUTEUR(S)

Blanck *et al.* (1988)

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

Ardières – Morcilles - SIPIBEL

THEMATIQUES ZABR ABORDEES

Flux polluants, Écotoxicologie, Écosystèmes (FPÉE)

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. DOI: <https://doi.org/10.1051/limn/2002020>

Bérard A., Artigas J., Leboulanger C., Morin S., Mougin 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

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>