



HAL
open science

Approches intégrant bioessais et analyses chimiques pour évaluer la qualité des milieux aquatiques

Selim Ait-Aissa, François Bron

► **To cite this version:**

Selim Ait-Aissa, François Bron. Approches intégrant bioessais et analyses chimiques pour évaluer la qualité des milieux aquatiques. Rapport Scientifique INERIS, 2018, 2017-2018, pp.54-55. ineris-02044874

HAL Id: ineris-02044874

<https://ineris.hal.science/ineris-02044874>

Submitted on 21 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Approches intégrant bioessais et analyses chimiques pour évaluer la qualité des milieux aquatiques

Contributeurs

Selim AÏT-AÏSSA,
François BRION

Les milieux aquatiques contiennent des milliers de molécules chimiques, de classes et d'origines très diverses, qui peuvent générer des métabolites et produits de dégradation parfois plus toxiques que les composés parents. La surveillance de la qualité chimique des milieux aquatiques est actuellement basée sur l'analyse chimique d'un nombre fini de polluants prioritaires, sélectionnés sur la base de leur impact environnemental. Elle ne rend de fait que partiellement compte de la complexité des contaminations. Le développement de méthodologies permettant de caractériser de manière plus intégrative la contamination chimique constitue donc un enjeu important pour la surveillance dans l'avenir.

Dans le cadre de ses programmes de recherche, l'Ineris met en œuvre des bioessais *in vitro* et *in vivo* qui détectent la présence de polluants sur la base de leur mode d'action toxique, comme les perturbateurs endocriniens (PE) à activité hormono-mimétique. L'utilisation de ces outils, en combinaison avec des approches analytiques, au sein d'une démarche intégrée vise à [1] dresser un diagnostic

de la contamination sur la base de profil de toxicité *in vitro*, [2] renseigner sur la pertinence des mécanismes identifiés à l'échelle *in vivo* et [3] identifier les polluants responsables par une approche dite EDA (Effect Directed Analysis) combinant analyses chimiques et bioessais (Figure 1).

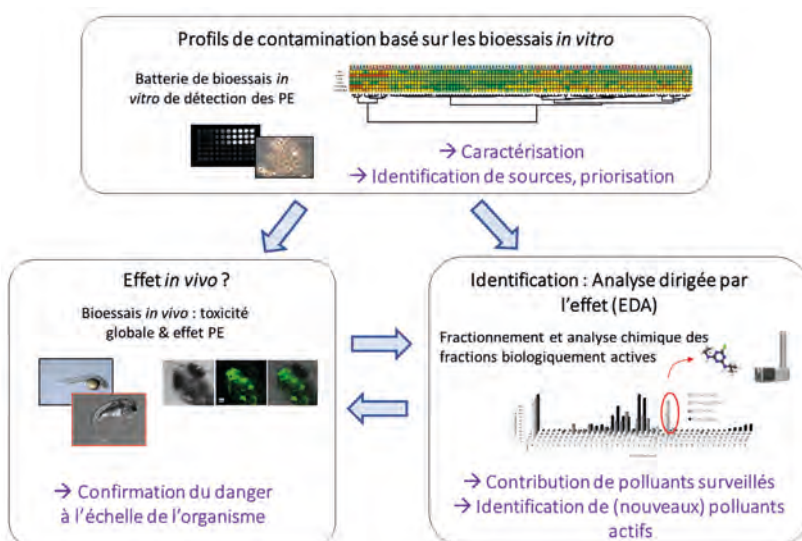
Travaux

L'utilisation combinée de bioessais *in vitro* et *in vivo* a été mise en œuvre dans différents contextes environnementaux [1;2]. Dans le cas présent, elle a été appliquée pour caractériser la contamination d'un rejet urbain et évaluer son impact sur la rivière [3]. Menée en collaboration avec l'Eawag (Suisse) dans le cadre du projet européen FP7-EDA-EMERGE, cette étude a mis en évidence des activités *in vitro* de type estrogénique et glucocorticoïde dans les eaux usées de cette station mais également dans le milieu récepteur en aval du rejet, lequel constitue une source importante de substances de type PE pour les milieux aquatiques. Leurs effets PE ont été mesurés à l'échelle de l'organisme chez le poisson zèbre, le modèle *in vivo* révélant également un effet global de l'effluent sur le développement embryonnaire.

Résultats

L'application d'une démarche de type EDA (*effect-directed analysis*) a permis d'identifier certains composés responsables des effets observés. Dans son principe, l'EDA consiste à fractionner (e.g. par méthode HPLC) l'échantillon initial qui contient le mélange complexe, à tester l'activité biologique des différentes fractions et à identifier et isoler celles qui contiennent les activités biologiques. Cette approche permet une simplification de la complexité du mélange, ce qui facilite l'identification des molécules qui y sont présentes par analyses chimiques non ciblées [4]. Cette approche a ainsi permis d'isoler différentes fractions estrogéniques et glucocorticoïdes dans l'effluent et d'identifier de nouveaux polluants, comme le propionate de clobétasol et le propionate de fluticasone activateurs du récepteur des glucocorticoïdes [3]. Ces résultats corroborent d'autres études récentes qui montrent la présence de cette famille de substances dans les eaux et soulèvent la question de leurs effets, aujourd'hui mal connus, sur la physiologie des poissons. Cette étude démontre la pertinence d'une telle démarche intégrée

Figure 1 / Démarche globale intégrant approches biologiques (bioessais *in vitro* et *in vivo*) et analytique (approche EDA) pour caractériser la contamination des milieux aquatiques par des composés de type perturbateurs endocriniens.



pour caractériser la contamination de rejets et identifier les polluants responsables des effets observés. La pertinence du diagnostic chimique basé sur les bioessais a également été montrée dans le cadre d'autres études menées à plus large échelle. L'établissement de profils de toxicité permet d'identifier des sites très actifs ou avec des profils de toxicité particuliers et de les prioriser. Cette approche s'est avérée utile pour cartographier et identifier des points sources de pollution dans le cadre de réseaux urbains d'eaux usées (projets MICROPOLIS et REGARD) [3; 5] ou de programmes de surveillance d'eaux de rivières [1; 6].

L'intérêt d'une approche holistique intégrant outils biologiques et analytiques pour une évaluation plus pertinente de la contamination des masses d'eaux et des rejets est aujourd'hui démontré. Des préconisations ont été faites au niveau européen à l'issue du projet SOLUTIONS [7; 8; 9], qui vont dans le sens des études menées au niveau national [1], travaux en cours dans le cadre d'AQUAREF). La stratégie d'utilisation de ces outils dans un cadre réglementaire fait actuellement l'objet de travaux dans des groupes d'experts au niveau national¹ et européen², en particulier sur les valeurs guides environnementales pour les bioessais et les critères d'application en surveillance réglementaire. L'ensemble de ces travaux devrait permettre d'introduire à terme ces outils biologiques dans la surveillance de la qualité chimique des milieux aquatiques.

ABSTRACT /

Effect-based methods (EBM) are recognized as relevant tools to diagnose and monitor chemical contamination in aquatic systems, considering both known and unknown biologically active contaminants. Integrated strategies combining EBM and analytical tools are needed for holistic assessment of aquatic micropollutants and identification of causes of degraded water quality. Such an integrative approach has been developed at Ineris to assess environmental endocrine disruptive compounds (EDCs). By using a smart battery of in vitro (cellular assays) and in vivo (fish embryo) bioassays, we established contamination profiles of environmental matrices based on complementary bioassays that cover different modes of action of EDCs, while informing on their impact and general toxicity at the organism level in zebrafish embryos. Combining bioassays with analytical methods allows effect-directed identification of those compounds responsible for observed effects. Such an approach has been successfully applied in local case-studies, such as EDC hazard assessment and identification of glucocorticoid compounds in urban effluent [3], as well as in national and European demonstration studies [1; 6].

¹ Groupe français « Bioessais » piloté par l'Ineris et l'Agence française pour la biodiversité.
² Groupe de travail « Chemicals », sous-groupe « Bioessais », de la direction générale de l'Environnement de la Commission européenne.

Références

- [1] Ait-Aïssa S.; Brion F.; Creusot N.; Sanchez W.; 2014. Étude prospective 2012 sur les contaminants émergents : Apport des outils biologiques (bioessais et biomarqueurs) pour le diagnostic de la contamination des milieux aquatiques. Rapport Ineris-ONEMA, DRC-14-127339-06620A.
- [2] Ait-Aïssa S.; Maillot-Marechal E.; Creusot N.; Gardia-Parèze C.; Budzinski H.; 2017. Détection de composés perturbateurs endocriniens et dioxin-like à l'aide de bioessais *in vitro* dans les eaux usées, pluviales et naturelles. Projet REGARD - Réduction et gestion des Micropolluants sur la métropole bordelaise. Rapport tâche 1.3.3.
- [3] Sonavane M.; Schollee J.E.; Hidasi A.O.; Creusot N.; Brion F.; Suter M.J.F.; Hollender J.; Ait-Aïssa S.; 2018. An integrative approach combining passive sampling, bioassays, and effect-directed analysis to assess the impact of wastewater effluent. *Environ. Toxicol. Chem.* 37, 2079-2088.
- [4] Creusot N.; Budzinski H.; Balaguer P.; Kinani S.; Porcher J.M.; Ait-Aïssa S.; 2013. Effect-directed analysis of endocrine-disrupting compounds in multi-contaminated sediment: identification of novel ligands of estrogen and pregnane X receptors. *Anal. Bioanal. Chem.* 405, 2553-2566.
- [5] Penru Y.; Guillon A.; Ait-Aïssa S.; Couteau J.; 2017. Caractérisation de la toxicité des eaux usées à Sophia Antipolis. Projet MICROPOLIS Indicateurs, Livrable 1.
- [6] Tousova Z.; Oswald P.; Slobodnik J.; Blaha L.; Muz M.; Hu M.; Brack W.; Krauss M.; Di Paolo C.; Tarcai Z.; Seiler T.B.; Hollert H.; Koprivica S.; Ahel M.; Schollee J.E.; Hollender J.; Suter M.J.F.; Hidasi A.O.; Schirmer K.; Sonavane M.; Ait-Aïssa S.; Creusot N.; Brion F.; Froment J.; Almeida A.C.; Thomas K.; Tollefsen K.E.; Tufi S.; Ouyang X.Y.; Leonards P.; Lamoree M.; Torrens V.O.; Kolkman A.; Schriks M.; Spirhanzlova P.; Tindall A.; Schulze T.; 2017. European demonstration program on the effect-based and chemical identification and monitoring of organic pollutants in European surface waters. *Sci. Total Environ.* 601, 1849-1868.
- [7] Neale P.A.; Altenburger R.; Ait-Aïssa S.; Brion F.; Busch W.; Umbuzeiro G.D.; Denison M.S.; Du Pasquier D.; Hilscherova K.; Hollert H.; Morales D.A.; Novak J.; Schlichting R.; Seiler T.B.; Serra H.; Shao Y.; Tindall A.J.; Tollefsen K.E.; Williams T.D.; Escher B.I.; 2017a. Development of a bioanalytical test battery for water quality monitoring: Fingerprinting identified micropollutants and their Contribution to effects in surface water. *Water Research* 123, 734-750.
- [8] Neale P.A.; Munz N.A.; Ait-Aïssa S.; Altenburger R.; Brion F.; Busch W.; Escher B.I.; Hilscherova K.; Kienle C.; Novak J.; Seiler T.B.; Shao Y.; Stamm C.; Hollender J.; 2017b. Integrating chemical analysis and bioanalysis to evaluate the contribution of wastewater effluent on the micropollutant burden in small streams. *Sci. Total Environ.* 576, 785-795.
- [9] Escher B.I.; Ait-Aïssa S.; Behnisch P.A.; Brack W.; Brion F.; Brouwer A.; Buchinger S.; Crawford S.E.; Du Pasquier D.; Hamers T.; Hettwer K.; Hilscherova K.; Hollert H.; Kase R.; Kienle C.; Tindall A.J.; Tuerk J.; van der Oost R.; Vermeirssen E.; Neale P.A.; 2018. Effect-based trigger values for *in vitro* and *in vivo* bioassays performed on surface water extracts supporting the environmental quality standards (EQS) of the European Water Framework Directive. *Sci. Total Environ.* 628-629, 748-765.