



Biochem-Env : une plateforme de biochimie pour la recherche en environnement et agriculture

Pour connaître l'état des **écosystèmes**, mettre en place, suivre et assurer les actions pour leur protection et leur gestion, il est nécessaire de disposer d'**indicateurs** qui répondent aux **perturbations** subies. Parmi ces indicateurs, les indicateurs biochimiques traduisent des modifications métaboliques des organismes qui révèlent leur exposition à des conditions environnementales en évolution. Dans ce contexte, la plateforme Biochem-Env (<https://www.biochemenv.fr/>) est un outil innovant qui ambitionne d'accroître notre connaissance des indicateurs biochimiques et de faciliter leur utilisation par la communauté scientifique (académique ou du secteur privé), et par les différents acteurs de la société civile.

Les missions et activités de la plateforme Biochem-Env

Biochem-Env est une plateforme scientifique et technique centrée sur le développement et la mesure d'**indicateurs biochimiques dans l'environnement et les organismes** des écosystèmes continentaux (Cheviron et al., 2017). Ses missions sont :

- i) la **conduite de projets de recherche** et la **réalisation de prestations** portant sur l'**observation** et l'**expérimentation** sur les écosystèmes,
- ii) le **développement** et le **transfert des méthodes de mesure** et d'**interprétation** des résultats,
- iii) la **mise à disposition de compétences, matériels et locaux** pour l'analyse, à tout utilisateur,
- iv) la réalisation d'actions d'**expertise**, de **veille** scientifique et technique, ainsi que de **formation**.

Dans l'environnement (sols et sédiments), la plateforme permet actuellement la **mesure d'activités enzymatiques** impliquées dans les cycles biogéochimiques et le **métabolisme des macromolécules**, et/ou traduisant l'activité métabolique globale de ces écosystèmes. Elle réalise également la **mesure d'indicateurs biochimiques** chez les invertébrés benthiques et terrestres (réserves énergétiques et macromolécules, stress oxydant, mécanismes de détoxification, exposition aux contaminants environnementaux...).

Biochem-Env souhaite offrir à la communauté scientifique des jeux de données ouverts concernant les indicateurs biologiques, en relation avec la biodiversité fonctionnelle des écosystèmes. Pour atteindre cet objectif, la plateforme développe actuellement un **Système d'Information Environnemental** centré sur une base de données regroupant ses mesures et les métadonnées associées. Les critères de qualité (fiabilité des mesures et traçabilité des activités) sont des prérequis pour ce système, qui sera interopérable avec celui d'autres structures françaises. Les informations et connaissances obtenues par la plateforme permettront le développement d'approches mathématiques et de modélisation pour évaluer et prévoir les impacts de perturbations de l'environnement sur la biodiversité fonctionnelle.

Ainsi, Biochem-Env participe à de nombreux projets de recherche nationaux et internationaux. Quelques exemples concernent l'évaluation de l'impact de contaminants chimiques sur les sols (de Santiago et al., 2013; Corbel et al., 2014, 2015 a and b; Joly et al., 2015), les vers de terre (Beaumelle et al., 2014, 2016; Néliu et al, 2016; Pelosi et al., 2016), ou l'effet des apports répétés d'amendements organiques sur les sols agricoles (Obriot et al., 2016). Ils concernent également le rôle de l'adaptation biologique dans les réponses des écosystèmes aux changements globaux, l'impact

des pratiques culturales sur la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés microbiennes des sols et de leurs conséquences sur les fonctions des sols, la valorisation des sols contaminés ou marginaux, l'agroforesterie en Afrique...

En lien avec ses activités scientifiques et techniques, la plateforme s'implique également dans l'expertise et la formation (elle accueille des étudiants de tous niveaux et doctorants), et effectue une veille scientifique et technique/technologique. Elle valorise aussi ses résultats (publications scientifiques et techniques, participation à des colloques scientifiques et professionnels...) et les méthodes qu'elle développe (normalisation internationale).

Pourquoi confier ses analyses à la plateforme Biochem-Env ?

Biochem-Env offre de **nombreux atouts** pour la recherche en biochimie environnementale (compétence scientifique et d'ingénierie, démarche qualité, partenariat...) et fournit des prestations à fort impact et de haute qualité.

La plateforme a pour objectif de **développer** ou d'**améliorer les indicateurs biochimiques** utilisables dans les programmes de recherche par le développement d'**outils innovants** et de **méthodes adaptées** aux objectifs scientifiques. Une évolution forte concerne l'**automatisation** des analyses pour assurer **fiabilité** (justesse et fidélité) et **haut-débit** des mesures par l'utilisation de robots et de supports miniaturisés (plaques multi-puits). Biochem-Env est à **l'écoute de ses partenaires** pour le développement de la mesure de nouveaux indicateurs biochimiques. Plusieurs scientifiques, ingénieurs et techniciens de l'unité sont impliqués dans la conception, la mise en œuvre et le suivi des expérimentations et analyses, et contribuent à l'interprétation des données et à leur valorisation.

Aujourd'hui, de multiples méthodes existent pour la mesure d'activités enzymatiques ou de biomarqueurs, et l'utilisation de plusieurs unités (souvent non-internationales) pour les exprimer, rend difficile, voire impossible, la comparaison des données produites par différents laboratoires à travers le monde. Pour surmonter cette situation, Biochem-Env contribue aux travaux de **normalisation** française (**AFNOR**) et internationale (**ISO**). La plateforme porte notamment la norme ISO 20130 "Soil quality - Measurement of enzyme activity patterns in soil samples using colorimetric substrates in micro-well plates". Elle a conduit en 2016 un **essai inter-laboratoire international** de validation de méthode soutenu par l'ADEME. Celui-ci a démontré la justesse et la reproductibilité de la méthode de la mesure de 10 activités enzymatiques de sols par 7 laboratoires européens. Le personnel de la plateforme est aussi impliqué dans la revue systématique de normes en lien avec son cœur de métier, par exemple la mesure de l'activité déshydrogénase dans les sols, l'échantillonnage de sols et d'invertébrés, la mesure de l'impact des contaminants chimiques sur l'activité d'alimentation des organismes du sol, mais aussi dans les domaines du management de la qualité et de la chimométrie (caractérisation/validation de méthodes).

Engagée dès sa création dans une démarche qualité, la plateforme Biochem-Env est aujourd'hui pleinement investie dans une démarche de **certification ISO 9001** (version 2015). Son **Système de Management de la Qualité**, basé sur le management par les risques (et opportunités) et les processus, s'appuie sur les principes de **l'amélioration continue** de son fonctionnement ainsi que de la **satisfaction de ses utilisateurs**. Il s'applique à l'ensemble de ses activités de management, de réalisation et de support ce qui a permis à la plateforme de consolider sa stratégie générale et ses 3 processus cœur de métier, conception et développement, analyses et expérimentations, et mise à disposition de compétences, matériels et locaux dont la formation. La plateforme met en œuvre la validation de ses méthodes de mesure. Depuis 2015, la plateforme bénéficie de **l'agrément** pour l'importation, la manipulation et la détention de **matériels de quarantaine**, tels que les sols ou les organismes originaires de pays ou régions non-Européennes et/ou non continentales. Début 2017,

cet agrément a été étendu au transfert de matériels vers des sociétés de stérilisation afin de faire le lien avec d'autres plateformes analytiques.

La **gouvernance** de la plateforme Biochem-Env est actuellement partagée entre 3 structures. Le **Comité Local de Plateforme** comprend le personnel de la plateforme, et constitue l'organe de décision. Animé par les directeurs scientifiques et techniques de la plateforme, il est en charge de la conduite de toutes les activités. Il pilote les activités de management, de réalisation et de support (métrologie, hygiène et sécurité, système d'information, gestion administrative et financière...). Il s'appuie sur les **Réunions Hebdomadaires de Plateforme** pour le suivi des actualités. Le **Comité d'Orientation Scientifique** mobilise des scientifiques experts dans les domaines d'activité de la plateforme, de différents instituts de recherche et universités. Animé par un scientifique, il fournit des orientations concernant le développement et l'évolution de la plateforme et de ses activités. Un **Comité Stratégique des Utilisateurs** sera mis en place en 2018.

Ainsi, Biochem-Env développe des **interactions scientifiques et fonctionnelles** avec la plateforme Platinaae, (<http://www6.inra.fr/platinaae>), dédiée aux analyses physico-chimiques et chimiques de sols, eaux, produits résiduels organiques, végétaux et petits animaux, ainsi qu'avec la plateforme GenoSol (https://www2.dijon.inra.fr/plateforme_genosol/), dédiée à la conservation de ressources génétiques microbiennes et à la caractérisation moléculaire du métagénome microbien. Ces 3 plateformes mettent actuellement en place un « **Laboratory Information Management System** » (LIMS) mutualisé pour la maîtrise des échantillons et des données. Biochem-Env et GenoSol sont deux services de l'Infrastructure de Recherche « **Analyse et Expérimentation sur les Ecosystèmes** » (AnaEE-France, <https://www.anaee-france.fr>, ANR-11-INBS-0001). Cette infrastructure est un réseau formé de plateformes françaises pour l'expérimentation, l'analyse et la modélisation des écosystèmes continentaux (aquatiques et terrestres ; Mougin et al., 2015). AnaEE-France a pour objectif de comprendre et prévoir la dynamique des écosystèmes soumis aux changements globaux. Par ailleurs des interactions se développent avec le Conservatoire Européen d'Echantillons de Sols (<https://www.gissol.fr/le-gis/conservatoire-des-sols-992>). Biochem-Env est également une plateforme associée au « **Centre de Ressources Biologiques pour l'Environnement** » (BRC4Env, <https://www.brc4env.fr/>), un pilier de l'Infrastructure de Recherche « **Ressources Agronomiques pour la Recherche** » (RARE-AgroBRC, <http://www6.inra.fr/agrobrc-rare/>).

Biochem-Env développe sa base de données et son Système d'Information dans le respect de l'**interopérabilité** avec les systèmes existants au niveau national, en s'assurant de la **qualité de la donnée**, de son **partage** et de sa **sécurisation**, en accord avec les orientations stratégiques de l'institut (#Appui, #Openscience, #OpenINRA) décrites dans son doc d'orientation #INRA2025 (<http://2025.inra.fr/>). Une **charte** précise les modalités d'accès à la plateforme pour tout projet soumis. L'accès à la plateforme s'appuie actuellement sur un **portail web** (<http://isia-biochem-env.anaee-france.fr/>), pour enregistrer et gérer les projets soumis, et évaluer si nécessaire leur pertinence scientifique et technique.

Biochem-Env est une plateforme de l'UMR "Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes" (Ecosys, <http://www6.versailles-grignon.inra.fr/ecosys>) qui dispose de compétences scientifiques reconnues en sciences de l'environnement, écologie fonctionnelle et écotoxicologie. Ecosys est une unité du LabEx Biodiversité, Agrosystèmes, Société et Climat (BASC, <http://www6.inra.fr/basc>, ANR-11-LABX-0034) et de l'Université Paris Saclay (<https://www.universite-paris-saclay.fr/fr>).

Conclusion

Biochem-Env offre à la communauté internationale des scientifiques en sciences de l'environnement et en agriculture un bouquet de méthodes biochimiques utilisables pour leurs recherches sur l'environnement et les organismes associés, de même que des jeux de données et outils pour leur interprétation. La plateforme se développe pour conforter sa **reconnaissance internationale** en contribuant à l'infrastructure AnaEE-Europe inscrite sur la feuille de route de l'ESFRI (<http://www.anaee.com/>).

Contacts

Nathalie Cheviron, Virginie Grondin, Anne Jaulin, Christian Mougin

UMR ECOSYS, Plateforme Biochem-Env, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78026, Versailles, France

contact@biochemenv.fr



Pour en savoir plus

Plateforme Biochem-Env : <https://www.biochemenv.fr/>

Infrastructure AnaEE-France : <https://www.anaee-france.fr/>

UMR Ecosys : <https://www6.versailles-grignon.inra.fr/ecosys>

Bibliographie citée

- Beaumelle L, Lamy I, Cheviron N, Hedde M (2014). Is there a relationship between earthworm energy reserves and metal availability after exposure to field-contaminated soils? *Environ Pollut* 191:182-189
- Beaumelle L, Vile D, Lamy I, Vandenbulcke F, Gimbert F, Hedde M (2016). A structural equation model of soil metal bioavailability to earthworms: confronting causal theory and observations using a laboratory exposure to field-contaminated soils. *Science Total Environ* 569-570:961-972
- Cheviron N., Grondin V., Mougin C. (2017). Biochem-Env: a platform of biochemistry for research in environmental and agricultural sciences. *Environ. Sci. Pollut. Res.* (en ligne). DOI: 10.1007/s11356-017-8973-x.
- Corbel S, Bouaïcha N, Mougin C (2014). Dynamics of the toxic cyanobacterial microcystin-leucine-arginine peptide in agricultural soil. *Environ Chem Letters* 12:535-541
- Corbel S, Bouaïcha N, Martin-Laurent F, Crouzet O, Mougin C (2015a). Soil irrigation with toxic cyanobacterial microcystins increases soil nitrification potential. *Environ Chem Letters* 13:459-463
- Corbel S, Mougin C, Martin-Laurent F, Crouzet O, Bru D, Néliu S, Bouaïcha N (2015b). Evaluation of phytotoxicity and ecotoxicity potentials of a cyanobacterial extract containing microcystins under realistic environmental concentrations and in a soil-plant system. *Chemosphere* 128:332-340
- Joly P, Bonnemoy F, Besse-Hoggan P, Perrière F, Crouzet O, Cheviron N, Mallet C (2015). Responses of Limagne "Clay/Organic Matter-Rich" Soil Microbial Communities to Realistic Formulated Herbicide Mixtures, Including S-Metolachlor, Mesotrione, and Nicosulfuron. *Water Air Soil Poll* 226:413.
- Mougin C, Azam D, Caquet T, Cheviron N, Dequiedt S, Le Galliard JF, Guillaume O, Houot S, Lacroix G, Lafolie F, Maron PA, Michniewicz R, Pichot C, Ranjard L, Roy J, Zeller B, Clobert J, Chanzy A (2015). A coordinated set of ecosystem research platforms open to international research in ecotoxicology, AnaEE-France. *Environ Sci Pollut Res* 22(20):16215-16228
- Néliu S, Delarue G, Ollivier E, Awad P, Fraillon F, Pelosi C (2016). Evaluation of epoxiconazole bioavailability in soil to the earthworm *Aporrectodea icterica*. *Environ Sci Pollut Res* 23:2977-2986
- Obriot F, Stauffer M, Goubard Y, Cheviron N, Peres G, Eden M, Revallier A, Vieublé-Gonod L, Houot S (2016). Multi-criteria indices to evaluate the effects of repeated organic amendment applications on soil and crop quality. *Agr Ecosyst Environ* 232:165-178
- Pelosi C, Lebrun M, Beaumelle L, Cheviron N, Delarue G and Néliu S (2016). Sublethal effects of epoxiconazole on the earthworm *Aporrectodea icterica*. *Environ Sci Pollut Res* 23:3053-3061
- de Santiago-Martin A, Cheviron N, Quintana JR, Gonzalez C, Lafuente AL, Mougin C (2013). Metal Contamination Disturbs Biochemical and Microbial Properties of Calcareous Agricultural Soils of the Mediterranean Area. *Arch Environ Contam Toxicol* 64:388-398.