



Du littoral aux rivières : l'EMBL et le CERECP Ecotron IDF ouvrent une nouvelle ère pour la recherche environnementale

A Saint-Pierre-lès-Nemours, non loin de la forêt de Fontainebleau, les équipes du CERECP – Ecotron Île-de-France ont accueilli en septembre dernier un dispositif scientifique inédit : les laboratoires mobiles de l'EMBL, European Molecular Biology Laboratory. Ensemble, ils inaugurent une nouvelle phase du vaste programme TREC – Traversing Ecosystems, qui fait entrer la recherche environnementale dans une dimension à la fois agile, intégrée et résolument interdisciplinaire.

Après deux années de campagnes sur les côtes européennes, l'expédition TREC quitte les rivages pour explorer les écosystèmes d'eau douce. Objectif : comprendre comment les rivières, lacs et zones humides réagissent aux pressions humaines et climatiques...

Un projet scientifique à l'échelle du continent

Lancée en mars 2023 par l'EMBL, le consortium Tara Océan et l'EMBRIC (European Marine Biological Resource Centre), l'expédition Traversing European Coastlines (TREC) a marqué le début d'une nouvelle ère pour la recherche environnementale. Campagne de prélèvements ambitieuse et inédite, elle a été menée le long des côtes européennes. De la Norvège à la Grèce, quelque 70 000 échantillons ont été récoltés sur plus de 115 transects Terre-Mer étudiés.

Cette première étape du projet TREC vise à comprendre comment les écosystèmes côtiers interagissent et répondent aux changements naturels et anthropiques. Dans l'eau, les sédiments, les sols et l'air, elle explore la biodiversité côtière et caractérise les mécanismes moléculaires et cellulaires d'adaptation du vivant. Plus de 90 organisations et plusieurs centaines de chercheurs ont été impliqués dans l'optique notamment de standardiser les protocoles d'échantillonnage et d'analyser le vivant à travers différentes échelles, du virus aux formes de vie plus grandes.

En étendant son initiative vers l'intérieur des terres, l'EMBL se concentre aujourd'hui sur les écosystèmes d'eau douce — y compris l'interface terre - eau, et les milieux terrestres associés — et leur vulnérabilité face aux activités humaines. « Les cours d'eau et les eaux continentales sont les principales voies de transport des polluants, mais aussi des éléments nutritifs essentiels. Étudier ces systèmes, c'est comprendre le lien intime entre la terre et l'océan », explique Antonella RUGGIERO, scientifique du projet TREC sur le terrain.

Une logistique scientifique de haute précision

A Saint-Pierre-lès-Nemours, sur le site du CERECP – Ecotron IDF, l'EMBL a trouvé le lieu d'expérimentation idéal pour initier la seconde phase de l'expédition. Pendant plus d'un mois, ses trois laboratoires mobiles et son équipe de préleveurs



Trois chercheuses observant des échantillons au sein de l'Advance Mobile Lab
© Michael Bonadonna/EMBL

associée au programme TREC - soit 7 à 8 scientifiques en rotation - ont été déployés sur le terrain. « L'idée est simple : réduire la distance — spatiale et temporelle — entre le terrain et l'expérimentation afin de briser le biais entre le prélèvement et l'analyse », explique Thomas HAIZE, ingénieur d'expédition scientifique pour l'EMBL.

Les trois laboratoires mobiles de l'EMBL ?

→ L'Advanced Mobile Lab (AML) a été conçu et aménagé sur-mesure dans une remorque de camion équipée de deux extensions latérales. Déployé sur site en moins de vingt minutes, il offre aux chercheurs un espace de 45 m² qui inclut deux espaces de laboratoire : l'un pour la préparation des échantillons, l'autre pour leur analyse et leur conservation. Parmi les technologies embarquées : la **microscopie**, des solutions optiques standards à la cytométrie en flux ; la **génomique et le génotypage**, en particulier la phénogénomique unicellulaire ; et la **cryomicroscopie à haute résolution** pour la préparation d'échantillons biologiques destinés à la microscopie électronique.

« En seulement 20 millisecondes, les échantillons sont refroidis à -196 °C à l'aide d'azote liquide. Ce procédé vitrifie les organismes dans leur état vivant, à la manière d'un fossile, offrant une résolution biologique exceptionnelle jusqu'au niveau subcellulaire », explique Niko LEISCH, responsable des laboratoires mobiles de l'EMBL. L'ensemble est complété de nombreux incubateurs, d'un système de climatisation et d'extraction d'air ultra performant, ainsi que d'une connexion par satellite.

→ Le **Filtering Van**, unité mobile tout-terrain livrée en août dernier, assure une proximité maximale avec les sites d'échantillonnage, évitant ainsi toute dégradation des ADN prélevés. « Dédié à la filtration et la concentration des échantillons d'eau, ce laboratoire 4x4 est notamment équipé d'une zone de filtration inspirée des protocoles de la goélette Tara. Il intègre également un dry shipper pour la cryoconservation et un congélateur électrique à très basse température (-20°C) », précise Antonella Ruggiero.



Chercheuse de l'expédition TREC sortant du marais d'Episy, avec un échantillon de sédiment servant à l'analyse de la biodiversité et des pressions présentes dans cet écosystème - © Thomas Haize/EMBL

→ Le **Sampling Processing Laboratory**, enfin, est une camionnette spécialement aménagée pour le stockage des échantillons, ainsi que le traitement et la centralisation des données via des tablettes connectées. Une digitalisation totale nous permet d'éliminer l'utilisation du papier (10 000 feuilles de données utilisées durant la première étape du projet). Cette rigueur méthodologique s'accompagne d'une réflexion écologique : emballages réutilisables, limitation des transports d'échantillons et traitement local des données. « Notre empreinte carbone est une préoccupation constante : chaque dispositif est pensé pour être à la fois performant et durable », confie Thomas HAIZE.

Le CERECP – Ecotron IDF : un site d'expérimentation hors normes

Piloté par le CNRS et l'École normale supérieure de l'université Paris Sciences et Lettres (PSL), le CERECP – Ecotron est une infrastructure de recherche expérimentale de premier plan, dédiée à l'étude des écosystèmes terrestres et aquatiques pour les sciences de l'environnement.

Le site réunit sur plus de 30 hectares une diversité impressionnante d'équipements : chambres climatiques à atmosphère contrôlée, simulateurs de pluie et de flux gazeux, bassins expérimentaux, lacs artificiels et écotrons capables de reproduire jusqu'à 90 % des climats terrestres. « La complémentarité de nos plateformes et expertises nous permet de mener une grande variété de projets de recherche, de l'échelle microscopique à celle du terrain, de courte à longue durée, dans des conditions naturelles ou en environnement climatisé hautement contrôlé », explique Clément ALIBERT, ingénieur CNRS Ecotron IDF. « Nous pouvons simuler la « Terre d'aujourd'hui » ou la « Terre du futur », avec les scénarios du GIEC à l'horizon 2100 », illustre Samuel ABIVEN.

De la Seine aux lacs expérimentaux : valider les protocoles « terrestres »

Sur le site francilien, les équipes de TREC ont ainsi expérimenté pour la première fois leurs protocoles d'échantillonnage en eaux douces. Prélèvements d'eau, de sédiments et de sols à proximité de la Seine, dans les lacs naturels et artificiels du Gâtinais, et dans les bassins expérimentaux du CERECP : le projet nécessite en effet le développement et la validation de méthodes nouvelles et adaptées.

Afin de valider ces protocoles et d'obtenir des échantillons de référence en conditions réelles, les équipes ont aussi

effectué des prélèvements aux abords de la Seine. Ces échantillons feront l'objet de séquençages et d'analyses environnementales, notamment sur la pollution, afin de constituer un ensemble de données complet pour la recherche.

Chaque échantillon – jusqu'à 45 litres d'eau par prélèvement – est traité sur place pour éviter toute dégradation du matériel biologique. Des capteurs flottants mesurent simultanément photosynthèse, oxygène, salinité et d'autres paramètres biogéochimiques. Les données ainsi récoltées serviront à alimenter une base environnementale européenne conforme aux principes FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), et à constituer des références de terrain standardisées pour l'ensemble du réseau TREC.

L'enjeu est majeur : adapter aux milieux continentaux des méthodes initialement développées pour les environnements marins. « Filtrer de l'eau salée ou de l'eau douce n'impose pas les mêmes contraintes : la quantité de matière organique, la taille des particules, la viscosité... tout change. Il faut repenser les protocoles pour garantir la comparabilité des données », précise Antonella RUGGIERO.

Ces ajustements permettront ensuite de déployer les mêmes méthodes sur d'autres sites européens, le long du Rhin, du Danube ou des lacs alpins, avec une ambition : comparer les écosystèmes conservés et altérés et quantifier l'impact anthropique.

L'écologie expérimentale au service de la recherche et de la formation

Le CERECP – Ecotron IDF ne se limite pas à accueillir la recherche : il en est aussi un acteur formateur et fédérateur. Étudiants en master, jeunes chercheurs et techniciens y côtoient quotidiennement des spécialistes internationaux venus tester leurs protocoles. Le site héberge chaque année une vingtaine de projets, de la biogéochimie du sol à l'écologie aquatique, en passant par la modélisation des flux de gaz ou l'impact des polluants sur les communautés microbiennes. Une approche intégrée, entre observation de terrain et simulation contrôlée, qui le positionne comme un « super-laboratoire » de la transition écologique. Nous aurons l'occasion d'y consacrer un nouveau reportage prochainement.

Pour en savoir plus :
www.embl.org/trec