

BRC4Env, un réseau de Centres de Ressources Biologiques au service des recherches en environnement et en agronomie

AgroBRC-RARe (Ressources Agronomiques pour la Recherche) est une Infrastructure de Recherche distribuée mettant en réseau des Centres de Ressources Biologiques (CRB) au niveau national. Ces CRBs maintiennent des ressources génétiques, génomiques et biologiques, produites et caractérisées par des recherches sur les animaux domestiques, les cultures et les espèces modèles de plantes (domestiques ou analogues sauvages), les forêts, les sciences de l'alimentation et de l'environnement, les consortia microbiens, les invertébrés et vertébrés de l'environnement. Les CRBs sont rassemblés en 5 piliers selon l'origine de leurs ressources : animaux, cultures, forêts, micro-organismes et ressources environnementales. AgroBRC-RARe est enregistré sur la feuille de route nationale des Infrastructures de Recherche, et rassemble actuellement une trentaine de CRBs.

Depuis la fin 2015, le pilier "Ressources Environnementales" d'AgroBRC-RARe, BRC4Env, est un réseau de CRBs de collections hébergées par l'INRA, l'IRD, le CIRAD, le CNRS ainsi que par des laboratoires affiliés à des universités ou grandes écoles. L'objectif majeur de BRC4Env est d'augmenter la visibilité nationale et européenne des ressources biologiques maintenues dans ses CRBs constitutifs, et de faciliter leur utilisation par une communauté de recherche large, des sciences agronomiques aux sciences de la vie ou de l'environnement. Sa valeur ajoutée repose sur le partage de compétences, l'harmonisation des pratiques, le support à des projets de recherche, et sur la proposition d'un portail d'entrée unique pour faciliter l'accès aux échantillons documentés, prendre en compte les politiques règlementaires des partenaires (instituts de recherche...) comme les contextes légaux qui varient avec la nature des ressources biologiques. Ainsi, BRC4Env ambitionne de fournir un support opérationnel à ses membres au regard de la mise en place du protocole de Nagoya.

Les ressources génomiques et biologiques de BRC4Env sont échantillonnées à partir de sols, sédiments, eaux, écosystèmes agricoles, forestiers et naturels, et préservées dans des collections organisées. Elles incluent des consortia microbiens, des ressources animales (invertébrés et vertébrés). Actuellement, BRC4Env regroupe 15 CRB et/ou collections biologiques. Deux d'entre elles ont été labellisées comme CRB par le GIS IBISA en 2013, le Centre de Ressources Génétiques des Sols de la plateforme GenoSol, associé au Conservatoire Européen d'Echantillons de Sols, et le CRB "Egg Parasitoids Collection" (Ep-Coll). Deux autres collections visent cette année la labellisation IBISA : une collection d'arthropodes terrestres et une collection d'écailles et de tissus de poissons, Colisa. Ces 4 CRBs ont collecté plus de 1 220 000 échantillons à ce jour. BRC4Env associe également 4 plateformes analytiques (en biochimie, chimie, génomique et imagerie) pour la caractérisation des échantillons, et 2 réseaux nationaux d'accès aux écosystèmes (<https://www.brc4env.fr/Associated-platforms>).

Les CRBs de BRC4Env

Le Centre de Ressources Génétiques des Sols (CRG, <https://www.brc4env.fr/BRCs-and-collections/Environmental-matrices/GenoSol>) de la plateforme GenoSol, créé en 2008, fournit un CRB de sols unique en Europe pour le stockage et la conservation de ressources génétiques (ADN) accessibles à la communauté scientifique. La plupart des échantillons de sols stockés provient de réseaux de surveillance de sols (à des échelles nationales, régionales et paysagères), d'observatoires de recherche en environnement (de l'INRA, du CNRS et de l'Université...), de sites expérimentaux de long-terme (appartenant à des réseaux nationaux et internationaux) et de réseaux de fermes. Tous ces sites sont impliqués dans des problématiques scientifiques concernant l'évaluation environnementale

de l'usage et de la gestion des sols, ainsi que l'impact des changements globaux. La plateforme GenoSol est un outil stratégique en appui de ces sites sur le long terme, et pour le suivi de la biodiversité. Plus de 13 000 sols sont actuellement conservés dans le CRG, qui présentent des caractéristiques variées en terme d'usage, de traitements (apport de fumier ou absence de pesticides).

Le CRG de GenoSol est hébergé par l'Unité Mixte de Recherche 1347 Agroécologie à Dijon, France. Elle propose une offre de mise en conservation des matrices environnementales (lyophilisateur, congélateurs -40°C pour les sols et -30°C pour la conservation des ADN, des laboratoires de quarantaine et tous les équipements nécessaires pour les études en biologie moléculaire (Figure 1).

Dans le cadre du RMQS (Réseau de Mesure de la Qualité des Sols - <https://www.gissol.fr/le-gis/programmes/rmqqs-34>) GenoSol exerce ses activités en partenariat avec le Centre Européen d'Echantillons de Sols (CEES, (<https://www.brc4env.fr/BRCs-and-collections/Environmental-matrices/CEES>) hébergé par l'Unité de Services 1106 Infosol à Orléans. Le CEES conserve et archive les sols français collectés dans des programmes nationaux de surveillance des sols (Figure 2), coordonnés par le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol). Cette infrastructure collective est également en appui de programmes de recherches nationaux et Européens, et d'Infrastructures de Recherche telles qu'ICOS, avec des apports dans l'expertise et le soutien aux stratégies et méthodes de prélèvement, la collecte d'échantillons, la préparation et l'archivage, la fourniture d'échantillons à des programmes de recherche et à des laboratoires d'analyse partenaires.

Le Centre de Ressources Biologique "Egg Parasitoids Collection" (Ep-Coll, <https://www.brc4env.fr/BRCs-and-collections/Invertebrates/Arthropods/EP-Coll>) a pour objectifs de collecter, caractériser, maintenir, et partager des souches de parasitoïdes oophages, qui présentent le double intérêt d'être des modèles biologiques pertinents pour les recherches en éco-évolution et des réservoirs de souches candidates (espèces / populations / génotypes) pour le biocontrôle. Il héberge diverses espèces d'*Hymenoptera Trichogrammatidae*, sous forme d'une centaine de souches vivantes (Figure 3), d'individus morts conservés dans l'éthanol, de séquences d'ADN de plus de 70 souches, et de vouchers. Ep-Coll offre des pools de marqueurs moléculaires et/ou morphologiques, ainsi que les connaissances associées sur les distributions géographiques et écologiques des espèces. Le CRB EP-Coll met à disposition son savoir-faire dans les domaines de la collecte au champ, de l'élevage et le phénotypage des insectes.

Le CRB est hébergé par l'Unité Mixte de Recherche 1355 Institut Sophia AgroBiotech (ISA) à Sophia Antipolis, France. L'UMR ISA dispose de serres et de chambres d'élevage en conditions contrôlées pour mener des expérimentations in vitro and in situ, et dispose d'agréments pour la manipulation d'insectes et de nématodes dits de quarantaine, ainsi que de tous les équipements de laboratoire nécessaires aux études de biologie moléculaire.

La collection d'arthropodes terrestres (<https://www.brc4env.fr/BRCs-and-collections/Invertebrates/Arthropods/Arthropod-collection>) comprend des séries de spécimens collectés dans le monde entier depuis plus de cinquante ans, par les équipes de recherche de l'INRA, de l'IRD, du Cirad et de Montpellier SupAgro mais aussi des collections plus anciennes datant de la fin du 19^{ème} siècle et de la première moitié du 20^{ème} siècle. Plus d'un million de spécimens préservés à sec (Figure 4), fixés ou en éthanol et plus de 10 000 extraits d'ADN constituent aujourd'hui cette collection ; ces spécimens sont identifiés grâce aux taxonomistes de l'unité ou à des experts extérieurs et, avec l'appui des travaux des généticiens de l'unité.

La collection a une valeur scientifique et patrimoniale considérable. Elle comprend de nombreux spécimens de référence en termes de taxonomie (spécimens types, vouchers pour le barcoding). Elle est également une collection de référence pour de nombreux groupes d'importance agronomique en Europe (phytophages, insectes forestiers et auxiliaires, arthropodes de quarantaine) : pucerons, mouches mineuses (*Agromyzidae*), thrips, tordeuses, noctuelles, chalcidiens, etc. et de grandes séries

d'insectes tropicaux. Cet héritage de haute valeur scientifique comprend la collection Guardet qui regroupe 70% des espèces françaises de coléoptères, les collections Perris et Bonfils (*Hemiptera*). Cette collection est consultée par de nombreux taxonomistes amateurs ou professionnels d'institutions européennes et internationales.

La collection d'acariens comprend 20 000 spécimens sur lames ou dans l'éthanol, des milliers d'extraits d'ADN et des spécimens types. Elle héberge la première collection d'Europe pour les acariens *Phytoseiidae*, avec des spécimens du monde entier collectés des années 70 à nos jours, dans les zones paléarctiques, néotropicales (Caraïbes, Brésil...) et australiennes (Nouvelle Calédonie).

Cette collection est également la première au monde concernant les acariens *Tetranychidae* de Madagascar et de Nouvelle Calédonie, d'Europe et des îles Mascareignes.

Ces collections sont hébergées par l'Unité Mixte de Recherche Centre de Biologie pour la Gestion des Populations (CBGP), près de Montpellier. Elles sont utilisées à des fins de recherches en systématique, génétique, écologie et évolution des populations et des communautés d'organismes d'intérêt en agronomie, et biodiversité. L'UMR dispose d'équipements et de matériels nécessaires à la conservation et à l'étude de ces collections.

La collection historique d'écailles et de tissus de poissons "Colisa" (<https://www.brc4env.fr/BRCs-and-collections/Vertebrates/Colisa>) est issue de la fusion des collections d'échantillons collectés par 3 unités de l'INRA (U3E à Rennes, ECOBIOP à Saint-Pée-sur-Nivelle et CARTEL à Thonon les Bains). Les échantillons proviennent de programmes de suivi de long-terme, d'activités de recherche conduites par ces unités et de procédures de déclarations réglementaires nationales (pêche amateur et professionnelle).

La collection est unique et d'intérêt par sa taille (plus de 200 000 échantillons), la variété de ses espèces (26 espèces de poissons et de lamproies), leur couverture géographique (la France entière) et son ancienneté (46 ans)(Figure 5).

Colisa contribue à la caractérisation actuelle et rétrospective des traits d'histoire de vie des individus ou des populations de poissons (âge, croissance, reproduction, migration ...). Ces échantillons, porteurs d'ADN, permettent également leur caractérisation génétique. D'autres techniques comme la microchimie permettent de déterminer les conditions environnementales dans lesquelles les individus ont évolué. La conservation de ces tissus permet d'investiguer les changements passés (globaux et locaux) qui sont survenus.

Le fonctionnement de BRC4Env

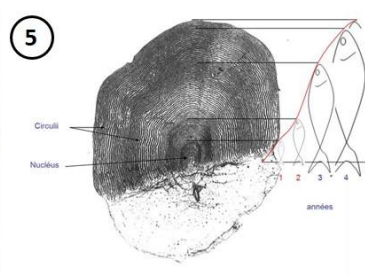
Les CRBs de BRC4Env mettent actuellement en place un management de la qualité basé sur le Référentiel v2 de l'INRA pour optimiser leur fonctionnement, mettre en place une démarche d'amélioration continue pour la satisfaction de ses parties intéressées. Ils projettent d'évoluer vers des démarches de certification nationale (NF S 96-900) ou internationale (ISO 9001), en incluant une politique d'ouverture de leurs données. Un CRB, GenoSol, est déjà certifié ISO9001:2008, avec le passage à la version 2015 en 2018.

Les CRBs suivent les règles de bonnes pratiques scientifiques et éthiques et les obligations réglementaires liées à leurs activités. Le personnel des CRBs est formé en conséquence. Ainsi, plusieurs CRBs bénéficient de l'agrément pour la détention et la manipulation de matériels de quarantaine.

Les CRBs et collections de BRC4Env sont impliqués dans de nombreux partenariats avec le monde académique, et sont impliqués dans de multiples projets de recherche nationaux et internationaux (illustrés par les quelques productions scientifiques listées ci-après). Les CRBs sont également en relation avec des partenaires privés, notamment dans le domaine de la recherche de nouvelles substances médicamenteuses, le biocontrôle, l'agriculture durable...



Figures :
1. GenoSol
2. CEES
3. Ep-Coll
4. Arthropodes
5. Colisa



Conclusion

BRC4Env offre un réseau de CRBs permettant de collecter, caractériser, sécuriser, distribuer des ressources biologiques pour les programmes de recherche en environnement et en agronomie. Certains CRBs sont déjà ouverts aux programmes de recherche en écotoxicologie. Par exemple, les données sur les sols issues du CEES étant représentatives des sols de France (Métropolitaine et Outre-Mer) permettent de connaître la distribution des caractéristiques des sols (ex : pH, MO, CEC, teneurs en éléments traces) ainsi que leurs combinaisons et répartitions afin de sélectionner les types de sol à tester lors d'essais écotoxicologiques si l'on souhaite se placer dans des conditions plus réalistes aux différentes échelles (nationales ou locales). Ces données ont notamment permis de réaliser une cartographie exhaustive des paramètres et des contaminations chimiques dans les sols (www.gissol.fr), d'évaluer des impacts des usages des sols et des pratiques sur la biodiversité microbienne (GenoSol)... Colisa est impliquée dans la caractérisation des impacts des changements globaux sur différents traits d'histoire de vie des poissons comme la croissance, la maturation ou pour caractériser au travers de la composition chimique des écailles, la qualité du milieu dans lequel ils évoluent. Les écailles de poisson sont des biomarqueurs appropriés pour évaluer les pollutions passées des cours d'eau. Par ailleurs, BRC4Env offre un cadre pour l'accueil de collections répondant plus spécifiquement à des problématiques d'écotoxicologie.

Contacts

Christian Mougin¹, Emmanuelle Artige², Frédéric Marchand³, Samuel Mondy⁴, Céline Ratié⁵, Nadine Sellier⁶

¹UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, Versailles

²UMR CBGP, INRA, CIRAD, IRD, Montpellier SupAgro, Montpellier

³UE U3E, INRA, Rennes

⁴UMR AGROECOLOGIE, INRA, AgroSup Dijon, Université de Bourgogne, Dijon

⁵US UNFOSOL, INRA, Orléans

⁶UMR ISA, Université Nice Sophia Antipolis, CNRS, Sophia Antipolis



Pour en savoir plus

Portail BRC4Env : <https://www.brc4env.fr/>

Portail AgroBRC-RARE : <http://www6.inra.fr/agrobrc-rare/>

Bibliographie

Al khatib F., Cruaud A., Fusu L., Genson G., Rasplus J.-Y., Ris N. & Delvare G. (2016) Multilocus phylogeny and ecological differentiation of the "Eupelmus urozonus species group" (Hymenoptera, Eupelmidae) in the West-Palaearctic. *BMC Evolutionary Biology*, 16, 13

Baur H., Kranz-Baltensperger Y., Quicke D.L.J., Cruaud A., Rasplus J.-Y., Timokhov A.V. & Gokhman V.E. (2014) Taxonomic revision and morphometric analysis of *Anisopteromalus* *Ruschka*, 1912 (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae). *Systematic Entomology*, 39: 691–709.

Coeur d'Acier A., Cruaud A., Artige E., Genson G., Clamens A.-L., Pierre E., Hudaverdian A., Simon J.-C., Jousset E. & Rasplus J.-Y. (2014) DNA barcoding and the associated PhylAphidB@se website for the identification of European Aphids (Insecta: Hemiptera: Aphididae). *PLoS ONE*, (6): e97620. doi:10.1371/journal.pone.0097620

Horrigue W., Dequiedt S., Chemidlin Prévost-Bouré N., Jolivet C., Saby N.P.A., Arrouays D., Bispo A., Maron P.-A., Ranjard L. (2016). Predictive model of soil molecular microbial biomass. *Ecological Indicators* 64, 203–211.

Mougin C., Artige E., Marchand F., Mondy S., Ratié C., Sellier N. BRC4Env, the Biological Resource Centre for the Environment. *Env. Sci. Pollut. Res.* (En préparation).

Muru D., Groussier G., Marchand A., Rasplus J.-Y., Cruaud A., Calcagno V., Vercken E., Ris N. (in prep) Extensive sampling of *Trichogramma* species with references to host plants and habitats (Data paper)

Nowak, V., Tripied, J., Régnier, T., Jolivet, C., Arrouays, D., et al. (2017). Mapping and predictive variations of soil bacterial richness across France. *PLOS ONE* 12, e0186766.

Quéméré, E., Baglinière, J.-L., Roussel, J.-M., Evanno, G., McGinnity, P., and Launey, S. 2016. Seascape and its effect on migratory life-history strategy influences gene flow among coastal brown trout (*Salmo trutta*) populations in the English Channel. *Journal of Biogeography* 43, 498–509.

Razanamalala, K., Razafimbelo, T., Maron, P.-A., Ranjard, L., Chemidlin, N., Lelièvre, M., Dequiedt, S., Ramaroson, V.H., Marsden, C., Becquer, T., et al. (2017). Soil microbial diversity drives the priming effect along climate gradients: a case study in Madagascar. *ISME J.* (Data paper).

Savary R., Dufresnes C., Champigneulle A., Caudron A., Dubey S., Perrin N., Fumagalli L. Stocking activities for the Arctic charr in Lake Geneva: Genetic effects in space and time. *Ecology and Evolution* (Sous presse).

Terrat, S., Horrigure, W., Dequiedt, S., Saby, N.P.A., Lelièvre, M., Rougemont, Q., Roux, C., Neuenschwander, S., Goudet, J., Launey, S., Evanno, G., 2016. Reconstructing the demographic history of divergence between European river and brook lampreys using approximate Bayesian computations. *PeerJ* 4, e1910. doi:10.7717/peerj.1910

Warot S., Cruaud A., Groussier G., Malausa T., Martinez-Rodriguez P., Pintureau B., Rasplus J.-Y., Séguret J., Ris N. Insights on the molecular diversity and species delineation in *Trichogramma* species with focus on West Palearctic strains (En preparation).