



## **Eclairages sur l'infrastructure de recherche RARe**

Michèle Tixier-Boichard, Roland Cottin, Florence Esnault, Olivier Pailly,  
Emmanuel Bloquel, Anne- Françoise Adam-Blondon, Michel Verger, Melanie  
Martignon, Christian Mougin, Sylvia Bruneau, et al.

### **► To cite this version:**

Michèle Tixier-Boichard, Roland Cottin, Florence Esnault, Olivier Pailly, Emmanuel Bloquel, et al.. Eclairages sur l'infrastructure de recherche RARe. INRAE; CIRAD; IRD; Université Paris-Saclay; Université de Montpellier; Université de Rennes; AgroParisTech; Institut Agro. 2024, 15 p. <hal-04750756>

**HAL Id: hal-04750756**

**<https://hal.science/hal-04750756v1>**

Submitted on 23 Oct 2024

**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.



HAL Authorization

### Auteurs :

Michèle Tixier-Boichard<sup>1</sup>, Roland Cottin<sup>2</sup>, Florence Esnault<sup>3</sup>, Olivier Pailly<sup>4</sup>, Emmanuel Bloquel<sup>4</sup>, Anne-Françoise Adam-Blondon<sup>5</sup>, Michel Verger<sup>6</sup>, Melanie Martignon<sup>6</sup>, Christian Mougin<sup>7</sup>, Sylvia Bruneau<sup>7</sup>, Michel-Yves Mistou<sup>8</sup>, Christophe Byl<sup>9</sup>, Patricia Huan<sup>1</sup>, Valérie Bergheaud<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 78350, Jouy-en-Josas, France

<sup>2</sup>Université Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, AGAP, 34398 Montpellier, France

<sup>3</sup>INRAE, Institut Agro, Univ Rennes, IGEPP, 29260, Ploudaniel, France

<sup>4</sup>INRAE, AGAP Corse, 20230 San Giuliano, France

<sup>5</sup>Université Paris-Saclay, INRAE, URGI, 78026, Versailles, France

<sup>6</sup>INRAE, GBFOR, Orléans

<sup>7</sup>Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, ECOSYS, 91120, Palaiseau, France

<sup>8</sup>INRAE, MAIAGE, 78350, Jouy-en-Josas, France

<sup>9</sup>INRAE, CNUE, CNOC, 33883 Villenave D'Ornon, France

<sup>10</sup>Université Paris-Saclay, INRAE, BAP, 78026, Versailles, France

### Résumé :

Cet article présente l'Infrastructure de Recherche Nationale RARe (<https://www.agrobrc-rare.org>) en s'appuyant sur les communications parues dans la Lettre des Unités Expérimentales d'INRAE (LUE). Après une introduction générale de l'organisation de cette Infrastructure en cinq piliers de Centres de Ressources Biologiques, les communications apportent des éclairages sur la complémentarité entre RARe et les unités expérimentales, sur l'organisation du pilier 'plante' et sur quelques exemples de ses activités, avant de terminer sur le modèle économique de l'ensemble.

### Abstract

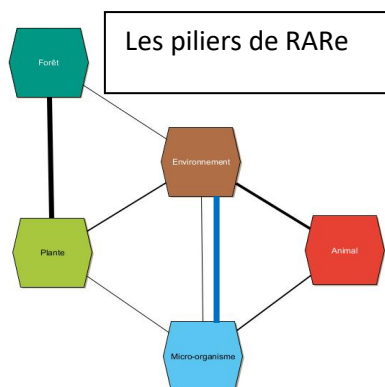
This report is presenting the AgroBRC-RARE National Research infrastructure (<https://www.agrobrc-rare.org>), based on papers published in the *Lettre des Unités Expérimentales* of INRAE (LUE). After a general introduction to the organization of this Infrastructure into five pillars of Biological Resource Centers, the papers shed light on the complementarity between RARE and the experimental units, on the organization of the 'plant' pillar and on a few examples of its activities, before concluding with the economic model of the whole.

#### 1- Présentation de l'infrastructure nationale (LUE, d'après le numéro spécial IR, 2023),

L'infrastructure RARe pour « Ressources Agronomiques pour la recherche » (<https://agrobrc-rare.org>) rassemble plus de 30 centres de ressources biologiques (CRB), qui ont pour mission de collecter, caractériser, conserver et distribuer des ressources biologiques utiles à la recherche agronomique. Elle est portée par trois organismes fondateurs, INRAE, CIRAD et IRD<sup>1</sup>, et est inscrite sur la feuille de route nationale des infrastructures de recherche depuis 2016, dans le domaine 'Sciences du système Terre et Environnement'. RARe a pour objectifs d'améliorer la gestion et la visibilité des ressources biologiques hébergées par les CRB qui la constituent et de faciliter leur utilisation par les chercheurs en sciences du vivant et sciences environnementales, au niveau national et européen.

---

<sup>1</sup> En 2024, l'Institut Pasteur a décidé de rejoindre RARe pour ses ressources microbiennes



Les CRB sont regroupés en cinq piliers, définis par la nature biologique des ressources conservées (semence, graine, individu entier, tissu, souche bactérienne, ADN...) et/ou par la finalité des recherches auxquelles contribuent les ressources : pilier animal, pilier plante, pilier forêt, pilier micro-organisme, pilier environnement.

Les piliers coordonnent les activités des CRB dans leur domaine et développent leurs interfaces comme le montre le schéma ci-contre. Chaque pilier a un doi et une adresse contact (Tableau 1)

Tableau 1- Coordonnées des entités de l'infrastructure RARe.

Entités	Lien unique	Contacts / Animateurs
<b>RARe</b>	<a href="https://doi.org/10.15454/b4ec-tf49">https://doi.org/10.15454/b4ec-tf49</a>	<a href="mailto:coordination_rare@inrae.fr">coordination_rare@inrae.fr</a> , Michèle Tixier-Boichard, Roland Cottin
<b>Pilier Animal</b>	<a href="https://doi.org/10.15454/1.5613785622827378e12">https://doi.org/10.15454/1.5613785622827378e12</a>	<a href="mailto:contact-crb-anim@inrae.fr">contact-crb-anim@inrae.fr</a> Michèle Tixier-Boichard, Bertrand Pain
<b>Pilier Environnement</b>	<a href="https://doi.org/10.15454/TRBJTB">https://doi.org/10.15454/TRBJTB</a>	<a href="mailto:contact-brc4env@inrae.fr">contact-brc4env@inrae.fr</a> Christian Mougin, Sylvia Bruneau
<b>Pilier Forêt</b>	<a href="https://doi.org/10.15454/1.5613761929199846E12">https://doi.org/10.15454/1.5613761929199846E12</a>	<a href="mailto:contact-fbrc@inrae.fr">contact-fbrc@inrae.fr</a> Michel Verger, Mélanie Martignon
<b>Pilier Micro-organisme</b>	<a href="https://doi.org/10.15454/1.5613788897481968E12">https://doi.org/10.15454/1.5613788897481968E12</a>	<a href="mailto:michel.mistou@inrae.fr">michel.mistou@inrae.fr</a> Michel-Yves Mistou
<b>Pilier Plante</b>	<a href="https://doi.org/10.17180/WN42-3J20">https://doi.org/10.17180/WN42-3J20</a>	<a href="mailto:contact-brc4plants@inrae.fr">contact-brc4plants@inrae.fr</a> Valérie Bergheaud, Anne-Françoise Adam-Blondon

Pour intégrer RARe, un CRB doit signer la charte d'adhésion et être labellisé IBISA et/ou certifié, le plus souvent ISO 9001:2015. Les CRB qui ne remplissent pas encore ces conditions constituent un 2<sup>e</sup> cercle et sont invités aux activités des piliers et de RARe, afin d'être accompagnés pour adhérer à la charte. Les piliers ont chacun une gouvernance, souvent multitutelles, pour définir et superviser les actions communes à leurs CRB et développer un point unique d'accès au catalogue de leurs collections. Cinq groupes de travail transversaux (GT)<sup>2</sup> ont été mis en place pour développer le partage d'expérience et des solutions communes : management de la qualité, communication, système d'information, accès et partage des avantages, modèle économique.

Le comité de pilotage de RARe organise des séminaires scientifiques sur des thématiques transversales intéressant ses différents piliers, avec par exemple l'étude des microbiotes ou encore la contribution des CRB aux recherches pour la transition agroécologique. L'infrastructure réunit chaque année son conseil scientifique international, composé de 11 membres représentant tous les domaines couverts par ses piliers. Le conseil a notamment examiné les indicateurs de performance dont RARe s'est dotée. L'assemblée générale des CRB est organisée chaque année et accueille des conférenciers invités issus d'autres infrastructures nationales ou internationales ou choisis pour leur expertise dans un domaine critique pour RARe tel que la cryobiologie, l'économie...

D'une manière générale, RARe contribue à préserver et à mieux connaître la biodiversité. En particulier, RARe propose une conservation sécurisée à long terme des échantillons issus de protocoles de longue durée (observation, expérimentation, sélection), tels que ceux mis en place dans les Unités Expérimentales. Certaines Unités hébergent elles-mêmes un CRB, en particulier dans le domaine

<sup>2</sup> En 2024, RARe s'est dotée d'un 6<sup>ème</sup> GT dédié à la Responsabilité Sociale et Environnementale.

végétal. Le dépôt dans un CRB a pour but de faciliter la réutilisation d'échantillons qui sont bien décrits, associés à des données phénotypiques précieuses et constituent une référence pour des études ultérieures. En effet, une ressource biologique est constituée d'un matériel biologique associé à des données le décrivant de manière standardisée et aussi exhaustivement que possible pour faciliter sa réutilisation par la recherche. L'ensemble des échantillons issu d'un protocole expérimental peut ainsi constituer une 'collection', identifiée par un certain nombre de métadonnées décrivant la population étudiée (espèce, race, variété, souche) et le protocole expérimental, sans oublier les données temporelles et géographiques. Ces échantillons peuvent ensuite être fournis à d'autres chercheurs que ceux qui ont mis en place le protocole, dans une politique de partage des ressources, sans pour autant négliger la reconnaissance des chercheurs à l'origine de la constitution de cette collection. C'est pourquoi RARE travaille à l'attribution de droits à ses structures et ses jeux de données.

Contact : [michele.tixier-boichard@inrae.fr](mailto:michele.tixier-boichard@inrae.fr)

## 2- Une implication de longue date des unités expérimentales dans la préservation des ressources biologiques

### 2.1-L'exemple du CRB Plantes Tropicales (Lettre CNUE, 2010)

Le **Cirad** et l'**INRA** ont officialisé au 1<sup>er</sup> mars 2010 la création du Centre de Ressources Biologiques (**CRB**) de **Plantes tropicales**, aux Antilles françaises. Celui-ci concerne principalement des espèces cultivées, et leurs apparentées : *Ananas*, *Bananiers*, *Cannes à sucre*, *Ignames* et *Manguiers*. Elles sont fournies sous forme de plants, greffons ou semences. Le CRB gère aussi un *Herbier* regroupant la majorité des espèces végétales présentes en Guadeloupe et Martinique.

L'équipe CRB est constituée de 12 agents, à parité Cirad et INRA, rassemblant des compétences techniques et scientifiques en agronomie, amélioration des plantes, culture in vitro, pathologie végétale, informatique et assurance qualité. Un conseil scientifique et technique valide les actions proposées ; un comité managérial veille au bon fonctionnement institutionnel de l'ensemble. Un comité d'orientation stratégique va être constitué. Il s'appuiera sur des partenaires locaux (Instituts techniques, Région, Protection des Végétaux, DIREN, Chambres d'agriculture, DAF...) afin d'être en cohérence avec les enjeux propres aux Antilles françaises. Plus largement le CRB Plantes tropicales est une pièce du réseau français Inter-Trop, qui regroupe les CRB consacrés aux espèces végétales tropicales, en Guadeloupe, Martinique, Guyane, à la Réunion et à Montpellier. Il a obtenu une labellisation IBISA en 2009.



Collection d'ignames à l'UE  
Duclos-Godet

techniques, Région, Protection des Végétaux, DIREN, Chambres d'agriculture, DAF...) afin d'être en cohérence avec les enjeux propres aux Antilles françaises. Plus largement le CRB Plantes tropicales est une pièce du réseau français Inter-Trop, qui regroupe les CRB consacrés aux espèces végétales tropicales, en Guadeloupe, Martinique, Guyane, à la Réunion et à Montpellier. Il a obtenu une labellisation IBISA en 2009.

Dans ce CRB, c'est l'UR ASTRO (AgroSystèmes TROPicaux) qui est chargée de la gestion de la collection d'ignames. Celle-ci est constituée d'environ 500 accessions sous la forme de vitroplants et de plants au champ. Les actions réalisées concernent la conservation sécurisée, la détection et l'assainissement pour les maladies virales, la caractérisation moléculaire et agronomique, l'alimentation d'un système d'informations et la diffusion des accessions.



Les agents de l'UE DUCLOS-GODET sont impliqués dans la caractérisation agro-morphologique du matériel végétal qui doit être réalisée sur au moins trois campagnes pour disposer de descripteurs de référence pertinents. Ils ont également mis en œuvre les méthodes préconisées par le CRB, notamment en matière de traçabilité.

**Pour en savoir plus sur le CRB :**

<https://astro.antilles.hub.inrae.fr/dispositifs-de-recherche/dispositifs-scientifiques-et-techniques>

## 2.2- L'exemple du PEAT (Les « réserves de gènes » poules du PEAT (Lettre CNUE, Janvier 2019))

Le Pôle d'Expérimentation Avicole de Tours (PEAT) du Centre Val-de-Loire entretient des lignées expérimentales dont une partie est constituée de « réserves de gènes » pour l'espèce poule.



Ces troupeaux, créés à partir des années cinquante et régulièrement enrichis par des introductions, sont à l'origine de nombreux programmes de recherche à visées expérimentales et patrimoniales conduits par des chercheurs de l'UMR GABI de Jouy-en-Josas. Ils sont également source de fructueuses collaborations avec des unités Inra, des laboratoires français ou des instituts à l'étranger. La domestication de la poule à partir d'ancêtres sauvages, dont le principal est la poule de jungle *Gallus gallus*, a commencé

en Asie du Sud-Est il y a environ 6 000 ans. Avant d'avoir une vocation alimentaire, les poules servaient pour le divertissement avec les combats de coqs ou pour des sacrifices. Une des conséquences majeures de la domestication a été la conservation de certaines mutations, à l'origine défavorables dans le milieu naturel, par exemple vis-à-vis des prédateurs, mais dont les effets négatifs sont devenus insignifiants dans ce nouvel environnement protégé offert par l'homme. Cette phase a duré quelques milliers d'années pendant lesquelles les populations domestiquées ont évolué auprès de l'homme et ont accumulé des mutations dont certaines modifient des caractères visibles. Progressivement les éleveurs ont été conduits à identifier des races reconnues par une localisation géographique et par des caractéristiques visibles, dont la description a donné lieu à la création de standards de races. De nombreux variants morphologiques sont connus chez la poule. Les gènes à effets visibles liés au sexe ou autosomaux influencent des caractères tels que la structure, la répartition ou la longueur des plumes, la coloration du plumage, de la peau et des pattes ou la couleur des œufs, les différentes formes de crêtes, le système nerveux, le squelette ...

Pourquoi maintenir un troupeau expérimental préservant la conservation de gènes à effets majeurs? Tout d'abord, l'ensemble de ces mutations constitue une ressource de choix pour des investigations sur les facteurs génétiques déterminant de nombreux caractères (développement, croissance, pigmentation, métabolisme...). L'étude approfondie de certains gènes conduit à proposer des alternatives ou des compléments aux méthodes de gestion et d'amélioration génétique de populations commerciales, par exemple en fonction des conditions de milieu, comme les gènes « cou-nu » ou « frisé ». Certaines mutations se révèlent être des modèles uniques pour les études en lien avec la physiologie (cas des œufs doubles) ou pour la médecine (épilepsie, nanisme...). Enfin ces mutations



correspondent à des polymorphismes de gènes qui ont contribué à l'établissement de la carte génétique de la poule et de la caille. La connaissance des cartes génétiques et maintenant des génomes permet également de comparer des gènes homologues chez ces espèces de la famille des Galliformes ; c'est le cas entre la poule et la caille japonaise. Pour cette dernière, PEAT entretient 9 mutations affectant la couleur du plumage et de l'œuf, et la présence simultanée des 2 espèces a permis aussi la validation d'homologie des variants par production d'hybrides poule-caille.

Pour son entretien, le troupeau est divisé en plusieurs cheptels conduits soit en lignées (Fayoumi, Nunukan, Leghorn à œufs doubles) soit en « réserve de gènes » proprement dite où l'on dénombre un total de 31 gènes à effet majeur en ségrégation. Cette réserve renouvelée annuellement est structurée en groupes de reproduction, chacun étant constitué de 2 à 6 pères pour un total de 45 coqs et 200 poules. La gestion et le renouvellement des troupeaux sont assurés par l'« équipe lignées » et le couvoir du PEAT, qui produit aussi des familles informatives, des embryons à différents stades ainsi que des génotypes à façon pour les chercheurs, notamment pour les études d'interactions Génotypes X Environnements. Le Système d'Information « SICPA Volailles » et les outils de saisie de terrain associés permettent l'enregistrement des généalogies, des phénotypes et des performances zootechniques. Une vigilance particulière doit être accordée à la fiabilité des généalogies et la qualité du suivi sanitaire des animaux. De plus, la qualité des observations réalisées sur le terrain par les animaliers a permis l'identification de 2 nouveaux variants liés au sexe chez la poule (Nanisme à l'origine de la poule « Vedette INRA » et Ultra-Nanisme) et 3 nouveaux chez la caille (Diabète Insipide, une modification de la structure de la plume « Curly » et de coloration de plumage « Rusty »).

Ces conservatoires de gènes se veulent un CRB respirant, mais la congélation des semences est un outil d'aide à leur gestion. Elle est aujourd'hui bien maîtrisée chez la poule dont plusieurs lignées sont d'ores et déjà maintenues dans la cryobanque aviaire nationale. Cette technique permet de conserver les variants identifiés ou non et ainsi de réduire les coûts d'entretien et les effectifs d'animaux sur pied en autorisant le maintien de phénotypes dommageables. Ces derniers points sont aussi des réponses aux exigences de respect des règles éthiques édictées en expérimentation animale.

Contact : [David.Gourichon@inra.fr](mailto:David.Gourichon@inra.fr)

### 3- Collaboration entre un CRB génomique et UE : le CRB @BRIDGE (LUE, numéro spécial IR, 2023)

Le CRB @BRIDGE est hébergé par l'UMR GABI du département de Génétique Animale à Jouy-en-Josas.



Il s'intéresse à toutes les espèces d'animaux d'élevage, mammifères, oiseaux et poissons. Ses ressources biologiques sont de nature très variée avec de nombreux tissus animaux, du lait, du microbiote, de l'ADN... En 2015, le CRB a organisé une collecte d'échantillons de 73 tissus ou types cellulaires provenant de 4 espèces animales (bovin, caprin, porc et poulet) pour le projet FR-AgENCODE (métaprogramme Selgen), volet français du programme FAANG pour l'annotation fonctionnelle du génome des animaux. Les protocoles de prélèvement et de

conservation ont été standardisés en vue d'études menées sur le transcriptome et certains échantillons ont été conditionnés pour des analyses spécifiques. Les protocoles utilisés sont consultables sur le site de FAANG (<https://data.faang.org/protocol/samples>). Les animaux ont été

choisis avec l'aide de plusieurs unités expérimentales (Le Pin, P3R, Genesi, PEAT) et prélevés en collaboration avec l'UE PAO et les UMR PRC et BOA. Les 5 000 échantillons collectés sont disponibles sur le portail web du pilier animal <https://crb-anim.fr/access-to-collection/#>. Ces échantillons ont été décrits par les ontologies BRENDA ou UBERON puis déposés dans la base Biosamples de l'Institut européen de bioinformatique (EBI). Les métadonnées ont été publiées dans la revue Frontiers in Genetics (Tixier-Boichard et al., 2021, <https://hal.inrae.fr/hal-03353872>). Une partie des échantillons a été utilisée pour l'étude comparative du transcriptome du foie et des cellules immunitaires au sein des 4 espèces (Foissac et al., 2019, <https://hal.inrae.fr/hal-02437599>). D'autres échantillons de porc et de poulet ont été utilisés pour des projets européens tels que le projet H2020 Gene-Switch coordonné par INRAE. Cette collection constitue donc une référence pour l'analyse des patrons d'expression du génome en fonction du tissu, de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état physiologique des animaux. Par ailleurs, dans le cadre du projet d'infrastructure CRB-Anim, à l'origine du pilier animal de RARE, le CRB @BRIDGe a rapatrié des collections d'échantillons historiques, issus de protocoles terminés ou initiés depuis longtemps (Le Pin, Bourges). Il reçoit aussi régulièrement des échantillons venant de protocoles récents en cours dans des UE de différentes régions (La Fage, Ferlus, 3P, PEAT). Ce service permet de sécuriser et de partager des échantillons de référence qui sont le fruit d'un travail important dans les unités expérimentales.

Contact : [abridge-biobanque@inrae.fr](mailto:abridge-biobanque@inrae.fr)

#### 4- BRC4Plants : Une Infrastructure Scientifique Collective, un des piliers de RARE (d'après l'article paru dans la LUE, Mai 2022)

Le pilier Plante (acronyme BRC4Plants) est la structure de coordination du réseau inter-institutionnel de Centres de Ressources Biologiques (CRB) pour les Plantes, constituant une des cinq composantes de l'Infrastructure française de Ressources Agronomiques pour la Recherche, Rare <sup>3</sup>(Ressources Agronomiques pour la Recherche).

Une partie des CRB de cette infrastructure sont sous tutelle ou co-tutelle INRAE, et donc portés par des UE ou U(M)R du département BAP, BRC4Plants a été labellisé ISC-INRAE lors de la campagne de 2021. Il représente 80 % des forces du pilier, le reste étant porté par le CIRAD<sup>4</sup>, l'IRD<sup>5</sup>, institut Agro, SupAgro, le Conservatoire Botanique National Méditerranéen et l'établissement Vanille de Tahiti. Le coût complet des activités portées par INRAE a été estimé en 2019 à 12 000 k€, comprenant les frais de personnel pour 73 ETP permanents et 18 ETP non permanents INRAE, 18 ETP permanents et 1 ETP non permanent d'autres tutelles. Comme les agents sont souvent à temps partiel sur ces missions, il y a presque 150 personnes impliquées dans ces CRB.

Répartis sur plusieurs centres, en France métropolitaine et outremer les CRB ont la charge d'une très grande variété de plantes : plantes modèles (*Arabidopsis*, *Médicago*), légumes (tomates, aubergines, choux, pommes de terre, échalote, ail, ignames...), arbres fruitiers (*prunus*, *citrus*, *malus*...), vignes, céréales, maïs, tournesol, colza, protéagineux et espèces fourragères et à gazon.

#### Enjeux et missions

Les ressources biologiques gérées par les CRB sont utilisées pour répondre à des enjeux majeurs de la recherche et de l'innovation dans le champ de la biodiversité, en lien direct avec le Schéma Stratégique

---

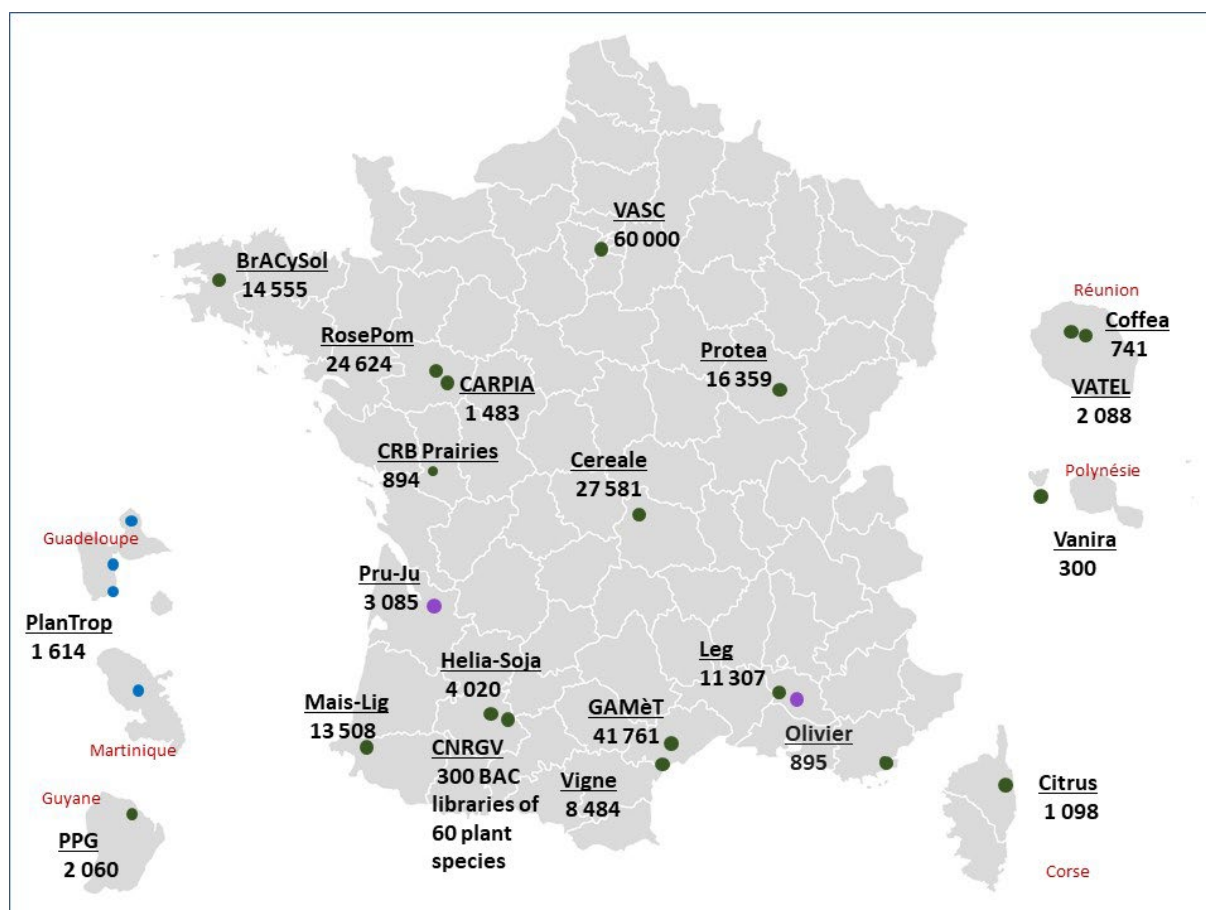
<sup>3</sup> <https://www.agrobrc-rare.org/>

<sup>4</sup> Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement (<https://www.cirad.fr/>)

<sup>5</sup> Institut de Recherche et de Développement (<https://www.ird.fr/>)

du Département BAP et ses Grands Objectifs Scientifiques : transition agroécologique de l'agriculture et ses systèmes alimentaires, adaptation aux changements climatiques et santé globale (diminution des intrants et réduction des impacts sur l'environnement).

BRC4Plants a pour missions de préserver et caractériser la diversité des plantes cultivées ou modèles et de leurs apparentées sauvages. L'infrastructure met à disposition des communautés scientifiques, nationales et internationales, publiques et privées, une offre cohérente et de qualité en ressources biologiques avec leurs données associées phénotypiques, génotypiques ou documentaires. Elle regroupe 21 CRBS localisés en métropole ou en outre-mer (Figure 1).



**Figure 1** : Localisation des 21 BRC de BRC4Plants avec le nombre d'accèsions qu'ils gèrent ; ils sont mono-site (points verts) ou parfois multi-sites, Pru-Ju (points violets) et PlanTrop (points bleus).

Les agents des CRB de BRC4Plants, dans leur majorité, travaillent à plusieurs processus :

- Entrée de ressources génétiques en collection suite à des prospections, des recherches ou des innovations ...
- Identification et caractérisation de ces ressources : phénotypique, génotypique, technologique avec les équipes de recherche, les instituts techniques ...
- Conservation des ressources, en veillant à leur bon état sanitaire, et en assurant leur régénération régulière avec des campagnes de multiplications, souvent en lien avec des unités expérimentales de l'institut. En 2019, ce n'était pas loin de 214 918 accessions de plantes apparentées sauvages, patrimoniales françaises ou internationales qui étaient dans les collections.
- Diffusion des ressources : 13 000 accessions fournies en 2022, 49 % à des équipes de recherche publique française, 37% à des équipes de recherche publique internationale, 13% à des entreprises privées, 1% à des écoles, des structures publiques régionales, des associations, etc. L'accès aux



collections se fait par ce catalogue : <http://florilege.arcad-project.org/fr>. Les gestionnaires ont, en outre, la responsabilité de la conformité réglementaire des échanges. Ainsi, ces diffusions sont réalisées dans le respect de la réglementation européenne et internationale sur l'accès aux ressources génétiques (Convention sur la Diversité Biologique (1992), Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Agriculture et l'Alimentation (2001), Protocole de Nagoya (2010), et sur la circulation des végétaux et les mesures de protection contre les organismes nuisibles.

- Valorisation des ressources dans les réseaux public-privé français ou européens (ECPGR<sup>6</sup>) ...
- Sensibilisation du public : scolaire, lycée professionnel, grand public...

Intégré dans cette infrastructure, le CNRGV<sup>7</sup>, a des missions originales. Il concourt à la caractérisation génétique et génomique des RG de plantes et centralise un large panel de ressources génomiques végétales de plantes modèles et cultivées comprenant 311 banques génomiques correspondant à 68 espèces. Pour valoriser ces ressources, le CNRGV a développé, en réponse aux demandes de ses utilisateurs, un ensemble de services allant de l'extraction d'ADN de plante jusqu'à la caractérisation de régions génomiques impliquées dans des caractères d'intérêt agronomique.

### **Axes de progression et animations**

- Organisation : certification ISO 9001-2015 des CRB, fonctionnement du pilier au plus proche de cette norme et harmonisé avec les autres composantes de RARe
- Gestion des données : Rédaction de Plan de Gestion des Données, harmonisation des Bases de Données locales des CRB, alimentation plus automatisée du catalogue web commun (Florilège)
- Réglementaire : Application du RGPD (Règlement Général de la Protection des Données), de la réglementation sanitaire et des échanges selon le protocole de Nagoya et l'APA<sup>6</sup> (Avantage et Partage des Avantages)
- Modèle économique : analyse des coûts complets, tarification...
- Visibilité nationale et internationale : communication pour faciliter l'utilisation des ressources des CRB par les équipes de recherche et les acteurs de l'innovation végétale

Des animations, ateliers, assemblées générales ou séminaires sont régulièrement proposés aux agents pour les aider dans ces progressions. A l'échelle de RARe. Il existe des groupes de travail thématiques : Qualité, APA<sup>8</sup>, modèle économique, systèmes d'information et communication. Les responsables des CRB sont invités à leurs travaux et restitutions lors de l'assemblée générale de RARe. A l'échelle du pilier Plante. Le Comité de Gouvernance, composé de représentants des CRB, d'experts métiers et des instituts (INRAE, IRD ou CIRAD), organise des événements et une assemblée générale annuelle dédiée aux CRB de plantes.

### **Remerciements**

Les gestionnaires des CRB ont remonté toutes les données qui ont été compilées pour constituer le dossier de labellisation ISC et contribuer au dossier de renouvellement de RARe sur la feuille de route des infrastructures en 2021, rendant compte de la quantité de travail remarquable fournie par tous. Le succès de cette reconnaissance revient en premier lieu à tous ces collègues. A l'occasion de cette labellisation, nous tenons à tous les remercier.

**Contacts, Coordination du BRC4Plants :** [contact-BRC4Plants@inrae.fr](mailto:contact-BRC4Plants@inrae.fr)

---

<sup>6</sup> European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources

<sup>7</sup> Centre National de Ressources Génomiques Végétales

<sup>8</sup> Accès et Partage des Avantages, en lien avec le protocole de Nagoya voir :

<https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2017/12/FRB-Depliant-APA-2017.pdf>

## 5- Le CRB Citrus : une collection dans un jardin des Hespérides (LUE, Janvier 2019)



Le CRB CITRUS de San Giuliano, dans la plaine orientale corse, est certifié selon la norme NF S96-900 depuis 2014. Il fait partie des quatre plus grandes collections d'agrumes au monde et occupe le premier rang des collections méditerranéennes. Il est acteur du pilier végétal du projet RARE et membre du réseau INTERTROP. Sa richesse et la qualité du matériel qui y est conservé et diffusé sont connues et reconnues internationalement. Il se singularise des autres collections mondiales par une conservation en plein champ de matériel végétal exempt de maladies de dégénérescence connue, grâce au

contexte phytosanitaire très favorable. Le matériel peut donc être évalué en condition de production. Un processus de contrôle sanitaire régulier garantit la qualité sanitaire du matériel végétal qui en est issu.

Le CRB CITRUS a été constitué sur plus de 50 ans à partir d'introductions en provenance de 42 pays d'origine. Il regroupe aujourd'hui la quasi-totalité des variétés cultivées ainsi que plusieurs représentants de genres apparentés aux agrumes.

Il est constitué de près de 1 100 accessions et s'étend sur 14 Ha. Elles sont le plus souvent représentées par 3 ou 4 arbres avec parfois un arbre supplémentaire conservé sous serre confinée. Chaque accession est identifiée par un numéro unique qui certifie de l'authenticité variétale et que les arbres sont indemnes des pathogènes responsables des maladies de quarantaine.

Le groupe des mandariniers et ses hybrides est le plus représenté grâce à des introductions de provenances asiatiques, lieux d'origine des agrumes et des mandarines sauvages, et de variétés hybrides, notamment américaines. Cette diversité de mandariniers est un des éléments majeurs de la notoriété internationale du CRB CITRUS. La grande diversité des citrons et limes (citrons verts), avec 165 accessions, est l'autre atout du CRB. Enfin, le CRB conserve plus de 160 porte-greffe qui ont tous été évalués sur le plan agronomique, en association avec le clémentinier, à San Giuliano.

Un système de gestion des bases de données a été développé pour regrouper toutes les informations de chaque arbre ou variété, et pour mieux gérer la diffusion. L'éventail des demandes est vaste et couvre la recherche académique, les professionnels de la filière (pépiniéristes, producteurs), des transformateurs (restaurateurs, confituriers, pâtisseries...), l'industrie cosmétique et pharmaceutique et des particuliers passionnés des agrumes. La récolte de semences (graines) destinées à la multiplication des porte-greffe est une partie importante des activités de diffusion. Annuellement, ce sont entre 350 et 450 kg de semences de porte greffe qui sont diffusées dans une trentaine de pays et permettent la création de plus de 7 millions d'arbres. Mais le CRB CITRUS c'est aussi, en moyenne par an, 22% des accessions diffusées à 132 destinataires dans 27 pays et territoires, 30 visites et 450 visiteurs de 16 nationalités.

Actuellement, nous développons une réflexion sur l'optimisation de la gestion de ces ressources génétiques afin de réduire les coûts, d'assurer la pérennité de leur conservation, et d'enrichir la collection à bon escient, sans augmenter les surfaces plantées. En outre, les accessions, maintenues en verger, sont potentiellement exposés à la menace d'un contexte environnemental en évolution rapide tant du point de vue climatique que sanitaire. La découverte d'une souche de *Xylella fastidiosa*

dans l'Île en 2015 en est l'exemple symptomatique et remet profondément en cause l'actuel mode de conservation. Il est donc important et urgent de protéger les variétés les plus représentatives de la diversité et celles qui ont un poids économique majeur, sous une structure insect-proof de haute performance. La cryoconservation de graines est également à l'étude. Elle constitue une forme complémentaire offrant plus de sécurité et applicable à bon nombre d'espèces. Mais les espèces mono-embryonnées (cédratiers, pamplemoussiers...) ne peuvent être conservées sous forme de graines. Des alternatives comme la cryoconservation d'apex sont envisagées pour ces dernières.

**Contact :** [contact.crb.citrus@inrae.fr](mailto:contact.crb.citrus@inrae.fr)

**Pour plus d'information :**

<https://www.youtube.com/watch?v=NmswSLQLwDU>

<https://www.youtube.com/watch?v=sR3GmePW4VM>

<https://www.inrae.fr/centres/corse/dispositifs-du-centre-corse>

#### 6- Témoignage de Florence Esnault, animatrice du CRB BrACySol (LUE, Sept 2023, n°33)

##### **Peux-tu nous rappeler ce qu'est un CRB et le CRB BrACySol en particulier ?**

Un Centre de Ressources Biologiques (CRB) sous tutelle INRAE a pour mission de collecter, conserver, caractériser et distribuer des ressources biologiques utiles à la recherche agronomique pour répondre aux enjeux majeurs de l'Agriculture : transition agroécologique, adaptation aux changements climatiques, santé globale, notamment.

Le CRB BrACySol appartient au pilier Plante de l'Infrastructure de Recherche RARE (Ressources Agronomiques pour la Recherche, voir LUE N° spécial IR et LUE N°29) et gère des ressources génétiques de différentes familles de plantes cultivées : Brassicacées (chou, navet, colza et moutarde, 4000 accessions), Alliées (échalote et ail, 450 accessions) et Solanacées tubéreuses (Pomme de terre et espèces apparentées, 12 000 accessions).

Production des lots de graines de chou sous cages en multichapelles



Les accessions appartenant aux Brassicacées sont conservées sous forme de graines dans des congélateurs. La production des graines est réalisée en serres et les lots de graines sont renouvelés tous les 10 à 15 ans selon leur taux de germination. Les accessions appartenant aux Alliées sont conservées sous forme de bulbes plantés chaque année au champ ou en serre.

Maintien des ressources génétiques Solanum en plateforme



Les accessions appartenant aux Solanacées sont conservées sous forme de tubercules plantés chaque année au champ ou en serre, de vitroplants repiqués tous les 12 à 15 mois ou d'apex cryoconservés.

Le CRB BrACySol diffuse en moyenne chaque année 1000 accessions, principalement vers les partenaires publics et privés des projets de recherche, les sélectionneurs et les organisations

professionnelles, au niveau national et international. Ces diffusions sont réalisées dans le respect de la réglementation internationale sur la circulation des produits végétaux et sur la diffusion des ressources génétiques (protocole de Nagoya).

Le CRB BrACySol est localisé à Ploudaniel (Finistère) et est piloté par l'UMR IGEPP (Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes) et l'UE RGCO (Ressources Génétiques en Conditions Océaniques). Il implique un collectif d'une vingtaine de personnes pour 10 ETP.

### **Quel est ton rôle dans le CRB ?**

Je suis l'animatrice du CRB BrACySol. Je définis ses orientations stratégiques en m'appuyant sur un comité de pilotage, je pilote son fonctionnement, je mets en place et contribue à des projets de recherche permettant d'améliorer la gestion et la caractérisation des ressources, je contribue à sa visibilité interne et externe par différentes actions de communication, des publications ou l'alimentation de bases de données, je pilote le Système de Management de la Qualité du CRB mis en place dans le cadre de la certification ISO 9001 obtenue en juillet 2021.

### **Quels ont été les apports de cette certification ISO 9001 ?**

Le CRB BrACySol s'est engagé dans une démarche Qualité depuis de nombreuses années. Une mobilisation particulière des acteurs du CRB depuis 2019 combinée avec un accompagnement de la plateforme d'appui à la certification de l'unité Diagonal (Emmanuel Lemoine, Diane Briard) et la référente Qualité de l'infrastructure RARé (Mélanie Martignon) ont permis d'aboutir à cette certification.

Cette démarche de certification a permis de fédérer le collectif des acteurs impliqués dans la gestion des différentes collections autour d'un projet commun. Elle nous a conduit à bien identifier quels étaient nos enjeux et les objectifs à atteindre. Elle nous amène à prendre le temps de faire des bilans d'activité avec notamment l'évaluation d'indicateurs de performance, et ainsi à identifier des actions à réaliser afin d'améliorer notre fonctionnement. Nous avons discuté collectivement des outils à mettre en place pour suivre nos activités, outils qui restent toutefois perfectibles et qui évoluent avec la mise en vie de ce Système de Management de la Qualité.

### **Quelles sont les prochaines évolutions prévues par le CRB ?**

Les principaux axes de travail actuels du CRB BrACySol ont pour objectif d'améliorer la gestion des données associées aux ressources maintenues au sein du CRB.

Ainsi, nous participons au projet de développement d'une base de données de gestion locale des accessions (base Olga), projet qui est piloté par Franciane Nuissier (UR ASTRO, Guadeloupe). Dans ce cadre, nous contribuons à définir les fonctionnalités de cette base afin qu'elle corresponde bien aux besoins des CRB et à réaliser des tests. Certaines tâches étant déjà opérationnelles, nous commençons à intégrer nos données dans cette base.

D'autre part, afin d'être en conformité avec le protocole de Nagoya, nous devons également poursuivre, pour chacune de nos ressources, la collecte des informations nécessaires (pays d'origine et date d'introduction notamment) pour évaluer leur statut et ainsi identifier les accessions qui nécessitent des démarches pour être conformes au protocole. Cette action implique de faire des recherches dans nos archives papier.

Ces deux actions représentent un gros travail. Elles s'inscrivent donc dans la durée.

Contact : [florence.esnault@inrae.fr](mailto:florence.esnault@inrae.fr)

## 7- Le projet CRB Risk et son impact sur l'outil de veille réglementaire VICTOR

Certains parmi vous ont utilisé par le passé l'excellent outil de veille réglementaire VERSA, mis à disposition par le département santé animale d'INRAE et longtemps animé par nos collègues Céline Housseau et Nelly Rouet. D'autres ont regretté que ce bel outil ne concerne, - pour l'essentiel- , que le domaine animal... Aujourd'hui, la relève est là avec VICTOR (Veille Intelligente sur les Cadres, Textes et



Objets Réglementés), qui tente de répondre aux besoins des uns et des autres avec une interface utilisateurs plus détaillée, une analyse plus profonde des documents référencés, pour un périmètre plus étendu d'activités scientifiques réglementées.

Dans le cadre du projet CRBRisk, cinq CRB du pilier plante ont contribué pendant plus de 3 ans à améliorer Victor sur la veille réglementaire pour le classement, en particulier pour les OQ (Organismes de Quarantaines) et ORNQ (Organismes Réglementés Non de Quarantaine), avec des informations sur les symptômes de ces maladies à surveiller par les gestionnaires des plantes. En effet, en cas de symptômes révélant la présence de OQ et ORNQ, la distribution est soit interdite, soit très compliquée. Les CRB ont donné des précisions sur les noms botaniques et synonymes, pour garantir que Victor concerne bien toutes les plantes qui sont en collection. Ils l'ont testé pour améliorer le système.

Accessible à tout agent disposant d'un compte informatique INRAE (après connexion au VPN hors réseau filaire INRAE) à l'adresse <https://victor.inrae.fr>, le système d'information VICTOR permet des recherches classiques à partir de chaînes de caractères (à la façon de Google® par exemple), de noms d'organismes vivants ou assimilés (les « objets réglementés » : virus, bactéries, vertébrés, plantes...), ou encore par cadres d'activités scientifiques (OGM confinés, utilisation d'animaux à des fins scientifiques, organismes de quarantaine...).

Pour prendre en main VICTOR, rien de mieux que de commencer par consulter les vidéos d'aide qui sont présentes dès la page d'accueil. Vous découvrirez ainsi comment utiliser l'outil au mieux en fonction de vos besoins, comment constituer vos propres porte-documents et comment vous abonner aux sujets, aux textes ou aux objets réglementés qui vous importent plus particulièrement. N'hésitez pas non plus à vous inscrire aux séances de prise en main de VICTOR proposées dans la plupart des centres avec l'aide des formations permanentes locales, Anne-Lise Liabot se fera un plaisir de vous guider !

Attention cependant, VICTOR est encore tout jeune, il reste beaucoup de travail à faire en *back office* pour le rendre pleinement fonctionnel, même si déjà il rassemble plus de 9.500 documents de sources diverses (LégiFrance, EurLex, le bulletin officiel du ministère chargé de l'agriculture, INRAE et d'autres institutions de recherche...) et référence plusieurs dizaines de milliers d'objets réglementés (bactéries, virus, champignons, nématodes, plantes, insectes, vertébrés...) avec leurs synonymes, leurs anciennes dénominations, leurs parents et enfants taxonomiques...

Pour l'instant alimenté essentiellement par les acteurs INRAE de la sécurité biologique, VICTOR va dans les mois qui viennent s'enrichir de documents proposés par d'autres veilleurs, en particulier pour mettre à disposition le fond documentaire du domaine management par la qualité d'INRAE. Si vous aussi vous souhaitez partager le fruit de votre veille, pas d'hésitation, contactez-nous (bouton « nous contacter » sur la page d'accueil) et nous verrons ensemble comment devenir contributeur actif !

Les fonctionnalités de VICTOR vont également s'étendre et s'améliorer progressivement, y compris grâce au retour d'expérience que vous nous ferez, vous utilisateurs de l'outil ! N'hésitez pas à laisser vos remarques, suggestions et critiques *via* le bouton « Besoin d'aide ? » présent sur toutes les pages de VICTOR (en haut à gauche).



Après ARIANE sécurité biologique qui vous permet de poser toutes vos questions à une équipe pluridisciplinaire et d'obtenir des réponses aussi complètes que possible ([https://ariane.inrae.fr/block/?id=ariane\\_sc\\_cat\\_item&sys\\_id=a7cd6bbddb5ea200ed07751bbf961954&sysparm\\_category=64c79850db4b2600ed07751bbf961998](https://ariane.inrae.fr/block/?id=ariane_sc_cat_item&sys_id=a7cd6bbddb5ea200ed07751bbf961954&sysparm_category=64c79850db4b2600ed07751bbf961998)), VICTOR est la seconde pierre angulaire mise à votre disposition pour vous accompagner au mieux dans vos activités scientifiques réglementées. Bientôt, nous vous présenterons la troisième pierre de l'édifice, MARIE...

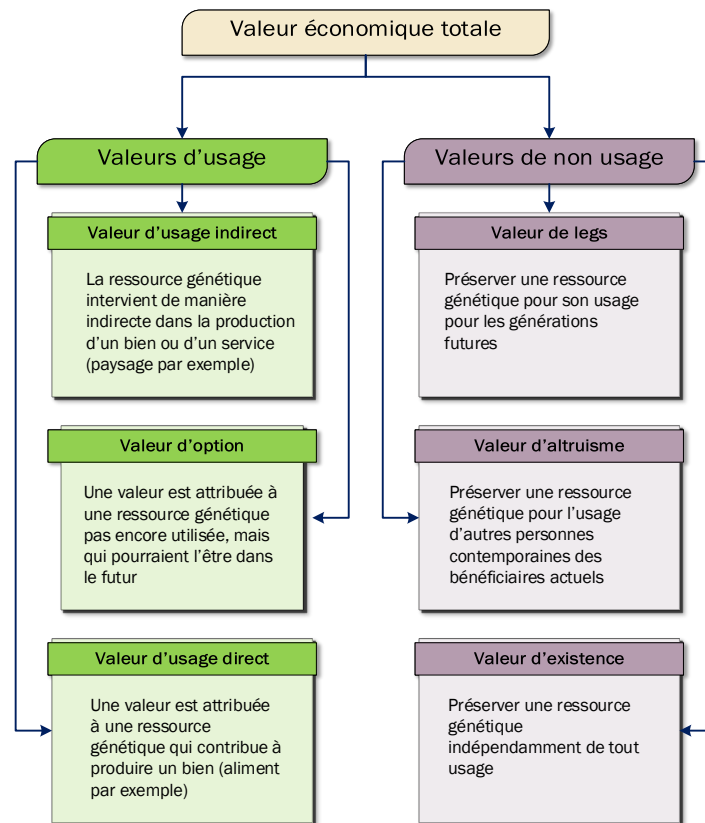
#### 8- RARé : Une Infrastructure de Recherche et son modèle économique ; (LUE, Février 2024)

Afin d'élaborer son modèle économique, l'infrastructure a d'abord réalisé le calcul de ses coûts complets. Les frais de personnel constituent de loin le premier poste de coût, suivi par le fonctionnement et enfin par l'amortissement des investissements. En effet, les CRB ne sont pas des structures intensives en équipement. Ensuite, elle a identifié les unités d'œuvre qui peuvent faire l'objet d'une tarification (collecte, entrée en collection, production, caractérisation, conservation, distribution, mise à disposition d'équipements, expertise). Enfin, elle a travaillé sur l'identification des ressources nécessaires pour couvrir les coûts. Il ressort de cela que les recettes liées à la tarification couvrent une faible partie des coûts et que la recherche de financement sur projets est nécessaire pour l'enrichissement et la caractérisation des collections.

Une question récurrente est apparue pour tous les types de ressources : qui prend en charge le coût de conservation à long terme des ressources en collection ? Sur quelle base (rareté, valorisation potentielle ?) prioriser la conservation et son financement ? Certaines collections peu utilisées par le passé sont redevenues intéressantes en fonction des priorités de recherche. Par exemple, s'il n'y a plus de chercheur travaillant sur une espèce végétale donnée, faut-il pour autant éliminer la ressource, et, si non, qui paye sa conservation ? Ces questions ont fait l'objet du stage de master 2 d'Economie de l'Institut Agro-Montpellier Parcours « Économie du Développement Agricole, de l'Environnement et de l'Alimentation », réalisé par Marc-Antoine Dolet. Le travail réalisé comprenait une analyse bibliographique du système de valeurs concernant les ressources génétiques, des entretiens avec des experts économistes, français et étrangers, et avec les responsables de 10 CRB. Un certain nombre de constats et de propositions, issus de ce travail, ont été discutés avec le groupe de travail 'modèle économique' de RARé et sont résumés ci-après.

- Les ressources génétiques sont des biens communs en raison de leur gestion collective, de leur utilisation partagée et d'une forme de service environnemental rendu à la société. On peut les considérer comme des biens communs scientifiques qui ne sont pas excluables (chacun doit pouvoir y accéder), mais sont rivaux (l'usage par une personne peut limiter l'usage par une autre).
- La gestion partagée des ressources est nécessaire pour garantir leur durabilité et leur accès équitable ; cette mise à disposition doit être considérée comme un service d'intérêt général.
- L'objectif de redistribution, sans concurrence commerciale, entraîne une gouvernance en réseau. La valeur ajoutée est créée par le partage des connaissances et des collaborations externes : c'est un mode d'innovation ouverte.
- Le fonctionnement en réseau favorise l'apprentissage collectif. Certains CRB valorisent des produits, d'autres des services, ou font les deux.
- La structure de coûts des CRB est typique d'une infrastructure publique.
- La valeur économique des ressources génétiques se partage entre **valeurs d'usage** (direct, indirect, optionnel) et de **non-usage** (patrimoine, altruisme, existence) (Figure 2).
- L'évaluation monétaire de collections est presque impossible en l'absence d'équivalents commerciaux avec lesquels comparer les prix *via* les méthodes économiques usuelles ; ainsi un CRB ne 'vend' pas une ressource, mais cède une valeur d'usage.

- La maîtrise des coûts est un corollaire indispensable à la recherche d'un soutien : les CRB doivent montrer qu'ils gèrent ce service d'intérêt général de la meilleure façon. Or les coûts limitants ne sont pas les mêmes selon les CRB : capacité de stockage, ressources humaines...
- Il est possible d'optimiser le coût de conservation des ressources pour un objectif donné de diversité génétique à conserver, mais cela ne suffit pas pour fonder un modèle économique global, notamment pour arbitrer entre cession et conservation.



**Figure 2** : décomposition du système de valeurs qui peut s'appliquer aux ressources génétiques

L'utilisateur d'une ressource génétique peut contribuer au coût de sa conservation au titre de la valeur d'usage directe ou indirecte. La valeur d'option et les valeurs de non-usage s'appliquent aussi particulièrement au cas des ressources génétiques (Figure 2). Mais qui peut prendre en charge le coût de la conservation en lien avec ces valeurs ?

Trois possibilités ont été discutées :

1. Financement dans le cadre d'une politique publique, en particulier pour les valeurs d'usage, et dans ce cas cette mission doit s'inscrire dans une stratégie nationale, qui peut rassembler tous les domaines (animal, végétal, micro-organisme, forêt, environnement) ;
2. Mécénat, notamment pour la valeur d'option et les valeurs de non-usage ;
3. Modèle d'assurance dans le cadre d'une économie collaborative ; le modèle n'est pas celui d'une relation service/client, mais plutôt celui d'un modèle d'abonnement qui pourrait permettre de pallier le sous-financement chronique.

Ce rapport a élargi notre champ de réflexion par l'apport de concepts qui n'avaient pas encore été mobilisés pour élaborer le modèle économique de RARE. Il reste à travailler la mise en application des principes et recommandations du rapport.

### Conclusions :

L'infrastructure RARE est une organisation dynamique sur laquelle ce rapport apporte quelques éclairages sans prétendre à l'exhaustivité, loin de là. Elle mobilise une grande diversité d'acteurs et de domaines scientifiques tout en soutenant la mise en œuvre des missions canoniques des CRB membres, qui sont de collecter, documenter, conserver et partager les ressources biologiques du vivant non-humain.

### Remerciements :

Nous remercions l'équipe de la LUE et le collectif de RARE, qui ont permis de rassembler ces informations, et les tutelles, INRAE, CIRAD, IRD pour leur soutien à l'infrastructure.

### Quelques publications de l'IR et ses piliers :

Tixier-Boichard M., et collaborateurs, 2022, Innovations dans le domaine des Ressources Agronomiques pour la Recherche, Publication INRAE, Numéro spécial NOVAE 02 <https://www6.inrae.fr/novae/Les-articles-parus/Les-n-Speciaux/Ressources-Agronomiques>

#### Pilier Animal

Jacques A., Duclos D., Danchin-Burge C., Mercat MJ., Tixier-Boichard M., 2024, Assessing the potential of germplasm collections for the management of genetic diversity: the case of the French National Cryobank. Peer Community Journal, 4 (2024), article no. e13. <https://doi.org/10.24072/pcjournal.369>

#### Pilier Environnement

Mougin, C., Artige, E., Marchand, F., and Mondy, S., 2018, BRC4Env, a network of Biological Resource Centres for research in environmental and agricultural sciences. Environ. Sci. Pollut. Res. 25, 33849–33857. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1973-7>

#### Pilier Forêt

Rogier, O., Chateigner, A., Lesage-Descauses, MC., Mandin, C., Brunaud, V. et al., 2023, RNAseq based variant dataset in a black poplar association panel. BMC Research Notes 16, p.248. [10.1186/s13104-023-06521-w](https://doi.org/10.1186/s13104-023-06521-w). [hal-04225417](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04225417)

#### Pilier Micro-organisme

Favel A., Helloin E., Legras JL., Portier P., Valence F., Mistou MY., 2022, Enrichir les catalogues des CRB : l'exemple des collections microbiennes des Centres de ressources biologiques du CIRM, [10.17180/novae-2022-NS02-art04](https://doi.org/10.17180/novae-2022-NS02-art04)

#### Pilier Plante

Bergheaud V. et al, 2025, French organization of Plant Biological Resource Centers for research, Special issue on Plant Genetic Resources ex-situ conservation, Genetic Resources Journal, à paraître