

Réflexions autour des ressources génétiques, Bien commun de l'humanité.

La diversité génétique

La diversité génétique, c'est la diversité des informations héréditaires (c'est-à-dire, de la part des caractères qui est déterminée par les gènes) présentes au sein d'une population ou d'une espèce. Les variants génétiques qui contribuent à cette diversité résultent de trois processus : d'abord des mutations ponctuelles - *naturelles ou provoquées* -, ensuite des insertions ou duplications - *également naturelles ou artificielles* - d'éléments transposables ou autres fragments d'ADN, et enfin de la recombinaison des segments d'ADN codant pour les caractères au moment de la fabrication des gamètes¹.

Participe aussi à cette diversité génétique, la sélection faite par l'homme *via* l'introduction - *par croisement* - de caractères d'intérêt issus des populations naturelles dans le patrimoine génétique d'espèces animales ou végétales domestiquées depuis l'invention de l'agriculture.

Si les connaissances sur la diversité génétique à l'échelle moléculaire (au niveau de la séquence de l'ADN) sont désormais de plus en plus précises, les connaissances sur les bases génétiques des caractères mesurables ou visibles des organismes sont essentiellement empiriques. A l'exception des caractères à contrôle génétique « simple », le lien génotype / phénotype reste largement une boîte noire.



A l'INRAE, BAP pour les plantes, GA et PHASE pour les animaux et MICA pour les micro-organismes sont les départements de recherche principalement chargés de décrypter cette boîte noire². Les départements BAP, GA et MICA ont de plus respectivement la charge de l'utiliser pour améliorer les plantes, les animaux et les microorganismes.

La sélection, la création et l'amélioration variétale

La « sélection naturelle » résulte des mécanismes qui assurent une plus grande probabilité de survie et une plus grande fécondité aux individus les mieux adaptés à leur milieu (c'est à dire, moins affectés par les contraintes environnementales, plus efficaces dans l'exploitation des ressources disponibles, plus à même de transmettre leurs gènes) au sein d'une population.

-
- 1 Chez plantes à fleurs, la production des gamètes (grains de pollen et ovules) résulte d'une séquence particulière de divisions cellulaires qui donne des cellules contenant n chromosomes à partir de cellules contenant 2n chromosomes. Ces cellules filles emportent ainsi des informations génétiques différentes. Cette diversité génétique des gamètes est un puissant levier de diversification génétique des populations de plantes.
 - 2 S'ajoute à ces trois départements, dont cette thématique est la tâche principale, les départements ECODIV, dont plusieurs unités étudient les bases génétiques des caractères dans des peuplements appartenant aux écosystèmes naturels et gérés, SPE et MATHNUM.

La sélection naturelle opère donc sur les phénotypes, mais les changements qu'elle provoque dans la composition des populations sont stables au fil des générations, uniquement si les phénotypes ont une base héréditaire. De ce fait, elle peut également être mise en évidence par ses effets sur la diversité génétique moléculaire qui sous-tend la diversité des caractères.



Il est important de souligner que (1) la sélection naturelle n'a pas de « but » ni de « direction », mais elle favorise, à chaque génération, les phénotypes qui survivent mieux et/ou se reproduisent le plus ; c'est l'éventuelle constance des facteurs (environnementaux) de sélection dans le temps qui peut produire un effet directionnel stable cumulé au fil des générations ; et (2) la sélection naturelle opère toujours comme un filtre *relatif* : c'est-à-dire qu'elle favorise un phénotype ou un génotype relativement aux autres qui sont présents dans la même population, dans son contexte environnemental.

Si dans une région on change la composition de la population ou les conditions environnementales locales, le classement de la valeur adaptative des phénotypes et génotypes peut changer. Des variants autrefois abondants se trouvent désormais défavorisés et se raréfient.



Les ressources génétiques et leur diversité sont le matériau de base de l'amélioration des plantes et de la création variétale (Clouvel 2015). La sélection variétale ou artificielle, très tôt exercée par les premiers agriculteurs, et y compris la création de nouvelles espèces (comme le blé ou le triticale), est basée sur l'orientation de ces processus aux fins des sélectionneurs (agriculteurs ou spécialisés).

Elle peut être vue comme un cas particulier de la sélection naturelle, dans laquelle la sélection faite par les conditions environnementales et les interactions entre êtres vivants ou bien entre êtres vivants et milieu physique, sont représentées par un seul facteur : les choix plus ou moins délibérés de l'améliorateur de favoriser la survie et la reproduction de tel ou tel phénotype³.

Jusqu'à l'introduction de méthodes de modification ciblées et directes du génome à l'échelle de l'ADN, la sélection variétale a opéré essentiellement sur le phénotype, ce qui a entraîné en cascade une modification de la composition du patrimoine génétique sous-jacent.

En s'appuyant sur les théories de la génétique, la sélection artificielle moderne est toutefois plus efficace car elle peut choisir les croisements entre les parents dont il est espéré les meilleurs descendants. Elle peut même s'aider de l'identification génomique de ces parents « élites » pour choisir les croisements entre des parents *a priori*, avant l'observation de leurs descendants⁴.

L'introduction de modifications ciblées des séquences d'ADN et de sélection génomique procède différemment : tandis que les sélections naturelle et artificielle opèrent du phénotype au génotype et après production des individus produits au cours des générations, ces nouvelles approches opèrent du génotype au phénotype, soit par introduction de nouveaux variants génétiques (par mutagenèse plus ou moins ciblée ou transgénèse), soit par sélection génomique, c'est-à-dire le choix des génotypes à favoriser sur la base de la prédiction de leur effet sur le phénotype mais sans mesure systématique de celui-ci, contrairement à la sélection phénotypique classique⁵.

3 Il est intéressant de rappeler que Charles Darwin, en développant le mécanisme de la sélection *naturelle*, s'inspira de l'observation de la création variétale par les améliorateurs, donc d'un exemple de sélection *artificielle*.

4 Mais même si on connaît parfaitement le génome des deux parents, il reste impossible de prévoir mieux qu'en probabilités, le génome des descendants car dans les schémas de croisements habituellement utilisés par les sélectionneurs, la production de gamètes puis la reproduction procèdent de façon naturelle.

5 La première méthode produit des organismes génétiquement modifiés selon la terminologie européenne, dont certains doivent faire l'objet de tests particuliers pour être commercialisés. Cf. article « [surfaces cultivées en OGM](#) ». Cf. aussi le [position de la CGT INRAE sur les OGM](#). La seconde méthode concerne des descendants de croisements naturels, seuls les tests requis par le CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection) sont requis pour l'autorisation d'en faire le commerce.

Notons qu'à ce jour, les modifications efficaces pour la création variétale opérées directement sur l'ADN n'ont concerné que des exceptions et restent impuissantes à améliorer le rendement, la résistance aux stress ou la qualité des produits.

Les recherches progressent pour modifier de façon efficace l'ADN en de nombreux points, par exemple pour la photosynthèse ou pour permettre aux céréales de fixer l'azote de l'air, et certains résultats sur des plantes améliorées pour de tels caractères sont régulièrement publiés dans les journaux scientifiques. Mais à ce jour la quasi-totalité (99 % selon wikipedia) des OGM cultivés sont encore aujourd'hui des plantes à l'ADN très peu modifié, résistantes aux herbicides ou productrices d'une substance initialement synthétisée par *Bacillus thuringensis*, et qui est un insecticide. Il s'agit donc exclusivement de caractères à contrôle génétique simple.

En l'état actuel de nos connaissances il est virtuellement impossible d'appliquer, sans accepter de larges marges d'erreur, des approches allant de l'ADN au phénotype pour des caractères à contrôle génétique complexe (Boyle et al 2017).

Dans ces conditions, l'amélioration génétique ne peut que reposer sur un mélange d'approches, et a besoin de puiser dans tous les réservoirs utiles de sources de variabilité phénotypique et génétique, en prenant en compte la plasticité phénotypique et les interactions génotype x génotype et génotype x environnement, ainsi que les phénomènes épigénétiques⁶.

Les ressources génétiques et leur diversité

Dans la nature, cette diversité génétique est le « matériau » de base qui permet l'adaptation des populations à un milieu changeant dans le temps et dans l'espace par sélection naturelle.

On associe généralement le niveau de diversité génétique des peuplements à leur « potentiel d'adaptation », et cela, même en absence d'hypothèses sur le lien entre les variants génétiques moléculaires et des caractères supposés adaptatifs (Kardos et al. 2021).

La perte de diversité génétique, en plus de la diminution de sa valeur « d'assurance » pour les adaptations futures (Jump et al. 2009), entraîne des effets directs sur la viabilité des populations, par exemple par dépression de consanguinité, qui peut déclencher une « spirale d'extinction » (Luque et al. 2016). Il est donc crucial de maintenir un niveau adéquat de diversité des peuplements sauvages. Par ailleurs, le maintien du potentiel adaptatif des peuplements sauvages est à son tour une forme d'assurance pour l'amélioration, qui y puise régulièrement des ressources à introduire par croisement dans le patrimoine génétique des variétés sélectionnées.

Gestion des ressources génétiques pour l'agriculture : une question mondiale

La diversité génétique est la base de l'amélioration des plantes et des animaux et pour la conservation de la biodiversité des espèces. C'est en effet par croisement et donc par recombinaison des allèles des gènes présents naturellement dans l'ensemble des populations, puis sélection des meilleures combinaisons parmi celles observées que procède essentiellement la sélection.

Grâce à la génomique, l'identification des allèles d'intérêt a été rendue plus puissante mais la conservation de cette diversité génétique naturelle des espèces cultivées à l'échelle globale reste la condition *sine qua non* de tout progrès génétique.

C'est ce que mettent en avant les tenants de la « semence paysanne » qui fonderaient son efficacité sur l'entretien de cette diversité pour adapter les semences au milieu particulier de chaque

6 Est dit épigénétique un changement dans l'activité des gènes, n'impliquant pas de modification de la séquence d'ADN et pouvant être transmis lors des divisions cellulaires. Une telle modification peut être transmissible ou pas à la génération suivante. <https://www.inserm.fr/dossier/epigenetique/> . Voir aussi Russo et al. 1996 pour plus de précisions.

exploitation agricole. Pour les sélectionneurs spécialisés aussi, elle est une ressource indispensable sans laquelle le progrès génétique s'épuise.

Dans le régime capitaliste, les ressources génétiques sont des marchandises comme les autres et sont donc l'enjeu d'un commerce et de spéculation sur la base d'une appropriation possible de cette diversité par son découvreur.

Jusqu'en 1992, le régime juridique des ressources génétiques impliquait un « libre accès gratuit » à celles-ci. En 1992, la **convention de Rio** sur la diversité biologique, sous couvert de permettre un accès « équitable » de tous à ces ressources, a rendu obligatoire la soumission à une autorisation préalable (pouvant être refusée) de toute prospection en matière de ressources génétiques.

Convention de Rio 1992 sur la diversité biologique

<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>

Extraits (Objectifs) :

Article 1 : Les objectifs de la présente Convention, dont la réalisation sera conforme à ses dispositions pertinentes, sont la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage **juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques**, notamment grâce à un accès satisfaisant aux ressources génétiques et à un transfert approprié des techniques pertinentes, compte tenu de **tous les droits** sur ces ressources et aux techniques, et grâce à un financement adéquat.

Autres extraits d'articles représentatifs de l'orientation de cette convention :

Article 15. Accès aux ressources génétiques

1. Etant donné que **les Etats ont droit de souveraineté sur leurs ressources naturelles**, le pouvoir de déterminer **l'accès aux ressources génétiques appartient aux gouvernements** et est régi par la législation nationale.

Article 16. Accès à la technologie et transfert de technologie

5. Les Parties contractantes, reconnaissant que **les brevets et autres droits de propriété intellectuelle peuvent avoir une influence sur l'application de la Convention**, coopèrent à cet égard sans préjudice des législations nationales et du droit international pour assurer que ces droits s'exercent à l'appui et non à rencontre de ses objectifs.

Ce choix a été probablement commandé par l'évolution du droit des brevets. On aurait en effet pu conserver le principe du libre accès en déclarant les ressources patrimoine commun de l'humanité, ce qui n'empêchait pas de faire payer le droit de réaliser une prospection, ou le droit d'utiliser dans des processus industriels le patrimoine génétique des spécimens prélevés (MA Hermitte, 2016).

Les ressources naturelles sont devenues la propriété des Etats. Et sous couvert de « protéger les intérêts » des peuples vis-à-vis de l'utilisation de « leurs » ressources traditionnelles, tout avantage tiré d'une ressource génétique devait être partagé avec ses détenteurs initiaux.

Ce fut le coup d'envoi d'une régression profonde dans la conception de la diversité naturelle à l'échelle globale et d'un gel sans précédents des échanges internationaux de ressources génétiques.

Cette convention a été suivie de deux autres : la première pour tenter de répondre à la crise des échanges internationaux de ressources génétiques. Il n'était en effet plus possible d'accéder à ces ressources conservées entre les centres de ressources génétiques d'Etats différents, faute de sécurité juridique sur l'usage qui aurait pu en être fait (du fait de la convention de Rio).

En 2001, le **Traité International sur les Ressources Phytogénétiques en Agriculture ou TIRPA** a donc tenté de solutionner ce problème pour les plantes cultivées en mettant en place des règles et des systèmes de collectes de fonds et de partage sous l'égide de la FAO.

Accord TIRPA 2001

TIRPA : Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture)
<https://www.fao.org/plant-treaty/overview/fr/>

« Le Traité vise à :

- reconnaître l'énorme contribution des agriculteurs à la diversité des cultures qui nourrissent le monde;
- mettre en place un système mondial permettant de fournir un accès aux matériels phytogénétiques aux agriculteurs, aux sélectionneurs de végétaux et aux scientifiques;
- s'assurer que les bénéficiaires partagent les avantages qu'ils tirent de l'utilisation de ces matériels génétiques avec les pays d'où ils proviennent. »

« A travers le Système multilatéral, le Traité apporte une solution très innovante à l'accès et au partage des avantages. Il consiste à placer 64 de nos cultures principales, qui à elles seules représentent 80 pour cent de notre consommation de cultures végétales, dans une réserve mondiale de ressources génétiques mise à la disposition des pays qui ratifient le Traité, pour des usages précis.

Accès et partage des avantages

Le Traité facilite l'accès au matériel génétique des 64 cultures du Système multilatéral à des fins de recherche, de sélection et de formation. L'accès au matériel est réservé aux pays qui ont ratifié le Traité et qui s'engagent à l'utiliser exclusivement à des fins de recherche, de sélection et de formation liées à l'alimentation et l'agriculture. Le Traité empêche les bénéficiaires des ressources phytogénétiques de revendiquer tout droit de propriété intellectuelle sur ces ressources sous la forme reçue et garantit que l'accès aux ressources génétiques qui sont déjà protégées par des droits de propriété intellectuelle est en conformité avec les législations internationale et nationale. Ceux qui accèdent au matériel génétique par le biais du Système multilatéral s'engagent à partager tous les avantages tirés de leur utilisation au moyen de quatre mécanismes de partage des avantages établis par le Traité. »

En 2010, le **traité de Nagoya** a été signé pour toutes les espèces non cultivées et a été ratifié par la France en 2014.

Protocole de NAGOYA 2010

Ratifié par la France en 2014, et suivi de la loi française sur la biodiversité en 2016.

<https://www.agrobrc-rare.org/Acces-et-Partage-des-Avantages/Textes-internationaux/Protocole-de-Nagoya>

Protocole portant sur : « l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation relatif à la convention sur la diversité biologique.

Il reconnaît la souveraineté des Etats sur leurs ressources et expose les principes permettant à un Etat de réguler l'accès à ses ressources génétiques et le partage des avantages découlant de leur utilisation par la recherche et le développement.

En contribuant à assurer un partage des avantages, le Protocole de Nagoya crée des incitations en faveur de la conservation et de l'utilisation durable des ressources génétiques, et il renforce par conséquent la contribution de la diversité biologique au développement et au bien-être humain.

Le Protocole de Nagoya s'applique aux ressources génétiques qui entrent dans le champ d'application de la Convention sur La Diversité Génétique (CDB) et aux avantages découlant de leur utilisation. Le Protocole de Nagoya s'applique également aux connaissances traditionnelles associées aux ressources génétiques qui entrent dans le champ d'application de la CDB, ainsi qu'aux avantages découlant de leur utilisation.

Exemple : « Les Parties s'efforcent d'appuyer, selon qu'il convient, l'élaboration par les communautés autochtones et locales, y compris les femmes de ces communautés, de : a) Protocoles communautaires relatifs à l'accès aux connaissances traditionnelles associées aux ressources génétiques et au partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation; b) Conditions minimales pour la négociation de conditions convenues d'un commun accord afin d'assurer le partage juste et équitable des avantages découlant de l'utilisation des connaissances traditionnelles associées aux ressources génétiques; et c) Clauses contractuelles types pour le partage des avantages découlant de l'utilisation des connaissances traditionnelles associées aux ressources génétiques »

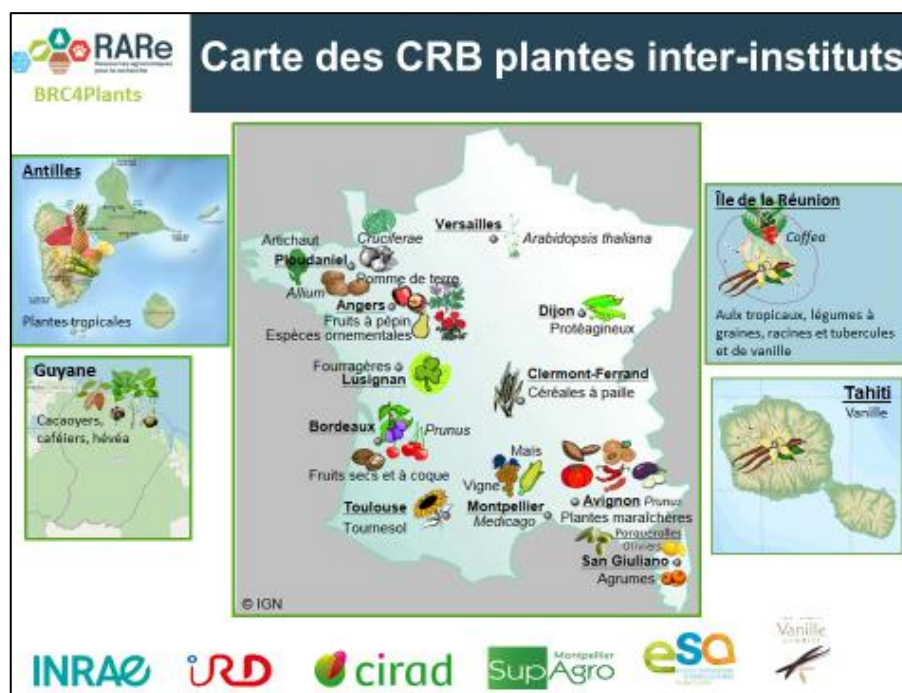
« Dans la mesure du possible et selon qu'il convient, ces activités de collaboration ont lieu sur le territoire et avec la participation de la Partie ou des Parties fournissant les ressources génétiques, qui sont les pays d'origine de ces ressources, ou des Parties qui les ont acquises conformément à la Convention. »

Les ressources génétiques à l'INRAE

L'INRAE est de tous les organismes de recherches celui qui conserve le plus de ressources génétiques au monde. Rien qu'au département BAP, il existe **14 centres de ressources biologiques** (CRB) et 1 centre génomique qui conserve et gère *ex situ* les collections de ressources génétiques, richesse de l'institut aussi bien pour la conservation du patrimoine, que pour la recherche.

Ces collections, qui constituent le « pilier Plante » de l'infrastructure de recherche Ressources Agronomiques pour la Recherche ou RARe, abritent plus de 200.000 accessions pour 36 groupes d'espèces modèles et cultivées.

A titre de comparaison l'IPK en Allemagne et l'USDA aux Etats-Unis, acteurs majeurs de la conservation d'espèces des cultures et d'espèces sauvages, gèrent respectivement 151.000 et 76.000 accessions.



Maintenir ces collections, c'est assurer que les graines ne perdent pas leur pouvoir germinatif, et c'est donc les replanter régulièrement pour les renouveler, dans des conditions qui assurent la conservation de l'information génétique d'une génération à l'autre.

Or le coût du maintien de ces centres de ressources biologiques ne fait l'objet d'aucune ligne budgétaire particulière. Les heures de travail nécessaires sont prises sur le temps des agents des unités de recherche et des unités expérimentales de l'INRAE. Les CRB à l'INRAE sont labellisés par IBISA⁷ et

⁷ Groupement d'intérêt scientifique, le GIS IBISA mène une politique nationale sélective de labellisation et de soutien aux plateformes de biologie, santé et agronomie et centres de ressources biologiques (CRB). Il favorise l'organisation et la mutualisation des ressources et des moyens de mesure nécessaires à la recherche en sciences de la vie

font souvent l'objet de démarches de labellisation ISO 9001. Malgré ces labellisations, il y a une pression constante sur ce dispositif du fait de son coût et de la difficulté à le valoriser complètement.



En particulier, le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation qui pilote les infrastructures scientifiques, voudrait que les ressources qu'on y gère soient monétisées et qu'à chaque transaction un prix soit exigé.

Dans le domaine végétal, il n'est pas possible d'attribuer à chaque ressource génétique un prix particulier en rapport avec les gains espérés de la création variétale issue de son utilisation.

Cette vision marchande de la ressource génétique condamne de fait à la réduction drastique des échanges de ces ressources dans le monde et à une dévalorisation globale des centres de ressource. Aujourd'hui, l'INRAE gère en son sein les priorités en fonction de l'importance des espèces et de leur diversité dans l'orientation de ses travaux. Demain, c'est le marché des ressources génétiques qui décidera du sort de nos centres de ressources et en fin de compte, de la pérennité de nos capacités à faire du progrès génétique.



Par ailleurs, si l'accord de transfert de l'INRAE stipulait que les plantes et leur contenu ne fassent pas l'objet de dépôt de brevet, l'accord TIRPA exige seulement que les avantages découlant de l'utilisation de la ressource (p. ex. : royalties sur des brevets) soient partagés.

Cela rend d'autant plus difficile la gestion de ces ressources dans un institut de recherche public comme l'INRAE mais aussi leur utilisation à des fins de recherches par les chercheurs eux-mêmes.

- Janvier 2023

Littérature citée

- Boyle, E.A., Li, Y.I., Pritchard, J.K., Gordon, S., Henders, A.K., Nyholt, D.R., et al. 2017. An Expanded View of Complex Traits: From Polygenic to Omnigenic. *Cell* 169: 1177–1186
- Clouvel, P. (2015). Agriculture & Innovations 2025: 30 projets pour une agriculture compétitive & respectueuse de l'environnement (JM BOURNIGAL, F. HOULLIER, P. LECOUCVEY, et P. PRINGUET 2015). Rapport aux Ministres en charge de l'agriculture et en charge de la recherche.
- Hermitte MA. (2016). L'Emprise des Droits Intellectuels sur le Monde Vivant. Coll. Sciences en Question. Quae.
- Jump, A.S., Marchant, R. & Peñuelas, J. 2009. Environmental change and the option value of genetic diversity. *Trends Plant Sci.* 14: 51–8.
- Kardos, M., Armstrong, E.E., Fitzpatrick, S.W., Hauser, S., Hedrick, P.W., Miller, J.M., et al. 2021. The crucial role of genome-wide genetic variation in conservation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 118: e2104642118.
- Luque, G.M., Vayssade, C., Facon, B., Guillemaud, T., Courchamp, F. & Fauvergue, X. 2016. The genetic Allee effect: A unified framework for the genetics and demography of small populations. *Ecosphere* 7: e01413.
- Russo, V. E., Martienssen, R. A., & Riggs, A. D. 1996. *Epigenetic mechanisms of gene regulation*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.



Ressources Génétiques

Positionnement de la CGT-INRAE

La CGT-INRAE se mobilise depuis toujours pour les principes de partage des ressources génétiques qui sous-tendent l'avenir de nos agricultures et doivent contribuer à l'adaptation de la production alimentaire aux exigences de ce siècle : accroissement de la demande, agroécologie, adaptation au changement climatique. Leur réintégration dans les biens communs de l'humanité est une condition pour faire face à ces défis.

Nos revendications :

- ▶ Au sein de l'INRAE, lutter contre le dépôt de brevet sur les connaissances
- ▶ Obtenir des moyens récurrents et des postes de titulaires pour la bonne gestion des Centres de Ressources génétiques publics, y compris pour la conservation des ressources génétiques in situ (populations sauvages d'intérêt)
- ▶ Assurer la libre circulation des ressources génétiques en interdisant toute prise de Propriété Intellectuelle sur ces ressources dans le cadre de transfert à des tiers
- ▶ Exiger des initiatives juridiques à l'encontre de parties qui entendraient breveter des connaissances sur l'information génétique contenue dans les ressources génétiques. Cela implique de relancer l'action juridique en direction du bureau européen des brevets
- ▶ Maintenir un accès libre aux ressources génétiques (qui doivent rester un bien commun) à quiconque souhaite y avoir accès, sous condition d'exemption de toute prise de Propriété Intellectuelle.
- ▶ Conserver toutes les variétés végétales du marché dans les centres de ressources génétiques et faire vivre ainsi le Certificat d'Obtention Végétale (COV), actuellement seule forme acceptable de Propriété intellectuelle sur les variétés.

La France doit mener un combat avec toutes les parties intéressées pour revenir à une conception des Ressources Génétiques comme bien commun de l'humanité. Il s'agit de revenir sur les accords de Rio, de Nagoya etc... Pour cela, le combat contre le brevetage du vivant est à mener avec conséquence et sans relâche.

Concrètement, cela signifie que la présidence de la République, le gouvernement, soient beaucoup plus impliqués dans la négociation à l'ONU, la FAO et l'UICN (union internationale pour la conservation de la nature) avec une vision claire.

- Janvier 2023

Syndicat National CGT de l'INRAE

INRAE centre de Versailles - Bât. Social de l'INRAE (Bât.75) - Porte de St Cyr - RD 10 - 78210 Saint Cyr l'Ecole
Tél : 01.39.53.56.56 // E-mail : cgt@inrae.fr // Web : <https://inrae.ferc-cgt.org/>