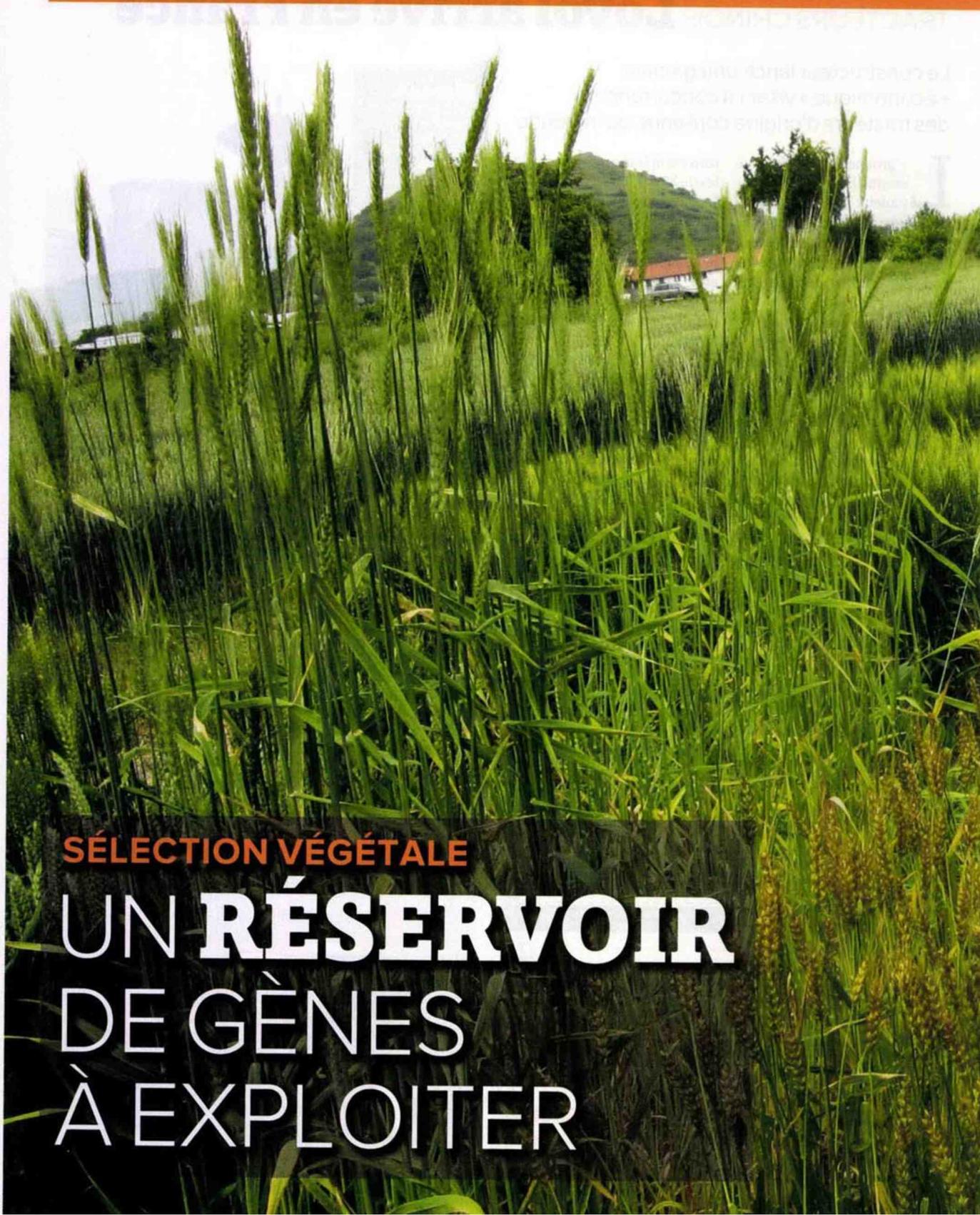




DOSSIER



SÉLECTION VÉGÉTALE

**UN RÉSERVOIR
DE GÈNES
À EXPLOITER**



1 Une multitude de réseaux à organiser. P. 40

2 Bien connaître les ressources génétiques pour mieux les valoriser. P. 42



« Les ressources phylogénétiques sont le préalable indispensable à une amélioration génétique des plantes cultivées, elle-même nécessaire à une évolution des modes de production », précise Anne Chan-Hon-Tong, chargée d'études au bureau des semences du ministère de l'Agriculture, dans un rapport parlementaire de mai 2016 (1). Une importance qui est aussi mise en avant par Christiane Duchène, responsable réglementation semences chez Limagrain : « Le métier de sélectionneur est d'identifier la combinaison de gènes unique pour créer une variété qui va répondre aux besoins spécifiques de l'utilisateur et du consommateur. Sans diversité, il n'y a pas de sélection possible. D'où l'intérêt de préserver le plus large éventail de caractères possibles pour qu'ils puissent être utilisés en fonction des besoins futurs. »

AMÉLIORATION VARIÉTALE

Grâce à la conservation des ressources génétiques végétales, il sera possible d'utiliser d'anciennes variétés ou des variétés sauvages apparentées à l'espèce travaillée afin d'obtenir une meilleure résistance à des maladies ou des ravageurs. C'est ce qui a été réalisé il y a plusieurs années pour lutter contre le piétin verse.

Les variétés contemporaines, les populations anciennes ou les espèces sauvages apparentées sont collectées puis conservées au sein d'une multitude de réseaux. Il y a parallèlement un travail immense d'observation de ces ressources génétiques pour découvrir les caractères intéressants qu'elles recèlent. Car aujourd'hui, la priorité est de mieux connaître ces ressources réparties sur le territoire afin qu'elles soient facilement utilisables dans les schémas de sélection variétale.

Isabelle Escoffier

(1) Rapport au nom de l'OPECST intitulé « Les ressources génétiques végétales, de l'amélioration à la conservation des espèces : le modèle français ».



1. Une multitude de **réseaux** à organ

La France a entrepris une réorganisation de la gestion de ses ressources génétiques, afin d'améliorer la conservation des espèces cultivées.

A SAVOIR

Collections nationales

> **A partir des 27 réseaux** gérant la conservation des espèces cultivées, des collections nationales ont été définies (semences disponibles sur demande). Elles représentent la variabilité de l'espèce en France. Sont donc considérées comme nationales, des ressources qui sont, depuis des décennies voire des siècles, sur le territoire français.

> **La mise en place de collections nationales** est plus avancée pour les céréales. Ainsi, l'espèce maïs en dispose d'une, avec 530 accessions (sous l'impulsion de l'association Pro-Maïs), ainsi que le blé (1 784).

> **L'objectif** est de déterminer, dans tous les réseaux existants, ce qui relève ou non d'une collection nationale.

Depuis 2016, la France entreprend de redynamiser la conservation des ressources phylogénétiques végétales (RPG). L'un des objectifs est d'exploiter de manière plus efficace ces ressources dans les schémas de sélection des plantes. Pour ce faire, une nouvelle organisation nationale a été mise en place, financée par le ministère de l'Agriculture. Elle a pour but de coordonner et d'animer la conservation des RPG d'espèces cultivées et de permettre à la France de respecter ses engagements internationaux (lire l'encadré ci-dessous). Deux nouvelles entités ont été créées l'an dernier : une structure de coordination nationale au sein du Géves (Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences), et une nouvelle section au CTPS (Comité technique permanent de la sélection) relative à la conservation des ressources phylogénétiques. Elle est composée de 46 membres impliqués dans la conservation des RPG (sélectionneurs, producteurs de semences, milieux associatifs, conservatoires régionaux...).

STRUCTURES DÉCENTRALISÉES

Ces nouvelles structures s'attachent actuellement à recenser les acteurs et les collections existantes. La tâche est immense car la conservation des res-

Onze réseaux répartis par espèces végétales

Carte des centres de ressources biologiques en métropole



Source : CRB Clermont-Ferrand

sources phylogénétiques végétales en France repose sur des acteurs très divers, répartis sur tout le territoire. Parfois, il s'agit d'une seule entité, comme c'était le cas pour la collection de haricot vert à l'**Inra** avant que la société Limagrain prenne le relais.

Cette organisation très décentralisée est unique au monde : dans les autres pays, les ressources génétiques sont regroupées dans un centre dédié. Il existe 27 réseaux de conservation des RPG dans l'Hexagone, sur la base de partenariats publics-privés. Pas

LES ENGAGEMENTS DE LA FRANCE

► **Le Tirpaa** (traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'agriculture et l'alimentation), entré en vigueur en 2004, s'intéresse spécifiquement aux usages des plantes cultivées pour l'agriculture et l'alimentation afin d'en faciliter l'accès. L'objectif de ce traité est notamment la reconnaissance de la forte contribution

des agriculteurs à la diversité des plantes cultivées aujourd'hui disponibles, et la mise en place d'un système multilatéral d'accès facilité aux ressources phylogénétiques pour les activités de recherche et de sélection. Les parties s'engagent à rendre accessibles, au sein d'un pool commun, les ressources phylogénétiques (RPG)

de leurs collections nationales pour l'agriculture et l'alimentation. Ce système concerne 64 espèces majoritaires, représentant 80 % de la consommation humaine végétale.

► **La loi française sur la biodiversité**, publiée en 2016, détermine les conditions d'accès aux ressources génétiques nationales et

le partage des avantages découlant de leur utilisation. Elle exclut les espèces relevant déjà du Tirpaa et renvoie toutes les autres ressources agricoles (comme la tomate et le soja, ainsi que les espèces sauvages apparentées) à un régime spécial, déterminé par une ordonnance en cours de rédaction.



ser

moins de 230 000 accessions (entités génétiques) figurent dans l'ensemble des collections *ex situ* (en dehors du milieu naturel), dont plus de 65 000 en grandes cultures et fourragères, plus de 32 000 en arbres fruitiers, plus de 6 000 en potagères...

Dans ces réseaux sont conservées différentes catégories de ressources génétiques : une grande partie des collections nationales et des ressources patrimoniales françaises, des matériels étrangers originaux, des espèces apparentées d'origine cultivée ou sauvage, des ressources à caractère scientifique, dont de très nombreux matériels à destination d'études en génétique et génomique.

DANGER POUR LES ESPÈCES ORPHELINES

Ces réseaux actifs, qui regroupent les entreprises de sélection et les instituts de recherche publique, sont organisés par espèces végétales : plantes à graines (céréales à paille, maïs, légumineuses à graines, colza, carottes, solanacées maraîchères à graines, tournesol...), plantes ligneuses (Malus, Pyrus, châtaigniers, noyers, Prunus...), plantes à bulbe et plants (allium, pommes de terre). Pour la betterave ou le pêcher, des collections existent mais une analyse plus précise de leur état est nécessaire. Par ailleurs, certaines espèces importantes sont encore « orphelines », comme par exemple l'oignon, la gesce ou la lentille, ce qui met en danger à terme les ressources correspondantes. L'idée est de recréer une dynamique autour de ces espèces.

Certains réseaux sont affiliés aux Centres de ressources biologiques (CRB), des « banques de graines » en contact direct avec les chercheurs, les sélectionneurs et les agriculteurs. Ils gèrent des collections *ex situ* sur douze sites, onze en métropole (voir carte) et un aux Antilles pour les espèces tropicales. Ces CRB sont adossés aux pôles



Durée de vie. Dans le froid, les semences sont conservées plusieurs dizaines d'années en fonction des espèces et des conditions dans lesquelles elles sont entrées en conservation.

UNE RÉSERVE MONDIALE DE GRAINES EN NORVÈGE

La célèbre banque de semences mondiale d'espèces végétales cultivées a été construite en 2008 sur l'île de Spitzberg, à mi-chemin entre la Norvège et le pôle Nord. Il ne s'agit pas d'un conservatoire à proprement parlé mais plutôt d'« une sauvegarde », pour préserver la diversité génétique en cas de catastrophe écologique. Creusé dans la montagne à plus de 100 mètres de profondeur, ce lieu sécurisé a fait parler de lui

en mai dernier, à cause d'une inondation provoquée par la fonte de sols gelés suite aux températures records de cette année (+ 7 °C) qui ont fait fondre le permafrost (sol normalement gelé en permanence). Toutefois, l'eau n'aurait pas pénétré en profondeur dans les salles d'entreposage des graines. La réserve de Svalbard a déjà reçu des semences de plus de 4 000 espèces de plantes (plus de 800 000 échantillons), con-

servées à - 18°C. Bien séchées, en conditions stables, les semences de céréales peuvent survivre ainsi trente ans. En 2016, 700 semences de variétés de blé historiques comme Festival et Sidéral ont été acceptées pour être conservées. C'est le premier dépôt de blés français dans le coffre-fort, selon Syngenta qui commercialisait ces variétés des années quatre-vingt jusque dans les années 2000, avant que la firme ne les cède à l'**Inra**.

scientifiques travaillant sur ces espèces ou les plantes modèles concernées (*A. thaliana*, *M. truncatula*), la plupart du temps des centres de l'**Inra**. La gestion des collections est partagée entre le CRB (multiplication, conservation, distribution) et les sélectionneurs privés (caractérisation des échantillons en pépinières). « Les obtenteurs réalisent de nombreux efforts dans les réseaux de conservation nationaux », confirme Christiane Duchène, responsable réglementaire pour les semences chez Limagrain.

UNE VALEUR PATRIMONIALE

Au niveau des territoires, des structures se sont aussi organisées autour de la conservation des RPG. C'est le cas des centres régionaux de ressources génétiques, des conservatoires botaniques, des parcs naturels, des collec-

tions locales. Des personnes individuelles sont également impliquées, ainsi que des associations comme le réseau Semences paysannes ou des associations de conservation de vieilles variétés et fruits oubliés telles que « Les croqueurs de pommes » qui veulent sauvegarder les variétés fruitières régionales en voie de disparition. « L'objectif de ces structures est de rechercher l'ensemble du patrimoine cultivé existant dans la région, associé à des pratiques particulières, détaille Audrey Didier. Ils ont une approche plus intégrée que les CRB. » Elles conservent leurs collections à la fois *ex situ*, *in situ* (dans le milieu naturel) et à la ferme. Des actions sont développées pour relancer les savoir-faire traditionnels et accompagner les agriculteurs pour intégrer par exemple des variétés anciennes locales dans une filière économique (lire l'encadré p. 42).



2. Bien **connaître** les ressources gén

La caractérisation de ces ressources est un processus long et rigoureux mais c'est un pr

L'utilisation de ressources génétiques d'intérêt agronomique est le point de départ de tout processus d'innovation variétale. Encore faut-il que les collections les rassemblant soient gérées à bon escient. « Mieux on connaît les ressources génétiques, plus elles sont valorisables », confirme Audrey Didier, coordinatrice nationale de la conservation des ressources phylogénétiques au Géves. D'où l'importance d'effectuer un travail précis de description morphologique, agronomique, technologique et moléculaire du matériel végétal présent dans les collections. Une fois ces données « passeport » mises à jour, toutes les accessions (entités génétiques) sont conservées et multipliées régulièrement pour être ensuite diffusées.

12 000 BLÉS TENDRES CONSERVÉS

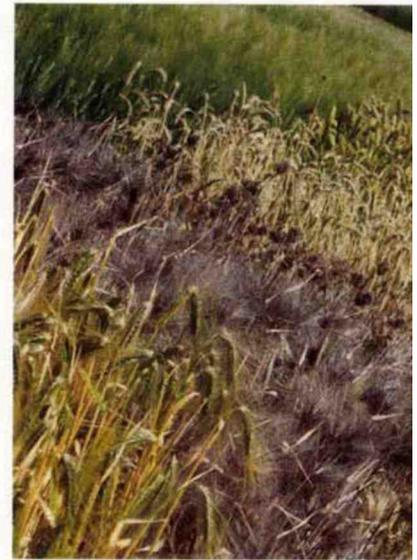
La gestion des ressources génétiques est notamment réalisée par les différents CRB (centres de ressources biologiques végétaux). C'est le cas du CRB des céréales à paille, qui étudie à la fois des variétés populations du XIX^e siècle, des lignées « élites » de la fin du XX^e siècle, des variétés inscrites récentes ou très anciennes. « Ce centre labellisé conserve environ 27 000 accessions de céréales à



Stockage. Les lots de semences sont conservés une quinzaine d'années dans une chambre froide à 4 °C.

INRA

paille », chiffre François Balfourier, de l'Inra de Clermont-Ferrand et responsable du CRB. De nouvelles ressources génétiques intègrent régulièrement la collection. Celle-ci se compose d'environ 12 000 blés tendres et apparentés, 6 600 orges, 3 200 blés durs et apparentés, 1 300 triticales, 1 600 avoines et 450 Aegylops. Les 12 000 lignées de blé tendre sont d'origine française (un tiers), européenne (un tiers), le restant provenant d'une soixantaine de pays différents. C'est l'une des premières collections au niveau européen. En orge, le matériel conservé provient essentielle-



ment d'introductions étrangères (Europe, Asie, Australie, Maroc...). « Les lots de semences sont conservés dans une chambre froide à une température de 4 °C et à une humidité de 30 %, détaille François Balfourier. Il est prévu que chaque lot ait un double de sécurité placé au congélateur à -20 °C, dans un bâtiment différent. » Le taux de germination des semences est suivi régulièrement et, tous les quinze ans, elles sont régénérées en plein champ et en serre pour renouveler le stock de graines de qualité. Le matériel végétal est évalué en cours de végétation sur des critères phénotypi-

SAUVEGARDE DU PATRIMOINE CÉRÉALIER RÉGIONAL DANS LE NORD-PAS-DE-CALAIS

Les centres régionaux des ressources génétiques (CRRG) tentent de remettre en culture et de commercialiser des variétés anciennes. Ils sont en général multispécies et travaillent sur la diversité agricole de leur territoire, souvent liée à l'histoire culturelle de ce dernier.

C'est le cas par exemple, dans le Nord-Pas-de-Calais, où le CRRG développe des missions de pros-

pection, de conservation et de valorisation du patrimoine génétique régional, végétal et animal. Ainsi, 1 500 variétés fruitières, 250 de légumes et 50 de céréales y sont conservées. Concernant les céréales, le CRRG de la région a réalisé, à l'automne 2015, des essais à Gavrelle sur une parcelle en agriculture biologique, avec 44 variétés provenant de l'Inra de Clermont-Fer-

rand, et 9 mélanges. Objectif : multiplier ces variétés, notamment le blé blanc de Flandre, variété de pays connue depuis le début du XIX^e siècle et emblématique de la région. « A moyen terme, ce projet a pour objectif d'introduire des variétés anciennes de blé chez des producteurs et de créer une filière de pain de qualité du champ au fournil », précise le CRRG, qui travaille en

collaboration avec l'ADEARN (1) En 2016, pour la première fois, les céréales ont été intégrées en région Hauts-de-France au dispositif MAEC « Préservation des ressources végétales ». Une façon de compenser un manque à gagner lié à l'utilisation des variétés anciennes de blé par rapport aux variétés modernes.

(1) Association pour le développement de l'emploi agricole et rural.



Étiques pour mieux en profiter

Matériau indispensable à leur utilisation en sélection variétale. Exemples en céréales.



Régénération. Environ 1700 accessions sont multipliées chaque année en plein champ afin de les régénérer.

GÉVES

ques (résistance au froid, précocité, hauteur, verse, aspect de l'épi, sensibilité aux maladies...). Après récolte manuelle et séchage, cinq lots sont constitués : un de semences destiné à la distribution des ressources, un lot destiné au renouvellement, un autre d'épis autofécondés et destinés aux analyses moléculaires, deux épis servant de lot de référence phénotypique pour assurer une traçabilité entre deux cycles de multiplication, un double de sécurité.

UTILISATION DANS LES PROJETS DE RECHERCHE

Quelque 4 200 échantillons sont distribués annuellement en France (80 %) et dans le monde (20 %), à destination de sélectionneurs privés, instituts de recherche publique, conservatoires, associations... (1) « Les semences peuvent être diffusées aux agriculteurs sur demande », informe Audrey Didier. Certains souhaitent par exemple des variétés de céréales à haute paille mais il leur faut du temps pour les exploiter au vu du faible nombre de graines distribuées : 100 grains par variété pour les céréales. »

Le CRB de Clermont-Ferrand coordonne

par ailleurs le « réseau national ressources génétiques céréales à paille », composé de douze sélectionneurs privés. Ce réseau a défini des collections nationales pour le triticale (36 accessions), l'orge (461) et le blé tendre (1 784). « Cette collection de blé tendre retrace l'histoire de la sélection du blé français du XIX^e siècle jusqu'à aujourd'hui », explique François Balfourier. Elle a été déclarée au Tirpaa en 2010 (lire l'encadré p. 40). Dans le cadre du projet Casdar « Colnator » mené sur l'orge depuis 2015 par l'Inra et l'UFS (Union française des semenciers) au travers de neuf partenaires privés, la collection orge va s'élargir à 570 accessions. Elles vont être multipliées et évaluées au niveau agronomique et moléculaire dans dix lieux du nord de la France.

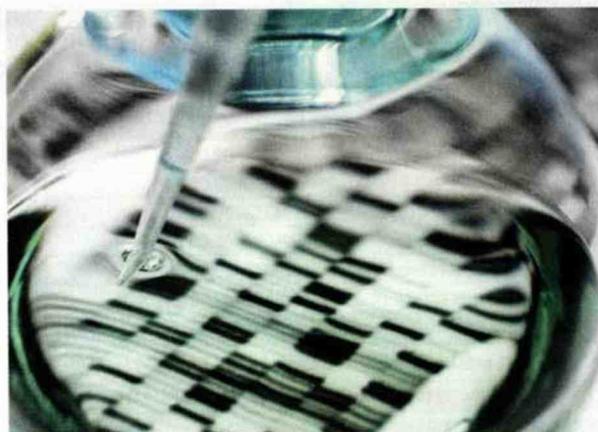
Les CRB participent aussi à des projets de recherche dont les objectifs sont tous *in fine* de créer de nouvelles variétés plus productives dans un contexte d'agriculture durable. L'idée est de rechercher par exemple des

gènes intéressants qui auraient disparu au moment de la domestication ou au fur et à mesure des cycles de sélection classique. Ainsi, le CRB céréales à paille est partenaire du projet d'investissement d'avenir Breed-Wheat. Il vise à introduire, par croisements naturels, une diversité nouvelle dans les programmes d'amélioration génétique du blé tendre en France, pour répondre aux nouvelles contraintes environnementales. 4 800 blés provenant de 108 pays ont été sélectionnés, afin de décrire la diversité génétique mondiale de l'espèce. 15 % proviennent de France. Par ailleurs, le projet européen Whealbi, débuté en 2014, vise à utiliser les séquences génomiques issues de ressources génétiques de 1 000 blés et orges dans les programmes de sélection de ces cultures. Objectif : mieux caractériser la diversité génétique pour mieux l'utiliser.

(1) Certaines données sont consultables sur SIReGal, base de données nationale des ressources génétiques végétales, via Internet (urgi.versailles.inra.fr).

UNE BANQUE DE RESSOURCES GÉNOMIQUES D'INTÉRÊT

Créé en 2004 par l'Inra à Toulouse, le Centre national de ressources génomiques végétales (CNRGV) est spécialisé dans la production, la conservation et la distribution à la communauté scientifique internationale des ressources génomiques de plantes modèles et cultivées (blé, maïs, pois, tournesol, orge, colza, tomate, radis...). C'est le plus grand centre européen de ce type. Pas moins de 40 millions d'échantillons y sont stockés (plus de 15 millions d'échantillons uniques). « Ces ressources génomiques constituent un enjeu stratégique pour l'identification de gènes d'intérêt, insiste le CNRGV, qui est impliqué dans plusieurs con-



sortiums internationaux de séquençage du génome des plantes. Il a, par exemple, contribué à établir une carte physique, génétique et fonctionnelle du génome de l'orge,

ouvrant la voie au développement de nouvelles variétés, plus nutritives, adaptées au changement climatique et plus résistantes aux ravageurs et maladies.