



Quels indicateurs pour suivre la diversité génétique des plantes cultivées ?



//////////////////// le cas du blé tendre
//////////////////// cultivé en France depuis un siècle

La nécessité de suivre l'état et les changements de la biodiversité, notamment domestique, par des indicateurs *ad hoc*, est un constat partagé par l'ensemble des instances internationales et nationales (CDB, FAO, SNB etc.). La mise en place d'indicateurs à la fois complets, conformes aux dernières avancées de la connaissance et simples à manier est une question centrale pour la FRB. Son Conseil d'Orientation Stratégique (COS) a ainsi constitué en 2009 un groupe de travail sur ce thème et son Conseil Scientifique (CS) a, la même année, souligné la priorité de cet enjeu dans la prospective scientifique qu'il a rédigé à la demande du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Pour la diversité génétique des plantes cultivées, de tels indicateurs et systèmes de suivi restent à développer.

Cette étude, réalisée par la FRB en collaboration avec un groupe d'experts, est une synthèse des indicateurs disponibles et pertinents pour suivre les changements de diversité génétique des plantes cultivées. Il est proposé un tableau de bord de suivi regroupant des indicateurs qui prennent en compte différents aspects de la diversité génétique mise en culture et différents types d'informations : nombre de variétés mises en culture, répartitions de ces variétés dans les territoires et leur diversité génétique.

Ce tableau de bord est appliqué pour suivre les changements de diversité génétique d'une plante de grande culture : le blé tendre cultivé en France au cours du XX^{ème} siècle.

UN TABLEAU DE BORD BASÉ SUR UN ENSEMBLE D'INDICATEURS

INDICATEURS	INDICES	MESURES DE DIVERSITÉ	INFORMATIONS PRISES EN COMPTE			
			Nombre de variétés	Surfaces	Données génétiques entre les variétés	Données génétiques à l'intérieur des variétés
Richesse variétale	Nombre de variétés	Nombre de variétés	✓			
Diversité spatiale des variétés	SW (Shannon)	Hétérogénéité de la distribution des variétés sur la surface cultivée	✓	✓		
	Es (Simpson)	Dominance de variétés sur la surface cultivée	✓	✓		
	J (Piélou)	Équitabilité de la distribution des variétés sur la surface cultivée	✓	✓		
Diversité génétique entre variétés	H (Nei)	Fréquences alléliques au sein des variétés	✓		✓	
Diversité génétique spatiale entre variétés	H*	Fréquences alléliques dans les surfaces cultivées	✓	✓	✓	
Diversité génétique spatiale entre et à l'intérieur des variétés	Ht*	Diversité génétique entre et à l'intérieur des variétés dans les surfaces cultivées	✓	✓	✓	✓

Complémentaires, les différents indicateurs répondent chacun à des questions différentes : effort de création variétale, distribution des variétés dans les territoires, proximité génétique entre variétés et variabilité génétique à l'intérieur des variétés, répartition de la diversité génétique dans les territoires.

Les indicateurs ont été renseignés à partir de plusieurs sources d'informations :

- Nombre de variétés et répartition en surfaces : monographies, enquêtes agricoles
- Diversité génétique intervariétale : composition allélique de 1104 variétés pour 35 séquences microsatellites
- Diversité intravariétale : travaux antérieurs sur le niveau de diversité génétique à l'intérieur de variétés de populations de blé gérées à la ferme.

Ils ont été utilisés pour suivre les changements de diversité génétique d'une plante de grande culture, le blé tendre, en lien avec les grandes mutations de l'agriculture survenues en France lors du siècle passé.

HISTORIQUE DE L'INNOVATION VARIÉTALE POUR LE BLÉ TENDRE ET SA RÉGLEMENTATION EN FRANCE

Au XIX^{ème} siècle, les « variétés de pays » sont traditionnellement cultivées et font l'objet d'une gestion paysanne. Elles sont génétiquement hétérogènes : sous une même appellation elles présentent des caractères similaires et des génomes différents.

Une nouvelle génération de création variétale apparaît avec l'industrialisation, la concentration de la meunerie et les nouvelles pratiques agricoles demandant des variétés moins versantes et plus homogènes. Cette mutation peut être datée à partir de 1884, quand la Maison Vilmorin crée la première lignée pure française issue d'un croisement contrôlé. Contrairement à la moitié sud de la France, à la Bretagne et aux régions de montagne, où elles se maintiennent, les variétés de pays disparaissent dès le début du XX^{ème} siècle dans le Bassin Parisien, la Picardie et la région Nord-Pas de Calais. La création variétale sélectionne surtout des variétés adaptées aux pratiques intensives de ces régions fertiles. On parlera ici de « lignées anciennes » issues d'un seul grain par 5 à 10 ans d'autofécondation, génétiquement bien plus homogènes que les variétés de pays.

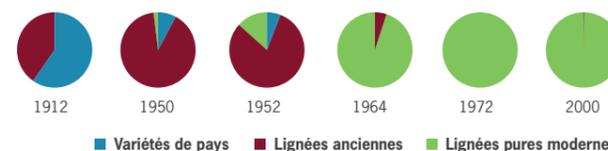
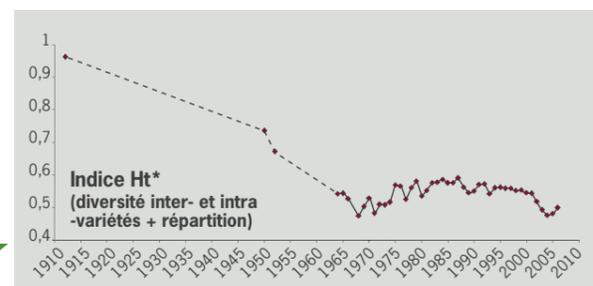
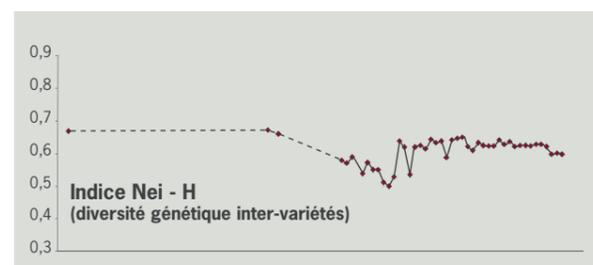
Avec la création du Comité Technique Permanent de la Sélection en 1942, une nouvelle période de création et de régulation variétale s'ouvre au sortir de la guerre. Une autorisation nationale préalable à la mise sur le marché des nouvelles variétés se met en place. Les tests de « Distinction, Homogénéité et Stabilité » et de « Valeur Agronomique et Technologique » se codifient et deviennent progressivement plus stricts. On parlera ici de « lignées pures modernes ». Ces variétés sont encore plus homogènes et deviennent majoritaires dans les champs des agriculteurs.

RÉSULTATS

À L'ÉCHELLE NATIONALE, LE NIVEAU DE DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE CHANGE AU COURS DU XX^{ÈME} SIÈCLE

- De 1912 à 2006, le nombre de variétés cultivées augmente, traduisant l'essor de la création variétale. Le nombre de variétés chute entre la fin des années 50 et le début des années 70. Cette baisse correspond à une période de forte intensification de l'agriculture en France et de simplification des paysages agricoles avec moins de variétés cultivées. Presque tous les indicateurs montrent des valeurs minimales de diversité sur cette période.
- Contrairement au nombre de variétés, l'indice H de Nei n'augmente pas de 1912 à 2006, indiquant que les variétés cultivées restent aussi apparentées aujourd'hui qu'au début du XX^{ème} siècle.
- Ht*, indice intégrant le plus d'informations, montre une homogénéisation génétique très importante sur le territoire français. Cette homogénéisation est surtout due à la baisse de diversité génétique à l'intérieur des variétés cultivées en France de 1912 à 1964. En effet, les « variétés de pays », très hétérogènes génétiquement, ont été progressivement remplacées par des « lignées anciennes » beaucoup plus homogènes, elles-mêmes substituées par des variétés génétiquement pures (cf. encadré historique). Dès 1964, les « lignées pures modernes » deviennent le seul type de variétés cultivées et autorisées à la commercialisation.

Augmentation du nombre d'informations

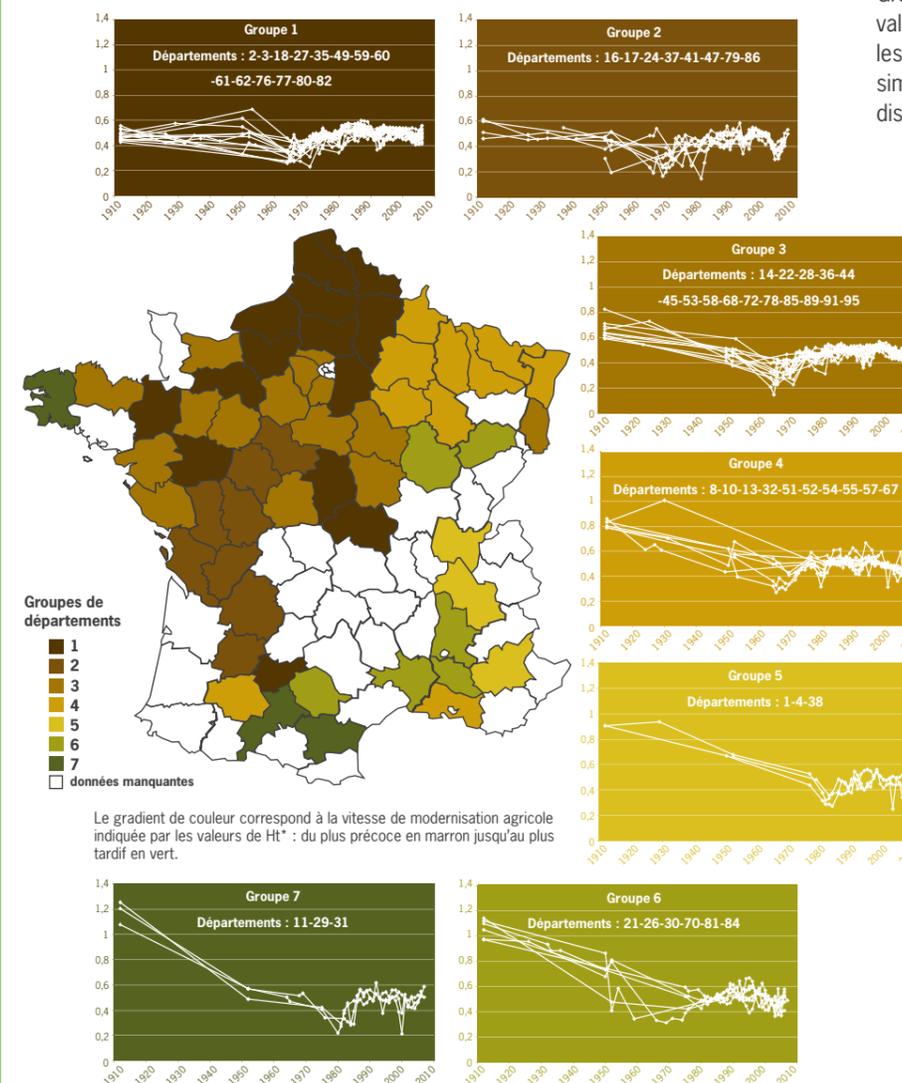


L'indice Ht* synthétise différents types d'homogénéisation mis en évidence par le tableau de bord, notamment :

- une homogénéisation génétique par disparition de la diversité à l'intérieur des variétés,
- une homogénéisation spatiale avec des départements cultivant de plus en plus les mêmes variétés.

RÉSULTATS

DE GRANDES DYNAMIQUES TERRITORIALES SONT IDENTIFIÉES



Grâce à une approche multivariée sur les valeurs prises par l'indice Ht*, on regroupe les départements présentant des tendances similaires. 7 groupes de départements se distinguent.

- La carte montre que la modernisation agricole, qui a impliqué le remplacement des variétés de pays par des variétés de sélectionneurs professionnels, ne s'est pas opérée simultanément sur l'ensemble des départements français. Les grands bassins céréaliers du Nord, du Centre, de l'Ouest et Parisien (groupes 1,2,3), à l'exception du Sud-Ouest, présentaient dès 1912 une diversité moindre par rapport aux autres départements.
- Les régions où la diversité était encore élevée en 1912 cultivaient alors un nombre relativement important de variétés de pays sur une bonne partie de leur territoire. Pour le Sud-Ouest et la périphérie des grands bassins de production de céréales, 85% des surfaces en blé tendre étaient à cette date cultivées avec de nombreuses variétés de pays (groupes 4,5,6,7). Ces départements ont connu une modernisation agricole plus tardive qui s'est achevée au début des années 60 avec le remplacement complet des variétés de pays et des lignées anciennes au profit des lignées pures modernes.

Les résultats de cette étude concernent le blé tendre, culture majeure en France. L'évolution de la diversité génétique mise en évidence reflète une homogénéisation de la diversité génétique *in situ* majoritaire, essentiellement induite par la disparition de la diversité à l'intérieur des variétés cultivées au cours du XX^{ème} siècle. Cette homogénéisation pose la question de la fragilité des cultures de blé vis à vis des changements de l'environnement en cours et à venir (pathogènes, sécheresse, pratiques agricoles durables...). La méthodologie employée : indicateurs utilisés, marqueurs génétiques, inventaires des surfaces cultivées, est généralisable à d'autres espèces. Elle pourrait permettre d'évaluer les changements de diversité génétique pour différentes espèces contribuant significativement aux cultures d'un territoire. Toutefois, la mise en œuvre de la méthodologie devra être adaptée pour chaque espèce en fonction :

- ▶ de ses caractéristiques biologiques et génétiques,
- ▶ du territoire observé,
- ▶ des phases marquantes de l'histoire de la sélection et de la commercialisation de la plante étudiée pour bien cerner l'échelle de temps à prendre en compte.

L'approche pourrait cibler des régions de l'ADN porteuses de gènes d'intérêt ou des données phénotypiques (taille, forme, résistance aux maladies, etc.) afin de suivre la diversité fonctionnelle des variétés cultivées ou de pallier un manque de données de marquage génétique.

Les résultats fournissent des éléments très utiles pour optimiser les protocoles d'enquêtes variétales et de suivi de la diversité génétique des plantes cultivées au sein d'observatoires de la biodiversité. Les indicateurs proposés pourront être utilisés au sein du dispositif RG-scope¹. Leur utilisation pourrait être considérée par la Stratégie Nationale pour la Biodiversité² et par les observatoires de la biodiversité agricole³.

Finalement, ce type d'étude permet de retracer les conséquences de l'évolution de l'agriculture et des filières associées sur la diversité des plantes cultivées. L'application de ces indicateurs est un formidable outil pour éclairer les décideurs sur les actions visant à maintenir, aux échelles nationales et territoriales, la diversité des ressources génétiques cultivées. Ces ressources devront en effet être mobilisées pour faire face aux défis sociaux et environnementaux de l'agriculture et de l'alimentation de demain.

1. Labellisé SOERE en 2011 en tant que partie de l'ECOSCOPE, le projet RG-scope, porté par la FRB, vise à fédérer les dispositifs de caractérisation d'observation des ressources génétiques en mettant en réseau les structures et leurs bases de données via un portail informatique national.
2. Voir www.developpement-durable.gouv.fr/Les-orientations-strategiques-de.html
3. Par exemple, www.haute-marne.chambagri.fr/kit/environnement-energie/biodiversite/observatoire-de-la-biodiversite.html

CITATION : GOFFAUX R., GOLDRINGER I., BONNEUIL C., MONTALENT P. & BONNIN I. (2011). Quels indicateurs pour suivre la diversité génétique des plantes cultivées ? Le cas du blé tendre cultivé en France depuis un siècle. Rapport FRB, Série Expertise et synthèse, 2011, 44 pages.

➔ **Rapport complet sur www.fondationbiodiversite.fr**

COMITÉ SCIENTIFIQUE DE RELECTURE :

Devra Jarvis – Bioersity international, Rome | Romain Julliard – MNHN, Paris | François Lefèvre – INRA, Avignon, membre du CS de la FRB | Marianne Lefort – Agroparistech, Paris | Jean-Louis Pham – IRD, Montpellier | Dominique Richard – Agence Européenne de l'Environnement, Centre thématique européen pour la diversité biologique, Paris | Jean-François Silvain – IRD, Gif-sur-Yvette, président du CS de la FRB

DIRECTEUR DE PUBLICATION : X. LE ROUX

COORDINATION : C. ADDA, M. LE JARS

PHOTOGRAPHIES : J.-M. BOSSENEC / INRA, C. SLAGMULDER / INRA

DESIGN GRAPHIQUE : MH DESIGN / M. HAAS

IMPRIMÉ PAR SEP sur du papier recyclé.



FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

195, rue Saint-Jacques
75005 PARIS
www.fondationbiodiversite.fr

La Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité est un point de convergence entre les différents acteurs scientifiques et les acteurs de la société pour la biodiversité. Elle a été officiellement lancée en 2008, suite au Grenelle de l'environnement, par les Ministères en charge de la recherche et de l'écologie et créée par huit établissements publics de recherche. Susciter l'innovation, promouvoir des projets scientifiques en lien avec la société et développer études, synthèses et expertises sont autant d'actions au cœur de son dispositif. À ce jour, une centaine de structures, associations, entreprises, gestionnaires ou collectivités, ont rejoint la FRB autour d'un but : relever ensemble les défis scientifiques de la biodiversité.

Les membres fondateurs de la FRB :

