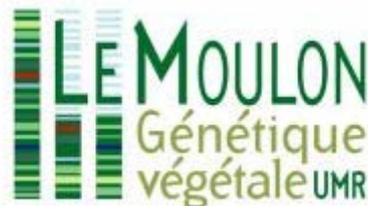


Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
d'agronomie approfondie  
Spécialité génie de l'environnement  
Option systèmes de production et développement rural



Mise en place d'un indicateur de diversité cultivée  
à l'échelle territoriale  
*Cas de l'évolution de la diversité du blé tendre au cours du  
XXe siècle*

**Auteur : Claire Hamon**

**Encadrement : Christian Mouchet (Professeur Agrocampus Rennes)  
Isabelle Goldringer (Chercheuse INRA)  
Christophe Bonneuil (Chercheur CNRS)  
Elise Demeulenaere (Enseignante chercheuse ENS)**

**Soutenance du 26 Septembre 2007**



## Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier chaleureusement mes maîtres de stage, Isabelle Goldringer et Christophe Bonneuil, ainsi qu'Elise Demeulenaere qui a suivi mon travail de près.

Merci :

A Isabelle pour l'aide précieuse qu'elle m'a apportée, pour sa disponibilité, ses encouragements et accessoirement pour m'avoir fait découvrir les saucissons de rêne et d'élan.

A Christophe pour m'avoir fait connaître l'univers passionnant du « vieux bouquin » et des archives, pour son imagination débordante notamment en matière de récupération de données anciennes (je vais encore réfléchir pour la carrière d'archo-généticienne).

A Elise pour le temps qu'elle m'a accordé, pour ses conseils très pertinents et pour m'avoir permis d'assister à quelques cours très intéressants à l'ENS. Je n'oublierai pas non plus le tuyau du sandwich libanais !

Travailler avec trois personnes qui ont des approches différentes a été une expérience très enrichissante pour moi. Je tiens aussi à leur exprimer ma gratitude pour m'avoir fait connaître le Réseau Semences Paysannes et les activités dans lesquelles ils sont investis en tant que chercheurs.

Je voudrais aussi remercier Christian Mouchet qui m'a aidée à me lancer dans cette étude et s'est toujours montré disponible quand je l'ai sollicité.

Mes remerciements vont ensuite à toutes les personnes qui m'ont aidée à réaliser cette étude :

François Balfourier de l'INRA de Clermont-Ferrand pour m'avoir gentiment transmis ses données  
Emmanuelle Porcher du Muséum d'Histoires Naturelles pour ses conseils sur les indicateurs de biodiversité

Philippe Silhol du GNIS pour m'avoir reçue et ouvert ses archives

Barbara Wyciszkievicz et Frédéric Brun de l'ONIGC pour m'avoir donné accès aux précieuses monographies de 1950

Fleur François-Chemery de l'ONIGC pour le temps qu'elle m'a accordé et pour la recherche de données qu'elle a faite pour moi

Madame Colombani du SCEES pour m'avoir permis d'explorer les archives

Je réserve également un grand merci à mes collègues de bureau Yves et Nathalie pour leur aide (notamment en matière de géographie départementale), leur soutien et la bonne ambiance qu'ils assurent. Merci aussi pour les diverses relectures. Je n'oublie pas non plus Bénédicte, Florian, Jonathan, Roxane, Julie et toutes les personnes du Moulon avec qui j'ai passé de bons moments.

Et merci à vous qui allez lire ces quelques pages avec attention...

## SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>4</b>
<b>I. LE BLE : UNE CULTURE FORTEMENT AFFECTEE PAR LES MUTATIONS DU SIECLE DERNIER.....</b>	<b>8</b>
I.1 La professionnalisation de la création variétale et l'émergence d'un cadre réglementaire.....	8
I.2 Des variétés de pays aux variétés modernes : une histoire de la culture du blé en France.....	12
<b>II. LA DIVERSITE DES ESPECES CULTIVEES, UN SUJET CONTROVERSE TANT SUR LE PLAN SOCIAL QUE SCIENTIFIQUE.....</b>	<b>14</b>
II.1 De vifs désaccords sur l'évolution de la diversité des espèces cultivées, sa gestion et sa conservation.....	14
II.2 Pourquoi rechercher une nouvelle méthode d'évaluation de la diversité génétique du blé ?.....	19
II.3 L'émergence institutionnelle des indicateurs de diversité des espèces cultivées.....	24
<b>III. REFLEXIONS PREALABLES A LA MISE EN PLACE D'UN INDICATEUR.....</b>	<b>29</b>
III.1 Quelles données et quelles analyses pour notre étude ?.....	29
III.2 Principales caractéristiques des indicateurs de biodiversité.....	31
III.3 Réflexion sur la nature de l'outil à mettre en place et choix d'une approche méthodologique.....	32
<b>IV. CONCEPTION D'UN INDICATEUR DE DIVERSITE GENETIQUE DES CULTURES A L'ECHELLE DES DEPARTEMENTS ET CHOIX D'OUTILS COMPLEMENTAIRES.....</b>	<b>33</b>
IV.1 Indicateurs utilisés pour notre étude.....	34
IV.2 Sélection de données qualitatives.....	38
<b>V. ESSAI SUR QUELQUES DEPARTEMENTS TEMOINS : UNE EVOLUTION VARIABLE DE LA DIVERSITE DU BLE DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS.....</b>	<b>40</b>
V.1 Critères de choix des départements témoins.....	40
V.2 Evolution de la diversité du blé en Eure-et-Loir.....	42
V.3 Analyse des résultats obtenus sur trois départements témoins.....	47
<b>VI. UNE APPROCHE PROMETTEUSE A APPROFONDIR.....</b>	<b>53</b>
VI.1 Regard critique sur l'étude menée.....	53
VI.2 Evaluation de l'indicateur de diversité génétique des espèces cultivées à l'échelle des départements.....	56
VI.3 Perspectives d'approfondissement.....	59
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>63</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>68</b>
<b>TABLE DES FIGURES.....</b>	<b>68</b>
<b>LISTE DES SIGLES UTILISES.....</b>	<b>69</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>70</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>72</b>

## INTRODUCTION GENERALE

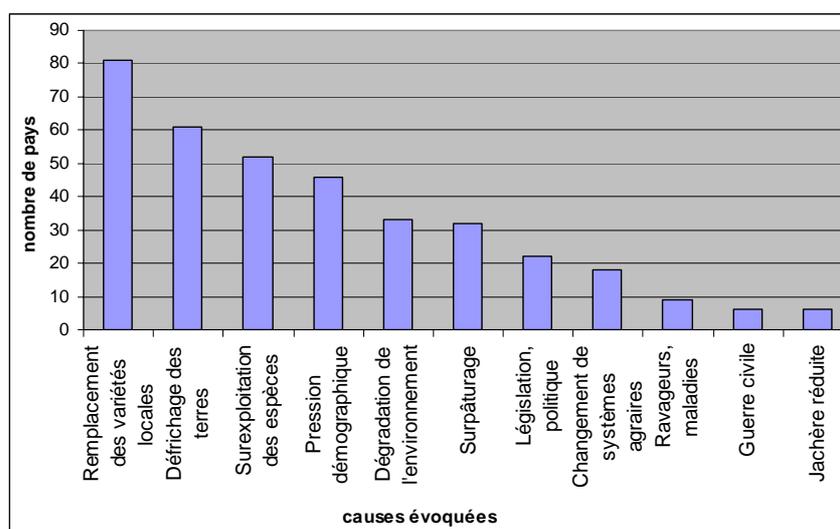
### a) Pourquoi s'intéresser à la diversité des espèces cultivées ?

« L'agriculture moderne est une vaste pyramide inversée ; elle repose sur une base dangereusement étroite.»  
(Vernooy, 2003)

Bien que la proportion des espèces domestiquées ne soit que d'une espèce vivante sur dix mille, c'est de ce petit sous-ensemble d'organismes que dépend l'avenir de la production alimentaire mondiale (CDB, 1996). Sur près de 250 000 variétés végétales propres à la culture, on n'en cultive aujourd'hui qu'environ 7 000, soit moins de 3 % (Vernooy, 2003). Aux États-Unis, 50% de tout le blé produit provient de 9 variétés seulement (CDB, 1996). En France, près du quart des surfaces ensemencées en blé tendre en 2003 était couvert par une seule variété. Depuis, il semblerait que la tendance soit un peu plus à la diversification avec 10 variétés couvrant la moitié des surfaces. Cependant, le tiers des exploitations françaises ne cultive qu'une seule variété (données ONIGC, 2007).

Domestication et sélection entraînent toujours une réduction de la base génétique des plantes cultivées. Néanmoins, l'augmentation de la pression de sélection a eu des conséquences majeures sur la biodiversité cultivée. Plus de 90% des variétés végétales ont disparu des exploitations agricoles au cours du siècle dernier (CIP-UPWARD, 2003). Le danger d'érosion génétique a été reconnu dès 1974 quand le Groupe Consultatif sur la Recherche Internationale en Agriculture (CGIAR) établit le Bureau International des Ressources Génétiques Végétales (IBPGR) en vue de développer un réseau global de centres de ressources génétiques (Routray, 2006). Selon la FAO (1997), le remplacement des variétés locales par des variétés améliorées ou exotiques est la principale cause de l'érosion génétique dans le monde (figure n°1).

Figure 1 Les principales causes d'érosion génétique citées par les pays membres de la FAO



Source : Rapport sur l'état de ressources génétiques végétales, FAO (1997)

La culture massive de variétés à hauts rendements, issues de la Révolution Verte des années 60, a permis un accroissement spectaculaire des rendements de certaines cultures. Pour le blé, le riz et le maïs, environ la moitié de l'augmentation de la production a été attribuée à la sélection de nouvelles variétés (FAO, 1997). Malheureusement, la substitution de nombreuses variétés de pays hétérogènes et localement adaptées par un faible nombre de variétés modernes a aussi exposé les cultures à plus de vulnérabilité. La vulnérabilité génétique résulte du fait qu'une culture largement répandue soit uniformément sensible à une maladie, un pathogène ou un accident climatique en raison de sa composition génétique (FAO, 1997). L'exemple le plus connu est celui du mildiou qui a balayé les cultures de pommes de terre au XIXe siècle provoquant une grande famine en Europe et particulièrement en Irlande. En 1970, une attaque pathogène (*Helminthosporium turcicum*) a causé d'importants dégâts sur les cultures de maïs aux Etats-Unis. En effet, toutes les nouvelles variétés étaient porteuses du même cytoplasme « mâle stérile Texas ».

Pour l'agriculteur, la diversité permet de minimiser les risques par la culture de différentes espèces et variétés. Elle favorise la stabilité du rendement d'une culture grâce à l'hétérogénéité intra-parcellaire. De plus, certaines espèces peuvent présenter des complémentarités (cultures associées). Plus globalement, cette variabilité fournit une sorte d'assurance contre les conditions adverses futures et représente une réserve de ressources potentiellement intéressantes pour l'avenir (FAO, 1997). Le maintien d'un haut niveau de diversité génétique est donc crucial pour garantir la sécurité alimentaire.

La conférence de Rio en 1992 marque la prise de conscience de cet enjeu au niveau international. Elle aboutit à un engagement mondial, la Convention sur la Diversité Biologique, dont les trois objectifs majeurs 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 (CBD, 1992). Le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (2001), juridiquement contraignant pour les pays signataires, est l'application de la CDB dans le domaine de l'agrobiodiversité. Il prévoit entre autres la mise en place d'un système multilatéral de partage des ressources phytogénétiques.

En 2002, les parties se sont engagées à réduire de façon significative l'érosion de biodiversité d'ici 2010. Afin, d'évaluer leurs avancées dans la conservation de la biodiversité, les pays doivent mettre en œuvre des outils de suivi, d'où d'importants efforts depuis quelques années pour développer des indicateurs. Au niveau européen, le programme SEBI2010 vise à créer une série d'indicateurs permettant de répondre à cette demande.

Au niveau sociétal, la préoccupation pour le maintien de la biodiversité remonte aux années 80 avec la montée d'un courant environnementaliste. Ces dernières années, on assiste à un intérêt croissant pour la préservation de la diversité des plantes cultivées. Certains réseaux agricoles ou

citoyens, comme le Réseau Semences Paysannes, Kokopelli, les Croqueurs de Pommes etc. se sont constitués pour défendre la diversité des cultures en promouvant notamment la remise en culture de variétés anciennes. Ce mouvement va de paire avec la critique du modèle productiviste, de l'agriculture industrialisée, de l'offre de produits standardisés et de la perte d'autonomie des agriculteurs (simples maillons entre des secteurs amont et aval surdéveloppés).

C'est dans ce contexte scientifique, social et politique, que s'inscrit notre étude. Il apparaît important à ce moment charnière de l'histoire, où l'heure est au bilan des profondes mutations qui ont affecté l'agriculture au cours du XXe siècle, de mesurer l'impact de ces changements sur la diversité cultivée. Ce type d'étude outre sa valeur informative, doit aider au choix de méthodes appropriées en matière de gestion de la diversité.

## b) Explication de la problématique

Nous nous proposons ici, de réaliser une première étude pour mettre en place un **indicateur de diversité des espèces cultivées** c'est-à-dire la diversité que l'on peut rencontrer au sein des cultures agricoles. Deux niveaux de diversité seront considérés : d'une part les différences ou distances génétiques entre les variétés cultivées et d'autre part, la diversité intra-variétale, c'est-à-dire la variabilité au sein d'une même variété. Nous prendrons également en compte l'importance de chaque variété dans le paysage à savoir la surface qu'elle occupe dans les cultures de blé.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéresserons à la **diversité au sein d'une même espèce**. Nous cherchons à obtenir une vision assez précise de l'évolution au sein d'une espèce avant d'étudier une échelle plus globale, celle de l'assolement ou de l'écosystème agricole. La première espèce que nous avons choisie pour mettre en place cet outil est le **blé tendre** (*Triticum aestivum* L.). Le blé fait partie des trois cultures qui assurent la moitié des apports caloriques d'origine végétale à l'échelle mondiale, avec le maïs et le riz (Vernooy, 2003). L'importance de cette culture dans l'alimentation de la population française permet de disposer d'une large documentation au cours du temps.

### Carte d'identité de l'espèce

**Noms communs :**

Blé tendre, blé ordinaire, froment

**Nom scientifique :**

*Triticum aestivum* L.

**Famille :** Poacées

**Type biologique :** Annuelle

**Mode de reproduction :** Autogame à plus de 90%

**Aire de répartition géographique :** Domestiquée partout dans le monde, essentiellement dans l'hémisphère Nord

**Origine :** cultivé il y a 10 000 ans dans le croissant fertile

**Développement :** blé d'hiver, blé de printemps, blé alternatif



Nous avons également décidé d'étudier la diversité réellement cultivée au champ et non pas celle disponible au Catalogue Officiel des Espèces et des Variétés de Plantes Cultivées ou dans des

collections. Nous expliquerons ce choix plus loin dans le mémoire.

Au départ, nous avons pensé choisir l'échelle paysagère comme **échelle spatiale** d'étude. Cependant, la définition de grands ensembles paysagers ainsi que l'obtention de données à cette échelle se sont avérées difficiles. Historiquement, les données statistiques sur la répartition variétale des cultures étaient réalisées par département. Nous avons donc opté pour cette échelle d'étude.

En ce qui concerne l'**échelle temporelle**, les principaux changements qui ont affecté l'agriculture et notamment la sélection intensive, se sont opérés au cours du XXe siècle. La professionnalisation de la création variétale du blé débutant à la fin du XIXe, nous avons choisi d'étudier l'évolution de la diversité cultivée de la fin du XIXe à nos jours. Cependant, les données avant 1950 restent essentiellement qualitatives et il est difficile d'obtenir des résultats sur la répartition spatiale des variétés avant cette date. Malgré tout, il nous semble essentiel de remonter l'étude suffisamment loin dans le temps, la première cause d'érosion génétique citée par la FAO (1998) étant le passage des variétés traditionnelles aux variétés modernes. D'après Roussel *et al.* (2005), ce changement s'est produit à partir de la fin du XIXe siècle en France.

Dans un premier temps, nous fournirons au lecteur des repères historiques sur l'évolution du secteur des semences et de la culture du blé sur la période d'étude. Nous exposerons ensuite les termes du débat scientifique, et plus largement sociétal, autour de l'évolution de la diversité du blé et des moyens d'approcher la mesure de celle-ci. Ceci nous conduira à la présentation de nos réflexions préalables à la mise en place de l'indicateur et à l'explicitation des choix méthodologiques effectués. Après avoir présenté les grands traits de la méthodologie, nous la testerons sur quelques départements puis nous en ferons l'analyse critique. Enfin, nous proposerons quelques pistes pour approfondir cette étude et l'élargir à d'autres échelles.

### **c) Définition des objectifs**

La commande initiale était une étude de faisabilité d'un indicateur de diversité cultivée à l'échelle paysagère. Après les premières recherches effectuées, le sujet a été davantage cadré et plusieurs éléments ont été reconsidérés, comme nous le verrons par la suite.

*Principaux objectifs du stage :*

- Concevoir un indicateur permettant de suivre l'évolution de la diversité du blé au cours du siècle dernier (tableau n°1).
- Le tester sur quelques départements témoins.
- Evaluer l'outil mis en place et l'approche méthodologique suivie avant de proposer des pistes de réflexion pour l'améliorer.

Tableau 1 Principales caractéristiques de l'indicateur à concevoir

Indicateur	Evolution de la diversité des espèces agricoles cultivées à l'échelle du département
Niveau de biodiversité étudié	Espèce
Echelle géographique	Département français
Echelle temporelle	Environ un siècle
Type d'évaluation	Quantitative et qualitative
Disciplines sollicitées	Génétique, histoire, agronomie

Source : auteur

## **I. LE BLE : UNE CULTURE FORTEMENT AFFECTEE PAR LES MUTATIONS DU SIECLE DERNIER**

### **I-1. La professionnalisation de la création variétale et l'émergence d'un cadre réglementaire**

#### *I-1-1. Brefs rappels sur l'histoire de la sélection du blé dans le monde*

La domestication du blé a commencé il y a environ 12 000 ans dans le croissant fertile. Les blés domestiqués se sont ensuite répandus en Europe avec la diffusion de l'agriculture. Jusqu'à la fin du XIXe siècle, la sélection repose sur le choix d'individus ou d'épis correspondant aux critères des cultivateurs et formant des populations plus ou moins homogènes, appelées **populations de pays** ou « **landraces** ». Il s'agit de la **sélection massale**, pratiquée depuis les débuts de l'agriculture. Ce n'est qu'au cours du XIXe siècle que la pression de sélection s'est intensifiée avec l'apparition de programmes de sélection, les plus élaborés utilisant l'hybridation, visant à améliorer

#### **La diffusion des gènes de nanisme chez le blé**

En 1946, le Dr DC Salmon, spécialiste de l'agriculture et conseiller militaire des Etats Unis au Japon rencontra par hasard des blés nains du nom de « Norin 10 ». Ces blés contiennent deux gènes de nanisme *Rht1* et *Rht2*. Salmon les envoya aux EU où le Dr OA Vogel, chercheur de l'USDA (Département de l'Agriculture aux EU), les croisa avec une variété moderne, « Brevor », qu'il avait lui-même mis au point. En 1953, Vogel envoya ces croisements à Norman Borlaug, sélectionneur dirigeant l'équipe Rockefeller au CYMMIT. Borlaug les croisa avec des blés mexicains résistants à la rouille et créa des milliers de descendants. Trois d'entre eux seulement furent retenus pour créer les blés de la « Révolution verte ». Ceux-ci furent semés pour la première fois au Mexique en 1962, et dès 1968, ils étaient présents en Inde et au Pakistan.

les rendements. Mais c'est vraiment dans les années 60-70 que les plus grands changements sont observés. C'est dans ces années que le CIMMYT (Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé) au Mexique, créé des **variétés plus courtes et plus productives** - car valorisant mieux les engrais azotés - qui seront largement diffusées dans les pays en développement et en Europe. L'introduction de ces nouvelles variétés combinée avec une artificialisation du milieu par l'emploi massif d'engrais et de produits phytosanitaires a marqué le phénomène de « Révolution Verte ». Actuellement 77% des variétés cultivées dans les pays en voie de développement sont issues de ces variétés produites au CIMMYT (Smale *et al.*, 2002 ; Roussel, 2005). En France, entre 2/3 et 3/4 des variétés inscrites au Catalogue possèdent au moins un gène de nanisme (Doré et Varoquaux, 2006). Cependant, le temps et le coût de l'évaluation des ressources génétiques combinés à de fortes

pressions commerciales pour mettre rapidement sur le marché de nouvelles variétés peut conduire les sélectionneurs à choisir du matériel génétique « élite » déjà essayé et testé, et ainsi engendrer une perte des ressources non utilisées. Une telle perte peut être accentuée par l'introduction de droits à la propriété intellectuelle (Srinivasan *et al*, 2003).

*I-1-2 Constitution de la filière semences en France, apogée de la standardisation et remise en cause du cadre réglementaire*

En France, l'un des premiers programmes de sélection fut développé par la maison **Vilmorin** durant la seconde moitié du XIXe siècle. Grâce à un schéma de sélection alternant brassage génétique (surtout croisements entre blés d'Aquitaine et blés anglais) et sélection généalogique, elle commercialise les meilleurs blés de la période (Bonneuil et Thomas, 2007). En 1934, les quatre variétés les plus cultivées étaient des sélections Vilmorin (Simon, 1999). Par ailleurs, d'autres maisons de sélection ont commencé à pratiquer l'hybridation au début du XXe siècle, comme Blondeau, Desprez, Ringot, Benoist ou Tourneur.

Durant toute la première partie du XXe siècle, la création et la mise sur le marché de nouvelles variétés demeurent l'apanage des maisons privées<sup>1</sup>. Parallèlement, une forte propagande pour ces variétés est menée par un certain nombre d'organismes, dont les services et offices agricoles départementaux (tableau n°2), qui mettent en place des champs d'expérimentation ou mettent à disposition des semences à prix réduit. Selon une enquête des services agricoles, les variétés de pays ont déjà fortement reculé en 1927 devant les lignées issues de croisements artificiels qui couvrent plus du tiers des surfaces de blé en France (Schribaux, 1928). Malgré cela, la majorité des agriculteurs reproduisent ces semences à la ferme, en achètent à un voisin ou à un négociant peu scrupuleux sur la composition des semences. Les sélectionneurs cherchent donc un moyen de protéger leurs innovations variétales.

Tableau 2 Mise en place de structures d'organisation et de contrôle de la production agricole au début du XXe siècle

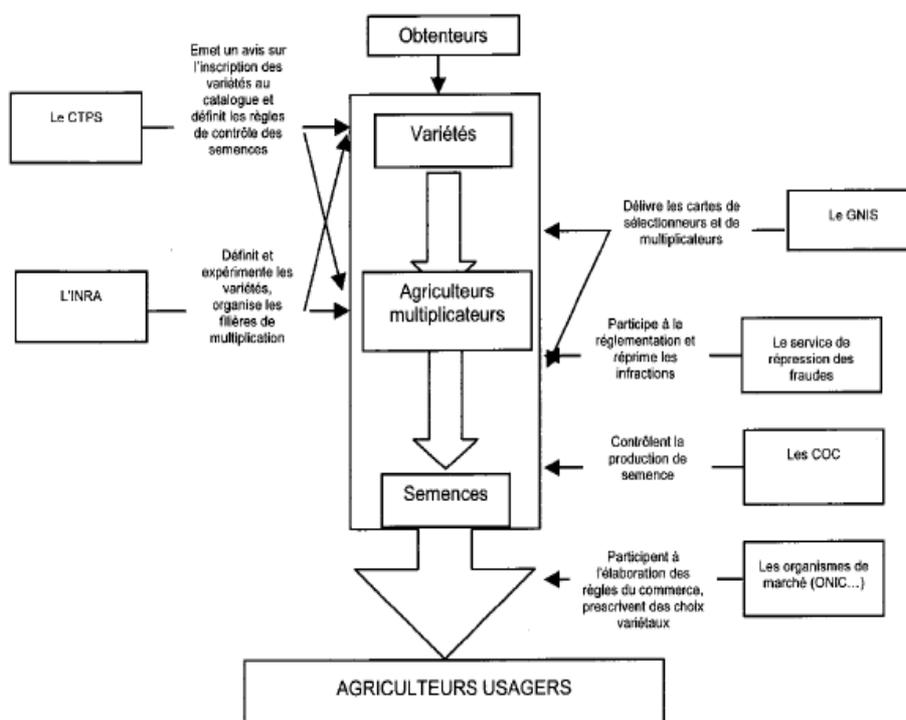
Date de la loi	Structure mise en place	Rôle attendu
1912	Direction des Services Agricoles	Direction des champs d'expérimentation, conseil technique auprès des agriculteurs et vulgarisation de connaissances agricole : « emploi rationnel des engrais », semences et plants sélectionnés.
6 janvier 1919	Offices agricoles départementaux	Favoriser l'intensification de la production dans toutes les branches de l'exploitation agricole.
3 janvier 1924	Chambres d'Agriculture	Elles « sont, auprès de Pouvoirs Publics, les organes consultatifs et professionnels des intérêts agricoles de leur circonscription. » Elles peuvent aussi créer, subventionner tous les établissements, institution ou service d'utilité agricole.
15 août 1936	Coopératives	La loi institue dans chaque département un « comité d'organisation et de contrôle de la production et du commerce des céréales » et provoque une grosse diminution du nombre de négociants en grains, remplacés par des coopératives.

Source : auteur

<sup>1</sup> La recherche publique dans ce domaine n'émerge que dans les années 40.

Entre 1922 et 1932, une série de **décrets** va dans ce sens : exigences réglementaires sur la pureté et la qualité des semences, registres et catalogue des plantes cultivées, premières commissions de contrôle des semences... Mais c'est réellement dans les années 40, sous Vichy, que se met en place un appareil de contrôle des innovations variétales et de structuration du marché des semences. La création d'instances nationales telles que le Groupement National Interprofessionnel des Semences (**GNIS**) en 1941 et le Comité Technique Permanent de la Sélection (**CTPS**) en 1942, marque un interventionnisme fort de l'Etat dans ce secteur. La **création variétale se professionnalise** et la **semence cesse progressivement d'être un bien domestique et non marchand pour se transformer en facteur de production standardisé** (input à part entière). De même la division du travail trouve une nouvelle organisation : les maisons de sélection et l'INRA se voient confier l'innovation variétale ; les coopératives agricole, la multiplication et la distribution ; les agriculteurs, l'usage des semences certifiées de variétés sélectionnées.

Figure 2 La filière variétés, semences, plants



Source : Bonneuil et Thomas, 2006

C'est dans ce contexte, que s'ancre le « paradigme fixiste » de la variété. Le modèle mis en avant par les « phytogénéticiens » à cette époque est la **variété homogène et stable** dont les caractères agronomiques et technologiques sont descriptibles et prévisibles. Aussi Bustarret, alors chef du département Génétique et Amélioration de Plantes à l'INRA, voyait dans les **variétés lignées pures** « la forme la plus parfaite de la variété » (Bonneuil *et al.*, 2006). A partir de 1949, l'**inscription au Catalogue officiel** devient obligatoire pour la commercialisation et l'échange de

semences. Pour cela les variétés doivent répondre aux **normes DHS** (Distinction, Homogénéité, Stabilité) exigées par le CTPS avant la mise sur le marché. Les variétés de pays en sont donc exclues. L'examen d'entrée des variétés nouvelles se complique encore avec l'introduction de la **norme VAT** (Valeur Agronomique et Technologique) sur le blé tendre dès 1945. Cette épreuve introduit « la fixation de qualité seuil », en dessous duquel les variétés ne sont pas admises sur le marché. Il s'agit surtout de critères liés à l'industrialisation de la chaîne agro-alimentaire comme la force boulangère. De plus, le décret du 22 janvier 1960 qui institue *de novo* le catalogue, exclut définitivement les variétés ne répondant pas aux nouveaux critères.

L'innovation s'insère peu à peu dans le schéma d'industrialisation des Trente Glorieuses : économie d'échelle par la **standardisation** et marchés de masse. En effet, afin de maximiser leur profit, les obtenteurs orientent leurs travaux vers des variétés à aire de culture très étendue. On retrouve cette logique au cours de la Révolution Verte.

A partir des années 70 et surtout dans les années 80, ce modèle va être profondément remis en cause sous l'effet de la critique du modèle agricole productiviste et du déclin de l'Etat nation. On passe alors d'un marché de masse standardisé à un **marché plus segmenté**, piloté par la demande. Le marché variétal suit la même tendance et se différencie pour répondre à des besoins différents. Dans les années 90, l'investissement vers l'amont des gros groupes de phyto-pharmacie auxquels appartiennent à présent les maisons de sélection, dans les **biotechnologies** (notamment OGM) permet en partie de répondre à ces nouveaux enjeux. La **diversification vers l'aval** (indications géographiques, semences biologiques, retour aux variétés anciennes et/ou locales...) constitue une autre alternative, même s'il s'agit plus de marchés de niche.

La réglementation semencière et le système d'inscription se trouvent également remis en cause. Au cours des années 80, de nombreux agriculteurs choisissent de produire leurs propres semences de céréales à paille en raison du prix élevé des semences certifiées et d'une volonté de choisir leurs semences selon leurs propres critères. En réaction les firmes semencières, parviennent à obtenir plusieurs mesures : l'interdiction aux agriculteurs d'avoir recours à des tiers pour trier et traiter leurs grains, ou même d'utiliser du matériel en commun (1989), l'instauration de la Contribution Volontaire Obligatoire (CVO), taxe sur les semences de ferme destinée à rémunérer l'obtenteur (1991) et le conditionnement des primes PAC à la fourniture de factures de semences certifiées pour le blé dur (1997).

Enfin, d'autres mouvements se constituent autour de la conservation de la biodiversité locale, de la réappropriation de la création variétale par les paysans et plus largement de la reconquête de leur autonomie. Ces démarches de contestation civique mêlent amateurs passionnés du monde végétal, réseaux d'agriculteurs alternatifs, environnementalistes, consommateurs... *Terre*

*Vivante, La Garance Voyageuse, Kokopelli et Le Réseau Semences Paysannes* sont quelques unes de ces associations, présentées dans l'annexe n°1.

Ainsi, au cours du XXe siècle, c'est tout un cadre réglementaire lié à la professionnalisation de la création variétale ainsi qu'à la protection des innovations qui s'est mis en place (tableau récapitulatif présenté dans l'annexe n°2). Dès lors, il apparaît intéressant de retracer les grandes évolutions des variétés de blé cultivées au cours de cette période.

## **I-2 Des variétés de pays aux variétés modernes : une histoire de la culture du blé en France**

Vers l'an mille, le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) a supplanté l'épeautre (*Triticum spelta* L.) alors largement cultivé dans le nord de l'Europe (Doré et Varoquaux, 2006). Durant le Moyen Age et jusqu'au milieu du XIXe siècle, malgré d'importants bouleversements culturels, le rendement du blé n'a presque pas évolué. Plusieurs auteurs dont Camille Moule (1971) et Michel Simon (1999), ont retracé l'histoire de la culture du blé en France depuis le XIX siècle dont les grandes lignes sont exposées ci-dessous.

### **- les variétés de pays**

Les variétés de pays étaient principalement cultivées en France jusqu'au milieu du XIXe. Leur nombre était considérable. Une étude portant sur les variétés de blés cultivés dans le Maine et Loire en 1846 dénombre 17 variétés de blé cultivées dans le département (Hunault de la Peltrie, 1856). « Chaque région a, pour faire son pain, des races spéciales qui se sont formées par une longue sélection et qui sont en quelque sorte, l'expression de son climat. » (Serand, 1891). Plus de quarante variétés sont décrites dans *les Meilleurs Blés* (Vilmorin – Andrieux, 1880) dont Noé, Blé seigle, Rouge

Inversable, Chiddam d'automne... Il s'agissait de variétés bien adaptées aux conditions locales. D'après Henry de Vilmorin (1892), « beaucoup n'ont jamais franchi les limites d'un canton ou d'un district assez limité ». C'est le cas du « Blé Rivière », blé barbu de Saône-et-Loire, qui a pour particularité de pouvoir supporter d'être submergé pendant quinze jours voire trois semaines de suite. Cependant, ces variétés sont par la suite jugées assez peu productives et sensibles à la verse (paille haute) surtout dans le contexte d'emploi croissant d'engrais.

#### **L'histoire du Blé de « Noé »**

La fin du XIXe siècle est marquée par de grandes disettes. Du blé est alors importé d'Ukraine. Plante, meunier à Nérac (Lot-et-Garonne), en prélève un échantillon. La variété population obtenue de ces grains est ensuite cultivée par le Marquis de Noé avant d'être diffusée en Aquitaine, en Brie et en Beauce. De « Noé », on tira plusieurs sélections de façon plus ou moins empirique, connues sous le nom de « blés d'Aquitaine ». Ces variétés ont été largement diffusées dans les cultures à la fin du XIXe siècle et dans les premiers programmes de sélection.

### - les blés d'Aquitaine et les variétés anglaises

Au cours de la seconde moitié du XIXe siècle, les « **blés d'Aquitaine** » (principalement Rouge de Bordeaux, Japhet, Gros bleu) vont se répandre dans toute la France. Leurs principales caractéristiques sont la résistance à la verse, moyenne mais supérieure à celle des blés de pays, une grande souplesse d'adaptation, une certaine précocité, mais aussi une grande sensibilité à la rouille jaune et au froid (Simon, 1999). La fin du XIXe siècle (1860-1880) est également marquée par l'adoption au nord de la France de **blés anglais** : Victoria blanc, Rouge d'Ecosse, Shireff squarehead (première lignée issue d'un croisement artificiel)... Ces variétés étaient généralement tardives mais très productives, et assez résistantes à la verse.

### - les premiers croisements Vilmorin

Considérant l'aspect complémentaire des caractéristiques des blés d'Aquitaine et des blés anglais, Henry de Vilmorin eut l'idée de les croiser entre eux. Les premiers programmes de sélection qu'il développa à la fin du XIXe donnèrent lieu à des variétés qui se sont largement diffusées dans tout le pays : Dattel, Trésor, Bon Fermier et Hâtif Inversable. Dès 1918, les blés de pays n'occupaient plus que la moitié des emblavements, les blés d'Aquitaine, le cinquième, les blés Vilmorin le reste (Moule, 1971). Le succès des blés Vilmorin se maintiendra jusqu'au début des années cinquante.

### - les « blés Schribaux »

Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, la création de nouvelles variétés « **lignées** » **moins sensible aux maladies et au froid** s'est imposée. Elle a été impulsée par l'agronome, chercheur, sélectionneur Schribaux. Ce dernier dès 1890, montre le danger de la sélection pratiquée jusque là qui a pour base l'utilisation réitérée de mêmes géniteurs. L'objectif prioritaire pour lui est la régularité des rendements via l'utilisation de géniteurs spécifiques résistants au froid, aux rouilles... Les hybridations qu'il réalise conduisent à une nouvelle série de variétés (Hybride à courte paille, Institut Agronomique, Préparateur Etienne...) qui sont à leur tour repris comme géniteurs dans les programmes de sélection. Un autre objectif a été pris en compte : l'amélioration de la **qualité boulangère** des blés. Deux variétés ont dominé les cultures de blé entre 1950 et 1970 : Capelle de la maison Deprez et Etoile de Choisy obtenue par l'INRA.

### - les blés modernes

A partir des années 70, une nouvelle série de blés font leur apparition. Il s'agit des **variétés demi-naines** résistantes à la verse (phénomène aggravé par la généralisation des fumures minérales, principalement azotée), des **nouveaux blés anglo-saxons**, blés fourragers amenant à des rendements records mais difficilement panifiables, des **sélections INRA** intégrant de nouvelles résistances aux maladies et plus récemment des **variétés issues de nouvelles technologies** (hybrides F1, haploïdes doublés).

### **En résumé :**

D'abord sélectionnées de façon empirique par les agriculteurs, les nouvelles variétés de blé ont peu à peu résulté d'une sélection professionnelle. En France, l'organisation de la sélection, de la multiplication et de la commercialisation des semences, s'est mise en place à partir des années 40. Elle a conduit au développement de variétés à haut rendement standardisées répondant aux objectifs de marché de masse des Trente Glorieuses. Aujourd'hui, ce système est remis en cause en raison d'une diversification des marchés et de la constitution de mouvements civiques en faveur de la biodiversité. Pour répondre à une demande en produits de qualités diversifiées, différentes stratégies sont apparues : essentiellement l'orientation vers les biotechnologies des firmes semencières et instituts de recherche mais aussi la différenciation vers l'aval (AOC, IGP, semences biologiques...). Avec l'émergence de la biodiversité comme valeur positive et consensuelle, le débat s'est focalisé autour de l'impact de la professionnalisation de la création variétale et des semences certifiées sur celle-ci.

## **II. LA DIVERSITE DES ESPECES CULTIVEES, UN SUJET CONTROVERSE TANT SUR LE PLAN SOCIAL QUE SCIENTIFIQUE**

Controverses sociale et scientifique autour de la diversité cultivée sont intimement liées. Néanmoins, pour plus de clarté, j'ai choisi de présenter ce débat en deux volets complémentaires : d'une part l'analyse du débat au travers des communiqués de presse de différents protagonistes et d'autre part, une revue de la bibliographie scientifique traitant de la diversité du blé.

### **II.1. De vifs désaccords sur l'évolution de la diversité des espèces cultivées, sa gestion et sa conservation**

Le débat entre les différents acteurs intervenant dans la gestion et la conservation de la diversité cultivée existe depuis de nombreuses années. Cependant, il s'est récemment intensifié comme en témoignent de nombreux communiqués de presse de plus en plus virulents entre les différentes parties. Nous avons choisi de présenter succinctement les termes de ce débat, les arguments des différentes parties sur les principaux points de désaccord ainsi que leur jeu d'acteurs. Nous exposerons les discours:

- de la **filière semences** (GNIS, GEVES, FNPS) : protagoniste clé en ce qui concerne la diversité cultivée puisque ce sont ces mêmes institutions qui ont contribué à l'instauration du cadre réglementaire en France.
- de deux associations de défense de la diversité cultivée, le **Réseau Semences Paysannes (RSP)** et **Kokopelli** ; la première défendant plutôt l'autonomie des paysans et la seconde, les droits des jardiniers professionnels ou amateurs.
- du **BRG** (Bureau des Ressources Génétiques), chargé de la politique de conservation des

ressources génétiques en France

De nombreux autres acteurs, notamment des associations (Amis de la Terre, Grain...), se sont exprimés sur ce sujet mais leurs positions ne sont pas retranscrites dans ce mémoire.

Les données présentées dans le tableau n°3 proviennent directement des communiqués de presse disponibles sur les sites Internet de ces différentes structures<sup>2</sup>.

### *II.1.1 Principaux acteurs concernés et divergences*

Le point sur lequel l'ensemble de ces acteurs est d'accord est qu'il faut préserver l'intégralité des ressources génétiques. Les moyens pour le faire et qui en a la charge sont quant à eux sources de conflit. Les arguments de chacun sur les points de désaccord identifiés sont exposés dans le tableau suivant.

---

<sup>2</sup> Voir sites Internet du GNIS (<http://www.gnis.fr/>), du GEVES (<http://www.geves.fr/>), de Kokopelli, (<http://www.kokopelli.asso.fr/>), du RSP (<http://www.semencespaysannes.org/>), du BRG (<http://www.brg.fr>)

Tableau 3 Arguments de chaque protagoniste sur différents points de désaccord concernant la biodiversité cultivée

Sujet	Filière semences (GNIS, GEVES, FNPSP)	Kokopelli	RSP	BRG
<b>Etat de la biodiversité cultivée</b>	La biodiversité cultivée n'est pas en danger.	Erosion de la diversité cultivée. (référence constat FAO)	Forte érosion de la diversité cultivée.	Le danger d'une perte de diversité n'apparaît pas du tout immédiat.
<b>Propriété intellectuelle</b>	-Seul moyen de financer durablement la recherche (qui nécessite de plus en plus d'investissements financiers). -COV plus flexible que le brevet, permet l'utilisation de l'innovation à des fins de recherche.	-Aliénation de la semence par l'agro-industrie. -Avec UPOV, création d'un cadre juridique permettant le rachat de nombreux semenciers par des multinationales. - Recherche agricole devrait être publique.	-Confiscation du vivant. -Contre l'autonomie des paysans et la souveraineté alimentaire des populations.	La création de l'UPOV a permis aux sélectionneurs de conserver une sorte de « droit d'auteur » et de ne pas entrer dans le champ de la brevetabilité du vivant.
<b>Catalogue et normes (DHS et VAT)</b>	-Inscription garantit la qualité des semences au cours du temps ainsi que la non-diffusion de parasites et de maladies sur le territoire européen. -Protection des agriculteurs contre les tromperies. -Facilite les échanges grâce à des normes et définitions communes. -Orientation de la création variétale vers des variétés répondant mieux à demande des consommateurs. -Assure le progrès génétique. -Aujourd'hui le Catalogue compte beaucoup plus de variétés que le Catalogue Vilmorin en 1900.	-Contrôle du marché des semences. -Catalogue limitatif. -Baromètre de l'érosion génétique. -Distinction doit être dans l'étiquette puisque toutes les nouvelles variétés se ressemblent.	-Catalogue fait pour les variétés industrielles. -Eventail trop restreint. -Coût d'inscription trop élevé, inaccessible pour paysan ou association. -Homogénéité et stabilité possibles seulement en artificialisant les conditions du milieu. -Variétés paysannes exclues. -VAT : « avantages agronomiques » liés à la dépendance aux engrais chimiques.	-Important de garantir l'identité génétique de la ressource maintenue.
<b>Sélection</b>	-Un métier d'experts. -Répondre aux attentes des consommateurs : disposer tout au long de l'année de produits variés, d'une belle présentation, et d'une qualité constante.	-Par jardiniers amateurs ou paysans.	-Sélection et multiplication par les agriculteurs eux-mêmes. -Sélection adaptée à leurs pratiques, besoins, envies, terroir.	
<b>Impact de la sélection par les firmes semencières sur la diversité</b>	-La filière, en améliorant les plantes et en créant de nouvelles variétés, enrichit la biodiversité. -A permis forte augmentation des rendement, amélioration de la force boulangère, résistance aux maladies...	Appauvrit la diversité : création de « clones », utilisation d'une infime partie de la biodiversité existante.	-Appauvrissement : la majorité des variétés ne poussent qu'en agriculture intensive, perte des variétés adaptées aux terroirs.	

<b>Conservation des ressources génétiques</b>	-En banque de ressources génétiques, existence d'un réseau de maintien de la conservation chez les semenciers. -Métier d'experts : nécessite scientifiques pluri-disciplinaires et techniques qui vont au-delà des compétences du métier d'agriculteur.	- La biodiversité alimentaire a été conservée de façon vivante dans les champs depuis des milliers d'années. -Paysans disposent des techniques et connaissances nécessaires.	-« La biodiversité doit s'épanouir dans les champs et pas dans les frigos ». -Métier des paysans durant des milliers d'années.	-Technicité nécessaire pour caractériser et conserver efficacement notre patrimoine. - La conservation à la ferme ne semble pas devoir jouer un rôle notable : absence de réelle garantie quant à l'identité et à la stabilité génétique des ressources.
<b>Variétés modernes issues des firmes semencières</b>	Possibilité de traçabilité..	- Nouvelles variétés ne sont que des « clones ». - Abandonnées rapidement. - Beaucoup d'hybrides F1 non reproductibles.	Base génétique très restreinte.	Variétés très performantes mais types variétaux de plus en plus homogènes.
<b>Variétés anciennes</b>	-Abandon lié au choix des consommateurs (évolution des goûts et des modes de vie). - Ne peuvent nourrir à elles seules les 60 millions de français.	- Adaptées aux conditions de cultures respectueuses de l'environnement, plus résistantes et plus productives.	-Variétés paysannes = opportunité pour accroître la biodiversité cultivée. -Possibilité d'adaptation et d'évolution. -Adaptées à un terroir, mode de production biologique/autonome, besoin.	Populations à base génétique large.
<b>Semences de ferme</b>	Tolérance (« privilège de l'agriculteur ») mais nécessité rémunération obtenteur CVO.	Droit inaliénable.	Droit du paysan.	La conservation à la ferme ne semble pas devoir jouer un rôle notable.
<b>Echange/commercialisation/don de semences non inscrites</b>	-Danger sanitaire, aucune garantie pour le consommateur. -La réglementation actuelle permet de favoriser les échanges responsables entre scientifiques et de lutter contre les abus de la pratique ancienne de colportage et des marchés forains.	Il faut « libérer » les semences, libre partage des semences entre jardinier et paysans de toute la planète.	-Droit fondamental. -Nécessaire à création de variétés paysannes. -Echange définit dans un cadre (faibles quantités échangées, en fonction d'un cadre de droits collectifs).	
<b>Méthodes de cultures intensives</b>	-Uniformisation de la production permet de faire baisser les coûts de production et de proposer une offre plus grande de produits.	- « agriculture mortifère », « nécro-technologies ». -Danger sanitaire, responsable d'un grand nombre de cancers.	-Agriculture industrielle a atteint limites techniques (appauvrissement sol, résistances...) et d'acceptabilité sociale (pollution...).	-Uniformisation des cultures, risque de vulnérabilité des productions.

Source : auteur

## II.1.2 Relations entre les protagonistes et jeu d'acteurs

Au-delà de tous ces désaccords ce sont différentes visions du vivant et différentes conceptions de la diversité qui s'affrontent (tableau n°4).

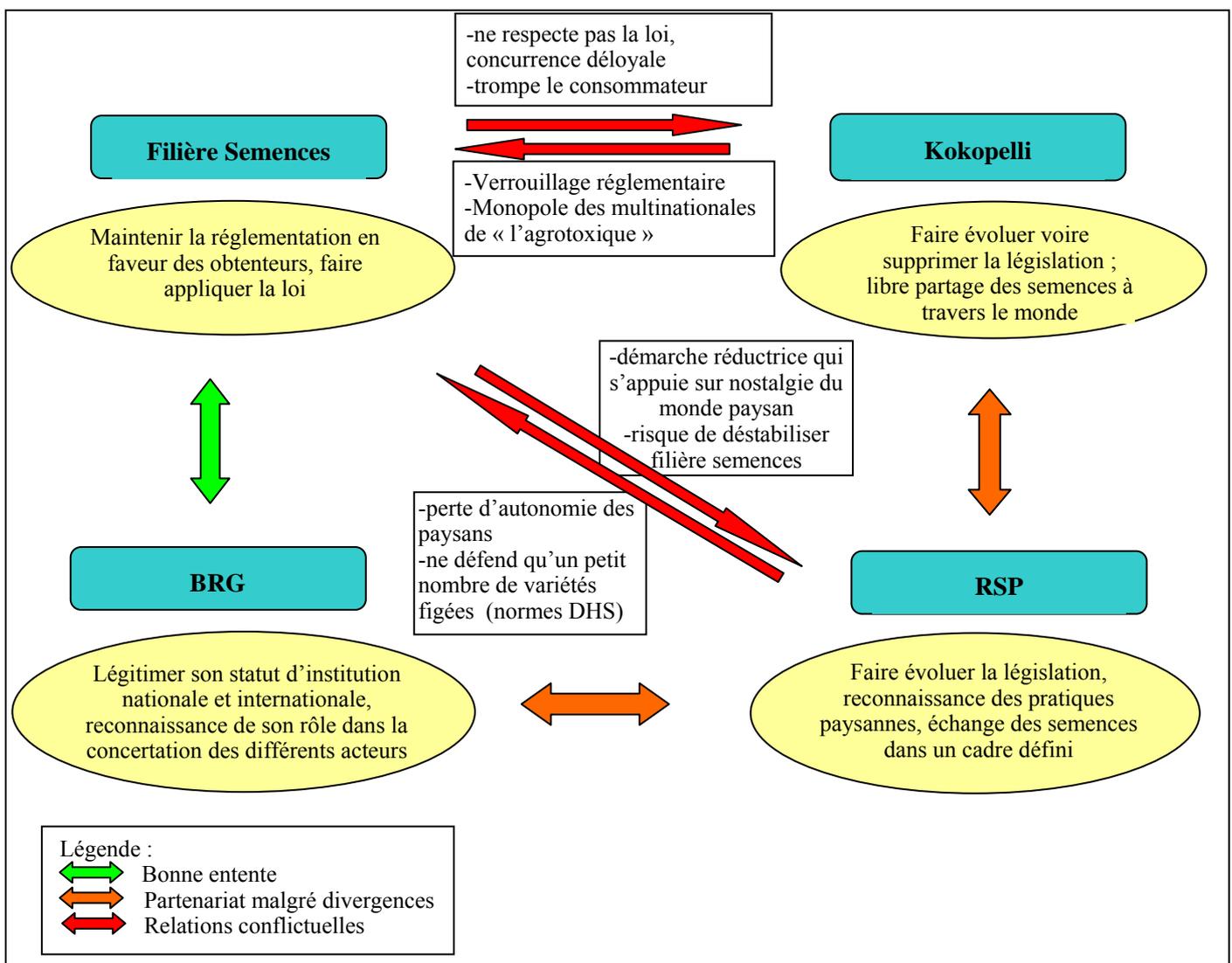
Tableau 4 Conception de la variété des principaux acteurs

Acteur	Conception de la variété
Filière semences	Produit standard à améliorer par la technologie.
BRG	Ressource potentiellement utile à conserver.
RSP	Fruit du travail du paysan et de l'interaction avec l'environnement à échanger dans un cadre défini.
Kokopelli	Bien commun de l'Humanité, à échanger librement.

Source : auteur

Les principales aspirations de chaque protagoniste sont présentées ci-dessous, les termes des conflits sont aussi explicités (Figure n°3).

Figure 3 Relation entre les différents protagonistes et jeu d'acteurs



Source : auteur

Suivre l'évolution de la diversité cultivée au cours du XXe siècle et diagnostiquer la situation actuelle paraît d'autant plus important qu'il existe une controverse brûlante autour de ce sujet. De nombreuses études ont déjà été menées en France et dans le monde, notamment en ce qui concerne l'évolution de la diversité du blé tendre.

## **II.2 Pourquoi rechercher une nouvelle méthode d'évaluation de la diversité génétique du blé ?**

### *II.2.1 Des études scientifiques contradictoires*

La sélection variétale moderne et l'introduction du Catalogue sont souvent accusées d'avoir réduit la diversité génétique au cours du XXe siècle. De nombreuses études contradictoires sont parues sur ce sujet.

D'après Reif *et al.* (2005), il y a eu une première perte de diversité pendant la période de domestication des blés, les variations les plus importantes s'étant produites lors du passage des variétés de pays aux variétés cultivées au début du XXe siècle. Cette chute de diversité a été observée sur les blés français par Roussel *et al.* (2004), qui ont constaté une baisse de 25% de la richesse allélique entre les variétés de pays et les variétés issues des premières sélections. En Italie, une étude de Hammer et Laghetti (2005), a mis en évidence une érosion génétique importante dans la diversité cultivée entre 1920 et 1950 (environ 13% par an) qui s'explique par la disparition de variétés de pays. Elle s'atténue ensuite entre 1950 et 1980 (de 0.5 à 4%).

En ce qui concerne les variétés modernes, Branlard et Chevalet (1984) ont montré un appauvrissement progressif de la diversité des blés cultivés en France entre 1946 et 1978. Celui-ci serait dû à une base génétique trop étroite pour la création de nouvelles variétés, une utilisation des mêmes géniteurs dans les programmes de sélection, la préférence de croisements simples aux croisements pyramidaux et à l'utilisation massive de la sélection généalogique. Par ailleurs, Jonard, en 1951, observe que 99% des blés français sont apparentés à la variété « Noé ». Roussel *et al.* (2004) notent également qu'un goulot d'étranglement semble avoir eu lieu dans les années 60.

Cependant, l'introduction de matériel génétique nouveau vers la fin du XXe siècle semble avoir augmenté le niveau de diversité des variétés modernes (Roussel *et al.*, 2004. Smale *et al.*, 2002). De plus, la plupart des études consultées montrent que la sélection et l'amélioration génétique des plantes a conduit davantage à des changements qualitatifs que quantitatifs (Donini *et al.*, 2000 ; Huang *et al.* 2007 ; Roussel *et al.*, 2004). Les compositions et fréquences alléliques auraient évoluées mais il n'y aurait pas eu de diminution du nombre d'allèles. Christiansen *et al.* (2002), concluent même que la sélection variétale au cours du XXe siècle n'a pas seulement permis de maintenir la diversité des blés nordiques mais elle a l'a aussi augmentée. Une équipe du GEVES résume ces différentes études en disant que si la variabilité présente au sein des catalogues est

généralement plus faible que celle des variétés populations antérieurement cultivées, on ne constate pas de réduction de diversité au sein des catalogues voire même une augmentation de celle-ci par incorporation de nouvelles sources de variation (Cadot *et al.*, 2006).

Néanmoins, Branlard et Chevalet en 1984 signalent une ressemblance de plus en plus élevée des variétés modernes entre elles. Le même constat est fait par Roussel *et al.* (2004).

Les normes DHS, stipulent que les variétés doivent être « distinctes » pour être admises au Catalogue (*cf encadré*). D'après Srinivasan *et al.* (2003), le type de distinction attendu n'est pas précisément spécifié, ce qui peut conduire les sélectionneurs à recourir à une différenciation minimale c'est-à-dire à de la « sélection cosmétique » de matériel génétique élite. Ils montrent dans leur étude sur les blés tendres anglais que les variétés développées entre les années 60 et 90 se sont appuyées sur un pool parental relativement inchangé, ce qui suggère un manque de diversification des sources de matériel génétique utilisé.

**Les critères de « distinction »  
utilisés en France**

« La variété est réputée distincte si elle se distingue nettement de toute autre variété dont l'existence, (...), est notoirement connue. » *extrait de l'article 7, Convention UPOV, 1991*

**Nature des différences**

Principalement différences phénotypiques évaluées sur une échelle de 1 à 9.

**Nombre de critères utilisés**

Une vingtaine pour le blé tendre.

**Période d'étude : 2 ans**

**Critère de décision :** Prise en compte du nombre et de la nature des différences, selon l'appréciation des experts du GEVES.

Enfin, Smale *et al.* (2002) constatent que la plupart des variétés de blé demi-naines aujourd'hui cultivées dans les pays en développement descendent de cultivars issus de la Révolution Verte. Selon eux, elles ne sont pas pour autant génétiquement identiques, en raison du libre échange de matériel diversifié dans les programmes mondiaux. Les mêmes gènes de nanisme ont été utilisés dans la plupart des programmes de sélection français.

### *II.2.2 Des limites dans les méthodologies utilisées que nous tenterons de dépasser*

Parmi les études que nous avons consultées, nous avons relevé un certain nombre de ce que nous pensons être des limites méthodologiques pour effectuer une étude fiable sur la diversité génétique des plantes cultivées et en particulier du blé. Un tableau récapitulatif de ces différentes études est disponible en annexe (annexe n°4).

a) Rare prise en compte de la diversité réellement cultivée

La plupart des études consultées (Ortiz *et al.*, 2003 ; Roussel *et al.*, 2004 ; Donini *et al.*, 2000 ; Christiansen *et al.*, 2002 ; Huang *et al.*, 2007 ; Branlard et Chevalet, 1984) mesurent l'évolution de la diversité du blé par l'évolution de la **diversité disponible** au Catalogue (variétés inscrites) ou en collection (variétés conservées en banques de semences inscrites ou non). Pour cela, les auteurs s'appuient sur l'année d'inscription des variétés et analysent la diversité génétique des

variétés regroupées par périodes de temps. Ces données sont facilement accessibles et relativement fiables. Cependant, cette méthodologie montre certaines insuffisances.

En effet, plusieurs auteurs signalent **des changements beaucoup plus marqués dans l'évolution de la diversité cultivée que dans celle de la diversité disponible**.

Doussinault *et al.* (2001), indiquent que l'existence de variétés dominantes (majoritairement cultivées) diminue la variabilité présente dans les champs même si l'éventail disponible pour les agriculteurs ne s'est pas restreint. Srinivasan *et al.* (2003) constatent un « déclin dramatique » de la diversité des blés anglais cultivés entre la fin des années 40 et le début des années 70. Smale *et al.* (2002) remarquent que le modèle de variation génétique dans les champs a changé au cours des 100 – 120 dernières années avec une augmentation de la culture de variétés inscrites, sans que cela n'implique forcément une pénurie de ressources génétiques. Enfin, selon Christiansen *et al.* (2002), l'agriculture intensive peut réduire la diversité cultivée puisque les agriculteurs, en région de culture intensive, pour des raisons économiques n'acceptent que quelques cultivars à haut rendement.

Ce constat explique en partie le contraste entre les résultats de nombreuses études qui montrent que la diversité génétique du blé serait restée relativement stable au cours du temps voire aurait augmenté et la prédominance d'un faible nombre de variétés observé dans les cultures au cours de la seconde moitié du XXe siècle.

D'autre part, en plus de déconnecter la plante de son milieu naturel, ces études ne considèrent pas la diversité qui peut évoluer en s'adaptant à un environnement changeant mais celle stockée en chambre froide et dont l'évolution est bloquée. Or comme nous l'avons souligné en introduction, la capacité des cultures à s'adapter à de nouvelles conditions agro-climatique est nécessaire pour garantir la sécurité alimentaire dans l'avenir.

Dans cette étude, nous avons donc décidé de nous intéresser à la diversité réellement cultivée, celle qui est présente dans les paysages et qui évolue avec l'environnement.

#### b) Des périodes d'études pas toujours pertinentes

Une autre limite rencontrée dans les articles sur l'évolution de la diversité du blé est la période d'étude choisie. Les études réalisées sur les variétés inscrites au Catalogue couvrent une période assez récente et ne prennent pas en compte **les variétés de pays** encore très cultivées dans certaines zones au début du XXe siècle. Quant aux études réalisées sur des collections, elles s'intéressent rarement à ces variétés (Donini *et al.*, 2000 ; Huang *et al.*, 2007) ou seulement à un faible nombre (Reif *et al.*, 2005). Pourtant, lorsque celles-ci sont incluses, comme dans l'étude de Roussel *et al.* (2004), on observe une forte réduction de la diversité au début du XXe siècle due à la substitution de ces variétés par les premières sélections. Des études portant sur des périodes trop récentes risquent ainsi de ne pas répondre de façon fiable à la question soulevée : est-ce que la

sélection variétale intensive dans un contexte d'intensification de l'agriculture a eu des conséquences négatives sur la diversité du blé ?

Nous essaierons d'évaluer la diversité génétique des cultures de blé depuis la fin du XIXe siècle afin de mieux cerner l'impact de la sélection variétale depuis ses débuts.

c) Diversité intra-variétale négligée

Bien qu'autogame, il peut exister un certain degré de variabilité chez le blé. Cette variabilité observable au sein d'une même variété peut être attribuée à l'apparition de mutations au cours du temps ou à des flux de pollen entre les plantes d'un même champ ou de champs voisins.

Cependant, très peu d'études se sont penchées sur ce niveau de diversité chez le blé. La diversité intra-variétale n'est pas la même pour toutes les variétés et varie en fonction de leur niveau de fixation. Elle sera très élevée pour les variétés populations et quasiment nulle pour les lignées pures. C'est pourquoi nous avons distingué trois grands types de variétés : les **variétés de pays**, les **lignées anciennes** et les **lignées pures modernes**, qui présentent à priori des niveaux d'hétérogénéité différents.

- **les variétés de pays**

C'est chez les variétés de pays qu'il existe le plus de variabilité intra-population puisqu'il s'agit de **populations hétérogènes** composées de plusieurs génotypes. Quelques études ont été réalisées sur ce sujet. Cependant, elles analysent généralement un nombre trop faible d'individus ou de familles dérivées (de 1 à 10), pour que les résultats soient réellement représentatifs de la diversité existante dans l'ensemble de la population (Zhang *et al.* 2006 ; Dreisigacker *et al.*, 2005). Dreisigacker *et al.* (2005), dans une étude sur des variétés de pays turques et mexicaines estiment la part de diversité intra-variétale à respectivement 68% et 53% de la diversité totale. Zhang *et al.* (2006) observent chez les variétés de pays d'Oman une valeur un peu plus élevée (76% chez les variétés de pays de blé tendre et 63% chez celles de blé dur). Une étude sur les variétés de pays d'amidonnier en Italie met également en évidence une forte variabilité intra-population (52%). Cette variabilité est un peu plus faible chez les variétés de pays de blé étudiées (32%). La variabilité indiquée dans la bibliographie n'est pas négligeable, il est donc important d'ajouter ce niveau à la mesure de la diversité notamment pour les périodes durant lesquelles les variétés de pays étaient largement cultivées.

### - *les lignées anciennes* (avant 1945)<sup>1</sup>

Nous n'avons trouvé aucune étude testant le degré de différence entre individus d'une même lignée, collectés à différentes périodes et en différents lieux. La variabilité que l'on peut trouver au sein des lignées anciennes dépend du degré de fixation de la variété et plus généralement des méthodes de sélection utilisées, de la durée et des surfaces sur lesquelles elles ont été cultivées ainsi que de l'origine des semences utilisées par les agriculteurs (achat annuel de semences certifiées ou semences de ferme). La recherche de lignées pures dès les débuts de la sélection laisse imaginer que les premières variétés sélectionnées commercialisées présentaient déjà un fort degré de fixation. Néanmoins, on peut supposer par exemple que les premiers croisements Vilmorin tels que Dattel, Bon Fermier ou Vilmorin 23, largement diffusés dans toute la France et cultivés de nombreuses années, présentaient une certaine hétérogénéité au bout de quelques années de culture. La pratique des semences de ferme largement répandue jusqu'au milieu du XXe siècle vient renforcer cette hypothèse.

### - **les lignées pures modernes**

Les variétés modernes sont le plus souvent des lignées pures. C'est le type de variété le plus classique chez les autogames. Pour le blé, la création de nouvelles variétés se fait généralement par sélection généalogique (schéma en annexe n°3). Les variétés obtenues sont alors très fixées puisqu'une période d'environ 10 ans sépare le premier croisement entre lignées pures et la phase de commercialisation. La diversité intra-variétale est quasiment nulle pour ces variétés puisqu'elles sont composées d'un seul génotype homozygote. Lorsqu'il existe de la variabilité au sein de ces variétés, elle est attribuable à des événements rares tels qu'un flux de pollen accidentel pendant la phase de multiplication ou à une mutation. Il existe également quelques variétés hybrides que les agriculteurs doivent racheter tous les ans mais cette forme hétérozygote convient peu aux espèces autogames et les gains attendus restent faibles pour un coût d'achat de semences plus élevé.

Nous agrégerons à l'indicateur le niveau de variation intra-variétale. Ceci nous permettra de mieux estimer la diversité génétique du blé à différentes périodes. Néanmoins, nous préférons à chaque fois la sous-estimer que la surestimer, puisqu'il s'agit d'une première intégration de ce niveau dans une étude sur la diversité du blé et que nous nous situons dans un contexte de controverse.

---

<sup>1</sup> Nous avons choisi d'établir la frontière entre lignées anciennes et lignées pures modernes à l'année 1945, les lignées créés avant 1945 étant considérées comme lignées anciennes, les autres comme lignées pures modernes. Le Catalogue du blé tendre existe depuis 1932 mais n'est vraiment mis en œuvre qu'après la Seconde Guerre mondiale avec la professionnalisation du secteur des semences, ce qui entraîne le durcissement de la réglementation. On peut alors supposer qu'un plus grand contrôle de la pureté variétale des semences vendues se soit répercuté sur la diversité présente dans les champs.

#### d) Une échelle spatiale pas toujours adaptée

Enfin, les études que nous avons consultées sont généralement réalisées à l'échelle d'un pays, d'un ensemble de pays et plus rarement à l'échelle d'une région. Cependant, l'évolution de la biodiversité cultivée peut être très différente d'une zone à une autre. Elle dépend notamment de facteurs économiques (poids du secteur agricole, spécialisation de la production...), de facteurs techniques (niveau de mécanisation, pratiques agricoles...), de facteurs naturels (climat, relief...) ou de facteurs humains (rapidité d'adoption des innovations, croyances et représentations...). A l'échelle de la France, il existe d'importantes disparités entre les régions ou départements quant à ces différents critères. Nous pensons qu'il est intéressant de regarder l'évolution de la biodiversité cultivée à une échelle plus fine que celle du territoire national. Nous avons choisi plus précisément l'échelle administrative des départements car les données sont plus facilement accessibles.

Nous étudierons les changements en terme de diversité à une échelle assez fine, celle du département. Ceci permettra de percevoir comment les transformations du secteur agricole et plus particulièrement du secteur des semences ont eu des impacts différents dans l'espace et dans le temps.

### **II.3 L'émergence institutionnelle des indicateurs de diversité des espèces cultivées**

Depuis quelques années plusieurs instances internationales cherchent à établir des indicateurs de biodiversité. Dans cette partie nous évoquerons rapidement la panoplie d'indicateurs de biodiversité cultivée proposée jusqu'à présent. Nous nous attarderons ensuite plus particulièrement sur une étude française proposant une série de 10 indicateurs.

#### *II.3.1 Panorama des propositions des instances internationales*

- Indicateurs **CDB** (Convention sur la Diversité Biologique)

Lors de la 7<sup>e</sup> Conférence des Parties (2004), une liste provisoire d'indicateurs a été proposée. Dans la rubrique « Tendances dans la diversité génétique des animaux domestiqués, des plantes cultivées, et des espèces de poissons d'importance socio-économique majeure », il s'agit des indicateurs suivants:

- **Nombre des différentes entités** (nombre de variétés utilisées par culture, nombre d'allèles à un locus donné).
- **Uniformité de la distribution de ces entités<sup>1</sup> et/ou l'écart de différence entre deux entités** (cas des données généalogiques par exemple).

Cet indicateur dispose selon l'étude d'un faible niveau de confiance et est classé dans la

---

<sup>1</sup> En ce qui concerne l'entité « variétés », il est précisé que la répartition des principales variétés dans la production totale d'une culture décrit l'uniformité de la diversité cultivée.

catégorie « indicateur qui demande à être approfondi et/ou données limitées ».

- Indicateurs **OCDE** (Organisation de Coopération et de développement économiques)

L'OCDE élabore des indicateurs relatifs à la diversité génétique, à la diversité des espèces et des écosystèmes. Les indicateurs concernant les espèces agricoles développés jusque là sont les suivants :

- Pour les principales plantes cultivées : **nombre total de variétés de plantes cultivées inscrites et certifiées pour la commercialisation.**
- **Part de chaque variété cultivée dans le total de la production marchande.**
- **Nombre et pourcentage des variétés nationales cultivées et menacées d'extinction.**

Lors de la réunion des experts de l'OCDE de 2001, une série d'indicateurs plus complète est proposée :

- **Nombre de variétés cultivées inscrites**, nationales et étrangères.
- **Part des 3 premières variétés dans la production** (surfaces de multiplication/indice de Shannon Weaver).
- **Nombre de variétés nationales menacées d'extinction.**
- **Application de méthodes modernes de sélection** (part des variétés génétiquement homogènes et hétérogènes, part des variétés avec ou sans potentiel d'évolution).

Des recommandations portent également sur la prise en compte des ressources en conservation *in-situ* et *ex-situ* via le nombre d'accessions et la taille des populations conservées.

- En **Europe**

Le programme européen SEBI 2010 vise à fournir des indicateurs de suivi de la biodiversité comme préconisé par la CDB. L'axe 4 concerne les « tendances dans la diversité génétique des espèces cultivées ». Les travaux portent sur l'analyse de données moléculaires à deux niveaux :

- La diversité spatiale : comparaison de la diversité génétique de différentes variétés au même moment.
- la diversité temporelle : comparaison de la diversité génétique des populations sur une période donnée, en échantillonnant des populations en conservation *ex-situ*.

Cependant, ce programme est en cours de réalisation et une liste détaillée d'indicateurs n'est pas encore disponible.

Enfin, une étude du Centre de Ressources Génétiques de Hollande (CGN) dresse un bilan des indicateurs existants pour la biodiversité cultivée et en propose de nouveaux dont :

- **Pourcentage de semences de ferme.**
- **Part des variétés cultivées adaptées aux paysages ou à la production d'habitats importants pour la biodiversité et/ou caractéristique d'une région ou d'un pays.**
- **Superficie de faible production/ haute diversité.**
- **Nombre d'objectifs de sélection différents.**

### II.3.2 Regard critique sur les indicateurs proposés par le GEVES

Le GEVES a récemment publié une liste de 10 indicateurs de la diversité des espèces cultivées en France (Cadot *et al.*, 2006). Cette diversité est divisée en 3 catégories : la diversité commercialisable (6 indicateurs), la diversité conservée (2 indicateurs) et la diversité cultivée (2 indicateurs).

Tableau 5 Liste des 10 indicateurs proposés par le GEVES pour mesurer la diversité des espèces cultivées en France

<b>Liste des 10 indicateurs de la diversité des espèces cultivées en France, GEVES</b>
<b>A-Diversité commercialisable</b>
1- Evolution du nombre d'espèces au sein du catalogue français des espèces et variétés depuis 40 ans
2- Evolution du nombre de variétés au sein du catalogue français des espèces et variétés depuis 40 ans
3- Augmentation du nombre de rubriques officielles et de catégories pour classier les inscriptions
4- Renouvellement des variétés inscrites au Catalogue
5- Evolution des structures génétiques
6- Evolution des caractères DHS et VAT
<b>B-Diversité conservée</b>
7- Nombre d'entrées en Collections nationales
8- Evolution du nombre de variétés en collection de référence
<b>C-Evolution de la diversité cultivée</b>
9- Part de la production des 5 premières variétés cultivées en France
10- Augmentation du nombre de variétés multipliées

Source : GEVES

Notons que la formulation du nom des indicateurs n'est pas très claire. Les indicateurs sont-ils l'«évolution», l'«augmentation»... ou bien les objets eux-mêmes «nombre d'espèces», «nombre de variétés»... ?

#### A- La diversité commercialisable

Le **nombre d'espèces et variétés disponibles au Catalogue** (indicateurs 1 et 2) sont des indicateurs rapides et facilement compréhensibles. Néanmoins, ils ne prennent pas en compte les distances génétiques entre les variétés, qui peuvent être très proches entre elles. Ainsi, on peut disposer d'un nombre élevé de variétés mais qui représentent une assez faible variabilité. D'autre part, le décompte du nombre de variétés est appliqué pour une période assez récente 1960-2000. Or, l'année 1960 correspond à la création *de novo* du Catalogue qui a conduit à l'élimination de nombreuses variétés populations ne correspondant pas aux normes DHS et VAT, elle correspond à la période d'étiage de la diversité en France. Ainsi, l'augmentation du nombre de variétés inscrites les années suivantes n'est pas surprenante.

L'augmentation du **nombre de rubriques officielles et de catégories** pour classier les inscriptions (indicateur 3) relève peut-être plus d'une organisation progressive du Catalogue que d'une augmentation de la diversité. Cet indicateur est supposé mesurer l'évolution des utilisations des différentes espèces. Cependant, dans le cas du blé tendre, la distinction entre blé de printemps et

blé d'hiver existait bien avant que la rubrique ne soit inscrite.

Le **renouvellement des variétés inscrites** au Catalogue (indicateur 4) est mesuré sur 20 et 10 ans, par l'espérance de vie d'une variété et par le taux de répartition par classe d'âge. Pour les grandes cultures, le constat est fait d'un fort turnover. Celui-ci peut s'expliquer par l'introduction de la norme VAT qui pousse au remplacement des variétés moins performantes de points de vue agronomique et technologique. Cet indicateur est intéressant pour étudier le cycle de vie des variétés mais apparaît délicat à analyser. En effet, le renouvellement suppose l'apparition de nouvelles variétés, ce qui semble positif pour l'augmentation de la diversité d'une espèce mais il implique également l'abandon d'autres variétés. Ce renouvellement n'est donc intéressant que si les nouvelles variétés apportent plus de diversité et si les ressources perdues ne contenaient pas de la diversité rare. Srinivasan *et al.* (2003) note qu'en Angleterre et en Ecosse, un fort turnover variétal n'a pas conduit à une diversification génétique. De plus, le renouvellement régulier des variétés peut être considéré comme un signe d'obsolescence rapide des variétés puisqu'il peut montrer le contournement des résistances génétiques par les pathogènes induisant une dépendance à l'innovation permanente.

L'évolution des **structures génétiques** (indicateur 5) paraît en revanche pertinente puisque comme nous l'avons déjà développé, selon la structure génétique (lignée pure, hybride ou variété population), la diversité est plus ou moins importante. Cependant, cet indicateur reste assez superficiel puisqu'il ne prend pas en compte la proximité entre variétés (« sélection cosmétique »).

Enfin, l'évolution des **caractères DHS et VAT** (indicateur 6) traduit un intérêt pour les lignées pures modernes à fortes performances agronomiques et technologiques (résistance aux maladies, aux stress abiotiques...). Ces critères sont certes importants mais, comme nous l'avons signalé dans l'introduction, la conservation des ressources génétiques ne doit pas seulement porter sur les caractères d'intérêt pour la sélection mais sur l'ensemble de la diversité cultivée.

## B- La diversité conservée

En ce qui concerne la diversité conservée, elle est évaluée par le **nombre d'entrées en Collections nationales** (indicateur 7) et par l'évolution du **nombre de variétés en collection** de référence (indicateur 8). Le nombre de réseaux de ressources génétiques avec le nombre des accessions dont ils disposent peut être une information pertinente pour mesurer l'intérêt porté à la conservation des ressources génétiques. Néanmoins, cet indicateur ne prend pas non plus en compte la proximité génétique des variétés et la diversité qu'elles apportent. De plus, la diversité conservée est ici seulement entendue comme conservation « ex-situ ». Or nous avons vu que ce mode de conservation avait ses limites. Il pourrait être intéressant de considérer également les collections « in-situ ».

## C- La diversité cultivée

La diversité cultivée est mesurée par la **part de production des 5 premières variétés** cultivées (indicateur 9) et par le **nombre de variétés multipliées** (indicateur 10). Ces indicateurs ne reflètent pas vraiment la diversité au champ, d'une part car on ne connaît pas la structure génétique des variétés cultivées, ni la diversité qu'elles apportent ni leur proximité génétique. D'autre part, le nombre de variétés multipliées n'est pas forcément corrélé aux surfaces occupées par chaque variété au champ.

Cette étude a permis de proposer une première série d'indicateurs pour observer l'évolution de la diversité cultivée en France. Cependant, elle nous semble insuffisante pour l'estimer de façon fiable. En effet, on remarque que peu de place est laissée à l'étude de la diversité au sein d'une même variété. De plus, l'échelle d'étude est la variété, considérée comme une entité garante de la présence de diversité. Or, il est important de prendre en compte les distances génétiques entre variétés car un nombre de variétés élevé ne signifie pas obligatoirement la présence d'une diversité importante dans la culture. Par ailleurs, les catégories créées reflètent une vision réglementaire, institutionnelle de la diversité. La diversité des plantes cultivées se retrouve totalement déconnectée de l'espace agro-écologique dans lequel celles-ci évoluent.

### **En résumé :**

L'impact de la réglementation mise en place et de la sélection pratiquée par les firmes semencières au cours du siècle dernier est aujourd'hui un sujet de controverse à la fois scientifique et sociale. De nombreuses études se sont déjà intéressées à l'évolution de la diversité du blé au cours du siècle dernier, cependant elles présentent des résultats contradictoires. Par ailleurs, nous avons relevé un certain nombre de limites à ces études que nous essaierons de dépasser pour fournir une meilleure approximation de la diversité. Sur le plan international, nous assistons depuis quelques années à un fort développement des indicateurs de biodiversité. En France, une équipe du GEVES a établi une liste de 10 indicateurs visant à évaluer la diversité des espèces agricoles. Néanmoins, l'approche utilisée nous semble insuffisante.

C'est pour toutes ces raisons que nous avons réfléchi à la mise en place d'un nouvel indicateur permettant d'estimer au mieux l'évolution de la diversité cultivée

### III. REFLEXIONS PREALABLES A LA MISE EN PLACE D'UN INDICATEUR

#### III.1 Quelles données et quelles analyses pour notre étude ?

##### *III.1.1 Intégration de données moléculaires*

- Acquisition des données

Il existe de nombreux outils pour décrire et mesurer la diversité génétique des espèces. Plusieurs niveaux de description coexistent : niveau agronomique, morphologique, technologique, biochimique, moléculaire ou encore la généalogie (annexe n°5). Actuellement, la majorité des études de diversité s'appuient sur des **données moléculaires**, c'est-à-dire des analyses de l'ADN des plantes. Le blé tendre montre de relativement faibles niveaux de variation moléculaire (Gale *et al.* 1990). Cependant, ces variations peuvent être caractérisées par certaines techniques (AFPL et microsattellites). Les principaux avantages de ces données sont la neutralité, la précision et la fiabilité des mesures<sup>1</sup>.

Dans le cadre du stage nous avons utilisé des données moléculaires issues d'une étude préalablement menée sur 559 blés français (Roussel et al, 2004) et aimablement mises à disposition par François Balfourier. Ce fichier de données brutes n'était pas exploitable tel quel pour notre étude, nous l'avons donc recodé.

- Traitement des données

L'indice que nous utiliserons pour calculer la diversité génétique à différentes dates est l'**indice de diversité de Nei** (Nei, 1987). C'est le plus couramment utilisé en génétique. Il prend en compte le nombre d'allèles et leurs fréquences et permet de quantifier la répartition des différents allèles dans un échantillon. Il permet d'établir facilement des comparaisons mais il est peu sensible aux allèles rares. Il peut donc être complété par des indices tels que la richesse allélique ou le nombre d'allèles rares. Le génotype de chaque variété sera pondéré par un coefficient traduisant la part de celle-ci dans les surfaces, et l'indice calculé pour un groupe de variétés sera complété par un coefficient de diversité intra-variétale approprié.

##### *III.1.2 Pondération par des données de répartitions variétales départementales*

- Acquisition des données

Ces données ont été les plus difficiles à obtenir. Dans un premier temps, il nous a fallu identifier les sources possibles pour obtenir ces données. Nous avons consulté les catalogues des bibliothèques de l'INA-PG et de la Bibliothèque Nationale (BN). Des entretiens avec quelques

---

<sup>1</sup> Avec un nombre suffisant de marqueurs moléculaires répartis sur l'ensemble du génome, les tendances extrêmes comme la chute de diversité liée aux pressions de sélection, sont compensées et on obtient une vision assez fiable de la diversité.

personnes du GNIS, de l'ONIGC et du SCEES (Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques) nous ont également orienté. Puis, nous avons tenté de récupérer ces informations. Le résultat de ces recherches est synthétisé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 Sources de données de répartition variétale consultées au cours du stage

Période	Ouvrage	Organisme chargé de l'enquête	Localisation possible des données	Nombre consulté
Fin XIXe - 1960	Enquêtes agricoles départementales de 1929	Direction Départementale des Services Agricoles ou Offices Régionaux de l'Agriculture	- bibliothèque INA-PG - archives départementales	6
	Annexes à l'enquête de 1929	Direction Départementale des Services Agricoles	- bibliothèque INA-PG - archives départementales	16
	Monographies agricoles de 1950	ONIC	- archives ONIGC	47
	Autres enquêtes	Offices Régionaux de l'Agriculture	- bibliothèque INA-PG - archives départementales	7
1964-1978	Enquête variétale annuelle	SCEES	- archives SCEES	10
1979-2007	Enquête variétale annuelle	ONIGC	- archives ONIGC - service statistique ONIGC - bibliothèque INA-PG	7

Source : auteur

Nous n'avons pas pu avoir accès à l'ensemble des données existantes (archives non consultables ou pas trouvées). Nous disposons d'informations assez complètes pour la période 1960-1990. Cependant, il nous a été difficile de trouver des données régulières pour la période fin XIXe-1950. De plus, en 1987, les Directions des Services Agricoles (DSA), chargées de la collecte des données au niveau départemental, ont été fermées et cette tâche a été transférée au niveau régional. Les données de répartition par département sont alors plus difficiles à obtenir. Par ailleurs, les données récoltées sont très variables en fonction des départements, les régions céréalières étant généralement beaucoup plus documentées.

Nous nous sommes également aperçus que ce type d'enquêtes constituait avant tout un **outil de pilotage du marché pour les firmes semencières**. Elles ne sont donc pas toujours adaptées à l'utilisation que nous voulons en faire aujourd'hui à savoir évaluer la diversité des cultures. Un modèle de chaque grand type d'enquête est présenté en annexe (annexe n°6). Les vingt premières années de l'enquête variétale nationale (1960-1980), l'enquête consistait à étudier l'occupation des principales variétés commercialisées les années en question. Les enquêtes se basaient donc sur la même liste de variétés pour tous les départements. Ainsi, les données de répartition sont peu précises pour les départements qui utilisaient d'autres variétés. Au milieu des années 80, les résultats de l'enquête sont présentés un peu différemment avec la répartition des 6 variétés (puis 8 à partir du milieu des années 90) les plus cultivées dans chaque département mais les données obtenues sont très variables en fonction des départements, les régions céréalières étant généralement beaucoup plus documentées.

- Traitement des données

Les données de répartition variétale sont utilisées pour pondérer l'indicateur de diversité par l'occupation de chaque variété au sein des cultures de blé.

### III.1.3 Mise en contexte avec des données historiques et sociales

- Acquisition des données

Afin de compléter les données de répartition variétale parfois peu précises et de replacer l'évolution de la diversité dans un contexte historique et social, j'ai également relevé des informations qualitatives. Pour cela j'ai consulté d'une part des ouvrages généraux sur la culture du blé en France, sur la meunerie, sur la sélection et l'amélioration des plantes et sur les tentatives de classement botanique des différentes variétés de blé. D'autre part, j'ai récolté des informations complémentaires pour certains départements : données pédo-climatiques, évolution de la culture des céréales, pratiques agricoles, choix des semences... Ces données ont été recueillies principalement dans les bibliothèques (BNF et INA-PG) mais aussi dans certaines archives départementales (Yvelines, Marne, Eure et Loir, Maine et Loire).

- Traitement des données

Toutes les données ne sont pas exploitées. Elles sont sélectionnées, organisées et présentées de façon synthétique en même temps que les résultats de l'indicateur de diversité génétique.

Tableau 7 Tableau récapitulatif des données utilisées

Type de données	Utilisation	Qualité
Moléculaires	Calcul de l'indice de diversité de Nei (diversité génétique)	Fiables, précises mais incomplètes
Répartition variétale	Agrégation à l'indicateur créé d'un coefficient de pondération par la surface occupée par chaque variété	Variable dans le temps et selon les départements, incomplètes
Historico-sociales	Présentation de données qualitatives complémentaires pour comprendre l'évolution de la diversité	Variable en fonction de la littérature consultée

Source : auteur

## III.2 Principales caractéristiques des indicateurs de biodiversité

Définition générale : Un indicateur est le résumé d'une information complexe qui permet à différents acteurs de dialoguer. Cependant, il présente toujours un modèle de la réalité, non la réalité elle-même ; c'est pourquoi il doit être accompagné d'informations qualitatives et de commentaires. D'après Philippe Girardin (2006) qui étudie les indicateurs de développement durable, l'indicateur correspond à une **vision synthétique** d'un système. Il est un **compromis entre les résultats scientifiques et la demande d'information concise**. En ce sens, il est le fruit d'un consensus. Il peut répondre à plusieurs objectifs : établir un diagnostic (rôle d'alarme), effectuer un suivi, servir

d'aide à la décision en vue d'un pilotage ou encore faciliter la communication. Pour être un bon indicateur, l'indicateur doit être facile à mettre en œuvre, immédiatement compréhensible, sensible aux variations du phénomène étudié, pertinent pour l'utilisateur et reproductible.

Indicateurs de biodiversité : Les indicateurs de biodiversité peuvent être caractérisés de façon plus spécifique. Selon Levrel (2006), ils sont des outils polymorphes adaptés à des questions hybrides concernant à la fois le scientifique et le politique. Ils admettent les espaces d'incertitudes que la mesure ne tolère pas et représentent ainsi des instruments intéressants pour traiter la question controversée et complexe de l'évolution de la biodiversité.

Emmanuelle Porcher (2007) a défini les principaux objectifs et caractéristiques de ces indicateurs (tableau n°).

Tableau 8 Objectifs et critères d'efficacité des indicateurs de biodiversité

<b>Objectifs des indicateurs de biodiversité</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• quantifier la biodiversité, sa répartition spatiale, ses variations dans le temps</li> <li>• mettre en place et évaluer les politiques de conservation (objectif 2010)</li> </ul>
<b>Caractéristiques d'un bon indicateur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuste : reflète effectivement les variations de ce qu'il est censé synthétiser</li> <li>• Compréhensible et utilisable par tous les acteurs (chercheurs, gestionnaires, politiques, citoyens)</li> <li>• Mesure aussi les causes et les conséquences</li> </ul>

Source : d'après Emmanuelle Porcher (2007)

### III.3 Réflexion sur la nature de l'outil à mettre en place et choix d'une approche méthodologique

Une réflexion sur la nature de l'outil que nous souhaitons créer s'est avérée indispensable. Le problème s'est posé de savoir s'il s'agissait réellement d'un indicateur ou bien d'une méthodologie nouvelle pour mesurer la diversité génétique chez une espèce cultivée.

Au commencement de l'étude, l'objectif était de proposer un indicateur correspondant à une autre vision de la diversité c'est-à-dire non plus la diversité commercialisée au cours du temps ou conservée en banque de semences mais celle réellement cultivée au champ. Pour cela, nous avons choisi d'intégrer les données de répartition variétale et le niveau intra-variétal aux calculs classiques de diversité génétique. Après avoir effectué des premières recherches de données, il s'est avéré d'une part qu'il était difficile d'obtenir des données de répartition variétale couvrant l'ensemble de la période d'étude et d'autre part que les ouvrages consultés contenaient des informations qualitatives très riches permettant de mieux comprendre l'évolution de la diversité du blé au cours du XXe siècle. Nous avons donc décidé de **valoriser également ces informations qualitatives**. Cependant ces données ne sont pas normalisables, on peut difficilement les standardiser ou les évaluer. Elles ne peuvent donc pas être considérées comme des indicateurs.

De plus, cet outil sera t-il **accessible** à tous ou seulement un outil de dialogue entre scientifiques ? En effet, son utilisation requiert des connaissances en génétique et n'est donc pas utilisable par n'importe quel acteur. Cependant, il nous a semblé important de travailler sur la présentation des résultats et l'explication des termes pour le rendre compréhensible par tous et ainsi le transformer en outil de communication.

Enfin, nous avons convenu que l'objectif pour cette étude était davantage de créer un **outil de diagnostic dans un cadre rétrospectif** pour rendre compte de l'évolution de la diversité cultivée sur une grande période de temps qu'un outil de suivi annuel ou applicable à intervalles rapprochés. Dans ce cas, pourquoi investir autant d'efforts pour évaluer la diversité dans le passé ? Comme nous l'avons vu précédemment, il est important d'établir un lien avec l'évolution du cadre législatif, des pratiques culturelles, des spécificités locales pour mesurer leur impact sur la biodiversité et trouver des solutions localement adaptées pour maintenir voire enrichir cette diversité à l'avenir.

Nous avons donc choisi pour traiter cette problématique, de mettre en parallèle des faits historiques et des résultats scientifiques, afin de rendre une image la plus proche possible de l'évolution de la diversité du blé dans différents départements. L'approche recherchée est une approche pluridisciplinaire qui, grâce à la complémentarité des informations, devrait permettre de mieux comprendre la nature et l'intensité des changements.

**En résumé :**

Afin d'évaluer l'évolution de la diversité des espèces cultivées dans le contexte de controverse présenté, nous avons choisi de mettre en place un indicateur composite. Il intègrera à la fois des données génétiques (coefficient de diversité intra-variétale et données moléculaires pour les distances génétiques entre variétés) et des informations sur l'abondance des variétés (répartition spatiale des différentes variétés). Nous avons également décidé d'adopter une approche pluridisciplinaire pour suivre l'évolution de la diversité du blé au cours du siècle dernier. Les données rencontrées au cours des recherches historiques et archivistiques nous permettront donc de renseigner l'indicateur et de mobiliser d'autres informations qualitatives facilitant l'interprétation de celui-ci.

**IV. CONCEPTION D'UN INDICATEUR DE DIVERSITE GENETIQUE DES CULTURES A L'ECHELLE DES DEPARTEMENTS ET CHOIX D'OUTILS COMPLEMENTAIRES**

Nous présentons ici la démarche adoptée pour construire l'indicateur de diversité génétique ainsi que l'ensemble des outils que nous avons mis en œuvre dans cette étude pour suivre l'évolution de la diversité du blé au cours du XXe siècle.

## IV.1 Indicateurs utilisés pour notre étude

Le principal indicateur de diversité génétique que nous avons développé est la **diversité génétique des différentes variétés cultivées à l'échelle du département**. Nous proposons également de suivre l'évolution de quelques indicateurs annexes mais ceux-ci ont plutôt pour vocation de fournir des informations complémentaires.

### IV.1.1 Construction d'un indicateur composite de diversité génétique des espèces cultivées à l'échelle des départements

Nous détaillerons ici les différentes étapes que nous avons suivies pour construire cet indicateur. Nous les illustrerons par le suivi d'un exemple simple.

#### IV.1.1.1 Etapes de la construction

##### a) Présentation de l'indice de **diversité de Nei** classique

L'indice de diversité de Nei varie entre 0 et 1. Il prend en compte la fréquence des différents allèles pour une série de locus (dans notre cas : 42). Plus un allèle est majoritaire dans un échantillon, plus la diversité est faible au locus considéré.

$$H = \frac{\sum_j (1 - \sum_i p_{ij}^2)}{J} \quad \text{avec} \quad p_{ij} = \frac{\sum_k G_{ijk}}{K}$$

$G_{ijk} = 0$  si l'allèle de la variété  $k \neq i$  au locus  $j$   
 $G_{ijk} = 1$  si l'allèle de la variété  $k = i$  au locus

H : diversité de Nei moyenne

$p_{ij}$  : fréquence de l'allèle  $i$  au locus  $j$

J : nombre de locus

K : nombre de variétés

#### Exemple – Etape 1

Cas de 3 variétés dont la diversité est calculée à 2 locus (LocA et LocB) du génome. Chaque locus dispose de deux allèles (LocA1, LocA2 et LocB1, LocB2).

Le calcul de diversité de Nei classique donne le résultat suivant :

$$H = \frac{[1 - ((1/3)^2 + (2/3)^2)] + [1 - 1^2]}{2} = 0,22$$

Allèle/ Variété	LocA1	LocA2	LocB1	LocB2
V1	1	0	1	0
V2	0	1	1	0
V3	0	1	1	0
$p_{ij}$	1/3	2/3	1	0

*Cette diversité provient du premier locus (A) où les 2 allèles sont représentés alors que la diversité au locus B est nulle, toutes les variétés ayant le même allèle.*

b) Pondération par un **coefficient de surface**

Nous intégrons ensuite dans ce calcul un coefficient de pondération par la surface occupée par chaque variété année par année. Sur chaque ligne, correspondant à une variété, les variables indicatrices de la présence des allèles sont multipliées par un coefficient de surface, c'est-à-dire la part de cette variété dans l'ensemble des cultures de blés du département pour une année donnée. Lorsque les variétés sont réparties de façon équilibrée dans le département, la diversité est maximale et elle diminue lorsqu'un faible nombre de variétés dominent les cultures.

$$H_{\text{modifié}} = \sum_j \frac{(1 - \sum_i p_{ij}^*)^2}{J} \quad \text{avec} \quad p_{ij}^* = \sum_k \alpha_k \times G_{ijk} \quad (\alpha_k : \text{part de la variété } k \text{ dans les cultures})$$

Exemple –Etape 2

On recalcule la diversité en prenant en compte la part de chaque variété dans les cultures pour une année.

Allèle/ Variété	Coefficient de surface pour l'année x	LocA1	LocA2	LocB1	LocB2
V1	0,10	1	0	1	0
V2	0,50	0	1	1	0
V3	0,40	0	1	1	0
$p_{ij}^*$		0,10	0,50+0,40	0,10+0,50+0,40	0

Avec  $p_{ij}^*$  : nouvelles fréquences de l'allèle i au locus j

V1 occupe 10% des surfaces, V2 : 50% et V3 : 40%.

$$H(\text{modifié}) = \frac{[1 - (0,10^2 + 0,90^2)] + [1 - (1^2 + 0^2)]}{2} = 0,09$$

On observe ici l'influence de la pondération par la surface occupée par chaque variété, l'existence de variétés dominantes dans les cultures fait chuter la diversité calculée.

c) Agrégation d'un **coefficient de diversité intra-variétale**

Les calculs que nous avons réalisés précédemment ( $H_{\text{modifié}}$ ), nous renseignent seulement sur la différenciation entre les variétés. Afin d'avoir une vision de la diversité génétique totale, nous avons ajouté un coefficient de diversité intra-variétale.

La formule de **diversité totale** peut se décomposer ainsi :

$$H_T = D_{ST} + H_S \quad \text{ou} \quad \text{Diversité totale} = \text{Différenciation entre variétés} + \text{Diversité intra-variétale}$$

Nous faisons l'approximation que  $H_{\text{modifié}} \sim D_{ST}$ .

HT peut également s'exprimer à l'aide d'un autre paramètre de différenciation des populations (ou variabilité inter-variétale), GST, qui indique la part de la variation totale due à la différenciation entre populations.

$$GST = \frac{HT - HS}{HT} \quad \text{on obtient donc:} \quad HT = \frac{D_{ST}}{GST}$$

GST est le coefficient que nous utiliserons. Plus GST est élevé, plus la diversité intra-variétale (Hs) est faible car la plus grande part de la diversité repose sur la différenciation entre les variétés.

### Choix de coefficients de diversité inter-variétale (GST) en fonction du type de variété

Etant donnée l'absence de données intra-variétales pour les 559 variétés de l'étude de Roussel *et al.* (2004), nous avons décidé d'attribuer un **coefficient moyen à chaque type de variété** (variétés de pays, lignées anciennes et lignées pures modernes). Ceci constitue une approximation étant donné que la diversité intra variétale diffère d'une variété à l'autre. Néanmoins, nous considérons que ce paramètre doit être pris en compte pour approcher au mieux la diversité des cultures.

- les variétés de pays

D'après les quelques études qui se sont intéressées à cette variabilité (annexe n°7), la différenciation moyenne entre variétés de pays de blé tendre (GST) est de 0,35. Si l'on prend aussi en compte les études menées sur des espèces autogames proches (blé dur et amidonnier), le GST moyen est de 0,4. Afin de ne pas surestimer la diversité intra-variétés de pays, nous leur attribuons comme coefficient la valeur la plus élevée de GST, à savoir : 0,4.

- les lignées anciennes

Comme nous l'avons vu précédemment, de nombreux facteurs peuvent influencer la présence ou pas de variabilité au sein des lignées anciennes. Nous considérons néanmoins qu'elles contiennent généralement un peu plus de variabilité que les variétés modernes. C'est pourquoi nous leur attribuons un coefficient de diversité intra-variétale même si ce dernier est très faible, toujours dans l'optique de ne pas surestimer la biodiversité cultivée au début du siècle. Nous avons choisi de fixer ce coefficient à 1/10 de la valeur de diversité intra-variétale (Hs) des variétés de pays, on obtient alors un GST de 0,94.

- les lignées pures modernes

Les variétés modernes sont en principe homozygotes et fixées, la variabilité au sein de ces variétés est donc négligeable (Hs=0). On considère alors que la diversité qu'elles apportent est seulement due à la différenciation entre les variétés. Dans ce cas GST = 1.

Type de variété	GST attribué
Variété de pays (VP)	0.4
Lignée ancienne (LA)	0.94
Lignée pure moderne (LM)	1

Nous agrégeons ensuite ces trois coefficients en fonction de la proportion (en surface) de chaque type de variété. La formule finale de l'indicateur est la suivante :

$$H_T = \frac{DST}{(GST_{(VP)} \times (\% VP) + GST_{(LA)} \times (\% LA) + GST_{(LM)} \times (\% LM))}$$

### Exemple – Etape 3

Nous avons précédemment calculé la différentiation entre variétés ( $H_{(modifié)} \sim DST$ ).

Soit : V1 : lignée pure moderne; V2 : lignée ancienne ; V3 : variété de pays

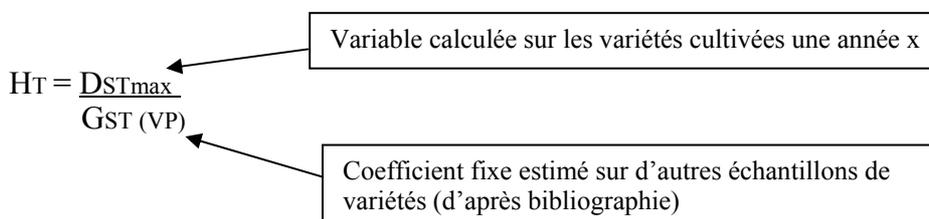
Nous agrégeons le coefficient GST afin de reconstituer la diversité du blé cultivée l'année x :

$$H_T = \frac{0.09}{1 \times 0.10 + 0.94 \times 0.50 + 0.4 \times 0.40} = 0,12$$

*La présence majoritaire d'une variété de pays et d'une lignée ancienne dans les cultures fait augmenter la valeur de la diversité totale.*

#### IV.1.1.2 Valeurs extrêmes de l'indicateur

La plus petite valeur que peut prendre l'indicateur est **0**, c'est le cas où une variété de type lignée pure moderne couvre l'ensemble des surfaces ( $H_T=H_s=0$ ). Le maximum est atteint lorsque 100% des surfaces sont emblavées avec des variétés de pays, complètement différentes les unes des autres. En théorie, ce maximum est de **1**. En pratique, il peut arriver qu'il dépasse 1. Ceci est lié au fait que nous ayons attribué un coefficient GST moyen fixe aux variétés de pays et aux lignées anciennes alors que celui-ci est en réalité variable en fonction de l'échantillon de variétés. En effet, lorsque la part de variabilité liée à la différentiation entre variétés augmente, celle liée à la variabilité intra-variétale est supposée diminuer ( $H_T = DST + H_s$ ) donc GST devrait lui aussi diminuer et vice versa.



Ces dépassements en pratique devraient être occasionnels car on dispose rarement de répartitions comprenant seulement des variétés de pays. Les valeurs obtenues seront en réalité comparables avec celles rencontrées dans les autres études utilisant l'indice de Nei, avec parfois une légère surestimation de la diversité. L'application de l'indicateur à des départements témoins devrait nous permettre de l'étalonner. Néanmoins, dans cette étude, nous utilisons des données

moléculaires qui ont été calculées sur un seul individu (ou groupe d'individus de même génotype) par variété; la différentiation entre variétés (DST), risque alors d'être surestimée.

#### IV.1.1.3 Difficultés rencontrées

Nous avons rencontré deux difficultés majeures pour appliquer cet indicateur :

- l'absence d'un certain nombre de variétés de notre base de données moléculaires
- un manque de précision des données de répartitions variétales récoltées

Afin de traiter un maximum de données, nous avons trouvé des solutions permettant de contourner ces difficultés tout en proposant un outil qui reste le plus fiable possible. Au cours de l'application de l'indicateur, nous avons rencontré quelques difficultés techniques supplémentaires. L'ensemble des aménagements réalisés et pouvant conduire à des approximations est exposé en annexe (8).

Quelques indicateurs annexes ont également été intégrés pour faire face au manque de données exploitables.

#### *IV.1.2 Indicateurs annexes*

Ces indicateurs permettent de tirer des informations des répartitions variétales pour les années que nous n'avons pas pu prendre en compte avec l'indicateur de diversité cultivée. On obtient ainsi des informations indirectes sur la diversité à un pas de temps plus réduit. Nous en avons retenu quatre :

→ **Part des différentes variétés non renseignées** dans les répartitions variétales.

Plus ce pourcentage est élevé, moins il y a de variétés dominantes dans le département. Cet indicateur doit être analysé en gardant à l'esprit le type d'enquête effectué pour obtenir les répartitions ;

→ **Part de la principale variété cultivée et part des trois principales variétés cultivées.**

Ces indicateurs renseignent également sur l'existence ou non de variétés dominantes dans les champs.

→ **Provenance des semences utilisées.**

Cet indicateur nous informe sur l'origine des semences utilisées : semences de ferme, semences certifiées, échange... Plus le taux de semences de ferme est élevé, plus on peut supposer la diversité dans les champs importante. De même pour la part de semences échangées.

## **IV.2 Sélection de données qualitatives**

La plupart des données correspondent à la fin du XIXe et au début du XXe siècle puisqu'au cours de la seconde partie du XXe siècle, les pratiques culturales, l'organisation de la production

etc. tendent à être de plus en plus semblables dans tous les départements. Les données qualitatives que nous avons jugées pertinentes pour cette étude sont les suivantes :

→ Présentation des **grandes régions agricoles** (souvent des régions naturelles) du début du XXe siècle. Celle-ci permet de relever des disparités dans les productions agricoles ou dans les pratiques culturelles au sein d'un même département.

→ Bref rappel de **l'évolution de l'agriculture du département depuis la fin du XIXe siècle**. Ces informations permettent de resituer l'évolution de la diversité des cultures dans un contexte plus général (importance de la mécanisation, utilisation d'engrais chimiques...).

→ Données qualitatives concernant la **production de blé à la fin du XIXe et au début du XXe siècle** (choix des blés de semences, culture de variétés de printemps, importance accordée à certains caractères ...).

→ Liste des **variétés cultivées au début du siècle**. Nous ne disposons pas de données de répartition précises pour ces variétés mais il nous est possible de les classer en fonction des trois catégories de variétés établies (variétés de pays, lignées anciennes et lignées pures modernes). Ceci nous permet de situer approximativement dans le temps le passage des variétés de pays aux premières sélections et d'avoir une idée de la rapidité avec laquelle s'est effectué ce changement.

D'autres informations secondaires méritent également d'être signalées en raison de leur influence sur la culture des différentes variétés de blé au cours du temps.

→ Nombre et importance d'**événements locaux liés aux semences** (comices agricoles, concours, foires...).

→ Vitesse d'apparition et importance des **organismes agricoles locaux** (coopératives, syndicats, stations de recherche...). Ceux-ci ont souvent joué un rôle important dans la diffusion de variétés nouvelles.

→ Présence de **personnages clés** ayant influencé le choix de certaines variétés.

→ **Population rurale** (traits sociologiques des agriculteurs) et **intérêt porté au choix des variétés**. Ces informations peuvent nous aider à percevoir la rapidité d'adoption des « progrès » agricoles et contribuer à expliquer la rapidité d'adoption de variétés nouvelles ou au contraire le maintien de variété de pays.

La difficulté de la sélection de ces données est de trouver un équilibre quant à la quantité et au choix des informations fournies au lecteur. En effet, on souhaite dresser un panorama du contexte historique et naturel dans lequel évolue la diversité cultivée qui soit synthétique et précis sans pour autant être trop superficiel.

Nous avons choisi de présenter les résultats sous forme de fiches synthétiques (4-5 pages) pour chaque département. Celles-ci contiennent à la fois les résultats de l'indicateur de diversité génétique et les informations qualitatives, organisées et présentées sous forme de tableaux ou de graphiques. L'objectif est qu'elles puissent être rapidement lues par tout type d'acteur.

## En résumé :

Nous avons conçu un indicateur de diversité des cultures intégrant des informations relatives à la part de chaque variété dans les cultures et à la diversité présente au sein des variétés elles-mêmes. En raison du manque de données réellement exploitables pour cette étude, nous avons effectué certaines approximations et ajouté quelques indicateurs annexes visant à traiter davantage de données. Les résultats de ces indicateurs sont replacés dans un contexte historique, économique et social via la sélection de données qualitatives. Toutes ces informations sont présentées sous formes de fiches synthétiques, département par département.

## V. ESSAI SUR QUELQUES DEPARTEMENTS TEMOINS : UNE EVOLUTION VARIABLE DE LA DIVERSITE DU BLE DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS

### V.1 Critères de choix des départements témoins

Afin d'illustrer la méthode que nous avons mis en place, nous avons choisi quelques départements témoins. Initialement, il était prévu d'en étudier 4 ou 5. Leur nombre a été réduit à 3 en raison du manque de temps et de données exploitables. Le choix de ces départements peut se faire selon plusieurs critères (classés par ordre d'importance) :

- 1) la quantité et la qualité des **données** récoltées
- 2) la **localisation** dans des grandes régions différentes (figure n°4) afin de fournir une vision plus globale de l'évolution de la diversité du blé à l'échelle du territoire français.

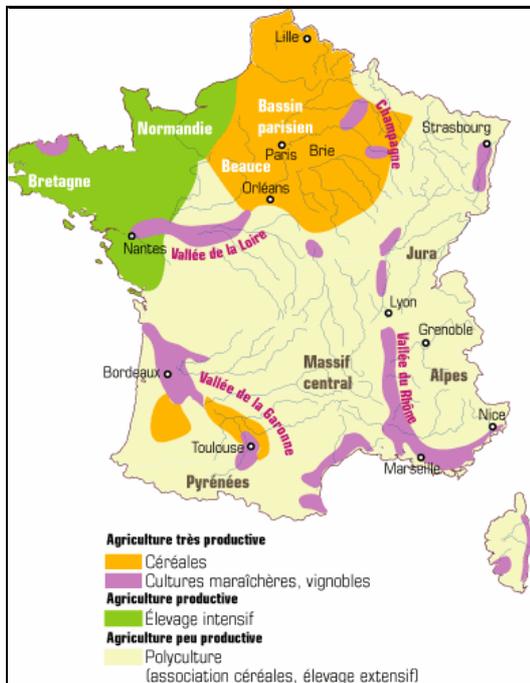
Figure 4 Carte des grandes zones agroclimatiques françaises.



Source : auteur

- 3) la représentation de **systèmes agraires** différents (figure n°5)
- 4) le taux **d'utilisation de semences certifiées** (figure n°6)
- 5) la présence localement de personnes ayant étudié le sujet (dans le passé ou actuellement) : données fournies par Christophe Bonneuil ou dans recherches bibliographiques.

Figure 5 Carte de la répartition des productions agricoles en France



Source : [http://crdp.ac-amiens.fr/edd/sols/sol\\_maj\\_detailp4.htm](http://crdp.ac-amiens.fr/edd/sols/sol_maj_detailp4.htm)

Figure 6 Carte du taux d'utilisation des semences certifiées en France (1981)



Source : SCEES, 1981

Nous avons ainsi choisi d'étudier les départements d'**Eure-et-Loir** (informations abondantes, bassin céréalier), du **Lot-et-Garonne** (données quantitatives après 1960, Sud Ouest, évolution des productions agricoles au cours du XXe siècle) et le **Morbihan** (Nord Ouest, actuellement zone d'élevage intensif, présence sur place d'une sociologue).

Nous présentons ici les fiches réalisées pour le département d'Eure-et-Loir, les autres étant placées en annexe (annexes n° 9 et 10).

## V.2. Evolution de la diversité du blé en Eure-et-Loir

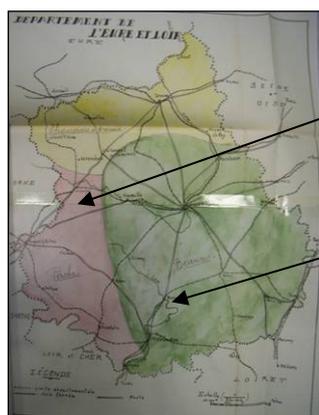
Eure et Loir (28)



### I- Grandes régions agricoles

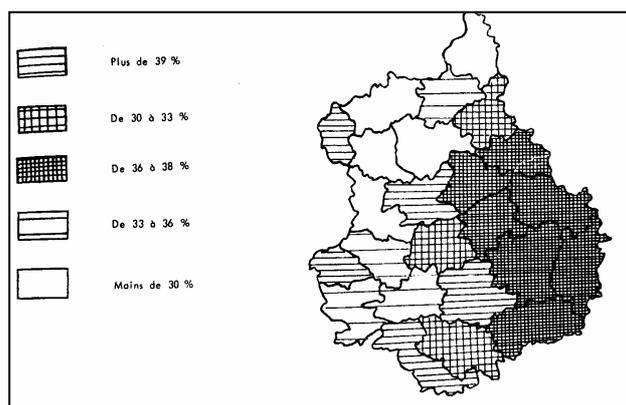
« La surface du département montre la juxtaposition de deux régions distinctes de forme, d'aspect et de productions, [...], mais complètement séparées par les contrastes de leur nature physique, la Beauce et le Perche, la basse et la haute terre » (Merlet, 1862).

Région agricole	Caractéristiques	Productions agricoles au début du XXe siècle
la Beauce	Climat favorable, terres faciles à travailler, vaste plaine permettant la mécanisation.	Région céréalière par excellence, « Grenier de la France », le blé est la culture la plus importante.
le Perche	Zone vallonnée, proportion moindre de terres labourables.	Productions variées, quantités de blé produit non négligeable.



Perche

Beauce



Carte de l'Eure et loir  
Source : Monographie 1950

Répartition de la production de blé en Eure et Loir au milieu du XIXe siècle  
Source : Enquête agricole de 1852

### Bref historique de l'évolution de l'agriculture

L'agriculture du Bassin parisien subit de profondes mutations à la fin du XIXe siècle et au début du XXe. Les deux principales sources de richesse de l'agriculture beauceronne jusqu'au milieu du XIXe siècle étaient le **blé** et la **laine**. En raison d'une concurrence accrue, l'élevage ovin tend à disparaître vers la fin du XIXe siècle. De plus, l'essor de la **mécanisation**, l'emploi généralisé d'**engrais chimiques**, et le **renouvellement variétal** conduisent à l'intensification de l'agriculture.

« La découverte des engrais chimiques dont l'apparition remonte à la période qui s'étend entre 1850 et 1860 [...] a permis de développer dans de grandes proportions la productivité du sol. La terre ne connaît plus de repos, dont elle n'a du reste plus besoin, et la culture est devenue intensive... » (Bailhache, 1912). La Beauce, relativement peu peuplée dispose ainsi d'importants excédents de blé.

Au lendemain de la Première Guerre Mondiale, la grande culture d'Eure et Loir est l'une des premières à se lancer dans la **motoculture**, avec des subventions de l'Etat. La superficie en céréales qui a toujours été largement prépondérante a connu, cependant, des modifications importantes quant à la répartition des principales céréales cultivées : développement du maïs et chute de l'avoine jusqu'en 1970, développement du blé et chute de l'orge de 1970 à 1979 (DDA, 1982).

La **filière blé-pain** a subi d'importantes transformations ; les nombreux moulins du département ont

progressivement disparus, les transactions se faisant ensuite entre cultivateurs et négociants puis via des coopératives. « La Beauce était autrefois comme la Manche espagnole et les Pays Bas, la terre des moulins à vent. » « Le meunier se fait vieux ; il n'est pas riche ; l'industrie n'a pas d'avenir » (Monographie, 1937)  
 Aujourd'hui, les exploitations agricoles sont fortement **spécialisées dans les grandes cultures**, trois exploitations sur quatre en céréales et oléagineux. Le nombre des exploitations a considérablement diminué. En 25 ans, le département a subi une perte nette de 4000 exploitations. Leur taille, en revanche a considérablement augmenté, près de la moitié des exploitations ayant une surface comprise entre 100 et 200 hectares<sup>1</sup>.

## II- Evolution de la culture du blé et développement des organismes agricoles

### 1) *Choix variétaux*

Les agriculteurs portent une **attention particulière au choix des variétés** dans le département. En plus, de la propagande menée par les Services Agricoles et l'Office départemental, certains personnages clé ont fortement orienté les choix variétaux (essentiellement vers la culture de variétés modernes).

Un fort intérêt des agriculteurs pour le choix des variétés (Benoist et Martin, 1950)	
- certains agriculteurs organisent pour leur propre compte des essais sur les variétés - « Les résultats de toutes ces activités [essais menés par les sélectionneurs ou les agriculteurs] sont suivis de façon attentive par un grand nombre de cultivateurs qui se tiennent au courant des variétés nouvelles et de leurs possibilités ».	
année	Evolution des critères de choix des variétés
Début XXe	Préférence pour les <b>blés précoces</b> , les variétés tardives risquent trop souvent échaudage dans département (il existe aussi un risque de gelée mais moins fréquent).
1950	-adaptation au terrain et aux conditions de fumure -résistance aux rouilles -résistance au froid -valeur boulangère

Personnages ayant orienté les choix variétaux dans le département		
Noms	Fonction	Influence sur choix variétaux
Garola	Professeur départemental d'agriculture Directeur des Services agricoles	- nombreux écrits : promotion des variétés modernes - champs d'expérimentation
Famille Benoist	Agriculteurs puis semenciers	- <i>Jacques Benoist : Sénateur d'Eure et Loir, Ingénieur agricole, Lauréat de la Prime d'Honneur, Président du syndicat agricole d'Eure et Loir, Président de la Chambre d'Agriculture d'Eure et Loir, Agriculteur (monographie, 1937)</i> - Obtenteur de variétés qui ont eu du succès auprès des agriculteurs Oscar et Hybride 40 (début XXe), Champlein (1959) et Talent (1975)



### 2) *Marché des semences*

Très tôt, les agriculteurs se sont préoccupés de la qualité des blés qu'ils destinaient aux semailles. En plus des caractères morphologiques des grains (poids, forme), le critère de **pureté variétale** était très recherché. Au début du XXe siècle, le département comptait un certain nombre d'**événements liés aux semences**. Ceux-ci semblent avoir eu une forte influence tant à l'échelle locale qu'au niveau des départements voisins.

<sup>1</sup> Données de la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 2007 (<http://www.eure-et-loir.chambagri.fr>)

Spécialisation dans la production de semences	Bon nombre d'agriculteurs dans le département se sont adonnés à la production de semences. En 1950, le département comptait 12 producteurs grainiers et 10 agriculteurs autorisés. (Monographie de 1950)
Forte attention portée aux blés destinés à être ressemés	- La sélection et triage des grains sont généralisés depuis longtemps dans département. - « Les cultivateurs de Beauce sèment généralement des variétés pures, dont une partie est vendue comme semences. » Dans le Perche et les régions non spécialisées dans culture du blé on utilise plutôt des blés mélangés.

<i>Principaux événements locaux liés aux semences (d'après la monographie de 1937)</i>	
Nom	Description
Foire aux semences	Instituée en 1920 (1 <sup>ère</sup> en France). La pureté des semences est rigoureusement contrôlée par une commission spéciale de l'Office agricole. D'importantes transactions sont réalisées : vente aux agriculteurs du département et aux cultivateurs d'autres régions.
Concours du blé	Ce concours précède la Foire aux semences. La commission délivre des certificats d'approbation aux cultures « absolument pures, ne présentant pas d'épis étrangers à la variété, dont l'état sanitaire est excellent, la vigueur satisfaisante et le rendement escompté supérieur à la moyenne du département ».
Marché aux grains de Chartres	Les premiers écrits sur le marché de Chartres datent du XIII <sup>e</sup> siècle. Ce marché était l'un des plus importants de France : « Il n'est pas rare de voir vendre dans un seul jour jusqu'à 6000 quintaux de blé et plus ».



Le Marché aux grains de Chartres, place des Halles (en 1858).

### 3) Développement des structures agricoles

Les structures agricoles sont rapidement apparues dans le département, dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, une station agronomique a été créée. Les agriculteurs se sont regroupés très tôt autour de syndicats : « Il y aura bientôt cinquante ans que les cultivateurs d'Eure et Loir ont compris qu'il était indispensable pour eux de se grouper pour être forts. » (Monographie, 1937) L'influence de ces organismes sur la culture du blé a été considérable notamment en ce qui concerne le choix de variétés et l'exigence de pureté variétale dans les cultures.

Date de création	Organisme	Influence sur diversité blé (d'après la monographie de 1937)
1882	<b>Station agronomique</b> de Chartres	Expérimentation de différentes variétés
1886	Création du <b>syndicat agricole</b> des arrondissements de Chartres, Châteaudun et Nogent	Commercialisation de semences. « Il facilita l'échange de bonnes semences entre ses adhérents et acheta des graines offrant toutes garanties de pureté et de faculté germinative ». 54 membres la première année, près de 3000 10 ans plus tard et plus de 11 000 40 ans plus tard.
1921	<b>Syndicat de triage et de sélection</b> d'Andrevilliers	« Propose de faire cultiver par ses adhérents les variétés les plus recommandables de céréales diverses [semences originales issues de souche généalogique] et de contrôler les cultures au cours de leur végétation et rejeter impitoyablement celles qui ne donnent pas satisfaction quant à leur pureté ou à leur état sanitaire, de trier les semences par les procédés les plus modernes et les plus rigoureux, de vendre ces semences dans la France entière sous la garantie de la marque syndicale ».

### III- Evolution de la diversité du blé

#### 1) Variétés cultivées depuis la fin du XIXe siècle

Les **variétés de pays** ont rapidement été abandonnées dans le département. Le **renouvellement variétal** est très élevé depuis la fin du XIXe siècle. Dès 1912, on note la présence de variétés dominantes dans les champs comme *Bon Fermier* qui occupe le tiers des surfaces emblavées.

Voici la liste des variétés cultivées entre la fin du XIXe siècle et le début du XXe et leurs principales caractéristiques citées dans la bibliographie:

Variété	Caractéristiques
Variétés cultivées fin XIXe	
Blé bleu de Noé (dominait en Beauce fin XIXe)	Extrême sensibilité à la rouille.
Dattel	Trop tardif et déprécié par meunerie.
Blé de Bordeaux	Sensible à la rouille, rapide dégénérescence et rendements insuffisants.
Gironde	
Gris de Saumur	Faible tallage, peu résistant à l'hiver, sensible à la rouille.
Puis :	
Gironde	Précoces, résistant à rouille et à sécheresse mais versant et difficulté récolte avec moissonneuse lieuse.
Japhet	Précoce.
Bon Fermier (33% des surfaces en 1912*)	Précoce.
Puis remplacées par :	
Blé des Alliés	Éliminés par agriculteurs car trop tardifs ou craignant la gelée.
Wilhelmine	
Blés de Swalof	
Variétés les plus cultivées au milieu des années 20	
Inversable	Blé à grand rendement, apprécié par meunerie.
Vilmorin 23	Introduit après expérimentation.
Blé de la Paix	Introduit après expérimentation, aire d'adaptation plus limitée à cause d'une précocité insuffisante.
Oscar Benoist	Très précoce.
Gironde-Japhet	
Geffroy	Rendement élevé, adopté dans de nombreuses situations.
Japhet-Parsel	Obtenu et abandonné par Vilmorin, encore cultivé sur quelques surfaces, apparence mauvaise à la moisson mais rendements abondants.
Bon Fermier	Plutôt faibles surfaces, dans les zones non spécialisées dans la culture du blé.
Wilson	

Sources : Monographie agricole, 1937 ; \*Brétignière, 1912

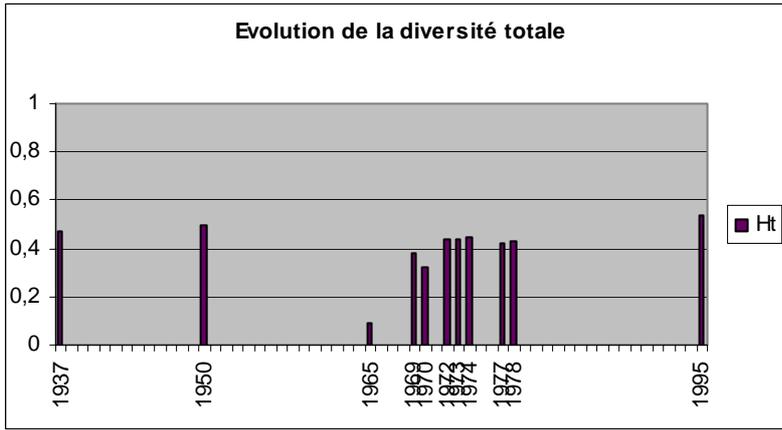
 Variété de pays  
 Lignée ancienne

#### 1) Indicateur de diversité génétique des cultures

Nombre de locus analysés : 31

Nombre de dates étudiées : 10

Nombre de dates pour lesquelles des données de répartition sont disponibles : 25 (1937-2001)

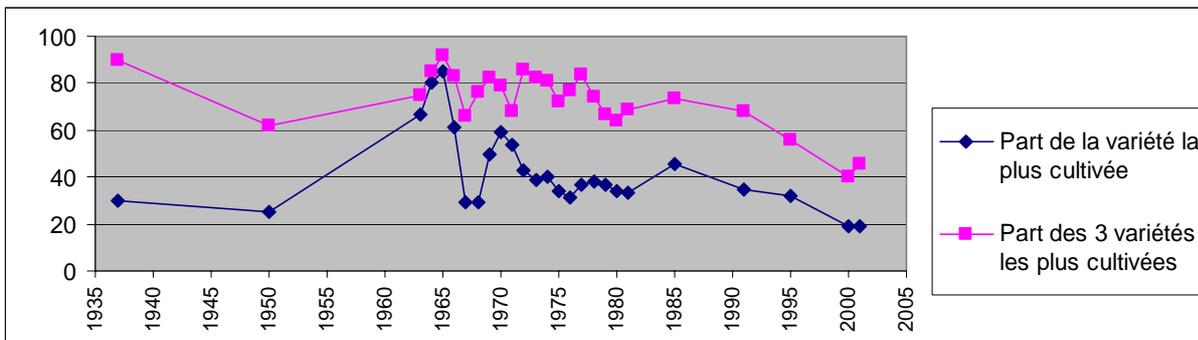


Les données de répartitions variétales les plus anciennes dont nous disposons datent de 1937<sup>1</sup>. En 1937, les variétés de pays ont déjà disparues du département. La période d'étude est donc trop limitée pour bien percevoir les principales variations dans la diversité cultivée.

Sur la période 1937-1978, la diversité génétique totale des cultures de blé, varie essentiellement entre 0,3 et 0,5. On remarque néanmoins, une importante chute de diversité en 1966, la diversité totale atteignant à peine 0,1. Cette diminution est liée à la

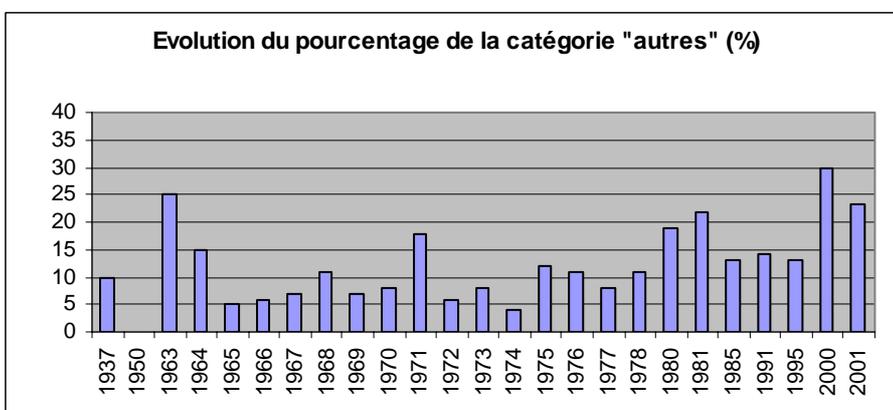
culture presque exclusive de la variété *Capelle*. Au cours des années 70, la diversité semble stagner autour de 0,4 puis remonte encore un peu en 1995 au-delà de 0,5.

## 2) Part des principales variétés cultivées (en%) dans les surfaces cultivées en blé



Ces graphiques illustrent la domination d'un faible nombre de variétés dans les cultures au début des années 60, avec la variété *Capelle* occupant jusqu'à 85% des surfaces en 1965. Ensuite, ce n'est plus une mais trois variétés qui occupent 80% des surfaces. A partir des années 90, la part des trois principales variétés cultivées diminue mais occupe encore plus de 40% des surfaces en blé.

## 3) Evolution du pourcentage de variétés non renseignées

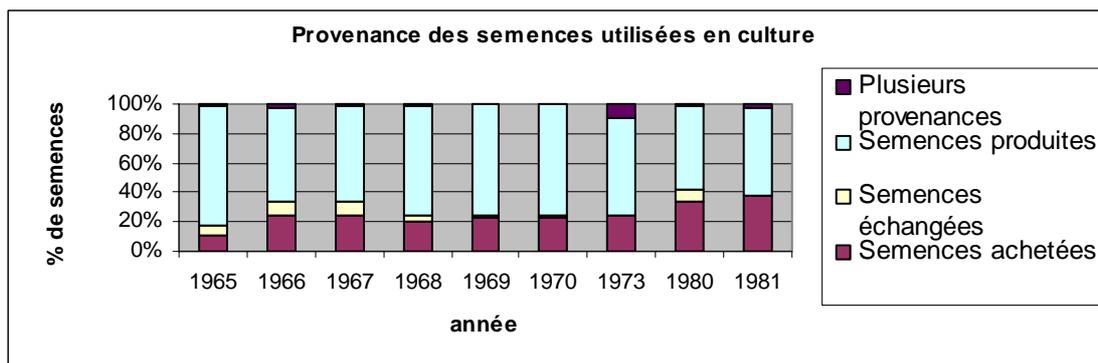


A partir du milieu des années 60, la plupart des variétés utilisées correspondent aux principales variétés commercialisées.

Au cours des années 80 et 90, la catégorie « autres » varie de 13 à 20%. Il s'agit des variétés autres que les 6 ou 8 variétés les plus cultivées dans le département. Les années 2000 et 2001 semblent indiquer l'utilisation d'un plus grand nombre de variétés.

<sup>1</sup> La répartition de 1937 est peu précise mais nous avons décidé de l'intégrer pour donner une idée de la diversité présente dans la première partie du XXe siècle.

#### 4) Provenances des semences utilisées



Sur la période étudiée, la principale origine des semences est la production à la ferme. La part de semences échangées est faible en raison de la loi de 1949 interdisant cette pratique. On note une augmentation de la part de semences achetées au début des années 80 atteignant presque 40% en 1981.

#### Tableau bilan sur le département :

Vitesse de modernisation	Rapide
Degré de spécialisation (début du siècle)	Elevé
Développement des structures agricoles	Rapide
Influence sur les choix variétaux	Forte

### V. 3. Analyse des résultats obtenus sur trois départements

Dans le cadre de ce mémoire, je n'ai pu tester la méthode que sur un nombre réduit de départements et sur des courtes périodes par rapport aux objectifs initiaux. Il n'est donc pas possible de statuer sur l'évolution de la diversité du blé au cours du XXe siècle dans les départements témoins. Néanmoins, un certain nombre d'autres résultats peut être exposé.

#### V.3.1. Des disparités entre les départements témoins

Les trois départements étudiés ont des **profils très différents** (situation géographique, pratiques culturelles, croyances et traditions...). Certes, ces départements ont tous subi les grandes mutations du secteur agricole basées sur le développement de la mécanisation et l'emploi d'engrais de synthèse et de semences sélectionnées. Néanmoins, cette course à la modernisation impulsée par le gouvernement (en vue de garantir l'autosuffisance alimentaire du pays) et soutenue par les élites (professeurs d'agriculture, agronomes, phytogénéticiens, etc.) a affecté ces départements avec une intensité variable ou du moins à des périodes différentes.

L'**Eure-et-Loir**, déjà grande région céréalière au XIXe siècle, a connu ces mutations plus tôt et plus profondément que les autres départements étudiés. La recherche de nouvelles variétés précoces, à grand rendement a rapidement été l'objectif des organismes agricoles et de nombreux agriculteurs. Ainsi, les variétés de pays ont été remplacées dès la fin du XIXe. Une autre caractéristique du département est l'importance accordée à la pureté variétale. Ceci peut s'expliquer par le fait que le département se soit spécialisé dans la production de semences et par l'influence forte des organismes agricoles (Office départementale et DSA).

Le **Lot-et-Garonne** se caractérise par un système de polyculture dans lequel le blé occupait une place prépondérante à la fin du XIXe siècle avant d'être progressivement remplacé par des cultures plus rémunératrices. Cependant, sa culture s'est maintenue en raison du besoin de paille pour le cheptel. Contrairement à l'Eure-et-Loir, l'attention n'est pas portée au grain mais à la paille. Ceci explique le choix de variétés produisant beaucoup de paille mais aussi la diffusion de la mécanisation plus lente que dans l'Eure-et-Loir, les machines agricoles étant accusées de détériorer la paille. Les organismes agricoles ont également eu une influence plus limitée en raison de la méfiance des cultivateurs et de leur plus faible mobilisation autour de syndicats ou de coopératives.

Quant au **Morbihan**, la polyculture a longtemps été le système agraire dominant. Toute la première moitié du XXe siècle, les cultivateurs sont restés attachés aux variétés de pays, leur fournissant de la paille pour le bétail, suffisamment rustiques pour les zones difficiles (cas du « Barbu » dans les zones côtières) et performants, comme le Petit Nantais, productif et de bonne qualité boulangère. Les principales mutations agricoles ont eu lieu dans les années 1950 avec le remembrement (essor de la mécanisation, abandon des pratiques culturelles ancestrales, emploi d'engrais et de semences certifiées accru).

La substitution des variétés de pays par les premières lignées issues de croisement s'est donc effectuée plus ou moins progressivement et plus ou moins rapidement en fonction des départements. En 1923, Jacques de Vilmorin différencie « les régions dans lesquelles des efforts ont été accomplis » à savoir les régions fertiles du Nord de « celles où un grand effort est nécessaire » : les terres médiocres comme la Champagne et le Centre (moindre fertilité), le Sud-Ouest et le Sud-Est (climat chaud, cultures moins perfectionnées).

Tableau 9 Profil des trois départements témoins

	Eure-et-Loir	Lot-et-Garonne	Morbihan
Type d'agriculture à la fin du XIXe	Bassin céréaliier surtout blé	Polyculture avec place importante du blé	Polyculture-élevage
Spécialisation à la fin du XXe	Production intensive de céréales et d'oléagineux	Cultures spécialisées, maraîchères et fruitières	Elevage intensif
Début de l'intensification de la production	Fin du XIXe siècle	Seconde moitié du XXe siècle	A partir des années 50 (remembrement)

Source : auteur

### V.3.2. Existence d'une variabilité intra-département

A l'échelle du département, les changements liés au « progrès technique » ont affecté les régions agricoles (et/ou naturelles) de façon différenciée.

Dans les **terres fertiles**, les variétés de pays ont plus rapidement été remplacées, ce qui s'explique par le fait que celles-ci se caractérisent par une paille haute et sont plus exposées à la verse sur des sols riches. De plus, l'emploi d'engrais s'est rapidement généralisé dans ces terres, où l'on a recherché très tôt à augmenter les rendements afin d'accroître la production.

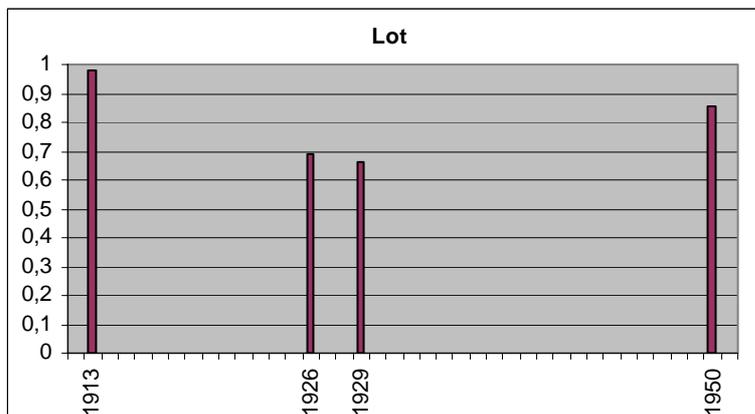
Les variétés de pays sont cependant davantage adaptées à des **terres pauvres** ou à des **zones aux conditions agro-climatiques plus difficiles** (montagnes, zones côtières...). Dans les zones côtières du Morbihan, par exemple, les blés de pays, plus rustiques, ont été maintenus jusque dans les années 1950. Les variétés sélectionnées ont d'abord été introduites dans les terres fertiles où, combinées à des engrais de synthèse, elles ont contribué à l'amélioration des rendements. Le même phénomène se produit dans le Lot-et-Garonne où les variétés de pays se sont maintenues dans les terres pauvres toute la première partie du XXe siècle. La région du Perche (Eure-et-Loir) a conservé des pratiques favorisant la diversité, telle que la culture de blés en mélange, plus longtemps que la Beauce. L'impact de la modernisation agricole y a également été moins important.

### V.3.3. Mise en évidence de variations de la diversité par l'indicateur de diversité mis au point

Nous n'avons pas trouvé de répartitions variétales régulières couvrant l'ensemble de la période souhaitée pour les départements témoins. Pour l'Eure-et-Loir et le Lot-et-Garonne, nous n'avons pu suivre l'évolution de la diversité que sur une période assez récente à savoir la seconde partie du XXe siècle. Dans le cas du Morbihan, les données n'étaient pas suffisamment précises pour appliquer l'indicateur. Afin de compléter ces informations, nous avons appliqué l'indicateur à un autre département, le Lot, pour lequel nous disposons de données plus anciennes (1913-1950). L'ensemble des résultats bruts est présenté en annexe n°11.

✓ **C'est au début du siècle que la diversité dans les cultures de blé semble être la plus élevée.** D'après les résultats obtenus sur le département du Lot, la diversité est très élevée dans la première partie du XXe siècle, l'indicateur oscillant entre 0,97 et 0,66. La valeur la plus élevée correspond à l'année 1913 où plus de 75% des surfaces étaient occupées par

Figure 7 Evolution de la diversité génétique du blé dans le Lot (1913-1950)



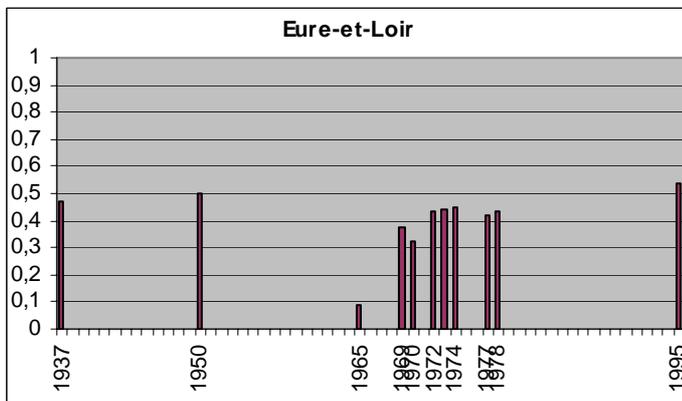
Source : auteur

des variétés de pays. Ces résultats élevés peuvent s'expliquer par l'existence d'importantes différences entre les variétés cultivées et par l'effet du coefficient de diversité intra-variétale que nous avons appliqué aux variétés de pays. En 1950, encore 45% des surfaces en blé correspondaient à des variétés de pays. D'après les monographies consultées (1929 et 1950), la culture des céréales dans le Lot a connu une forte régression depuis la fin du XIXe siècle en raison du manque de main d'œuvre (exode rural) et de la nature et de la qualité des sols ne permettant pas une culture rémunératrice de celles-ci. Le département s'est donc orienté vers l'élevage, apportant plus de valeur ajoutée. Ceci peut expliquer la moindre attention portée à l'adoption de variétés nouvelles et le maintien des variétés de pays aussi longtemps.

On observe d'importantes différences avec les deux autres départements notamment si l'on examine l'année 1950. Dans le Lot, la diversité totale est encore supérieure à 0,8 alors que dans les deux autres départements elle se situe autour de 0,5. Dans l'Eure-et-Loir, le remplacement de ces variétés a commencé dès la fin du XIXe, dans le Lot-et-Garonne, il s'est produit aux alentours des années 30 (dans le Morbihan vers les années 50). On peut supposer que des chutes de diversité se sont produites à ces périodes dans ces trois départements, c'est pourquoi les valeurs observées sont nettement plus faibles que dans le Lot.

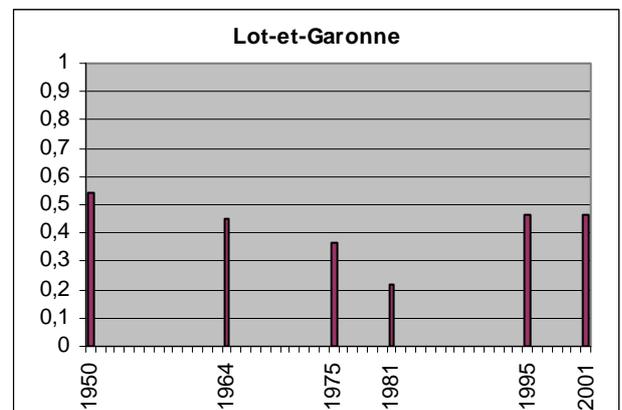
Pour la période 1950-2001, nous pouvons comparer les résultats de l'Eure-et-Loir et du Lot-et-Garonne.

Figure 8 Evolution de la diversité génétique du blé dans l'Eure-et-Loir (1937-1995)



Source : auteur

Figure 9 Evolution de la diversité génétique du blé dans le Lot-et-Garonne (1950-2001)



Source : auteur

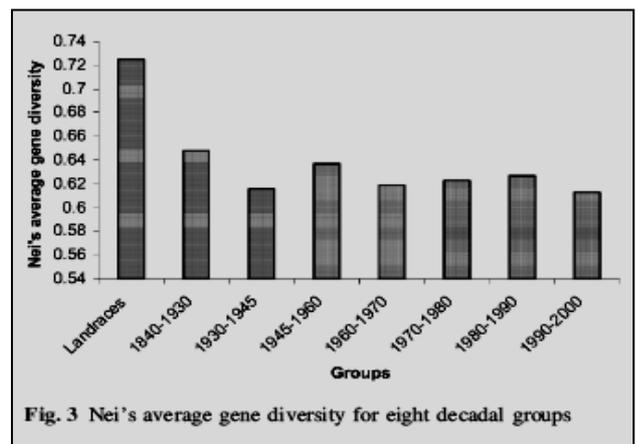
- ✓ Pour les deux départements nous constatons d'**importantes pertes de diversité ponctuelles** essentiellement liées à la **domination de certaines variétés** dans les cultures. Cependant, elles n'interviennent pas au même moment dans les deux départements. Pour l'Eure-et-Loir, la principale baisse de diversité se situe au début des années 60 (Ht=0,09 en 1965). Elle est liée à la culture presque exclusive de la variété *Capelle*. Celle-ci a connu un grand succès dans les années 60 dans la moitié Nord de la France, occupant les 2/3 des superficies emblavées en 1966 (Prat et Clément-Grandcourt, 1966). Roussel *et al.* (2004) dans leur étude sur les blés français avaient signalé une chute de la diversité dans les années 60. Pour le Lot-et-Garonne elle se situe

au début des années 80. On peut cependant supposer qu'une autre diminution a déjà eu lieu dans les années 50 avec l'introduction de la variété *Etoile de Choisy*, première variété sélectionnée véritablement adaptée au Sud-Ouest, qui a connu un succès considérable dans la région (Doré et Varoquaux, 2006). Dans les deux départements, hormis ces diminutions considérables, l'indicateur varie entre **0,3 et 0,5**.

✓ On constate également une légère **remontée de la diversité à partir des années 90**, qui semble liée à des répartitions plus équilibrées, la part des principales variétés cultivées diminuant. Plusieurs auteurs avaient signalé cet accroissement de diversité à la fin du siècle en raison de l'incorporation de nouveau matériel génétique (Roussel *et al.*, 2004. Smale *et al.*, 2002). Néanmoins, cette augmentation est à modérer, puisque la diversité est à peine plus élevée qu'au milieu du siècle.

✓ Nous pouvons comparer nos résultats avec ceux obtenus par Roussel *et al.* (2004) qui ont utilisé les mêmes données moléculaires, mais ont adopté un traitement différent<sup>1</sup>. Nous observons des tendances similaires : chute de la diversité lors du remplacement des variétés de pays (landraces), valeurs à peu près stables pour les périodes suivantes avec des baisses de temps en temps. Néanmoins, ces tendances sont beaucoup moins marquées que celles que nous avons observées. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'évaluation sur une collection et sur des périodes plus grandes lisse les résultats en gommant les variations extrêmes. D'autre part, nous avons observé une diversité plus élevée chez les variétés de pays qui est liée à l'ajout du coefficient de diversité intra-variétale et des valeurs plus faibles pour les périodes suivantes puisque nous avons intégré une pondération par la surface occupée par les différentes variétés.

Figure 10 Evolution de la diversité génétique du blé en France



Source : Roussel et al, 2004

#### V.3.4. Rapides considérations sur la bibliographie consultée

#### Derrière les données, une vision du monde paysan et des croyances

Les monographies et autres ouvrages que nous avons consultés nous renvoient généralement l'image du **monde paysan tel qu'il était perçu par des élites**. Celles-ci constituaient l'un des

<sup>1</sup> Cette étude a été réalisée sur des variétés de blé conservées en collection, regroupées par périodes de temps. L'indice de Nei a été utilisé pour traiter les données.

moteurs de la diffusion du « progrès technique et scientifique ». Cependant, l'introduction de semences sélectionnées et plus généralement la diffusion de ce « progrès » se sont souvent heurtées à la réticence du monde paysan. Il y a eu opposition entre traditions, croyances, savoir-faire ancestral du monde paysan et croyances scientifiques des partisans du progrès technique. L'importance des croyances et traditions est rarement prise en compte par les auteurs du début du siècle, qui voient plus chez les paysans un manque d'ouverture au progrès voire un manque d'intelligence.

Il est intéressant de comparer les deux explications données à la lenteur de la diffusion du progrès technique et plus particulièrement de l'adoption de semences sélectionnées, pour le département du Morbihan. L'une provient des élites et affirme qu'il s'agit de raisons purement économiques ou d'un respect de traditions dépassées. L'autre, est celle de Sophie Lalignant, sociologue réalisant une enquête sur la commune de Damgan (56). Selon elle, il existait toute une cosmovision dans la société damganaise dans laquelle le blé était une céréale noble attachée à la personne via une tradition de transmission intergénérationnelle des semences. L'achat de semences à des négociants ou à des coopératives ainsi que la modification des pratiques culturelles a profondément ébranlé ce système de croyances.

Les mutations du secteur agricole ne se sont pas seulement répercutées sur la sphère technique, elles ont eu un impact beaucoup diffus. Elles ont profondément modifié le rapport du paysan à la terre et à la semence (attachement aux semences, aux variétés).

### *V.3.5 Bilan sur les résultats obtenus*

Ces premiers résultats nous montrent que l'indicateur est **sensible à la répartition des variétés dans l'espace et au type de variétés présentes** (parmi les 3 catégories identifiées). Il nous donne un ordre de grandeur des valeurs entre lesquelles celui-ci peut fluctuer (de 0,09 à 0,97 pour les trois départements étudiés). Il semble validé sur le plan scientifique puisqu'il est cohérent avec les grandes tendances observées dans les autres études. Cependant, nous ne pouvons pas conclure sur les faibles variations détectées puisqu'elles peuvent être dues à des imprécisions liées aux approximations effectuées pour traiter davantage de données.

Les essais de **répartition équilibrée ou inégale** que nous avons effectués pour traiter les variétés de la catégorie « variétés non renseignées » ont montré de **faibles variations** (annexe n°), ce qui laisse penser que l'indicateur est robuste (peu sensible à de faibles variations). Dans ce cas, nous pouvons considérer seulement le cas d'une répartition uniforme et considérer que ce choix n'entraînera pas de surestimation de la diversité.

Les **indicateurs annexes**, ont permis d'expliquer les résultats obtenus par l'indicateur de diversité génétique des cultures ainsi que d'émettre des hypothèses sur la diversité présente sur une période plus grande.

De plus, l'ajout de **données qualitatives**, bien qu'incomplètes, s'est révélé très utile pour

mieux comprendre les changements qui se sont opérés dans les différents départements. L'essor de la fertilisation, par exemple, a exposé les variétés traditionnellement cultivées à la verse ce qui a eu pour conséquence l'abandon des variétés de pays. « Avant 1867, on ne cultivait dans le département qu'un blé du pays dit « Raclin ». Mais la société d'Agriculture se rendit compte que ce blé ne convenait pas aux terres fortement fumées et pour la première fois, fut posée la question du choix des semences ». (monographie du Cher, 1950) De même le développement de la mécanisation a exigé des variétés plus homogènes notamment pour la récolte (blé de même taille) ou encore la spécialisation de certaines régions peut expliquer la rapidité du renouvellement variétal.

La présentation des résultats sous forme de fiches synthétiques a l'avantage d'être visuelle, les données sont facilement repérables et offrent la possibilité d'une lecture rapide. Néanmoins, on peut lui reprocher de cloisonner des informations qui ont en réalité des liens entre elles.

#### **En résumé :**

Les résultats obtenus sur les départements témoins semblent confirmer l'importante chute de diversité due au remplacement des variétés de pays et observées par plusieurs auteurs (cf partie II). La diversité observée est ensuite moyenne voire faible (entre 0,3 et 0,5) avec des chutes ponctuelles essentiellement liées à la domination d'une variété dans les cultures. A la fin du siècle, la diversité semble augmenter légèrement mais reste intermédiaire.

On remarque néanmoins des disparités entre les départements témoins et au sein de ces derniers liés à de nombreux paramètres dont la rapidité d'adoption des innovations agricoles, la situation géographique et naturelle, les traditions...

L'étude a une échelle plus fine que l'échelle nationale permet donc de saisir d'importantes variations.

## **VI. UNE APPROCHE PROMETTEUSE A APPROFONDIR...**

Dans cette dernière partie, nous dresserons le bilan de cette première étude sur les indicateurs de diversité des espèces cultivées. Dans un premier temps, nous en ferons une analyse critique en soulignant ce qu'elle a apporté, en précisant ses limites et en proposant quelques améliorations. Puis, nous évaluerons l'indicateur conçu dans le cadre de l'étude réalisée par rapport à d'autres indices et indicateurs. Enfin, nous proposerons quelques pistes pour rendre cet outil plus pertinent.

### **VI.1. Regard critique sur l'étude menée**

#### *VI.1.1 Ce qu'elle a mis en évidence*

L'**approche pluridisciplinaire** que nous avons adoptée nous a permis de nous faire une

meilleure idée de l'évolution de la diversité du blé au cours du temps. Les données qualitatives fournissent des informations complémentaires à celles obtenues par l'indicateur. Nous avons pu aborder de nombreux thèmes (marché des semences, développement des structures agricoles...) qui permettent de mieux appréhender l'évolution de la diversité du blé depuis la fin du XIXe siècle. La présentation qui a été faite de l'ensemble de ces données offre aussi un certain nombre d'éléments de comparaison d'un département à l'autre. Nous avons ainsi pu établir un lien entre pratiques culturelles, sélection, réglementation et diversité du blé. L'intégration de données génétiques, agronomiques et historiques a permis de proposer une étude plus pertinente.

L'enjeu de la **conservation et de la remise en culture des variétés de pays** est aussi ressorti de cette étude. En effet, les résultats obtenus sur le département du Lot au début du siècle mettent en évidence la diversité très élevée qu'elles apportaient. Dans les départements où elles avaient déjà disparu, la diversité est restée à des valeurs intermédiaires.

Il semble important en plus d'une conservation ex-situ, que ces variétés soient conservées in-situ car leur intérêt réside dans leur adaptabilité notamment à des conditions climatiques changeantes. De plus, elle doivent être conservées sur des surfaces plus importantes que des « micro-parcelles » afin d'en assurer le maintien. En effet, comme le signale Mathon (1984), « leur maintien est de plus fonction d'une masse critique au-dessous de laquelle la dérive est inévitable à brève échéance. » Il ajoute même qu' « Il n'y a pas de conservation-développement hormis dans les conditions agroécologiques traditionnelles. »

L'étude de la diversité à l'**échelle des départements** nous a permis d'observer d'importantes différences d'un département à l'autre. Il ne s'agit pas d'unités homogènes comme l'indiquent les variations intra-département que nous avons relevées, néanmoins, cette échelle a l'avantage d'être assez bien documentée (présence d'organismes agricoles départementaux, statistiques du début du siècle). De plus, elle est assez fine pour percevoir des variations, ce qui apparaît pertinent si l'on souhaite maintenir une diversité équilibrée sur tout le territoire et non pas concentrée à certains endroits.

Enfin, cette étude nous a conforté dans le choix d'étudier la diversité du blé sur une **période de temps la plus vaste possible**. Pour les départements dans lesquels les mutations agricoles ont commencé très tôt, comme l'Eure-et-Loir, il faudrait débiter l'étude dès le milieu voire début du XIXe siècle.

## *VI.1.2 Limites identifiées et propositions d'amélioration*

### VI.1.2.1 Manque de données

La principale difficulté à laquelle nous nous sommes heurtés a été un **accès limité aux données**. D'une part, la base de données moléculaires que nous avons utilisée nous a offert un premier support pour tester l'indicateur mais n'était pas vraiment adaptée au type de traitement que

nous souhaitons en faire. D'autre part, il s'est avéré difficile d'identifier les sources de données de répartition variétale et celles que nous avons trouvées sont souvent approximatives. Ceci nous a conduit à des imprécisions dans les résultats. Quelques solutions pour dépasser cet obstacle, sont envisageables à court ou moyen terme (Tableau n°10).

Tableau 10 Limites de l'étude liées aux données et solutions pour les dépasser

Type de données	Limites	Solutions à court/moyen terme
Moléculaires	-Absence de données moléculaires pour certaines variétés. -Analyse d'un seul génotype par variété.	Réaliser de nouvelles analyses moléculaires (si ressources toujours existantes) comprenant des analyses de diversité intra-variétale sur un échantillon d'individus suffisamment grand.
Répartitions variétales	-Manque de données -Manque de précision	-Effectuer de nouvelles recherches (archives ONIGC, archives départementales, bibliothèques municipales...) -Si l'on ne peut pas rencontrer de données précises : abaisser le niveau d'exigence (étude sur 80% des surfaces) ou ne pas prendre en compte l'importance des variétés dans les surfaces cultivées pour les années trop imprécises

Source : auteur

Dans le cas d'une étude rétrospective, les données nécessaires ne seront peut-être jamais disponibles car comme nous l'avons précisé, les enquêtes n'avaient pas le même objectif que le notre à l'heure actuelle. Au début du XXe siècle, elles servaient davantage à mesurer la pénétration des variétés sélectionnées sur le marché. Une autre approche serait de réaliser des **enquêtes ethnobotaniques** pour obtenir des informations sur les variétés anciennement cultivées et sur les changements qui ont affecté les cultures. Dans certaines régions il est déjà trop tard car plus personne ne se souvient des variétés anciennes, en revanche dans d'autres, particulièrement celles où les variétés de pays se sont maintenues longtemps, il est possible de récolter des informations précieuses. Quelques études de ce type ont déjà été menées : sur la société damganaise dans le Morbihan (Laligant, 2002) et sur le blé meunier d'Apt dans le Luberon (Bain, 2007). De plus, dans certains ouvrages anciens il est possible de trouver des études menées localement sur les variétés de blé : par exemple, sur les blés d'Auvergne (Dusseau, 1931), ou sur les blés de la région angevine (Hunault de la Peltrie, 1856).

Ce type d'études permet également de mesurer l'impact des mutations agricoles notamment de la substitution des variétés de pays, sur les traditions, savoirs et croyances et offre une autre vision que celle fournie par les auteurs souvent des élites, de l'époque.

#### VI.1.2.2 Limites liées à l'analyse de données moléculaires

Il existe quelques limites supplémentaires à celles que nous avons citées ci-dessus en ce qui concerne l'analyse de la diversité génétique qui a été faite.

- Les analyses moléculaires sont effectués sur un petit nombre d'individus (feuilles ou grains) conservés en banque de semences. Ceci comporte une double limite : l'échantillon (correspondant à une variété) sur lequel porte l'analyse n'est pas complètement représentatif de la diversité initialement présente dans les cultures (surtout pour les variétés de pays). D'autre part, il a été montré qu'une perte diversité a lieu au cours des cycles de régénération en banque de semences (Parzies, 2000).

*Solution : A terme, si l'on parvient à quantifier ces pertes liées à la conservation en banque de semences, on pourrait envisager d'agréger un coefficient qui restituerait la diversité initialement présente dans les champs.*

- Comme nous l'avons évoqué précédemment, la diversité peut être étudiée sous différents angles. Nous avons opté pour la diversité au niveau moléculaire, qui donne des résultats assez fiables. Cependant, d'autres méthodes permettent de mettre en évidence d'autres facettes de la diversité. C'est le cas de la généalogie qui montre l'apparentement des variétés entre elles ou des caractères phénotypiques qui ne reflètent pas seulement diversité génétique mais aussi l'interaction avec l'environnement. Il serait particulièrement intéressant d'étudier ces derniers car ils offrent une approche complémentaire à la diversité moléculaire, il s'agit là de caractères visibles qui reflètent l'adaptation d'une variété à un environnement, à des pratiques culturales, à un mode de transformation....

*Solution : Il serait intéressant d'ajouter de nouveaux indicateurs relatifs à ces données (généalogie, caractères phénotypiques, agronomiques...) pour percevoir la diversité d'une espèce dans son ensemble.*

## **VI.2 Evaluation de l'indicateur de diversité génétique des espèces cultivées à l'échelle des départements**

### *VI.2.1 Efficacité dans le cadre de l'étude réalisée*

Nous évaluons ici l'indicateur de diversité mis au point puis testé dans le cas de l'étude rétrospective que nous avons menée.

Tableau 11 Evaluation de l'indicateur de diversité génétique des plantes cultivées

Critères d'efficacité	Appréciation	Explication
Disponibilité et qualité des données	+	-Données difficilement accessibles pour certaines périodes et pour certains départements. -Parfois peu précises. -Fiabilité des données avant 1960 non garantie.
Reproductibilité	++	Applicable à tous les départements quand les données sont disponibles.
Robustesse, fiabilité, précision	++	-Reflète effectivement les variations qu'il est supposé montrer. -Robuste car peu sensible à de faibles variations dans la pondération ou dans le coefficient de diversité intra-variétale. -Moyennement précis en raison des approximations effectuées.
Sensibilité aux variations	++	-Sensible aux variations qui intéressent l'utilisateur.
Mise en oeuvre	+	Difficile : nécessite un travail de recherche préalable et traitement des données un peu long (en l'absence d'un logiciel adapté).
Compréhension par tous les acteurs	++	-Pas très simple d'utilisation mais présentation graphique des résultats compréhensible par tous, peut servir de support de dialogue. -Indicateur de nature technique qui peut avoir un sens auprès des utilisateurs potentiels.
Coût	+	Quand les analyses moléculaires sont déjà effectuées, coût d'analyse des données assez faible mais investissement en temps élevé dû au coût des recherches.
Valeur du point de vue scientifique	+++	Nouvel outil pour mesurer la diversité cultivée. Intéressant pour la génétique des populations.
Valeur du point de vue de l'action des pouvoirs publics	+	Outil offrant une vision rétrospective de l'évolution de la diversité des cultures, intérêt dans le cadre d'un autre usage (outil de suivi de la diversité à court, moyen, long terme).

+ faible

++ plutôt bon/bonne mais à améliorer

+++ bon/bonne

Source : auteur

Cet indicateur nécessite d'être retravaillé pour être vraiment efficace. Cependant, il correspond bien à une vision synthétique du phénomène étudié (la diversité génétique du blé) et constitue un outil de diagnostic fondé scientifiquement. Il semble compréhensible par tout type d'acteurs et pourrait servir de support de communication. Il s'agit d'un indicateur composite qui prend en compte plusieurs dimensions de la diversité à la fois. Il répond bien à l'objectif de quantifier la biodiversité, sa répartition spatiale, ses variations dans le temps

Il est cependant assez difficile à mettre en œuvre pour le moment notamment en raison du coût des recherches qu'il nécessite. Il faut néanmoins préciser qu'une fois que les données de répartition disponibles seront collectées et que des analyses moléculaires seront effectuées sur un plus grand nombre de variétés, cet indicateur sera plus fiable et son application plus facile.

Il est également important d'alerter les pouvoirs publics sur la nécessité de collecter dorénavant des données de répartition plus précises pour effectuer ce type d'études.

#### VI.2.2 Comparaison avec d'autres indicateurs pouvant répondre au même objectif

##### - par rapport aux indicateurs à paramètres uniques

La plupart des indicateurs proposés pour le moment sont des indicateurs à paramètre unique, c'est-à-dire qui utilisent une seule mesure pour estimer la diversité. Il s'agit le plus souvent de la

richesse à savoir le **nombre de variétés** cultivées, multipliées ou proposées au Catalogue, le nombre d'entrées dans les collections, etc. Ils sont beaucoup plus faciles à mettre en œuvre que l'indicateur que nous avons élaboré. Cependant, ils ne prennent pas en compte les distances génétiques entre les variétés ni la variabilité au sein de chaque variété, ni leur importance dans les surfaces.

Comme l'a montré notre étude, même si le nombre de variétés disponibles au Catalogue a augmenté au cours du XXe siècle, la diversité réellement cultivée au champ n'a quant à elle pas connu le même essor. Ce résultat est contradictoire avec les résultats obtenus par le GEVES (10 indicateurs présentés en partie II) qui conclut à une augmentation de la diversité commercialisable, conservée et cultivée pour les grandes cultures. Des indicateurs plus complets semblent donc nécessaires pour diagnostiquer de façon fiable l'état de la diversité cultivée. De plus, beaucoup d'études qui s'intéressent à la diversité des plantes cultivées, déconnectent ces dernières de l'espace dans lequel elles évoluent naturellement. Le terme « cultivées » renvoie seulement à la notion d'espèce agricole par opposition à plante sauvage. C'est pourquoi une majorité d'études observent la diversité proposée au Catalogue ou disponible dans des collections. Nous avons souhaité, pour notre part, replacer la plante dans son milieu de culture, là même où s'effectuent les flux de gènes. Par ailleurs, la diversité cultivée joue un rôle sur l'ensemble de l'écosystème (plantes messicoles, microorganismes du sol...). Notre indicateur est donc davantage le reflet de la réalité in-situ (dans les champs) que d'une vision réglementaire comme le sont les indicateurs du GEVES.

L'indicateur que nous avons conçu prend également en compte l'importance de chaque variété dans le paysage, ce qui conduit à souligner la perte de diversité liée à la domination d'un faible nombre de variétés dans les cultures. En ce sens, il est plus efficace pour alerter les pouvoirs publics en cas d'érosion génétique que les indicateurs qui n'intègrent pas cette dimension.

#### **- par rapport à l'indice de Shannon-Weaver**

Nous pouvons d'autre part, comparer l'indicateur créé dans cette étude à un indice composite qui prend en compte l'abondance des variétés. L'indice le plus utilisé pour intégrer la dimension spatiale à la diversité des espèces est l'indice de Shannon-Weaver. Il prend en compte deux éléments : **le nombre de variétés et leur importance dans les cultures**. Il est beaucoup plus simple à mettre en œuvre que l'indicateur que nous avons conçu puisque son calcul nécessite seulement des données de répartition variétale. Nous l'avons donc testé sur quelques uns de nos départements témoins (Eure-et-Loir, Lot et Morbihan) afin de déterminer si cet indice permet de capter l'essentiel des variations de la diversité en s'affranchissant des données génétiques. Les résultats sont présentés en annexe (annexe n°12).

Nous constatons que pour le **Lot**, cet indice détecte des variations assez proches de celles que nous avons observées. Néanmoins, d'après l'indice de Shannon, la diversité est plus élevée en 1950 qu'en 1913 alors que nous observons le contraire. Ceci tient au fait que nous ayons intégré un coefficient de diversité intra-variétale pour les variétés de pays majoritaires en 1913 et qui sont en

régression l'année 1950.

De plus, les valeurs de la diversité estimée par cet indice se rapprochent de celles observées en Eure-et-Loir en 1950 et à la fin du siècle alors que nous avons obtenu des valeurs bien plus élevées dans notre étude. L'indice de Shannon prend des valeurs assez similaires pour les 3 départements alors que l'indicateur que nous avons mis en place détectait de plus amples différences. D'autre part, les résultats obtenus sur le département d'**Eure-et-Loir** montrent une augmentation de la diversité plus marquée entre 1937 et 1950, et également plus accentuée l'année 1995. Ceci s'explique par le fait que l'indice de Shannon ne détecte que la domination d'un faible nombre de variétés et non pas la diversité inter et intra-variétale.

Il faut également signaler que l'indice de Shannon est très sensible au type d'enquête effectué puisqu'il dépend du nombre de variétés cultivées. Or, nous avons insisté précédemment sur la variation du degré de précision des enquêtes réalisées. L'augmentation de diversité observée à partir de 1995 en Eure-et-Loir peut s'expliquer par le fait que l'enquête ait été réalisée sur 8 et non plus 6 variétés comme les années précédentes. De même la répartition de 1950 était beaucoup plus précise que celle de 1937. L'indicateur que nous avons conçu est moins sensible au nombre de variétés enquêtées car il prend en compte d'autres paramètres. Il semble donc plus approprié à des études rétrospectives pour lesquelles les données de répartition sont souvent incomplètes.

Les études qui utilisent l'indice de Shannon dans l'estimation de la diversité cultivée (OCDE, Srinivasan *et al.*) s'appuient généralement sur les données de surfaces en multiplication pour chaque variété ou sur la part des ventes car ces données sont plus complètes et plus facilement accessibles. Néanmoins, il faut souligner qu'il s'agit d'une approximation car les ventes ou les surfaces en multiplication coïncident rarement avec les surfaces réellement cultivées. De plus, elles ne prennent pas en compte les semences de ferme.

Les principales limites de l'indicateur que nous avons créé par rapport aux indicateurs potentiels cités, sont la lourdeur de sa mise en œuvre et son coût élevé. Néanmoins, comme nous l'avons souligné au début de ce mémoire, la diversité des espèces cultivée est primordiale, on ne peut donc pas se contenter d'outils qui ne l'approchent que très grossièrement. En effet, les indicateurs de biodiversité doivent être utilisés comme outils de suivi qui alertent les pouvoirs publics en cas d'une mise en danger de la diversité. Une mauvaise estimation de ce danger pourrait avoir des conséquences dramatiques. L'estimation que nous proposons est certes plus difficile d'utilisation mais elle permet d'obtenir des résultats a priori plus fiables.

### **VI.3 Perspectives d'approfondissement**

#### *VI.3.1 Dans le cadre de l'étude sur l'évolution de la diversité du blé au cours du siècle dernier*

Tout d'abord, signalons que le travail entamé au cours de ce stage va se poursuivre, en

s'intégrant dans un projet plus vaste portant sur la « contribution de la gestion dynamique à la ferme au maintien de la biodiversité : de la parcelle au paysage (exemple du blé) ». L'approfondissement de cette première étude menée sur un indicateur y est envisagé pour proposer des modalités de gestion appropriées. Il est notamment question d'évaluer un autre niveau de diversité : la diversité intra-appellation. En effet, il semblerait qu'une même appellation recouvre parfois d'importantes variations. Une étude est actuellement menée sur plusieurs échantillons de la variété *Rouge de Bordeaux*. D'après les premiers résultats, ces échantillons présenteraient des variations phénotypiques notables. Une approche plus écosystémique est également prévue avec la prise en compte de la biodiversité sauvage associée aux cultures.

Afin d'approfondir l'étude que nous avons réalisée, nous pourrions **multiplier les tests de l'indicateur sur d'autres départements**. Ceci nous permettrait de déterminer différents niveaux de référence de diversité permettant de caractériser les départements : zone de richesse de la diversité cultivée, zone à surveiller, zone critique (diversité menacée). L'indicateur serait non seulement un outil de diagnostic mais aussi un outil d'aide à la décision et présenterait davantage d'intérêt pour les pouvoirs publics. Nous pouvons également envisager d'effectuer une typologie des départements en fonction de l'évolution de la diversité cultivée, de la vitesse de modernisation de l'agriculture, du degré de spécialisation etc. qui permettrait d'adapter les politiques de gestion de la diversité à des zones données.

Il serait également pertinent de **comparer les résultats de l'indicateur appliqué à l'échelle des départements à ceux obtenus à une échelle plus large** : régionale ou nationale. Cette comparaison nous permettrait de mesurer l'amplitude des variations que l'on peut trouver par rapport à une valeur moyenne.

Afin de mieux interpréter les variations de l'indicateur, il pourrait être utile de l'analyser en suivant l'évolution des indicateurs à paramètres unique qu'il intègre : distances génétiques entre les variétés, variabilité intra-variétale, abondance et richesse. Cette décomposition de l'instrument agrégé permettrait d'attribuer les principales variations des facteurs précis.

### *VI.3.2 Dans le cadre de son utilisation comme outil de suivi de la diversité cultivée*

Nous avons utilisé l'indicateur mis au point dans le cadre d'une étude rétrospective. Néanmoins, il est envisageable de l'utiliser à l'avenir comme outil de suivi de la biodiversité cultivée. Certes, l'intégration de la variabilité intra-variétale semble avoir moins de sens puisque la plupart des variétés cultivées aujourd'hui en France sont des lignées pures, cependant comme nous l'avons indiqué précédemment, de plus en plus de mouvements paysans et citoyens s'intéressent de nouveau aux variétés anciennes. De plus, leur culture est encouragée par la législation internationale

notamment par le Traité international sur les ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture ratifié par les parties en 2004.

#### - **échelle spatiale**

Pour suivre l'évolution de la diversité du blé au cours du XXe siècle, nous avons utilisé l'échelle administrative des départements pour les raisons évoquées plus haut. Cependant, à l'avenir, il sera peut-être possible de récolter des données de répartition variétale à d'autres échelles, plus cohérentes. Nous pouvons alors penser aux « pays » ou à des territoires présentant un contexte historique, économique ou sociologique commun ou encore fonctionnant avec le même système agraire. Ces unités spatiales seraient également adaptées aux études de type enquêtes ethnobotaniques que nous avons évoquées précédemment.

#### - **Changement d'échelle de diversité**

L'indicateur que nous avons créé estime la diversité au niveau intra-spécifique. Cette évaluation est nécessaire pour obtenir des résultats précis mais à terme une évaluation plus globale portant sur l'ensemble de la diversité cultivée serait pertinente. Passer au niveau inter-spécifique par exemple, pourrait mettre en évidence l'impact du passage de systèmes de polycultures élevage à des systèmes de monoculture et les risques liés à la spécialisation des régions. On ne doit donc pas se cantonner au niveau intra-spécifique car même si le nombre de variétés au sein d'une même espèce reste important, on peut assister à l'érosion d'autres espèces.

Cet indicateur pourrait donc s'insérer dans une méthode d'évaluation plus globale de la diversité. De nombreuses institutions cherchent à adopter ce type d'approche (CDB, OCDE, programme SEBI 2010 par exemple) en créant une série d'indicateurs par thème afin de prendre en compte l'ensemble des interdépendances entre les éléments. D'après la CDB (1996) : « Les scientifiques agricoles ont tendance à centrer leur attention sur la variation intra-spécifique qui est la marque de l'agriculture et le plus remarquable des exploits des cultivateurs traditionnels et des éleveurs et sélectionneurs modernes. C'est toutefois l'interdépendance de chaque variété et de chaque race par rapport à son milieu écologique et socioculturel qui détermine sa capacité de contribuer à la réalisation de l'objectif général d'une production alimentaire durable. La résistance à la sécheresse, la saveur, la résistance aux maladies et l'invasivité ne sont que quatre des centaines de caractéristiques qui peuvent déterminer le potentiel productif à long terme d'un organisme domestiqué donné ».

## CONCLUSION GENERALE

Cette étude a posé les bases d'une nouvelle méthodologie pour estimer la diversité des plantes cultivées. Dans l'étude rétrospective que nous avons effectuée, nous n'avons pas obtenu de résultats suffisants pour dresser un bilan de l'évolution de la diversité du blé au cours du siècle dernier en France mais nous avons proposé une série d'outils à développer. De plus, nous avons mis en évidence d'importantes variations de la diversité du blé dans l'espace et dans le temps, que nous avons pu interpréter au vu de données historiques. Pour améliorer cette étude, nous avons identifié plusieurs actions à mettre en œuvre : approfondir les recherches historiques, réaliser de nouvelles analyses moléculaires plus complètes et mettre en œuvre des études de type ethnobotanique ou enquêtes sociologiques, comme il a été fait dans certains départements.

Ce travail a également mis en exergue l'intérêt d'une approche pluridisciplinaire pour répondre à ce genre de problématique. En effet, l'évolution de la diversité des cultures est indissociable de l'évolution générale de l'agriculture, du cadre réglementaire lié à la création variétale, des facteurs sociologiques, géographiques... Génétique et histoire fournissent donc des informations complémentaires pour étudier l'évolution de la diversité des espèces cultivées.

L'indicateur mis en place nécessite d'être complété afin d'être plus fiable et plus facile à mettre en œuvre, cependant il constitue déjà un outil original, qui va plus loin que les méthodes actuelles utilisées pour estimer la diversité des cultures. Pour le moment, il s'agit d'un outil de diagnostic qui a essentiellement une portée scientifique, néanmoins, si la précision des enquêtes variétales était améliorée à l'avenir, il pourrait aussi être employé comme outil de suivi de la diversité. Il constituerait ainsi également un outil d'aide à la décision notamment pour choisir un mode de gestion de la diversité approprié.

## Bibliographie

### I- Recherches historiques et archivistiques

#### Ouvrages divers

- Arpin H., 1913. *Farines, féculés et amidons*. Paris : Béranger, 190p.
- Bain E., 2007. *Le blé meunier d'Apt. Eléments d'histoire et d'ethnologie du blé tendre dans le pourtour du Luberon*. Rapport d'étude au Musée départemental ethnologique de Haute-Provence, Mane, 94p.
- Baumont M., 1967. Le blé. *Presse universitaire de France* N° 103, 126p.
- Berthault F. et P., 1912. *Le blé*. Paris : La Maison Rustique, 164p.
- Bidard, 1865, *Histoire botanique et agricole du blé et quelques observations sur la structure des organes de la fleur de l'avoine et de l'orge*. Rouen : impr. de H. Boissel, 12 p.
- Bodin J., 1863. *Leçons d'agriculture appliquées au département d'Ille et Vilaine*. Rennes : Verdier, 360p.
- Boitel A. et B., 1910. *Monographie de la Ferme de Fontenay en Parisis*. Seine et Oise, Paris : La Maison rustique, 13p.
- Bottin S. (ancien Préfet d'Empire), 1817. *Mémoire sur le blé de mai, lu à la Société royale et centrale d'agriculture, dans sa séance extraordinaire du 26 mars 1817*. Paris : impr. de Mme Huzard, 22 p.
- Boulet M., 1988. Il y a 150 ans : Auguste Petit-Lafitte, premier professeur départemental d'agriculture. *Bulletin technique d'information* (Ministère de l'Agriculture) n°430, Mai 1988, p311-315
- Brétignière L., 1912. *Essai sur la répartition des variétés de blés cultivés en France*. Paris : Philippe Renouard, 10 p.
- Brétignière L., 1923. *Les blés actuellement cultivés en France*. 10 p.
- Brétignière L., 1925. *La Production du Blé; Comment augmenter les rendements*, Editions Delagrave. 30p.
- Cadet-De-Vaux A.-A., 1821. *Traité divers d'économie rurale alimentaire et domestique, savoir : Du Blé prématuré et de ses avantages, sous les rapports de quantité, de qualité du grain et d'amélioration du pain*. Paris : L. Colas, 127 p.
- Carles R., Chitrit J.J., 1990. Les disparités interrégionales de la production céréalière française. *Economie et sociologie rurales*. Notes et Documents n°31. Grignon : INRA
- Carrière-Brimont, De., 1866. *Études agricoles. Le blé dans le sud-ouest de la France : I. 1°sa culture ; 2°son avenir dans cette région. II. Enquête agricole. Conclusions*. (Signé : De Carrière-Brimont). Muret : impr. de R. Marqués, 35 p.
- Comices d'Eure-et-Loir. 1874. *Bulletin agricole du département : janvier 1874*. Chartres : Durand Frères
- Dauphin J., 1941. *Quelques aspects de l'économie dirigée en agriculture dans l'Eure-et-Loir*, Paris: Jouve et Cie, 113 p.
- DDA de l'Eure-et-Loir, 1979. *La production céréalière en Eure-et-Loir*, Chartres : DDA de l'Eure-et-Loir , 126 p.
- DDA de l'Eure-et-Loir, 1982. *Les grandes cultures d'Eure et Loir en 1981*, Collection Statistiques agricoles ; n°3 Chartres : DDA de l'Eure-et-Loir , 174 p.
- Denaiffe H., Denaiffe M., Colle-Denaiffe J., Sirodot E. 1928. *Les Blés cultivés*. 3° édition. Carignan : Graineterie Denaiffe et fils, [s.d.], 319 p.
- Denis abbé F. A. 1880. *Lectures sur l'histoire de l'agriculture dans le département de Seine et Marne depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, faites à la société d'Agriculture, sciences et arts de Meaux*. Meaux : Cochet, 376 p.
- Direction des services agricoles d'Eure-et-Loir , 1950. *Aperçu de l'agriculture d'Eure-et-Loir en 1950 et techniques modernes*. Chartres : Direction des services agricoles d'Eure-et-Loir, 306p.
- Dusseau A., 1931. *Contribution à l'étude écologique du blé. Les blés d'Auvergne. Essai sur la culture du blé et particulièrement des poulards d'Auvergne dans le Puy-de-Dôme*, Valence, Imprimeries réunies, 324 p.
- Garola C. V., Lavallée P., 1925. *Culture spéciale du blé et des autres céréales*, 5e édition entièrement refondue. OrléansParis : impr. H. Tessier : libr. J. B. Baillièrre et fils, 19, rue Hautefeuille, 439 p.
- Garola C.V., 1889. *Contribution à l'étude du blé*. Nancy : impr. de Berger-Levrault, 28 p. Extrait des *Annales de la science agronomique française et étrangère*. T. Ier.
- Guérin. 1838. *Avis à MM. les cultivateurs, sur la culture du blé-monstre*. Paris : impr. de Vve Dondey-Dupré, 2 p.
- Heuzé G., 1886. *La Culture du blé dans la région du Nord-Ouest, extrait Société nationale d'agriculture de France*. Séance du 11 août 1886
- Hunault de la Peltrie C-A., 1856. *Observations théoriques et pratiques sur des semences de céréales cultivées dans le département de Maine-et-Loire par M. le Dr Hunault, de la Peltrie*, Angers : J. Lecerf
- ITCF, 1993. *Blé tendre. Marchés, débouchés, techniques culturales, récolte et conservation*.
- Joigneaux P., 1867. *Traité des graines de la grande et de la petite culture*. Paris : V. Masson et fils, 296 p.
- Lafon R., 1913. *La culture du Blé dans l'Arrondissement de Barbezieux, avec une étude des Sols de l'Arrondissement*, Barbezieux, Imp. E. Venthenat, 222 p.
- Laligant S., « "L'orge et l'avoine sont des légumes, le froment n'est pas un blé", Damgan, Bretagne sud », *Ruralia*, 2002-10/11 (<http://ruralia.revues.org/document295.html>). Consulté le 26 février 2007.
- Larbalétrier, A. 1888. *Le Blé, origine, caractères végétatifs, espèces et variétés, préparation du sol, bonne culture, engrais*. Paris : Le Bailly, 36 p.
- Leclerc-Thouin O., 1843. *L'Agriculture de l'ouest de la France, étudiée plus spécialement dans le département de Maine-et-Loire*. Paris, Bouchard-Huzard, 484 p.
- Lecouteux E., 1884. *Le blé - Sa culture intensive et extensive : Commerce ; prix de revient ; tarifs et législation des*

- céréales*. Paris : Librairie agricole de la maison rustique, 409 p.
- Leroy J., Gory G., 1931. *Rapport sur les champs de démonstration, Eure-et-Loir, année 1929-1930*. Mesnil-sur-l'Estrée, 74p.
- Mathon C-C., 1984. Retrouver les anciennes variétés de plantes cultivées en Poitou-Charentes-Vendée : les blés. Poitiers : Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers, N° de : *Ecologie et biogéographie, agroécologie, agrogéographie, agrohistoire* (série poitevine), sept., 1 p.
- Mathon C-C., 1985. A la Recherche du patrimoine : sur quelques blés traditionnels du sud-est de la France. Lyon : Extr. de : *Bulletin mensuel de la société Linnéenne de Lyon*, n°1, janvier 1985, pp. 7-34
- Moule C., 1971. Phytotechnie spéciale : bases scientifiques et techniques de la production des principales espèces de grande culture en France. *Céréales*. Tome II. Paris: La Maison Rustique, 318p
- Papillon-Bardin, 1878. *Rapport présenté au nom de la commission chargée d'étudier les diverses variétés de blés de semences employées dans l'arrondissement de Meaux*. Meaux : impr. de C. Cochet
- Poncellet, Polycarpe (l'abbé Poncellet).1779. *Histoire naturelle du froment*. Paris : impr. de G. Desprez
- Prats, J., Clément-Grandcourt M., 1966. *Les céréales*. Collection d'enseignement agricole publiée sous la direction de Georges Desclaude. Paris : Baillière , 356p.
- Rabaté E., 1909. Le Blé, la Farine, le Pain. *Encyclopédie des connaissances agricoles*. Paris : Hachette, 123 p.
- Rebiffe, J. 1950. *La place de l'Eure-et-Loir dans la production française de blé*, Chartres : Imp. Lainé et Tautet , 17p.
- Schribaux, E. 1928. « Les meilleures variétés de blé à cultiver ou à essayer », *La Grande Revue Agricole*, nov. 1928, 1465-1468.
- Serand E., 1891. *Etude agronomique statistique et commerciale sur les céréales - Le blé*, Paris : Rozier, 63 p.
- Vilmorin (Jacques Lévêque de), 1923. Semaine nationale du blé. Rapport de M. Jacques de Vilmorin sur l'obtention de nouvelles variétés de blé, Paris : impr. de Dubois et Bauer, 7p.
- Vilmorin, Henry de (Charles-Philippe-Henry Lévêque de), 1889. *Catalogue méthodique et synonymique des froments qui composent la collection de Henry L. de Vilmorin*. Paris : Vilmorin-Andrieux et Cie, 76 p.
- Vilmorin, Henry de., 1892 *Les Blés à cultiver, conférence faite au congrès de l'Association nationale de la meunerie française, le 7 septembre 1887, à Paris* (2e édition), suivie de l'Hiver de 1890-1891 et les blés, par Henry L. de Vilmorin. Paris : Vilmorin-Andrieux et Cie
- Vilmorin, Louis de (Pierre-Louis-François Lévêque de),1850. *Essai d'un catalogue méthodique et synonymique des froments qui composent la collection de L. Vilmorin*. Paris : Librairie agricole
- Vilmorin-Andrieux et Cie, *Les meilleurs blés - Description et culture des principales variétés de froments d'hiver et de printemps*, Paris : Vilmorin-Andrieux, 1880-1908.- 2 vol., vii, 175, ii, 58 p.

### Enquêtes agricoles départementales du début du XXe siècle

- Chavard A., 1937. Monographie agricole du département du **Cher**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Bourges : Imp. Du, du Semeur, 223p.
- Hediard L., Warcollier G., 1938. Monographie agricole du département du **Calvados**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Caen : Caron & cie, 365p.
- Jaguenaud G., 1929. La culture intensive du blé dans le **Tarn** et les régions voisines. *Annexe à l'enquête de 1929*. Albi : Imprimerie Pezous, 211 p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1935. Monographie agricole du département du **Vaucluse**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Avignon : Imp. Auzac, 174p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1936. Monographie agricole du département de **Hérault**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Concours de la prime d'honneur. Montpellier : Déhan, 124p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de **Eure et Loir**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Chartres : Durand, 284 p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de **Gironde**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Bordeaux : Imp. Delmas, 564p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de **Isère**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Grenoble : Imp. Générale, 353p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de la **Côte d'Or**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Dijon : Imp. Bernigaud, 298p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de la **Creuse**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Guéret : Imp. Leconte Leconte, 203p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de La **Haute Vienne**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Limoges : Imp. Dupuy-Moulinier, 494p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de la **Seine et Marne**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Melun : Imp. de la république de Seine et Marne, 363p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département de la **Vienne**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929*. Poitiers : Imp. de l'Union, 299p.
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département des **Alpes Maritimes**. *Annexe à l'enquête de 1929*. Nice : Sociétés générales d'Imprimerie
- Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département des **Ardennes**.

*Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* Charleville : Association ouvrière de l'Imp., 189p.  
 Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département du **Bas Rhin**.  
*Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* Charleville : Association ouvrière de l'Imp., 217p.  
 Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département du **Doubs**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* Besançon : Imp. Jacques et Demontrond, 403p.  
 Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département du **Lot**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* Cahors : Imp. Coneslant, 305p.  
 Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département du **Morbihan**.  
*Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* Vannes : Imp. Chaumeron, 359p  
 Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département du **Pas de Calais**.  
*Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* Arras : L'avenir, 259p.  
 Ministère de l'Agriculture/Direction de l'Agriculture, 1937. Monographie agricole du département du **Var**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* Montpellier : Causse, 438p.  
 Office agricole régional du Sud Ouest, 1929. *L'agriculture du Tarn et Garonne*. Bordeaux : Pech,  
 Office agricole régional du Sud Ouest, 1932. *L'Agriculture de Dordogne*. Bordeaux : Pech  
 Office agricole régional du Sud-Ouest, 1925. *L'agriculture de la Haute-Garonne*. Bordeaux : Pech, 189 p.  
 Office agricole régional du Sud-Ouest, 1926. *L'agriculture du Lot-et-Garonne*, Bordeaux : Pech, 204 p.  
 Office agricole régionale du Sud-Ouest, 1924. *L'agriculture de la Charente*, Bordeaux : Pech, 126p  
 Pic G., 1929. *L'agriculture en Ille-et-Vilaine*, Rennes : Imp. Réunies , 1929, 150 p.  
 Sarazin T., Martin R., 1937. Monographie agricole de la **Vendée**. *Statistique agricole de la France, annexe à l'enquête de 1929.* La Roche-sur-Yon : Imp. Yonnaise, 234p.

### Monographies agricoles départementales de 1950 (Enquêtes ONIC), source : archives ONIC

(52 monographies consultées)

(01) Ain	(46) Lot
(02) Aisne	(47) Lot-et-Garonne
(03) Allier	(48) Lozère
(04) Alpes-de-Haute-Provence (Basses Alpes)	(49) Maine-et-Loire
(06) Alpes-Maritimes	(51) Marne
(07) Ardèche	(53) Mayenne
(08) Ardennes	(54) Meurthe-et-Moselle
(09) Ariège	(56) Morbihan
(10) Aube	(62) Pas-de-Calais
(12) Aveyron	(63) Puy-de-Dôme
(13) Bouches-du-Rhône	(65) Hautes-Pyrénées
(14) Calvados	(66) Pyrénées-Orientales
(15) Cantal	(69) Rhône
(16) Charente	(70) Haute-Saône
(17) Charente-Maritime	(71) Saône-et-Loire
(18) Cher	(73) Savoie
(19) Corrèze	(77) Seine-et-Marne
(21) Côte-d'Or	(78) Yvelines (Seine et Oise)
(24) Dordogne	(91) Essonne (Seine et Oise)
(25) Doubs	(81) Tarn
(26) Drôme	(83) Var
(27) Eure	(84) Vaucluse
(28) Eure-et-Loir	(85) Vendée
(34) Hérault	(86) Vienne
(39) Jura	
(41) Loir-et-Cher	
(42) Loire	
(45) Loiret	

### Enquêtes nationales annuelles de répartition variétale (blé tendre) :

- enquêtes SCEES : brochures consultées aux archives SCEES  
 Ministère de l'Agriculture. Enquête sur les productions de blé et d'orge. Statistique Agricole. Supplément « série études » (1964-1981)
- enquêtes ONIC : brochures mises à disposition par l'ONIGC  
 ONIC. Enquête « répartition variétale ». Récoltes 1985-1991-1995-2000-2001

## II- Biodiversité, histoire de la sélection, indicateurs

- Bonneuil C. Demeulenaere E. 2007. Vers une génétique de pair à pair ? L'émergence de la sélection participative. *Des sciences citoyennes ?* Paris, Ed de l'Aube
- Bonneuil C., Demeulenaere E., Thomas F., Joly P-B., Allaire G., Goldringer I., 2006. Innover autrement ? La recherche face à l'avènement d'un nouveau régime de production et de régulation des savoirs en génétique végétale dans *Quelles variétés et semences pour des agricultures paysannes durables ?* Dossier de l'environnement de l'INRA n°30, Paris, 29-51.
- Bonneuil C., Thomas F., 2007. *Du maïs hybride aux OGM. Une histoire de la génétique végétale à l'INRA* 694p
- Cadot V., Leclerc V., Canadas M., Belouard E., Foucher C., Richard E., 2006. Estimation de la diversité des variétés inscrites au Catalogue français des espèces agricoles cultivées. Réflexions préalables à la mise en place d'indicateurs de la diversité génétique disponible. GEVES Brion
- CDB, 1992. Texte original de la Convention sur la Diversité Biologique, <http://www.biodiv.org/doc/legal/cbd-unfr.pdf>, 33p.
- CDB, 1996. *La diversité biologique agricole*. Note préparée par le secrétariat. Distr. Générale UNEP/CBD/SBSTTA/2/10 le 12 août 1996
- CDB, 2004. Provisional global indicators for assessing progress towards the 2010 biodiversity target. Note by the Executive Secretary. 7<sup>ème</sup> conférence des parties, Kuala Lumpur, 9-20 et 27 février 2004
- CDB, 2006. *Global Biodiversity Outlook 2*. Publication en libre accès sur: [www.biodiv.org/GB02](http://www.biodiv.org/GB02).
- CIP-UPWARD.2003. *Conservation et Utilisation Durable de la Biodiversité Agricole*. Guide de référence. International Potato Center – User's Perspective with Agricultural Research and Development, Los Banos, Laguna, Philippines. 3 volumes
- Doré C., Varoquaux F., 2006. *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées*. INRA, 812 p.
- Eaton D., Windig J., Hiemstra S.J., Van Veller M., Trach N.X., Hao P.X., Doan B.H., Hu R., 2006. Indicators for Livestock and Crop Biodiversity. Rapport 2005/06 CGN (Centre for Genetic Resources, Netherlands), CGN/DLO Foundation, Wageningen
- FAO, 1996. *Rapport sur l'état des ressources phylogénétiques dans le monde*. Préparé pour la Conférence technique internationale sur les ressources phylogénétiques Leipzig, Allemagne, 17-23 juin 1996
- FAO, 1997. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome (<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPS/Pgrfa/pdf/swrfull.pdf>)
- GEVES. 1993. *Bulletin des variétés*. Céréales à paille. Imprimé par Palaniandy, Paris
- Girardin P., 2006. Le développement durable : l'évaluer, es-ce le définir ? Exposé du 28/11/2006 pour l'ENSAR, Villarceaux
- Levrel H. 2006. Biodiversité et développement durable : quels indicateurs ? Thèse présentée à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales
- OCDE, (mars 2001) Indicateurs environnementaux pour l'agriculture Volume 3: Méthodes et résultats, Paris, France.
- OCDE, 2001. Réunion d'experts de l'OCDE sur les indicateurs de biodiversité agricole. Résumé et recommandations. 5-8 novembre, 2001, Zurich, Suisse
- Porcher E., 2006. Comment mesurer la diversité du vivant ? Les indicateurs de biodiversité. Exposé du 28/10/2006 pour l'Ecole Normale Supérieure, Paris
- Vernooy R., 2003. *Les semences du monde*. L'amélioration participative des plantes. CRDI (<http://www.irdc.ca/openbooks/015-2#page> vii)

### Principaux sites internet consultés

- Commission européenne : SEBI 2010 (Streamlining European Biodiversity Indicators for the 2010 target). Documents de travail sur : <http://biodiversity-chm.eea.europa.eu/information/indicator/F1090245995>
- Réseau Semences Paysannes : [www.semencespaysannes.org](http://www.semencespaysannes.org)
- GNIS : [www.gnis.fr](http://www.gnis.fr)
- GEVES : [www.geves.fr](http://www.geves.fr)
- Kokopelli : [www.kokopelli.asso.fr](http://www.kokopelli.asso.fr)
- BRG : [www.brg.fr](http://www.brg.fr)

### Revues, bulletins

- L'Avenir agricole n°10 – semaine du 30 juin au 6 juillet 2006
- Semences le lettre n°20 – octobre 2005
- Bulletin des Ressources Phylogénétiques. 2001, n° 127. IPGRI. ISSN 1020-3362

### III- Diversité génétique

- Barcaccia G., Molinari L., Porfiri O., Veronesi F., 2002. Molecular characterization of emmer Italian landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution* (2002) 49:415-426
- Branlard G., Chevalet C., 1984. Sur la diversité des blés tenders cultivés en France. *Agronomie* 4(10):933-938
- Christiansen M.J., Andersen S.B., Ortiz R. 2002. Diversity changes in an intensively bred wheat germplasm during the 20th century. *Molecular Breeding* (2002) 9:1-11
- Donini P., Law J.R., Koebner R.M.D., Reeves J.C., Cooke R.J. 2000. Temporal trends in the diversity of UK wheat. *Theoretical and Applied Genetics* (2000) 100: 912-917
- Doussinault G., Pavoine M.T., Jaudeau B., Jahier J. 2001. Evolution de la variabilité génétique chez le blé. *Dossiers de l'environnement de l'INRA*, n°21, pp. 91-103 2001.
- Dreisigacker S., Zhang P., Warburton M.L., Skovmand B., Hoisington D., Melchinger A.E., 2005. Genetic diversity among CIMMYT wheat landraces accessions investigated with SSRs and implications for plant genetic resources management. *Crop Science* (2005) 45:653-661
- Gale M.D. Chao S., Shap P.J. 1990. RFLP mapping in wheat-progress and problems. In: Proc 19th Stadler Genet Symp., Plenum Press, New York, pp. 353-363
- Gallais A. 1990. *Théorie de la sélection en amélioration des plantes*. Editions Masson, Paris
- Hammer K., Laghetti G., 2005. Genetic erosion – examples from Italy. *Genetic Resources and Crop Evolution* (2005) 52: 629-634. Kluwer Academic Publishers, Pays Bas
- Harlan J.R., 1975. Our vanishing genetic resources. *Science* (Washington, D.C.) 188:618-621
- Henry J-P., Gouyon P-H., 1999. *Précis de génétique des populations*. Durod, Paris
- Huang X-Q., Wolf M., Ganai M., Orford S., Koebner M.D., Roder M., 2007. Did modern plant breeding lead to genetic erosion in European winter wheat varieties? *Crop Science* (2007) 47: 343-349
- Le Clerc V., Cadot V., Canadas M., Lallemand J., Guerin D., Boulineau F., 2006. Indicators to assess temporal genetic diversity in the French Catalogue : no losses for maize and peas. *Theoretical and Applied Genetics* (2006) 113: 1197-1209
- McKey D., Emperaire L., Elias M., Pinton F., Robert T., Desmoulière S., Rival L., 2001. Gestions locales et dynamiques régionales de la diversité variétale du manioc en Amazonie. *Génétique, Sélection, Evolution*, 33. S465. INRA, EDP Sciences
- Meul M., Nevens F., Reheul D., 2005. Genetic diversity of agricultural crops in Flanders over the last five decades. *Agronomy for Sustainable Development* (2005) 25: 491-495
- Nei M., 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York.
- Olden J.D., Rooney T.P., 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography* (2006) 15: 113-120. Blackwell Publishing Ltd
- Ortiz R., Lund B., Andersen S-B., 2003. Breeding gains and changes in morphotype of Nordic spring wheat (1901-1993) under contrasting environments. *Genetic Resources and Crop Evolution* (2003) 50: 455-459. Kluwer Academic Publishers, Pays Bas
- Parzies H.K., Spoor W., Ennos R.A., 2000. Genetic diversity of barley landrace accessions conserved for different lengths of time in ex-situ gene banks. *Heredity* 84 (2000): 476-486
- Reif J.C., Zhang P., Dreisigacker S., 2005. Wheat genetic diversity trends during domestication and breeding. *Theoretical and Applied Genetics* (2005) 110: 859-864
- Roussel V., 2005. Analyse de la diversité et de la structuration génétique d'une collection de blés tendres à l'aide de marqueurs agro-morphologiques, biochimiques et moléculaires. Thèse présentée à l'ENSAR
- Roussel V., Koenig J., Beckert M., Balfourier F., 2004. Molecular diversity in French bread wheat accessions related to temporal trends and breeding programmes. *Theoretical and Applied Genetics* (2004) 108: 920-930
- Roussel V., Leisova L., Exbrayat F., Stehno Z., Balfourier F., 2005. SSR allelic diversity changes in 480 European bread wheat varieties released from 1840 to 2000. *Theoretical and Applied Genetics* (111), 162-170
- Routray P., Basha O., Garg M., Singh N.K., 2006. Genetic diversity of landraces of wheat from hilly areas of Uttaranchal, India. *Genetic Resources and Crop Evolution* (2006)
- Simon M., 1999. La diversité génétique des variétés de blé tendre cultivées en France au cours du vingtième siècle. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*. ISSN 0989-6988
- Smale M., Reynolds M.P., Warburton M., Skovmand B., Trethowan R., Singh R.P., Ortiz-Monasterio I., 2002. Dimensions of diversity in modern spring bread wheat in developing countries from 1965. *Crop Science* (2002) 42: 1766-1779
- Srinivasan C.S., Thirtle C., Palladino P., 2003. Winter wheat in England and Wales, 1923-1995: what do indices of genetic diversity reveal? *Plant Genetic Resources* 1: 43-57. NIAB
- Zeven A.C., 1998. Landraces : A review of definitions and classifications. *Euphytica* n°104. Kluwer Academic Publishers, Pays Bas
- Zhang P., Dreisigacker S., Buerkert A., Alkhanjari S., Melchinger A.E., Warburton M.L., 2006. Genetic diversity and relationships of wheat landraces from Oman investigated with SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* (2006) 53: 1351-1360

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 Principales caractéristiques de l'indicateur à concevoir.....	5
Tableau 2 Mise en place de structures d'organisation et de contrôle de la production agricole au début du XXe siècle.....	6
Tableau 3 Arguments de chaque protagoniste sur différents points de désaccord concernant la biodiversité cultivée.....	13
Tableau 4 Conception de la variété des principaux acteurs.....	15
Tableau 5 Liste des 10 indicateurs proposés par le GEVES pour mesurer la diversité des espèces cultivées en France.....	23
Tableau 6 Sources de données de répartition variétale consultées au cours du stage.....	27
Tableau 7 Tableau récapitulatif des données utilisées.....	28
Tableau 8 Objectifs et critères d'efficacité des indicateurs de biodiversité.....	29
Tableau 9 Profil des trois départements témoins.....	45
Tableau 10 Limites de l'étude liées aux données et solutions pour les dépasser.....	52
Tableau 11 Evaluation de l'indicateur de diversité génétique des plantes cultivées.....	54

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 Les principales causes d'érosion génétique citées par les pays membres de la FAO.....	1
Figure 2 La filière variétés, semences, plants.....	7
Figure 3 Relation entre les différents protagonistes et jeu d'acteurs.....	15
Figure 4 Carte des grandes zones agroclimatiques françaises.....	37
Figure 5 Carte de la répartition des productions.....	38
Figure 6 Carte du taux d'utilisation des semences certifiées en France (1981).....	38
Figure 7 Evolution de la diversité génétique du blé dans le Lot (1913-1950).....	46
Figure 8 Evolution de la diversité génétique du blé dans l'Eure-et-Loir (1937-1995).....	47
Figure 9 Evolution de la diversité génétique du blé dans le Lot-et-Garonne (1950-2001).....	47
Figure 10 Evolution de la diversité génétique du blé en France.....	48

## Liste des sigles utilisés

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée  
BNF : Bibliothèque Nationale de France  
BRG : Bureau des Ressources Génétiques  
CDB : Convention sur la Diversité Biologique  
CIMMYT : Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé  
COV : Certificat d'Obtention Végétale  
CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection  
CVO : Contribution Volontaire Obligatoire  
DHS : Distinction, Homogénéité, Stabilité  
DSA : Direction des Services Agricoles  
FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture  
FNAMS : Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences  
FNPSF : Fédération Nationale des Producteurs de Semences et Plants  
GEVES : Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés et des Semences  
GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences  
IGP : Inscription Géographique Protégée  
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
IPGRI : International Plant Genetic Resources Institute  
ITCF : Institut Technique des Céréales et des Fourrages (actuellement Arvalis)  
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques  
ONIB : Office National Interprofessionnel du Blé qui devient ensuite l'ONIC (Office National Interprofessionnel des Céréales) actuellement l'ONIGC (Office National Interprofessionnel des Grandes Cultures)  
RSP : Réseau Semences Paysannes  
SCEES : Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques  
SEBI 2010 : Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators, Programme européen visant à établir une série d'indicateurs de suivi de l'état de la biodiversité dans le cadre des objectifs fixés par la CBD.  
UPOV : Union pour la Protection des Obtentions Végétales  
VAT : Valeur Agronomique et Technologique

## Glossaire

**Allèle** : L'une des différentes formes d'un gène occupant un site défini ou locus sur un chromosome

**Autogamie** : Régime de reproduction dans lequel les individus se reproduisent en autofécondation

**Conservation ex situ**: Conservation des ressources génétiques en dehors de leur milieu naturel.

**Conservation in situ**: Littéralement, conservation «sur place». La conservation de plantes ou d'animaux dans des régions où ils acquièrent leurs propriétés distinctives: dans la nature ou dans les champs des agriculteurs.

**Cultivar** : Anglicisme ; variété cultivée agricole ou horticole

**Diversité intra-variétale** : Variabilité existant au sein d'une même variété

**Différentiation variétale** : Distances génétiques existant entre un échantillon de variétés (= diversité inter-variétale)

**Génotype** : constitution génétique d'un individu ; composition allélique du ou des locus étudiés chez un individu (Johannsen, 1909)

**Érosion génétique**: Perte de diversité génétique au sein d'une population de même espèce, réduction du patrimoine génétique d'une espèce ou disparition avec le temps de la totalité d'une espèce.

**Hétérozygote** : individu possédant en un locus donné des gènes appartenant à des allèles différents

**Homozygote** : individu possédant en un locus des gènes du même allèle

**Hybride** : résultat contrôlé de deux unités (parents) qui peuvent être de nature variée (population, clone, lignée...)

**Indicateur à paramètre unique** : indicateur qui établit la grandeur à partir d'une unité de mesure unique

**Indicateur composite** : indicateur qui implique l'utilisation d'au moins deux unités de référence

**Locus** : Emplacement d'un gène sur un chromosome (Morgan et al, 1915)

**Marqueur moléculaire** : séquence d'ADN, servant d'« étiquette » à un endroit précis du génome et révélé par différentes techniques (microsatellites, RFLP...)

**Normes DHS** d'après Convention de l'UPOV (1991) :

*Distinction* (Article 7)

La variété est réputée distincte si elle se distingue nettement de toute autre variété dont l'existence, à la date de dépôt de la demande, est notoirement connue. En particulier, le dépôt, dans tout pays, d'une demande d'octroi d'un droit d'obtenteur pour une autre variété ou d'inscription d'une autre variété sur un registre officiel de variétés est réputé rendre cette autre variété notoirement connue à partir de la date de la demande, si celle-ci aboutit à l'octroi du droit d'obtenteur ou à l'inscription de cette autre variété sur le registre officiel de variétés, selon le cas.

*Homogénéité* (Article 8)

La variété est réputée homogène si elle est suffisamment uniforme dans ses caractères pertinents, sous réserve de la variation prévisible compte tenu des particularités de sa reproduction sexuée ou de sa multiplication végétative.

*Stabilité* (Article 9)

La variété est réputée stable si ses caractères pertinents restent inchangés à la suite de ses reproductions ou multiplications successives, ou, en cas de cycle particulier de reproductions ou de multiplications, à la fin de chaque cycle.

**Phénotype** : expression du génotype dans un milieu donné. Résultat de l'observation d'un caractère par un expérimentateur (Johansen, 1909)

**Population** : ensemble des individus qui constitue une même unité évolutive

**Ressources génétiques** : matériel génétique ayant une valeur effective ou potentielle (Convention sur la Diversité Biologique. Article 2. PNUD 1992)

**Sélection massale** : Méthode ancestrale des paysans qui consiste à choisir dans la récolte les plus beaux épis comme semences de l'année suivante (Bonneuil, 2007, p35)

**Sélection** : processus entraînant une reproduction supérieure ou inférieure chez certains individus du fait de leur phénotype. La sélection peut être naturelle ou exercée par l'homme pour l'amélioration des espèces animales ou végétales. (Darwin, 1858)

**Semences de ferme** : semences produites à la ferme, issues de la récolte précédente

**Varitété** : pour le moment, il ne semble pas exister de consensus sur une même définition.

- Selon l'article 2 du Traité international sur les ressources phytogénétiques (2001) pour l'alimentation et l'agriculture :  
« désigne un ensemble végétal, d'un taxon botanique du rang le plus bas connu, défini par l'expression reproductible de ses caractères distinctifs et autres caractères génétiques. »
- Selon l'article premier de l'UPOV (1991) :  
"On entend par "variété" un ensemble végétal d'un taxon botanique du rang le plus bas connu qui, qu'il

réponde ou non pleinement aux conditions pour l'octroi d'un droit d'obtenteur, peut être :

- a) défini par l'expression des caractères résultant d'un certain génotype ou d'une certaine combinaison de génotypes,
- b) distingué de tout autre ensemble végétal par l'expression d'au moins un desdits caractères,
- c) considéré comme une entité..."

- En gestion dynamique :

« La variété est une notion essentiellement locale qui revêt des acceptations différentes selon les contextes culturels ou biologiques ». « Une variété est un ensemble d'individus dont les caractéristiques sont jugées par les agriculteurs suffisamment semblables entre elles, et dissemblables des autres individus, pour qu'ils soient regroupés en une même catégorie et désignés par un même nom. » (McKey *et al*, 2001)

**Variété population** : Les variétés population sont formées par la multiplication en masse, avec ou sans sélection, d'une population naturelle ou artificielle. De par l'intervention de la sélection naturelle, elles sont en principe bien adaptées à leur milieu de sélection et stables dans ce milieu. C'est le type de variété le moins élaboré, résultant d'un simple tri dans les populations. Hétérogènes, leur base génétique est large et elles disposent d'une large souplesse d'adaptation. (Gallais, 1990)

**Variété de pays (landraces)**: Les landraces de blés sont des populations dynamiques et diverses mais toujours reconnaissables grâce à une certaine intégrité. (Harlan, 1975)

En France Bustarret (1944) les définit ainsi : « populations plus ou moins hétérogènes, d'origine le plus souvent inconnue, adaptées tant bien que mal au milieu régional : précoces dans le Midi, résistantes au froid dans l'Est ».

**Verse** : Accident de végétation atteignant les céréales et les légumineuses, provoqué par la pluie, le vent ou une attaque de parasites et couchant les tiges au sol.

# ANNEXES

Annexe 1 : Initiatives sociétales en faveur de la biodiversité cultivée.....	1
Annexe 2 : Chronologie des principaux évènements qui ont affecté le secteur des semences et de l'innovation variétale.....	2
Annexe 3 : Schéma du processus de sélection généalogique.....	3
Annexe 4 : Principales caractéristiques méthodologiques des études sur la diversité du blé consultées.....	4
Annexe 5 : Tableau comparatif des différentes techniques de description de la diversité des espèces.....	5
Annexe 6 : Exemple de répartitions variétales départementales rencontrées au cours des recherches historiques et archivistiques.....	6
Annexe 7 : Choix d'un coefficient de différenciation des populations, GST, à partir de références bibliographiques.....	8
Annexe 8 : Liste des solutions élaborées pour traiter davantage de données avec l'indicateur de diversité génétique des espèces cultivées et impact sur l'estimation de la diversité.....	9
Annexe 9 : Fiche synthétique de l'évolution de la diversité du blé en Lot-et-Garonne au cours du siècle dernier.....	11
Annexe 10 : Fiche synthétique de l'évolution de la diversité du blé en Morbihan au cours du siècle dernier.....	16
Annexe 11 : Résultats bruts de l'indicateur sur les départements d'Eure-et-Loir, du Lot-et-Garonne et du Lot.....	22
Annexe 12 : Application de l'indice de Shannon Weaver sur quelques départements et comparaison avec l'indicateur de diversité génétique des cultures.....	23

## Annexe 1 : Initiatives sociétales en faveur de la biodiversité cultivée

Structure	Statut	Création	Variétés référencées ou conservées (ou autre activité clé)
Ferme des légumes oubliés (33)	Exploitation agricole et société	1977	600 espèces ou variétés de fruits et légumes cultivés. Musée
Les croqueurs de pommes	Loi 1901 Env. 6000 adhérents	1978	
Terre Vivante (38)	Loi 1901	1979	Revue <i>Les quatre saisons du jardinage</i> . Centre d'accueil avec jardin de légumes oubliés
Ferme de Ste-Marthe (37)	Société + Association loi 1901 : « intelligence verte » (1999)	1986	1000 espèces et variétés de fruits et légumes anciens cultivés sur 60ha
Les Mordus de la pomme (22)	Loi 1901 Env. 350 adhérents	1987	Maintien de 600 var. de pommiers, 52 de poiriers et 50 de cerisiers
La Garance Voyageuse	Loi 1901 Env. 800 adhérents	1988	Revue <i>La Garance Voyageuse</i>
Kokopelli	Loi 1901 Des milliers d'adhérents, clients ou parrains/marraines de variétés anciennes	1999	2000 espèces et variétés potagères  Kokopelli fait suite à l'association Terre de Semences (1994)
Fruits oubliés (30)	Loi 1901 Env. 800 adhérents		Référencement de 600 variétés. Revue <i>Fruits Oubliés</i>
Conservatoire de la tomate (34)	Exploitation agricole (P. et J. Poost)	2000	300 variétés de tomates et d'autres légumes. Sélection de variétés rustiques
Réseau Semences Paysannes	Loi 1901	2003	Groupes sur les principales potagères et espèces de grande culture

Source : Bonneuil et Thomas, 2007

**Annexe 2 : Chronologie des principaux évènements qui ont affecté le secteur des semences et de l'innovation variétale**

<b>Date</b>	<b>Evènement</b>
1932	Création du Catalogue des Espèces et des Variétés de Plantes Cultivées
1933	Inscription du blé tendre
1936	Création de l'ONIB (qui devient en 1940 l'ONIC)
1941	Création du GNIS ; en Europe, adoption de l'UPOV
1942	Création du CTPS
1942-1944	Introduction progressive des normes DHS, réellement effectives après 1944
1945	Introduction de la norme VAT, devient obligatoire en 1952 pour le blé tendre puis étendue à de nombreuses autres variétés dans les années 1950-60
1946	Création de l'INRA
1948	Création du Service National d'Expérimentation chargé de mener essais DHS et VAT pour le CTPS (ancêtre du GEVES)
1949	Echange et commercialisation des semences conditionnés à l'inscription au catalogue officiel
1955	Création de la FNAMS (Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences)
1960	Nouvelle version du Catalogue excluant les variétés ne répondant pas aux nouveaux critères (DHS)
1961	Convention de l'UPOV (ratification de la France en 1971), Institution de la protection par COV
1989	Loi interdisant aux agriculteurs d'avoir recours à des tiers pour trier et traiter leurs grains, ou d'utiliser du matériel en commun
1991	CVO (contribution volontaire obligatoire) ; Révision de l'UPOV
1997	Partie des primes PAC conditionnée à la fourniture de la facture d'achat de semences certifiées (blé dur)

Annexe 3 : Schéma du processus de sélection généalogique

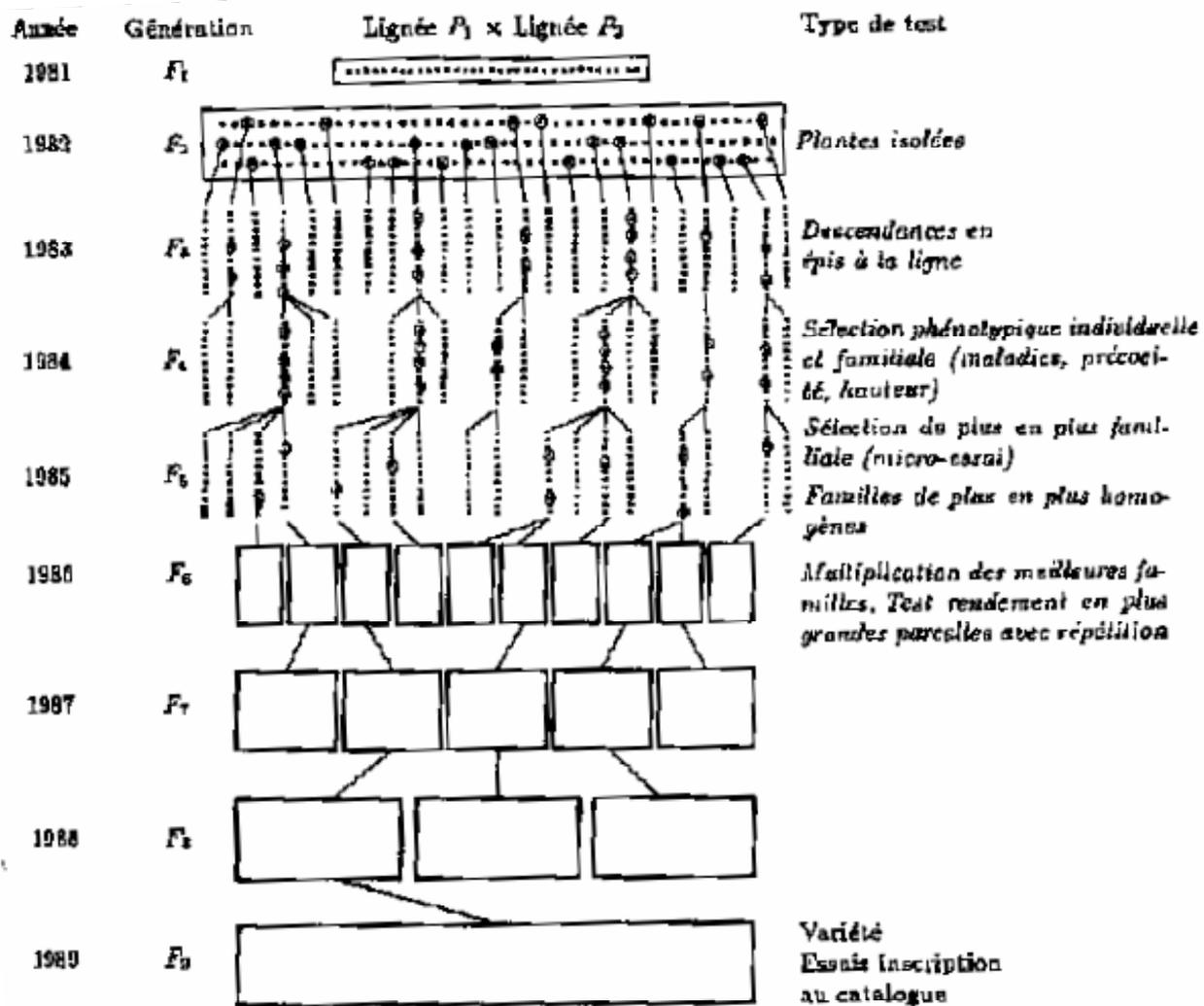


Figure 4.2 : Schéma d'une sélection généalogique avec sélection dès la F<sub>2</sub>.

Source : Gallais, 1990

#### Annexe 4 : Principales caractéristiques méthodologiques des études sur la diversité du blé consultées

Auteur	Période étudiée	Type de diversité étudiée	Type de donnée	Source de données	Echelle spatiale
Roussel <i>et al</i>	1800-2000	Diversité disponible (collection)	Moléculaires	Collection de la banque de semence de Clermont Ferrand	Pays : France
Christiansen <i>et al</i>	1901-1993	Diversité disponible (collection)	Moléculaires	Nordic Gene Bank	Ensemble de pays : 4 pays nordiques
Srinivasan <i>et al</i>	1923-1995	Diversité cultivée	Généalogiques + répartition variétale	Publications NIAB Certification semences	Ensemble de pays : Angleterre et Ecosse
Donini <i>et al</i>	1934-1994	Diversité disponible	Moléculaires et biochimiques	Collection NIAB et/ou Collection de céréales BBSRC	Ensemble de pays : Grande Bretagne
Huang <i>et al</i>	1945-2000	Diversité disponible (Catalogues)	Moléculaires	« Recommanded List * » pour tous les pays + « National List ** » pour la grande Bretagne	Ensemble de pays : 8 pays européens
Branlard et Chevalet	1946-1978	Diversité disponible (Catalogue)	Généalogiques + morphologiques + biochimiques	Catalogue français	Pays : France
Meul <i>et al</i>	1950-2002	Diversité cultivée	Enquêtes statistiques	Institut National Belge de Statistiques	Région : Flandres
Smale <i>et al</i>	1965-1997				Ensemble de pays : 38 pays en développement
Hammer et Laghetti	1920-2000	Diversité cultivée	Données phénotypiques + témoignages oraux	Missions de collectes et enquêtes sociologiques	Ile italienne : Favignana

\* variétés couvrant au moins 5% des surfaces d'un des pays et cultivées au moins 2 ans pendant la période 1945-2000

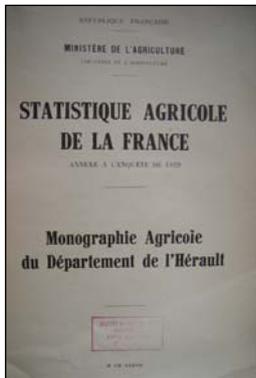
\*\* liste de variétés commercialisées en Grande Bretagne au milieu des années 90.

**Annexe 5 : Tableau comparatif des différentes techniques de description de la diversité des espèces**

Niveau de description	Types de caractères étudiés	Avantages	Inconvénients
Morphologique Agronomique	Descripteurs morphologiques et agronomiques (hauteur de la plante, date d'épiaison...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facile et rapide à mesurer</li> <li>- Important pour la sélection massale par les agriculteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traduit à la fois l'effet du génotype et de l'environnement (difficile de différencier part de chaque effet)</li> <li>- variabilité très dépendante des descripteurs utilisés (choix des caractères observés)</li> <li>- Peu précis (notation dépend de la personne qui effectue les mesures)</li> </ul>
Technologique	Caractères liés à panification (dureté du grain, force boulangère...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Important pour la transformation</li> </ul>	
Généalogie	Liens de parenté entre les différentes variétés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcul rapide quand on dispose des données</li> <li>- Peu coûteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne reflète pas proportion de ressources génétiques réellement utilisée dans le programme de sélection (croisements complexes entre un échantillon de variétés avec parfois non utilisation d'une large part de diversité présente dans ces ressources).</li> <li>- Faible précision</li> <li>- Effet de la mutation et de la sélection pas pris en compte</li> <li>- Nécessité de disposer d'une généalogie complète</li> </ul>
Biochimique	Diversité des protéines de réserve (gliadines et gluténines)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapide et économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour des espèces a base génétique étroite nécessité d'avoir recours à d'autres marqueurs</li> </ul>
Moléculaire		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleure précision pour estimer la ressemblance entre les variétés</li> <li>- Mise en évidence de polymorphismes neutres ou résultant de la pression de sélection.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne perçoivent pas relations de filiation</li> <li>- Précision variable en fonction du type et du nombre de marqueurs utilisés</li> </ul>

## Annexe 6 : Exemple de répartitions variétales départementales rencontrées au cours des recherches historiques et archivistiques

### 1) Enquêtes et annexes à l'enquête de 1929



Couverture département de l'Hérault (1937)

REPARTITION DES VARIETES DE BLES DANS L'ISERE

La statistique de 1929, rectifiée avec beaucoup de soins, indique 80.700 ha, dont 1.600 ha de printemps répartis entre les variétés suivantes:

Bon Fermier .....	4.000 ha.
Mottin ordinaire .....	32.000 —
Mottin sélectionné .....	6.000 —
Inversable .....	2.000 —
Saisette ou Barbu de Pays .....	15.000 —
Vilmorin 23 .....	2.000 —
Japhet .....	500 —
Riéli .....	4.000 —
Carlotta et Zara .....	1.500 —
Mélanges .....	11.100 —
A reporter .....	78.100 ha.

Cas d'une répartition assez complète, Isère (1937)

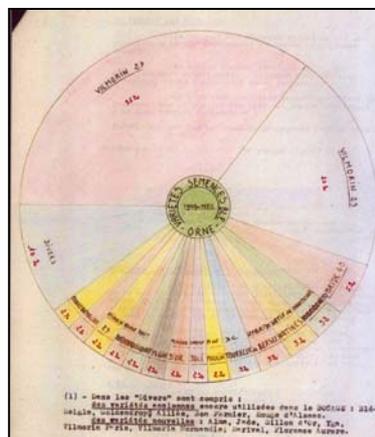
Les variétés les plus cultivées sont le *Bon Fermier* et le *Rouge de Bordeaux*, le premier réservé aux bonnes terres bien fumées, l'autre aux sols plus maigres, moins fertiles. A ces variétés s'ajoutent sur une étendue très restreinte, le *Japhet*, l'*Hybride hâtif inversable*, l'*Hybride des alliés*, le *Blé de Gironde*, le *Roquet du Confolentais*, etc.

Cas de données de répartition peu précises (Charente, 1924)

### 2) Monographies agricoles de 1950



Couverture monographie du Tarn-et-Garonne



Cas d'une répartition précise (Orne)

Variétés employées sur le Département

a) BLE

Variétés	Superficiens	Pourcentage
Vilmorin 27	500 Ha	12,50 %
Champ Joli	100	2,50 %
Blé de pays barbu	1400	35
Pygma de printemps	100	2,50 %
Pousselle et blé barbu de printemps	900	22,50 %
Variétés diverses	1000	25
	4000 Ha	100 %

Cas d'une répartition peu précise (divers=25%)

### 3) Enquête variétale annuelle (1964-1978), source SCEES

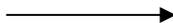
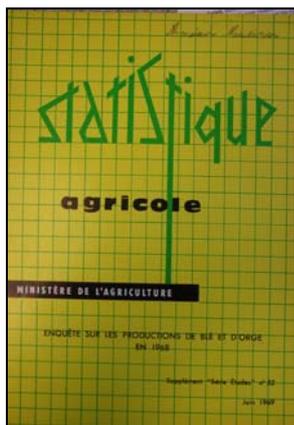


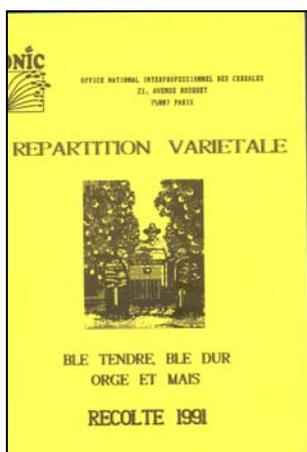
Tableau 7  
SUPERFICIES DES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE BLÉ TENDRE EN 1975 EN % DE LA SUPERFICIE DÉPARTEMENTALE

DÉPARTEMENT	CAPITELE	INDRE	CHARENTAIS	BOIS	TOUR	MAIS RENTMAN	CAPELLE	FRANCE DE CHERRY	MOISSON	APPELIS	MELANGES	INDUSTRIEL- INDRES	BONHABRE	Variétés dépassant le seuil départemental de 2 % et inclues dans la rubrique "Autres".
77 - Seine-et-Marne	29,0	6,1	16,4	12,3	12,8	2,8	0,2	0,1	1	21,9	2,0	0,2	100	Talent : 5,3 - Clément : 2,5 - César : 1,9
78 - Yvelines	19,8	5,5	20,9	3,1	4,5	5,0	0,2	0,3	-	45,3	0,4	-	100	César : 5,4 - Kolibri : 6,7 - Péguy : 2,6 - Talent : 20,8
91 - Essonne	35,0	7,0	10,2	5,4	11,2	5,3	0,7	-	-	24,9	0,3	-	100	Talent : 15,2
95 - Val d'Oise	15,2	5,1	26,9	3,2	13,8	6,0	0,1	-	-	28,0	0,6	0,9	100	Talent : 12,8 - César : 2,1 - Kolibri : 2,2
REGION PARISIENNE	23,4	7,3	17,5	9,2	11,6	3,8	0,3	0,1	1	25,2	1,4	0,2	100	Talent : 9,5
10 - Aube	3,7	14,4	9,2	29,0	5,9	6,9	1,4	1	-	37,6	1,7	-	100	Rémois : 0,3 - Talent : 5,8 - Heima : 3,7
31 - Gers	3,3	6,8	31,9	36,4	9,1	2,3	1	1	1	30,0	0,2	-	100	Talent : 11,5 - Heima : 10,7 - Rémois : 4,9 - César : 3,1
CHARENTAIS (1)	3,4	9,6	10,9	31,7	7,9	4,0	0,6	1	1	29,1	0,8	-	100	Talent : 9,4
02 - Aisne	8,5	6,0	24,7	12,8	16,7	11,9	0,1	-	-	18,5	0,7	-	100	Kolibri : 4,1 - Clément : 2,7 - Talent : 2,3
60 - Oise	7,8	4,7	32,1	9,7	14,3	10,4	-	-	-	19,1	1,2	0,2	100	Clément : 4,1 - Talent : 3,4 - Heima : 3,0
80 - Somme	6,2	8,8	36,2	10,7	15,4	11,7	0,5	-	-	10,3	0,2	-	100	Clément : 2,1 - Talent : 2,1
PICARDIE	7,5	6,4	31,0	11,2	15,5	11,4	0,2	-	-	15,8	0,7	1	100	Talent : 2,6
27 - Eure	16,5	3,5	27,3	2,6	7,0	5,8	1	-	-	26,1	9,2	-	100	Talent : 19,1
76 - Seine-Maritime	3,4	3,2	31,7	5,1	8,8	7,7	0,5	-	-	16,5	0,4	-	100	Clément : 7,2 - Heima : 4,9 - Talent : 2,0
HAUTE-NORMANDIE	11,3	3,4	35,7	3,8	7,6	6,5	0,2	-	-	23,5	6,2	-	100	Talent : 12,3
18 - Cher	22,9	22,9	6,5	17,2	4,2	2,7	2,5	0,9	-	18,9	3,4	0,5	100	Rea : 7,8 - Talent : 3,1 - Kolibri : 2,3
28 - Eure-et-Loire	34,2	26,9	2,9	4,5	6,9	3,9	1	-	-	21,7	-	-	100	Talent : 15,7 - Kolibri : 2,7
36 - Indre	15,9	35,5	1	17,5	7,1	1,8	4,1	-	-	23,1	-	-	100	Rea : 7,5 - Kolibri : 3,3
37 - Indre-et-Loire	17,1	34,4	1	15,9	7,7	1,5	3,4	1	-	16,4	2,6	-	100	Splendeur : 4,4 - Talent : 3,0 - Rea : 2,2
41 - Loir-et-Cher	22,7	44,4	2,2	4,4	8,1	2,0	3,2	-	-	11,1	1,2	0,7	100	Talent : 5,3
45 - Loire	42,3	14,6	5,4	5,3	6,0	1,0	2,9	-	-	20,1	2,4	-	100	Talent : 11,9 - Rea : 2,3
CENTRE	27,1	26,1	3,5	10,0	6,7	2,3	2,4	1	-	18,8	1,3	1	100	Talent : 6,9
21 - Côte d'Or	47,5	6,4	-	1,4	12,4	-	-	-	-	29,9	-	-	100	Capla : 16,1
89 - Yonne	14,0	22,0	14,0	26,0	10,0	-	4,0	-	-	10,0	-	-	100	-

Répartition des principales variétés, 1975

### 4) Enquête variétale annuelle (1979-2007), source ONIGC

- Répartitions des 6 principales variétés cultivées (milieu des années 80-milieu des années 90)



AISNE	
APOLLO	23,10
THESEE	14,20
SOISSONS	13,00
SLEIJPNER	11,40
VIKING	7,20
SCIPION	5,00
total %	73,9
sup. totale	223030

ALLIER	
SOISSONS	34,90
RECITAL	13,30
CAMP REMY	12,60
THESEE	10,60
FESTIVAL	6,20
PERNEL	4,10
total %	81,7
sup. totale	50688

- Répartitions des 8 principales variétés cultivées (à partir du milieu des années 90)



Ain	
Aztec	24,6
Cézanne	14,6
Trémie	14,6
Cyrano	14,4
Soissons	10,1
Isengrain	7,8
Sidéral	4,0
Messageur	1,9
<b>Total</b>	<b>92,0</b>

Aisne	
Shango	14,2
Vivant	14,0
Trémie	13,9
Charger	10,1
Isengrain	9,2
Baltimor	3,6
Ritmo	3,5
Aztec	2,9
<b>Total</b>	<b>71,4</b>

## Annexe 7 : Choix d'un coefficient de différenciation des populations, GST, à partir de références bibliographiques

Tableau de synthèse des informations recueillies sur la diversité intra-variétale chez les variétés de pays de blé tendre et espèces proches

Auteur	Pays	Espèce étudiée	Nombre de variétés de pays étudiées	Nombre d'individus/ variété de pays	H <sub>T</sub>	H <sub>S</sub>	G <sub>ST</sub>	D <sub>ST</sub>
Barcaccia	Italie	blé dur + blé tendre	4 (2 blé dur + 2 blé tendre)	10	0.390	0.123	0.680	0.267
Barcaccia	Italie	amidonnier	11	10	0.410	0.214	0.479	0.196
Zhang	Oman	blé dur	3	25	0.460	0.290	0.370	0.170
Zhang	Oman	blé tendre	3	25	0.370	0.280	0.240	0.090
Dreisigacker	Mexique	blé tendre	5	13 à 25 sublignes	0.664	0.350	0.473	0.314
Dreisigacker	Turquie	blé tendre	4	3 à 7 sublignes	0.636	0.430	0.324	0.206

H<sub>T</sub> : diversité génique totale

H<sub>S</sub> : diversité génique au sein des variétés de pays

G<sub>ST</sub> : différenciation génique entre les variétés populations

D<sub>ST</sub> : différenciation des populations

### Calcul de coefficients moyens à partir des références :

Pour l'ensemble des variétés de pays : G<sub>ST</sub> moyen = 0.427

Pour les variétés de pays de blé tendre : G<sub>ST</sub> moyen blé tendre = 0.346

## Annexe 8 : Liste des solutions élaborées pour traiter davantage de données avec l'indicateur de diversité génétique des espèces cultivées et impact sur l'estimation de la diversité

### 1) Cas des variétés absentes de la base de données

Un certain nombre de variétés citées dans les ouvrages consultés sont absentes de la base de données utilisée, notamment les variétés de pays et les variétés d'origine étrangère. Dans les études de diversité, comme celle de Roussel *et al.* (2004), le but est d'étudier un maximum de génotypes différents, c'est pourquoi les synonymes, les variétés apparentées proches, etc. sont généralement éliminés. Nous avons néanmoins pu intégrer :

- les **variétés qui correspondaient à des synonymes** de variétés étudiées (recherche sur les synonymes effectuée à partir des ouvrages consultés et d'une base de données internationale (<http://genbank.vurv.cz/wheat/pedigree/>))
- les **lignées anciennes issues d'un croisement simple dont les deux parents étaient présents dans la liste**. Nous avons attribué un génotype à ces variétés en tirant au hasard l'allèle d'un des deux parents à chaque locus. L'hypothèse sur laquelle nous nous sommes appuyés est que dans les schémas de sélection du début du XXe siècle, chaque parent transmettait la moitié de son patrimoine à sa descendance.

Cependant, les années pour lesquelles les variétés absentes du fichier étaient trop nombreuses n'ont pas été prises en compte.

### 2) Cas des « variétés non renseignées » dans les répartitions variétales

Les données de répartitions variétales récoltées sont plus ou moins précises, la catégorie « divers » ou « autres » pouvant varier de 0 à 30%. Nous avons distingué trois cas de figure et adopté des stratégies différentes en fonction de ces trois cas. Ceci nous a permis de traiter une partie des données de répartitions variétales imprécises.

#### • cas d'une liste exhaustive des variétés

Dans ce cas, nous avons testé deux façons d'attribuer un pourcentage de répartition aux variétés citées : une répartition équilibrée et une répartition inégale.

#### • cas d'une liste incomplète des variétés

Nous ne considérons alors que les variétés citées. Par conséquent, la diversité présente est sous-estimée. On ne leur applique donc que la répartition équilibrée afin de ne pas amplifier le biais.

#### • cas où aucune variété n'est citée

C'est le cas le plus fréquent. Lorsque cette catégorie représente une surface assez faible (jusqu'à 10 ou 15%), nous ne prenons en compte que les variétés citées ce qui revient à sous-estimer la diversité puisque nous considérons les variétés cultivées sur 90 ou 85% des surfaces en blé. Lorsque la catégorie « autres » représente une part plus élevée, nous ne prenons pas en compte ces années dans le calcul de l'indicateur.

Choix d'une fonction de répartition inégale

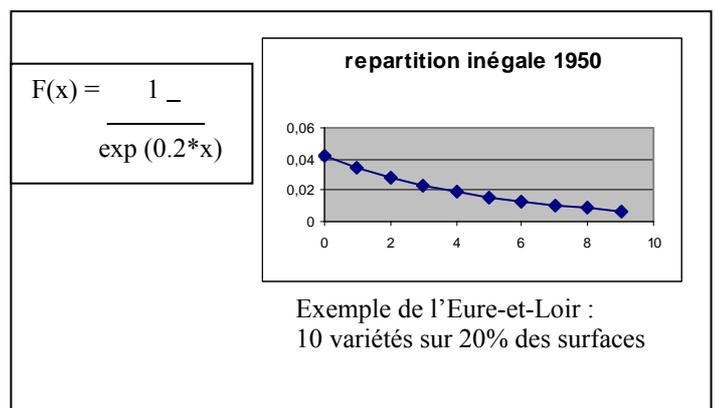
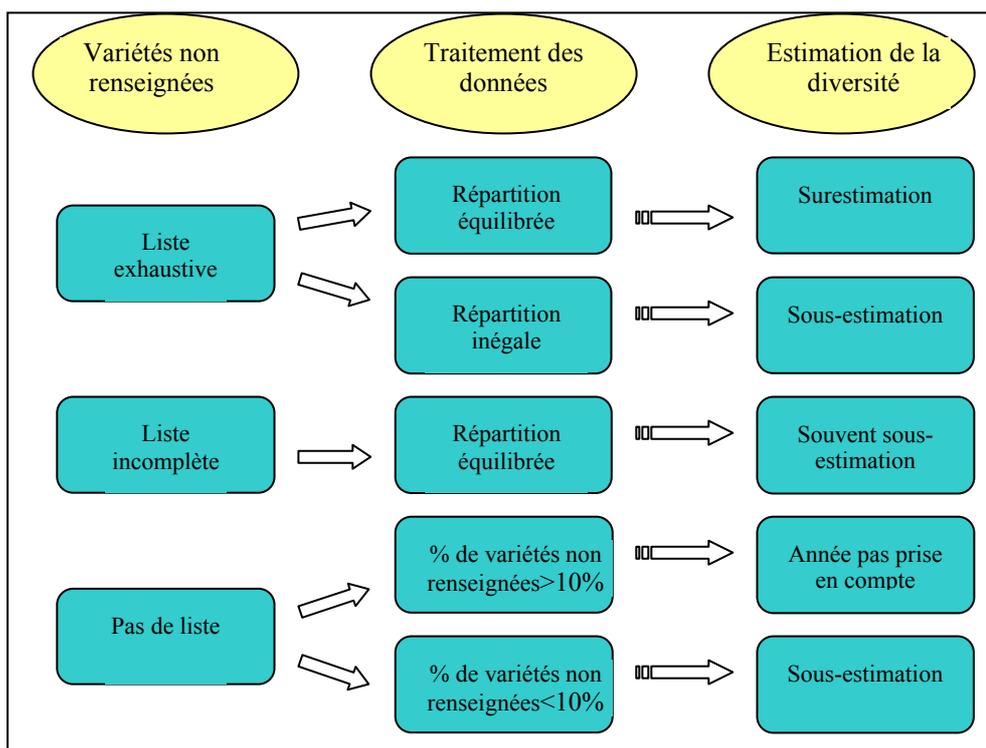


Schéma récapitulatif du traitement des variétés non renseignées et de son impact possible sur



### 3) Données moléculaires manquantes dans le fichier utilisé

Le fichier de données moléculaires que nous avons utilisé comporte des données manquantes à certains locus. Ce fichier a été réalisé en utilisant 42 marqueurs pour caractériser la molécule d'ADN (à 42 locus différents).

Pour une variété donnée, il se peut qu'aucun allèle n'ait été déterminé à un ou plusieurs locus. Dans ce cas, pour les locus concernés, nous avons recalculé la part de chaque variété dans les surfaces en ôtant la variété/les variétés non caractérisée(s).

Lorsque pour un locus, les variétés non renseignées occupaient une part trop importante (+5% des surfaces), nous avons préféré ne pas tenir compte de ce locus. Entre 9 et 11 locus ont été supprimés par département. Ceci entraîne un degré d'approximation plus élevé dans l'estimation de la diversité. Cependant, on peut considérer que l'analyse de la diversité sur 30 locus et plus est déjà fiable, donc ces opérations auront une faible influence sur les résultats obtenus par l'indicateur.

## Annexe 9 : Fiche synthétique de l'évolution de la diversité du blé en Lot-et-Garonne au cours du siècle dernier

### Lot et Garonne (47)



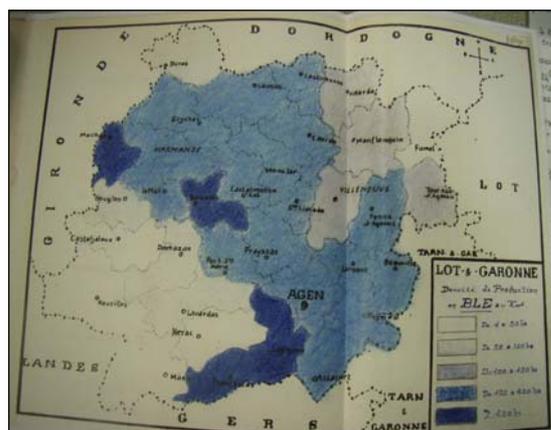
#### IV- Grandes régions agricoles

« Depuis des époques très anciennes, le Lot et Garonne (...) est resté le pays des multiples cultures. Le sol et le climat permettent la diversité des productions. » (Monographie 1950)

Région agricole	Productions agricoles au début du XXe siècle
Coteaux	Blé, Vignes, fruitiers
Landes	Pins maritimes, Chêne liège
Plaines, vallées	Blé, cultures maraîchères, tabac



Carte géologique du Lot et Garonne  
Source : Monographie 1926



Carte des zones de production de blé en Lot et Garonne au début du XIXe siècle  
Source : Monographie de 1950

#### V- Bref historique de l'évolution de l'agriculture

« Longtemps et jusqu'après 1870, le blé fut la ressource principale, à l'époque où la terre, en grande partie entre les mains de la bourgeoisie, était exploitée surtout par des métayers. » (monographie, 1950). Dans la monographie de 1926, on relève : « Les blés de Nérac ont une réputation bien établie pour la qualité de leur grain. Les blés du Lot et Garonne ont d'ailleurs toujours été très estimés. L'enquête de 1882 classe nos blés au 6ème rang pour la densité après les départements du Midi et en tête pour la région du Sud-Ouest. »

Après avoir atteint son maximum, vers 1870 (120 000 hectares), la culture du blé est en régression. La principale cause étant la faiblesse des bénéfices dégagés de cette culture en raison de l'exploitation onéreuse des terres appartenant à de petites propriétés ou en métayage (coût de la location de matériel et de l'emploi de main d'œuvre saisonnière, morcellement de la propriété empêchant la mécanisation). « Lorsque l'agriculteur compare ses soucis et ses frais d'exploitation dans les diverses cultures, il s'aperçoit qu'il ne convient de « faire du blé » que pour la consommation familiale et pour l'obtention de la paille qui donnera du fumier, mais non pour le revenu. » L'agriculture du département s'est donc orientée dès le début du XXe siècle vers des cultures plus rémunératrices comme le tabac et surtout les cultures maraîchères et fruitières. Les fermes sont de taille réduite (moins de 15 ha) et sont encore très nombreuses en 1950. En 1937, la plupart

des producteurs de blé produisent de faibles quantités (souvent moins de 50 quintaux). Aujourd'hui le département est spécialisé en produits frais (cultures maraîchères et fruitières essentiellement), les secteurs de la vigne et de l'élevage se sont effondrés. La céréaliculture occupe toujours une place importante même si elle ne contribue que modestement aux revenus de la ferme. La culture du blé reste présente dans toutes les régions agricoles du Lot et Garonne mais c'est la culture de maïs qui a progressé de façon spectaculaire.

## VI- Evolution de la culture du blé et développement des structures agricoles

### 1) *Choix variétaux*

Les producteurs du Lot-et-Garonne cultivent avant tout le blé pour la **paille**, la quantité de paille fournie est donc un critère qui oriente leur choix vers certaines variétés. Au début du siècle, la préférence était aux blés **productifs** et **résistants à la verse**. En 1950, le choix des variétés se fait toujours sur ces deux critères, auxquels s'ajoute la **résistance à la rouille**.

Importance de la <b>paille</b>	« Ce besoin de paille pour <b>entretenir les nombreux cheptels</b> de la région préoccupe beaucoup nos agriculteurs : il est pour une bonne part dans le maintien de la culture du blé dans notre département où les conditions culturales et les conditions climatiques réduisent à tel point les rendements qu'ils sont parmi les plus faibles que nous puissions constater en France. » (monographie, 1926) « Certaines coopératives ne peuvent plus se servir de leur matériel qui « hache » ou qui coupe trop haut la paille, ce qui provoque un très vif mécontentement des coopérateurs car la plupart des agriculteurs du département affirment volontiers « qu'ils font du blé pour avoir de la paille ». » (monographie, 1950)
<b>Résistances</b>	« A cause de son sol riche et des son climat spécial, les blés ensemencés par les producteurs du Lot-et-Garonne, sont obligatoirement des <b>blés résistants à la rouille et à la verse.</b> » (monographie, 1950)
Préférence aux blés à hauts <b>rendements</b> au détriment de la qualité boulangère (monographie 1950)	« Le paysan du Lot et Garonne cultive le blé d'une part, pour la paille, d'autre part pour le rendement. Qu'importe pour lui la qualité boulangère des blés cultivés, car le département étant entouré de régions déficitaires, il a toujours pu vendre facilement ses blés. » « Ces blés ont rendus service durant la période de 1940-1947, car on recherchait alors la quantité plutôt que la qualité. Mais depuis 1947, par suite de l'amélioration des récoltes et la crainte de la surabondance le Direction des Services Agricoles, le Comité des céréales et la minoterie départementale ont entrepris une campagne auprès des producteurs afin que ceux-ci produisent des blés de bonne qualité boulangère (...). »

<i>Personnage ayant orienté les choix variétaux dans le département</i>		
Nom	Fonction	Influence sur choix variétaux
Schribaux	Agronome, chercheur, sélectionneur, directeur de la station d'essais de semences de l'Institut Agronomique (actif début XXe)	- Promeut l'intégration de nouveaux critères dans les programmes de sélection : résistance au froid, aux rouilles... - Création de variétés intégrant ces caractères.

### 2) *Marché des semences*

Au début du XXe siècle, il existe quelques manifestations au cours desquelles des semences de blé sont vendues ou exposées. Cependant hormis la Foire aux semences, la plupart ne sont pas spécifiques aux semences de blé. En 1950, seule une coopérative est vraiment spécialisée dans les semences.

Nom	Description
-----	-------------

Foires et marchés	« Les foires et marchés sont très suivis et l'animation y est parfois très grande. »
Comices agricoles cantonaux	Concours-expositions annuels organisés par les sociétés d'agriculture cantonales.
Comices agricoles d'arrondissement	Concours annuel qui consiste en une visite de propriétés puis exposition et récompenses. « Ces comices (...) stimulent l'émulation des agriculteurs et contribuent à développer l'esprit d'association. »
Foire aux semences	Foire annuelle se tenant à Agen.

### 3) Développement des structures agricoles

Organisme	Influence sur diversité blé	Source
Syndicats et agricoles	Fourniture de matières premières. Utilisation de matériel en commun (trieurs, moissonneuses).	Monographie 1926
Société d'encouragement à l'agriculture	Organise un concours annuel qui a lieu en même temps que la Foire aux semences.	
Coopérative de blé de l'arrondissement de Marmande	Seule coopérative vraiment spécialisée dans la production de semences.	Monographie 1950

**Au début du XXe siècle, un mouvement de regroupement des agriculteurs semblait s'être amorcé :** « Les cultivateurs ayant pu voir en dehors de chez eux les bons effets que l'on pouvait retirer de l'association se groupent plus volontiers et les Syndicats, les Mutuelles, les Sociétés agricoles de toute forme sont en voie sérieuse d'expansion. Cela s'est traduit déjà par de meilleurs procédés de culture, car les engrais, les machines, les semences sélectionnées, etc., pour l'usage desquels notre département était assez en retard, sont utilisés de plus en plus, et plus rationnellement. » (monographie, 1926) Néanmoins, « l'esprit d'association n'est pas aussi élevé en Lot et Garonne que dans bon nombre d'autres départements. La liste des Associations est déjà longue, mais **le nombre des adhérents et l'activité des groupements sont parfois très réduits.** » (monographie 1926)

En 1950, « **L'influence des organismes professionnels est très faible.** Il n'existe pas d'Unions ni de fédérations de coopératives ayant une activité particulière pour le blé. » Les coopératives ayant acquis la fonction d'approvisionnement ne sont pas toujours bien perçues : « certains coopérateurs ont estimé que ces coopératives devenaient trop commerciales. » Les 9/10 des producteurs emploient leurs propres semences car ils estiment que les semences sélectionnées sont à des prix trop élevés. De même l'ONIB, bien accueillie à sa création (1936), est considéré à partir des années 40 comme un « organisme destiné à « leur faire cracher » de force le blé ».

### 4) Population rurale

Eléments relevés dans la bibliographie (monographie, 1926)
« La population est laborieuse et tenace. Si la grande masse est encore un peu en retard quant aux procédés modernes de culture (pour l'emploi d'engrais et les labours profonds notamment), il faut reconnaître que la plupart des agriculteurs font preuve d'une initiative et d'une facilité d'adaptation aux conditions du moment absolument remarquables.»

Coutumes et traditions (monographie, 1950)
L' <b>entraide</b> pour les battages: « coutume ancestrale très répandue dans le Lot et Garonne, mais cette pratique entraîne deux sérieux inconvénients : le prix du repas (repas copieux et parfois « trop bien arrosés ») et la restitution aux autres agriculteurs des journées dues, ce qui fait en moyenne une perte de 20 à 25 jours. C'est surtout pour cela que les agriculteurs ont créé des coopératives de motoculture pour l'achat de moissonneuses-batteuses. »
« L' <b>échange blé-pain</b> a toujours été en vigueur dans le département. L' <b>échange blé-farine</b> a disparu depuis le début du siècle. » « En 1940, cette pratique fut interdite » mais en réalité elle continua encore quelques années.

## VII- Evolution de la diversité du blé

### 1) Variétés cultivées depuis la fin du XIXe siècle

Les blés de pays se sont maintenus au début du siècle dans le département.

Variété	Caractéristiques
XIXe siècle, début XXe (monographie, 1926)	
Blés locaux barbus et non barbus	Anciens « blés fins » rustiques à beaux grains, mais peu productifs, encore employés dans des terres pauvres ; la « Grossagne » (gros Turquet) est de plus en plus abandonnée.
Rouge de Bordeaux *	Très cultivé dans le Néracais, il a le défaut de couler dans les endroits bas et abrités, mais produit bien sur les coteaux.
Blé de Gironde ou de La Réole	Donne d'excellents résultats en terres pauvres ou moyennes, partout où la verse n'est pas à craindre.
Japhet *	Auquel certains propriétaires restent fidèles.
Bon Fermier	Très répandu en 1926.
Hybride hâtif Inversable de Vilmorin	Le seul actuellement qui ne verse pas trop certaines années sur les terres à tabac.
De nouvelles variétés sont essayées un peu partout, mais sont encore loin d'avoir pris l'importance des variétés déjà citées.	
Variétés cultivées en 1950	
Rouge de Bordeaux*	Hybridation facile, a perdu rapidement en pureté variétale, difficile de trouver semences pures.
Vilmorin 23	Plus de 50% des emblavures.
Vilmorin 27	
Mélange Chanteclair-Hybride de Bersée, Tourneur, Champ Joli, Bon Fermier, Docteur Masset, G4 et quelques variétés de blé italiennes (Inalétablé 8 et Inversable Rietti)	Variétés nouvelles cultivées sur le restant des emblavures.
Suzanne Fevère et du Mesnil	Variétés que la Maison Tourneur tente d'introduire dans le Sud Ouest.

\* sélections dans des variétés de pays mais considérées comme des variétés de pays en raison de leur diversité

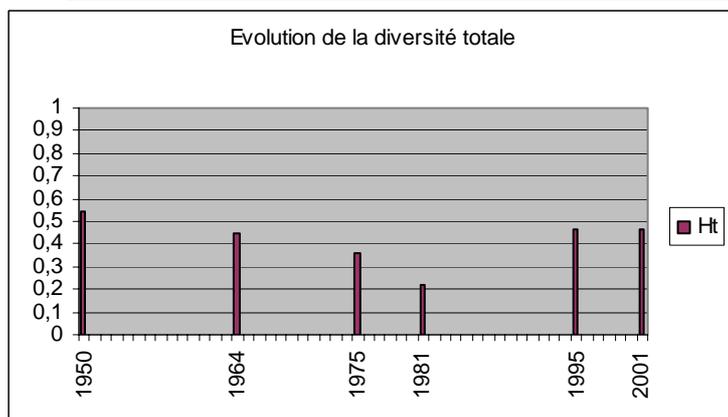
- Variété de pays
- Lignée ancienne

### 2) Indicateur de diversité génétique

Nombre de locus analysés : 33

Nombre de dates étudiées : 6

Nombre de dates pour lesquelles des données de répartition sont disponibles : 10 (1950-1995)



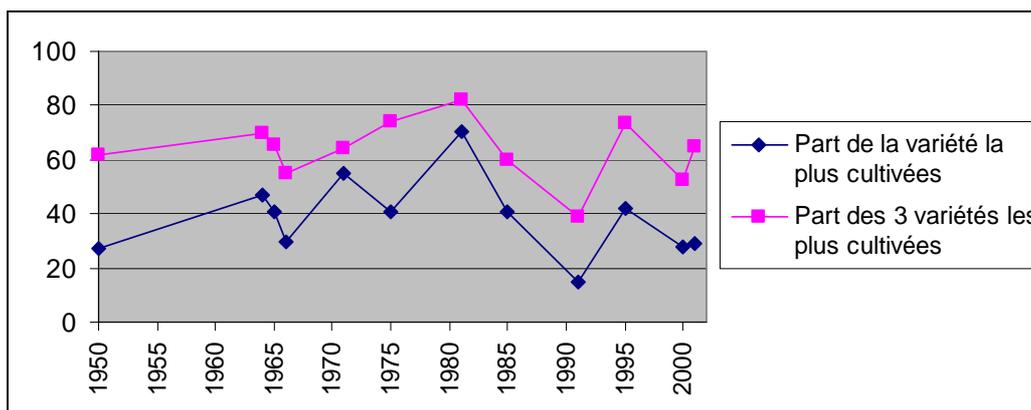
Nous n'avons pu appliquer l'indicateur que sur une période assez récente faute de données suffisamment précises pour les années antérieures.

La valeur de diversité la plus élevée correspond au début de la période (1950). Ceci s'explique en partie par le fait que la variété Rouge de Bordeaux, considérée comme une variété de pays, était encore cultivée.

La diversité génétique semble ensuite diminuer jusqu'au début des années 80 où l'on observe une importante chute de diversité liée à la suprématie de la variété *Top* dans les cultures. En 1995 et

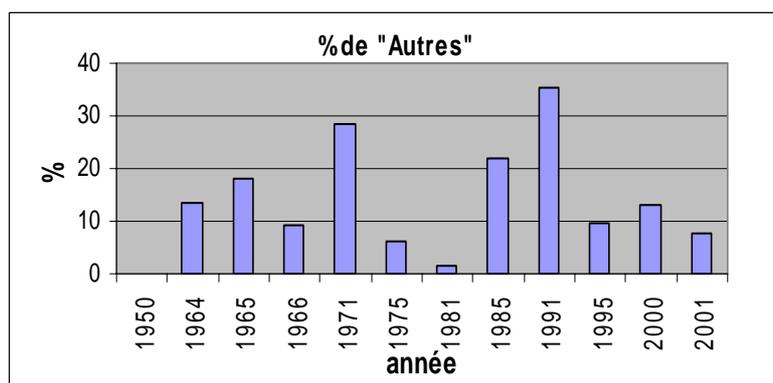
2001, la diversité semble assez stable.

### 3) Part des principales variétés cultivées



Jusqu'au début des années 80, on remarque qu'un faible nombre de variétés couvre la majeure partie des surfaces. Dans les années 60, il s'agit de la variété *Etoile de Choisy* qui a connu un grand succès dans les départements du Sud Ouest. Elle est progressivement remplacée par *Capitole* puis par *Top* qui occupe 70% des surfaces en blé en 1981. L'année 1991, les variétés sont réparties plus uniformément mais on ne peut pas en déduire une tendance à la diversification puisqu'en 1995, la variété *Soissons* couvre plus de 40% des emblavements. Cette dernière variété a dominé les emblavements français dans les années 80-90. Au début du XXIe siècle, la part de la principale variété cultivée semble diminuer mais les trois variétés les plus cultivées couvrent encore plus de la moitié des emblavements.

### 4) Evolution du pourcentage de variétés non renseignées



Entre 1964 et 1980, les variétés cultivées semblent plutôt correspondre aux principales variétés commercialisées en France (excepté pour l'année 1991). A partir du milieu des années 80 et au début des années 90, un plus grand nombre de variétés est cultivé. Depuis la fin des années 90, on remarque de nouveau une tendance à la culture d'un assez faible nombre de variétés.

Tableau bilan sur le département :

<b>Vitesse de modernisation</b>	Plutôt lente
<b>Degré de spécialisation (début du siècle)</b>	Faible
<b>Développement des structures agricoles</b>	Lent
<b>Influence sur les choix variétaux</b>	Assez faible

## Annexe 10 : Fiche synthétique de l'évolution de la diversité du blé en Morbihan au cours du siècle dernier

### Morbihan (56)

#### VIII- Grandes régions naturelles



Région	Caractéristiques	Productions végétales au début du XXe siècle
Région du Nord	« Région froide », sol schisteux.	Blé, céréales secondaires (blé, seigle, avoine, sarrasin), pommes de terres, choux
Région du Centre	« Région tempérée », sol granitique.	Céréales secondaires, pommes de terres, choux
Région du Sud	Zone côtière (« région maritime chaude »), fertilité du sol faible.	Froment et orge, vigne, maïs-grain



Carte des régions agricoles du Morbihan  
Source : Monographie, 1937



Carte des zones de production de blé du Morbihan en 1929  
Source : Monographie, 1937

#### IX- Bref historique de l'évolution de l'agriculture

« La **polyculture**, dans le cadre de l'exploitation familiale de moyenne importance, est un des traits essentiels et constants de l'agriculture morbihannaise. » Entre 1892 et 1929, la part des céréales dans l'ensemble des cultures diminue, passant de 54% à 39%, en raison de la régression des cultures de sarrasin (taxé pendant la Première Guerre Mondiale) et de seigle. Ces deux cultures étaient auparavant caractéristiques du département. La culture de blé quant à elle, tend à augmenter. « Le blé, céréale noble, a été depuis des générations le point de mire de la plupart des bons cultivateurs du Morbihan. Parvenir à récolter du blé (...) équivalait à un brevet de capacité pour l'obtenteur et lui conférait une notoriété qui s'étendait à plusieurs lieues à la ronde. »

Cependant, le Morbihan est **déficitaire en blé**. En 1929, le département en produit environ 50 000 quintaux alors que 620 000 sont nécessaires. Dans les années 1930, la récolte de blé augmente par accroissement des surfaces emblavées. On emploie aussi de « meilleures semences » et les fumures sont « plus équilibrées », ce qui contribue à augmenter les rendements.

Durant la première partie du XXe siècle, la majorité des exploitations sont de petites taille et morcelées. En 1950, le **remembrement** a déjà commencé mais « il se heurte à l'esprit de méfiance du cultivateur. »

Aujourd'hui, le Morbihan reste un département rural et agricole malgré la baisse importante de la population agricole depuis 40 ans, en raison de la modernisation spectaculaire de son agriculture. Le nombre d'exploitations agricoles a fortement diminué passant de 130 000 au début des années 50 à 10 000 en 2003 (données DDAF Morbihan, 2007). Le Morbihan est devenu un département d'**élevage intensif** dont les principales productions sont la production laitière, l'élevage porcin, les bovins à viande et l'aviculture. Les principales productions végétales sont les céréales à usage fourrager, les pommes de terre et les légumes

plein champ.

## X- Evolution de la culture du blé et développement des structures agricoles

### 1) Choix variétaux

Importance de la paille	« Le cultivateur, dans le choix des variétés, fait toujours entrer en ligne de compte la longueur de la paille, et c'est pour cette raison que le Barbu de pays et le Goldendrop ont toujours, en dehors de leurs qualités propres, beaucoup de partisans. » (monographie, 1937)
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2) Marché des semences

Peu d'attention au choix des semences	« Les soins donnés aux semences sont peu nombreux. Trop souvent, on se contente d'un passage au trieur et assez rarement d'un poudrage. Il n'est pas rare de voir par commune un seul trieur : celui du Syndicat. » (monographie, 1937)
Un marché des semences sélectionnées qui a du mal à percer	<p>- « La plupart des semences proviennent de la récolte effectuée sur la ferme. De temps à autres, on va chez le voisin et on échange un ou deux quintaux de grain ; <b>rare sont les cultivateurs qui se procurent de la semence sélectionnée.</b> » (monographie, 1937)</p> <p>- « Il n'existe dans le département <b>aucune maison de sélection.</b> La Coopérative Départementale des Agriculteurs du Morbihan passe avec les agriculteurs des contrats de reproduction mais ceci sur une petite échelle puisqu'au cours de la campagne 1949, quatre contrats de multiplication seulement ont été faits. » (monographie, 1950)</p> <p>- Même si en 1950, l'approvisionnement en semences sélectionnées a progressé, « Le cultivateur semble venir plus facilement (...) acheter de la semence sélectionnée grâce à la propagande par les commerçants et par les Services Agricoles. », « il reste cependant beaucoup à faire car le cultivateur morbihannais est pauvre en général et l'achat de nouvelles semences et d'engrais l'entraîne dans des dépenses importantes qu'il est bien difficile de lui faire accepter sans réticence. Il faut user de beaucoup de persuasion pour lui faire comprendre que c'est là que réside une source de profits certains. » (monographie, 1950)</p>

#### Evènements locaux liés aux semences :

Nom	Description
Concours du blé	Instauré en 1929, vise à créer une émulation quant à la production de blé entre les cultivateurs, désignation de « lauréats ».
Marchés pour vente des grains	3 principaux : Pontivy, Lorient et Vannes. Importants car département importateur.

Dans le Morbihan, il existe également un certain nombre de marchés, foires ou comices mais peu sont directement liés au commerce ou à la promotion de semences de blé.

### 3) Développement des structures agricoles

Organisme	Influence sur diversité blé
Coopératives	-Une seule en 1929 : seulement stockage des céréales. -Deux principales coopératives en 1950 : distribution de semences sélectionnées.

Dans le département, hormis, les organismes officiels présents dans tous les départements (Office agricole départemental et DSA), il existe très peu d'organismes agricoles orientant les choix variétaux.

Il faut tout de même signaler l'action de l'Office agricole dans le département : « (...) grâce aux efforts de

l'Office agricole départemental, 2000 quintaux de semences ont été répartis entre les meilleurs agriculteurs, lauréats du concours (entre 1919 et 1929). » Cependant, cette structure officielle disparaît en 1936.

#### 4) Population rurale

D'après une étude sociologique menée sur la commune de Damgan (Laligant)	
Lien froment-cultivateur	Alors que les variétés fourragères restaient liées à l'exploitation, le « froment » l'était à la personne. Avant son départ, le cultivateur, conservait les graines de sa récolte pour effectuer ses prochaines semences et nourrir sa famille alors que la paille et les espèces fourragères restaient sur l'exploitation pour le successeur.
Systèmes de transmission intergénérationnel des semences	De plus les semences de froment se transmettaient de génération en génération : « Quand un couple s'installait, la femme emportait avec elle les semences de grain qu'elle avait reçu de ses parents alors que toutes les autres plantes, on les achetait ou alors on s'en faisait donner. » Toutefois, la reconduction du froment sans « rupture de lignée » n'était pas seulement assurée par cette transmission mais elle était aussi subordonnée à l'interdépendance homme/femme. La relation de couple était indispensable pour faire fructifier la terre et assurer la réussite de la culture de froment : l'homme assurant les labours, la fertilisation, le triage des semences etc. et la femme les semailles. L'abandon ce mode de transmission en raison de l'apparition de nouvelles variétés dans le commerce modifia profondément la conception du renouvellement des semences et de la fertilité des sols. Après la Seconde Guerre Mondiale, les Damganais se rendirent compte que leurs semences ne pouvaient plus être gardées d'une année sur l'autre car elles ne donnaient plus d'assez bonnes récoltes : « Avant quand c'était du Barbu, on gardait les graines, ça allait. Mais après, avec le Bordeaux et le Raton, quand on a acheté aux coopératives, ça faisait pas pareil quand on ressemait ces sélections, c'était bien rare et on réussissait pas beaucoup. »
Importance des semences de froment	-après les battages : « quête du grain », célébration religieuse pour la fructification du froment -moyen de paiement des journaliers agricoles -rétribution monétaire locale pour s'acquitter des services du maréchal-ferrant
Impact des changements de travail du sol	L'évolution des techniques de labour a eu des incidences irréversibles. Les années 1950 se sont accompagnées de la perte de savoir-faire lié à la culture du froment : « Avant, on faisait tout en sillon, c'était obligé, c'était tout plat. Mais après quand le remembrement a passé et qu'il y a eu des mécaniques pour couper, tout était mis à plat, ça s'appelait mettre à plat à la herse, mais alors il y avait plus de raies pour écouler l'eau et le froment ça donnait plus pareil [...], le grain au lieu d'être gros et ferme, il est tout chiqué [petit] ». Depuis le remembrement, le « froment d'hiver » a quasiment disparu sur la commune de Damgan.

## XI- Evolution de la diversité du blé

### 1) Variétés cultivées depuis la fin du XIXe siècle

1929		1950	
Variété	Part dans les cultures	Variété	Part dans les cultures
Terres de la zone côtière et toutes les terres où l'échaudage reste à craindre		Blé de pays à base de Petit Nantais et de barbu	30%
Blés de pays (Petit Nantais, Blé de Carnac, barbu ou non barbu)	31%	Blé de pays à base de Rouge de Bordeaux	25%
Rouge de Bordeaux	15%	Goldendrop	15%
Japhet	7%	Hâtif de Wattines	10%
Dattel	2%	Inversable de Bordeaux	5%
Terres moyennes de tout le département moins la zone côtière		Vilmorin 23 et 27	5%
Goldendrop	16%	Hybride de Bersée	3%
Hybride de la Paix	6%	Fylgia	2%
Trésor	3%	Autres (mélanges de lignées anciennes et de variétés de pays)	5%
Bon Fermier	3%		
Teverson	3%		
N.R.	2%		
Terres fertiles			
Vilmorin 23	8%		
Wilson	2%		
Victoria d'Automne	1%		
Autres	1%		

	Variété de pays
	Lignée ancienne
	Lignée pure moderne

Dans la première partie du XXe siècle, les variétés de pays occupent encore une place prépondérante.

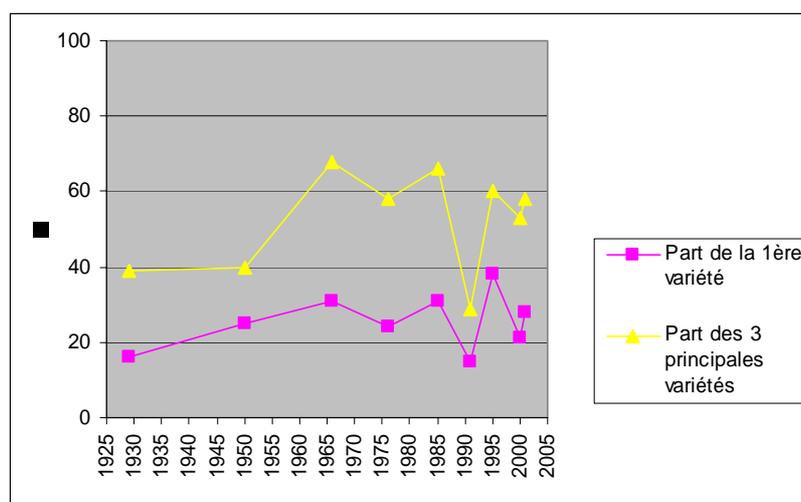
- Pour l'année **1929**, la répartition appelle les remarques suivantes :
  - « Les variétés hâtives et mi-hâtives ont la faveur des cultivateurs du Morbihan. »
  - « Malgré la vogue des variétés à grands rendements, nombreux sont les cultivateurs qui conservent les bons vieux blés de pays excessivement rustiques, et très glutineux qui ont le seul défaut d'être sensible à la verse. »
  - Ces variétés sont principalement cultivées dans les zones « difficiles » comme les zones côtières. Dans les terres fertiles, les croisements à haut rendement sont préférés.
- Pour l'année **1950**, on remarque que les principales variétés cultivées sont encore des variétés de pays.

### 2) Principales variétés de pays

Ci-dessous, quelques informations relatives aux principales variétés de pays cultivées dans le département, expliquant en partie leur maintien jusqu'en 1950 :

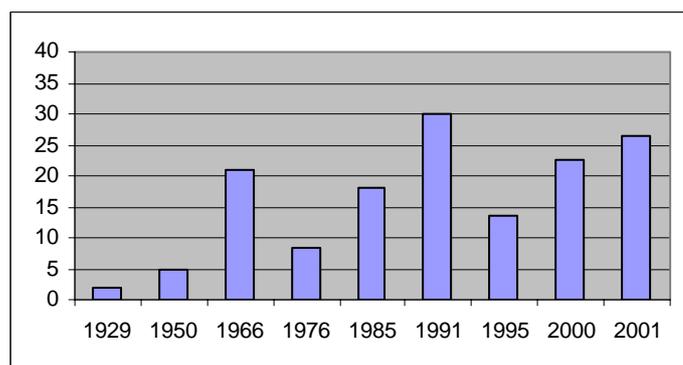
Principaux blés de pays	Caractéristiques expliquant leur maintien / abandon
<b>Petit Nantais</b>	-« Certains blés, tel le Petit Nantais (...) sont bien connus pour leur richesse en gluten et leur bonne valeur boulangère. Aussi, sont-ils très demandés par la Manche, la Mayenne et le Sud-Ouest. » « Aux dires des acheteurs, le meilleur blé du Morbihan est le Petit Nantais. » -Toutes conditions égales, son poids spécifique est supérieur de 3 à 4 kg à celui de Vilmorin 27 et atteint couramment 80kg l'hectolitre. -Qualité meunière excellente : les minotiers de la Manche et de la Loire-Inférieure n'hésitent pas à le surpayer et à supporter des coûts de transport élevés. -Bien adapté au climat local, rustique, paille fourragère. -Verse en terre un peu riche.
<b>« Barbu »</b>	Cette variété était cultivée sur la zone côtière. Il était notamment traditionnellement cultivé sur la commune de Damgan : « Il a tout de même tenu assez tard, jusqu'après le remembrement. Autrefois, on changeait jamais de variété, c'était du barbu. » Il fut peu à peu concurrencé par la variété Rouge de Bordeaux sélectionnée pour l'alimentation du bétail, puis par « le Raton » recherché pour ses rendements importants en paille et pour la longueur de ses épis. Ces nouvelles sélections plus performantes en « paille » se sont malgré tout accompagnées d'une baisse de qualité des grains.
<b>Goldenrdop (ou Rouge d'Ecosse)</b>	-« Bon vieux blé qui tient tête à tous les assauts notamment aux mauvaises herbes, au déchaussement et à la pluie ». -« Trop tardif pour le Sud du Morbihan, mais donne souvent les meilleurs rendements dans les terres moyennes. »

### 3) Part des principales variétés cultivées



Ce graphique semble confirmer que les principaux changements dans la diversité du blé se sont produits à partir des années 50. On observe alors une augmentation de la part des 3 principales variétés cultivées. Entre 1966 et 2001, les 3 premières variétés occupent autour de 60-70% des surfaces cultivées, excepté l'année 1991, où leur importance dans les cultures diminue considérablement. L'année 1991 représente peut-être une année de transition entre deux périodes de domination de variétés à grand succès puisque dès 1995, la variété *Soissons* occupe à elle seule près de 40% des surfaces.

### 4) Evolution du pourcentage de variétés non renseignées



Les monographies de 1937 (répartition année 1929) et de 1950 présentent des répartitions assez exhaustives. Les variations ensuite observées peuvent être en partie expliquées par le graphique précédent : le pourcentage de variétés non renseignées est d'autant plus important que les variétés sont réparties de façon équilibrée dans les cultures du département. En 1991, près de 30% des variétés cultivées ne correspondent pas aux 6 variétés les plus cultivées dans le département. Pour les années 2000 et 2001, c'est plus de 20% des surfaces qui sont emblavées avec des variétés différentes des 8 plus cultivées dans le département.

Tableau bilan sur le département :

<b>Vitesse de modernisation</b>	Lente
<b>Degré de spécialisation (début du siècle)</b>	Faible
<b>Développement des structures agricoles</b>	Lent
<b>Influence sur les choix variétaux</b>	Assez faible

## Annexe 11 : Résultats bruts de l'indicateur sur les départements d'Eure-et-Loir, du Lot-et-Garonne et du Lot

### Résultats Eure-et-Loir

année	Diversité génétique (Ht) répartition équilibrée des variétés non renseignées	Diversité génétique (Ht) Répartition inégale des variétés non renseignées
1937	0,4703913	
1950	0,50659549	0,4978808
1965	0,08815489	
1969	0,37710889	
1970	0,3228703	
1972	0,43742293	
1973	0,43904354	
1974	0,44540351	
1977	0,41897372	
1978	0,43291916	
1995	0,53440983	

### Résultats Lot-et-Garonne

année	Diversité génétique (Ht)
1950	0,54059857
1964	0,4498566
1975	0,36373748
1981	0,21674857
1995	0,46515582
2001	0,46692182

### Résultats Lot

année	Diversité génétique (Ht) répartition équilibrée des variétés non renseignées	Diversité génétique (Ht) Répartition inégale des variétés non renseignées
1913	0,97688771	0,97968103
1926	0,68864294	0,69029609
1929	0,66047285	0,66101245
1950	0,85354303	

## Annexe 12 : Application de l'indice de Shannon Weaver sur quelques départements et comparaison avec l'indicateur de diversité génétique des cultures

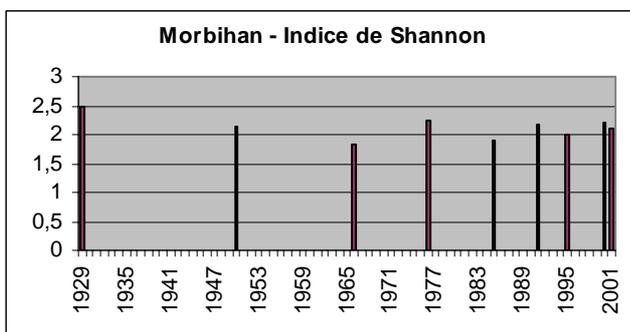
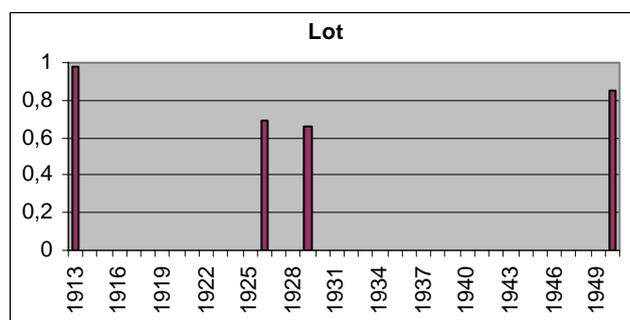
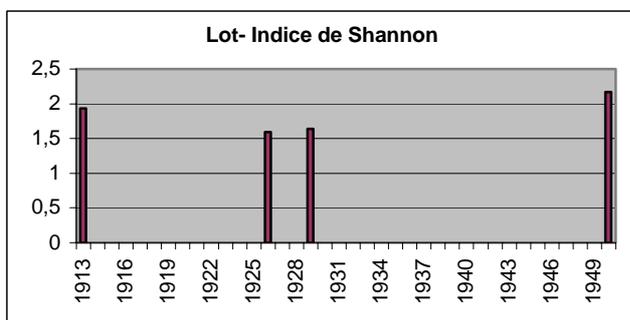
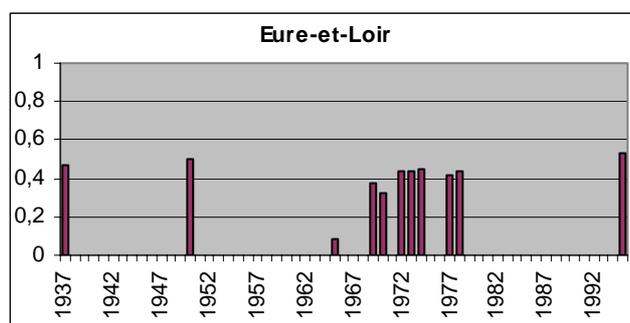
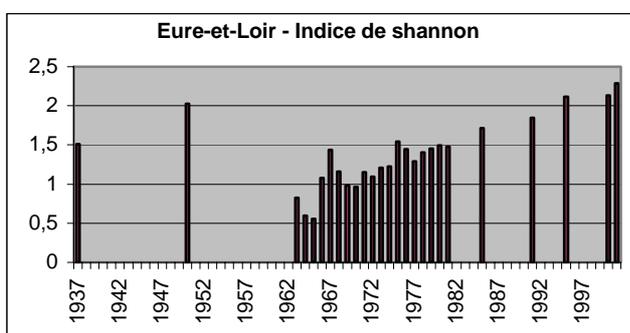
Formule de l'indice de Shannon-Weaver appliquée à la diversité intra-spécifique :

$$H = \sum_i^N p_i \times \ln p_i$$

avec H : diversité calculée avec l'indice de Shannon ; pi : part de la variété i ;  
N : nombre total de variétés

### Données traitées avec l'indice de Shannon-Weaver

### Données traitées avec l'indicateur de diversité génétique des espèces cultivées



Résultats bruts des calculs de l'indice de Shannon-Weaver :

Eure-et-Loir	
année	Indice de Shannon
1937	1,51
1950	2,02
1963	0,82
1964	0,6
1965	0,56
1966	1,08
1967	1,44
1968	1,16
1969	0,98
1970	0,96
1971	1,15
1972	1,1
1973	1,21
1974	1,23
1975	1,54
1976	1,45
1977	1,29
1978	1,41
1979	1,46
1980	1,49
1981	1,48
1985	1,71
1991	1,84
1995	2,12
2000	2,13
2001	2,29

Morbihan	
année	Indice de Shannon
1929	2,50
1950	2,15
1966	1,84
1976	2,24
1985	1,90
1991	2,18
1995	2,01
2000	2,22
2001	2,10

Lot	
année	Indice de Shannon
1913	1,93
1926	1,60
1929	1,64
1950	2,17