

L'innovation à l'épreuve d'un climat et d'un monde changeant rapidement : intérêt de la co-conception dans le domaine des semences

L. Hazard¹, A. Gauffreteau², J. Borg³, M.-H. Charron¹,
M. Deo¹, J. Enjalbert³, V. Goutiers¹, E. Gressier⁴

L'utilisation d'une diversité d'espèces et de variétés, de populations génétiquement diversifiées constitue une alternative agroécologique à l'utilisation des intrants synthétiques. Implémenter une telle agriculture basée sur la biodiversité nécessite le développement d'approches de co-conception pour tenir compte de la singularité des situations locales et de la variabilité accrue des conditions de culture.

RÉSUMÉ

Comment créer des innovations génétiques (variétés, mélanges de variétés, mélanges d'espèces) adaptées aux conditions locales ? La présentation de différents travaux de co-conception montre que travailler avec les acteurs de terrain permet i) d'affiner les objectifs poursuivis et ainsi de faire évoluer questions de recherche et critères d'évaluation des innovations, ii) de produire des connaissances et des innovations adaptées aux usagers (idéotypage participatif d'associations variétales), iii) de concevoir des outils leur permettant de créer leurs propres solutions (outil Capflor® par ex.) ou iv) d'accompagner le développement d'un programme de sélection paysanne. Ces travaux rompent avec la logique du transfert descendant de connaissances au profit d'apprentissages croisés favorisant l'adaptation locale dans le processus d'innovation.

SUMMARY

Using innovative approaches to meet the challenges of a rapidly changing climate and world: the utility of co-design in plant breeding programmes

An agroecological alternative to the use of synthetic inputs is the use of genetic diversity, variety diversity, and species diversity. This approach helps maintain production but especially increases yield stability. The challenge is now to act innovatively in creating plant varieties, as well as variety and species mixtures, that are well adapted to local conditions. Such efforts should be carried out locally and involve target users. Using different examples of co-design efforts, we show that working with local stakeholders makes it possible to (i) refine research objectives, research questions, and innovation evaluation criteria; (ii) generate user-customised knowledge and innovations (e.g., participatory design of varietal association ideotypes); (iii) design tools that help users create their own solutions (e.g., Capflor®); and (iv) support the development of a farmer-led plant breeding program.

1. Reconnaître un rôle de concepteur à l'agriculteur qui est le principal acteur de l'adaptation de son système aux changements

La modernisation agricole s'est fortement inspirée du modèle industriel en vigueur après la seconde guerre mondiale. Selon ce modèle, l'utilisateur ne participait pas

au processus d'innovation et était considéré comme un simple consommateur du progrès. Dans le monde agricole, cette logique a conduit au développement de paquets technologiques comprenant des variétés élites, les éléments permettant de les faire pousser (engrais et produits phytosanitaires) selon des itinéraires techniques simplifiés (développement des monocultures et rotations courtes) et standardisés. **La logique qui prévalait était de contrôler le milieu de production en l'artificialisant.**

AUTEURS

1 : UMR Agir, INRA Toulouse, F-31326 Castanet-Tolosan cedex ; laurent.hazard@toulouse.inra.fr

2 : UMR Agronomie, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, F-78850 Thiverval-Grignon

3 : UMR Génétique Quantitative et Evolutive, Le Moulon, F-91190 Gif-sur-Yvette

4 : Association Vétérinaires Eleveurs du Millavois, Cap du Crès, F-12100 Millau

MOTS CLÉS : Agroécologie, aide à la décision, association végétale, approches participatives, cultivar, développement agricole, facteur milieu, fourrage, innovation, mélange fourrager, méthode, prairie, pratiques des agriculteurs, sélection variétale.

KEY-WORDS : Agricultural development, agroecology, aid to decision, cultivar, cultivar breeding, environmental factor, farmers' practices, forage, forage mixture, grassland, innovation, method, participatory approaches, plant association.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Hazard L., Gauffreteau A., Borg J., Charron M.H., Deo M., Enjalbert J., Goutiers V., Gressier E. (2016) : "L'innovation à l'épreuve d'un climat et d'un monde changeant rapidement : intérêt de la co-conception dans le domaine des semences", *Fourrages*, 225, 39-47.

Contrairement au secteur industriel, l'utilisateur final, c'est-à-dire **l'agriculteur, a cependant conservé une place importante dans la mise en œuvre des innovations et dans l'adaptation de celles-ci à son terroir**. En effet, la promesse de maîtriser le milieu n'a jamais été tenue et le rôle de l'agriculteur ne s'est ainsi jamais résumé à celui d'un simple exécutant. Il a maintenu dans son travail une part de pilotage adaptatif face aux aléas naturels (aléas climatiques, pressions parasitaires par exemple), voire à ceux résultants des effets inattendus provoqués par les innovations elles-mêmes (crise de l'ESB, pollution par les nitrates, etc.). Néanmoins, au cours de la modernisation agricole, certaines activités qui incombaient aux agriculteurs ont été totalement déléguées à des acteurs spécialisés. C'est le cas, par exemple, de la sélection végétale : la production et la vente de semences sont désormais prises en charge par les entreprises semencières avec le concours d'agriculteurs multiplicateurs de semences et de coopératives. Cette évolution s'est accompagnée d'un verrouillage technique entretenant la promotion du modèle productiviste (GAUFFRETEAU *et al.*, 2015) et réglementaire protégeant ces activités (BONNEUIL et FENZI, 2011), ce qui canalise désormais la nature des innovations proposées, restreint le nombre d'acteurs impliqués et, de fait, bride la créativité.

Ce **modèle d'innovation descendant**, dit du « transfert de technologie », a permis une augmentation rapide de la productivité des cultures et du travail après la deuxième guerre mondiale et a ainsi participé à garantir l'autonomie alimentaire du pays. Sa performance est cependant aujourd'hui questionnée par les nouveaux défis que doit relever l'agriculture : la demande sociétale de réduction des intrants combinée aux effets du changement climatique signe la fin de l'illusion de la maîtrise des conditions de culture. Le transfert de technologie conçoit l'innovation comme le transfert vers et l'adoption par les acteurs économiques des connaissances produites par les scientifiques. Ce modèle s'applique mal aux conditions de travail des agriculteurs pour deux raisons principales. D'une part, l'évolution du contexte de production les oblige à s'adapter rapidement à des situations inconnues à l'avance et, d'autre part, les pratiques qu'ils mettent en œuvre pour s'adapter à ce nouveau contexte de production reposent sur des connaissances très souvent lacunaires (régulations biologiques...) (BREDILLET, 2008). L'adoption de pratiques diversifiées permettant d'augmenter la résilience des systèmes agricoles aux aléas climatiques et de limiter l'usage des intrants va accroître encore les différences de conditions de culture entre lieux de production ; en effet, la variabilité environnementale, spatiale et temporelle, sur un même lieu de production, rend les solutions globales et génériques moins pertinentes. Ce changement de contexte socio-économique oriente vers des processus d'innovation qui conduisent à une adaptation locale des pratiques, des espèces et des variétés, et à une adaptabilité accrue sur des pas de temps les plus courts possibles. Il invite à **reconnaître l'importance de l'agriculteur dans le processus d'innovation**. L'idée ici est de **favoriser à la fois l'autonomie décisionnelle et l'intelligence collective**.

Cela doit lui permettre d'analyser les situations problématiques auxquelles il doit faire face et de trouver rapidement les solutions adéquates en termes par exemple de choix d'espèces, de variétés et de mélanges. Cela peut aussi l'emmener à participer à des dispositifs d'innovation variétale afin d'avoir accès à la diversité spécifique et génétique lui permettant d'accroître la résilience de ses cultures. L'innovation est localement adaptée si elle permet de valoriser le contexte agronomique, économique et social, mais également si elle se place dans le projet professionnel de l'agriculteur. C'est en effet l'agriculteur qui *in fine* modifie ses pratiques et son système selon la compréhension qu'il a de la situation dans laquelle il se trouve. Intégrer l'agriculteur au processus d'innovation doit aussi permettre une plus grande réactivité du processus d'innovation face aux changements du contexte de production. Le domaine agricole est riche d'expériences sur lesquelles s'appuyer pour formaliser des dispositifs d'innovations participatives ou distribuées. De nombreuses recherches ont été menées sur ces sujets depuis le début des années 80 montrant l'importance du rôle des agriculteurs dans le développement de l'agriculture (CHAMBERS, 1983).

L'innovation participative crée les conditions d'une confrontation et d'une hybridation entre les connaissances technico-scientifiques et les savoirs gestionnaires ancrés dans la pratique des agriculteurs. Ce ne sont cependant pas tant les différences de nature et de mode de production des connaissances mobilisées dans ce processus qui posent véritablement problème. La difficulté est plus souvent liée aux postures de ceux qui portent ces connaissances : scientifiques sûrs de détenir la vérité, agriculteurs convaincus que rien de pratique ne sortira de l'interaction... C'est bien la qualité du dispositif permettant ces échanges qui va déterminer le succès du processus d'innovation participative (ASHWOOD *et al.*, 2014). Des connaissances scientifiques, souvent méconnues par les acteurs de terrain, vont venir étayer leurs observations et actions. En retour, leur savoir empirique, leur compréhension fine de la situation, l'expression de leurs problèmes et de leurs besoins peuvent amener les chercheurs à revoir leurs critères d'évaluation, la mise en forme des connaissances dans des artefacts pertinents pour l'action, voire à modifier les orientations de leurs travaux. Il y a dès lors tout un pan de l'activité de conception d'innovation dans le secteur agricole qui s'appuie sur des démarches participatives (KLERRX *et al.*, 2012). En s'appuyant sur des travaux basés sur ce type de démarches et en cours dans le domaine des semences, nous illustrerons comment l'interaction entre acteurs de terrain et chercheurs permet i) d'affiner les objectifs poursuivis et ainsi de faire évoluer les questions de recherche et les critères d'évaluation des innovations, ii) de produire des connaissances et des innovations adaptées aux usagers (idéotypage participatif d'associations variétales), iii) de concevoir un artefact leur permettant de créer leurs propres solutions (développement participatif de l'outil Capflor® d'aide à la conception de prairies à flore variée), voire même iv) de faire évoluer l'activité de l'utilisateur en matière de gestion collective des semences (sélection paysanne au sein d'une Maison de la Semence®). Chacun de

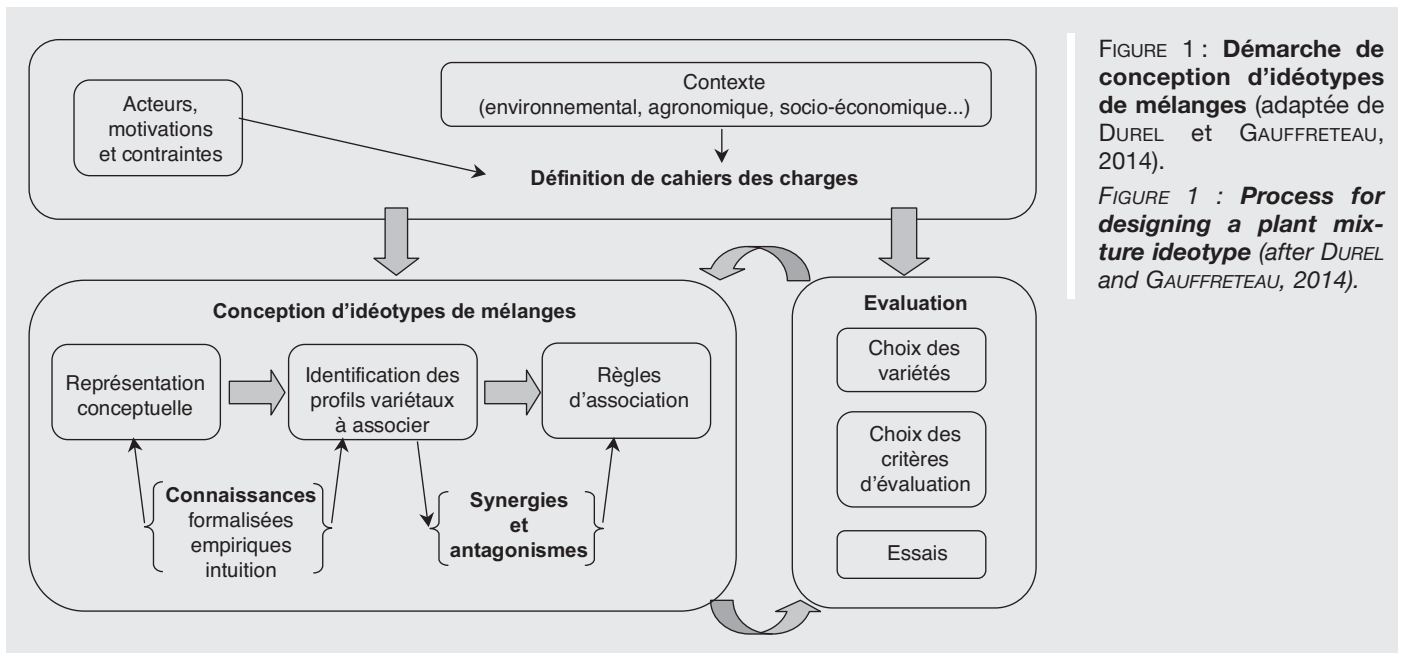


FIGURE 1 : Démarche de conception d'idéotypes de mélanges (adaptée de DUREL et GAUFFRETEAU, 2014).

FIGURE 1 : Process for designing a plant mixture ideotype (after DUREL and GAUFFRETEAU, 2014).

ces travaux repose sur une même stratégie consistant à mobiliser la diversité végétale pour augmenter la résilience de la production face à des environnements de culture moins favorables et plus variables dans l'espace et le temps (ALTIERI, 1999 ; MALÉZIEUX *et al.*, 2009).

2. Idéotypage participatif : concevoir des associations variétales adaptées localement

L'utilisation d'associations variétales offre une voie de diversification dans la parcelle, permettant de mieux valoriser les ressources, et de tamponner certains accidents climatiques ou attaques de bioagresseurs (FINCKH *et al.*, 2000 ; MUNDT, 2002 ; DAWSON et GOLDINGER, 2012). L'assemblage de variétés peut également permettre une adaptation fine à des pratiques et terroirs particuliers, à partir d'un catalogue variétal plutôt orienté vers une performance à l'échelle de grandes régions et des conduites relativement intensives.

■ Une conception innovante d'associations variétales en trois étapes

Initialement proposé pour des couverts homogènes (variétés pures), **le concept d'idéotype peut être élargi aux couverts hétérogènes et notamment aux mélanges variétaux**. Le travail d'idéotypage consiste alors à identifier les profils variétaux (ensembles de caractéristiques physiologiques et morphologiques d'une variété) qui, associés au sein d'un mélange variétal, lui confèreraient une bonne adaptation à un contexte de production et d'utilisation particulier. DUREL et GAUFFRETEAU (2014) ont proposé **une démarche en trois étapes** pour concevoir des idéotypes de plantes qui a été adaptée au cas des mélanges variétaux (figure 1) : i) la définition de cahiers des charges listant les objectifs affectés au mélange dans

un contexte de production et d'utilisation donné ; ii) la conception d'idéotypes de mélanges qui consiste à identifier les caractéristiques et les profils variétaux qui, associés au sein d'un mélange, permettent de répondre aux objectifs du cahier des charges ; enfin, iii) l'évaluation des idéotypes proposés : des mélanges construits à partir des règles d'association établies à l'étape précédente sont mis en essai et évalués selon des critères établis à partir des cahiers des charges. Le processus n'est pas linéaire, les étapes de conception - évaluation donnent lieu à des boucles de progrès, les idéotypes pouvant évoluer selon les résultats de leur évaluation.

■ L'idéotypage dans la pratique : la place de l'utilisateur et du chercheur dans la démarche

La **définition du cahier des charges** est une étape centrale dans la démarche puisqu'elle oriente le travail de conception et permet d'établir les critères d'évaluation des idéotypes produits. Ce travail est principalement à la charge de l'utilisateur. Sa très bonne connaissance du contexte de production (environnemental et technique) couplée à des motivations et des contraintes organisationnelles qui lui sont propres lui permettent d'établir une liste hiérarchisée d'objectifs pour les mélanges. Dans le cadre du projet Wheatamix (<http://www6.inra.fr/wheatamix>), un travail d'enquête auprès de conseillers (Chambres d'Agriculture, CA, ou Fédération Départementale des Groupes d'Etude et de Développement Agricole, FDGEDA) et d'agriculteurs pratiquant les mélanges variétaux de blé sur 6 départements (Eure, Cher, Indre, Loir-et-Cher, Loiret, Seine-et-Marne) a ainsi permis d'identifier 4 thématiques prioritaires pour l'exercice d'idéotypage : la tolérance au stress hydrique, au stress azoté, aux rouilles et à la septoriose. Par ailleurs, l'analyse des motivations des agriculteurs à faire des mélanges en révèle trois principales : sécuriser le rendement, réduire

les intrants (principalement les fongicides) et simplifier la gestion au sein de l'exploitation (la gestion d'un mélange de n variétés apparaissant moins coûteuse en temps de travail que la gestion des n variétés semées dans des parcelles différentes). Les critères d'évaluation des mélanges devront donc permettre de mesurer leur aptitude à satisfaire ces différents critères.

La conception des idéotypes de mélanges repose sur des connaissances scientifiques et techniques mais aussi sur des connaissances empiriques portées par les praticiens des mélanges. Une étude bibliographique sur les mélanges variétaux dans la littérature scientifique et technique a donc été complétée par une analyse de forums d'agriculteurs abordant la thématique des mélanges (ACE : <http://www.agri-convivial.com/>, Agricoool : <http://www.agricool.net/forum/> et Agriavis : <http://forum.agriavis.com/>) et par des enquêtes auprès d'agriculteurs pratiquant les mélanges. Ce travail a permis de révéler des divergences entre les thématiques de recherche sur les mélanges et les motivations des agriculteurs à faire des mélanges. Par exemple, la littérature scientifique s'intéresse principalement au gain de rendement d'un mélange par rapport à la moyenne des variétés pures (SARANDON et SARANDON, 1995 ; JACKSON et WENNIG, 1997 ; LOPEZ et MUNDT, 2000) quand les agriculteurs attendent plutôt des mélanges une stabilité de production interannuelle. Sur la base de ces connaissances scientifiques, techniques et pratiques sur les mélanges, deux ateliers de conception ont été organisés avec des chercheurs en agronomie, écophysiologie, pathologie et génétique, d'une part, et avec des conseillers de Chambres d'Agriculture ou de GEDA, d'autre part. L'atelier avec les chercheurs a permis de proposer des stratégies permettant d'adapter les mélanges aux différents objectifs du cahier des charges et d'en tirer des règles d'association, d'abord pour chaque stress et ensuite pour des situations intégrant plusieurs stress. Ce travail en multi-stress a permis d'identifier des synergies et antagonismes possibles entre des stratégies et/ou règles d'association individuelles, comme par exemple : l'association de variétés de hauteurs et de ports différents qui permet une meilleure aération du couvert a un effet positif sur le contrôle des maladies mais négatif sur le contrôle du stress hydrique. De plus, **le croisement des regards disciplinaires a permis de proposer de nouvelles stratégies** basées sur la combinaison de plusieurs traits. Par exemple, il est apparu intéressant d'assembler des variétés hautes résistantes à la rouille et des variétés courtes résistantes à la septoriose (adaptation au mode de propagation des maladies : aérienne pour la rouille et par éclaboussement pour la septoriose). L'atelier avec les conseillers agricoles a permis d'évaluer la faisabilité technique des règles d'association proposées par les chercheurs et, le cas échéant, de les adapter à leurs contextes de production particuliers. Par exemple le critère « différence de hauteur » a été écarté pour le Cher, du fait de terrains très caillouteux qui rendent difficile l'ajustement de la hauteur de coupe de la moissonneuse batteuse. **Les échanges ont permis de générer de nouvelles règles d'association.** Ainsi, la capacité d'une

association variétale à mieux gérer conjointement stress précoces et stress tardifs pourrait se construire sur la combinaison de variétés à petit grains moins sensibles aux stress tardifs et de variétés à gros grain plus tolérantes aux stress précoces (compensation par un remplissage plus important).

Les règles d'association issues des ateliers de conception ont permis de définir avec une trentaine d'agriculteurs volontaires des mélanges adaptés à leurs pratiques et conditions de production particulières. Ces **mélanges** ont été **testés au champ** tout comme l'ont été les variétés pures constitutives du mélange. Sur l'ensemble des 49 mélanges testés en première année de projet, 73 % ont obtenu des rendements supérieurs à la moyenne des rendements des variétés pures qui les constituaient avec des différences de rendement supérieures à 1,6 q/ha dans 50 % des cas. C'est un peu supérieur à ce que l'on peut observer dans la littérature ou dans d'autres réseaux d'essais ce qui tend à démontrer l'intérêt de l'exercice. Cependant, comme précisé précédemment, ce type de comparaison n'est pas forcément pertinent pour l'agriculteur, notamment du fait que les variétés pures ne sont pas semées au sein de la même parcelle et que les mélanges sont aussi une manière de ne pas faire de choix. Pour s'approcher un peu plus de la réalité de terrain, nous avons donc comparé la performance du mélange par rapport à la meilleure des variétés du mélange en culture pure (qui correspond à une perte maximale pour l'agriculteur s'il était capable d'identifier cette meilleure variété dans chacune de ses parcelles) et à la moins bonne des variétés du mélange (qui correspond à un gain maximal du mélange). Nous voyons dans le tableau 1 que le mélange améliore de plus de 3 q/ha la performance de la moins bonne des variétés en pure dans près de 68 % des cas et que la perte de rendement par rapport à la meilleure des variétés en pure reste généralement modeste puisqu'elle ne dépasse 3 q/ha que dans 34% des cas. Ainsi, **le mélange semble minimiser le risque de perte de rendement dû à un mauvais choix variétal sans trop dégrader le potentiel de rendement** de l'environnement de culture.

Ecart de rendement (X, q/ha)* entre le mélange et :	X < -3	-3 < X < 0	0 < X < 3	X > 3
- la variété la moins productive	2 %	3 %	27 %	68 %
- la variété la plus productive	34 %	43 %	21 %	2 %

* Des différences négatives représentent des pertes de rendement par le mélange et des différences positives des gains de rendements. Au-delà de 3 q/ha, nous pouvons considérer que ces gains et pertes sont significatives eu égard aux écarts types résiduels sur ce type d'essais

TABLEAU 1 : Répartition (%) des mélanges selon leur différence de rendement avec la variété la plus productive ou la moins productive en culture pure.

TABLE 1 : Categorisation (%) of plant mixtures based on differences in yield relative to the most or least productive varieties grown in monoculture.

3. Créer un outil utile et utilisé par le développement participatif, l'exemple de Capflor®

Capflor® est un outil d'aide à la décision (OAD) conçu pour produire des mélanges de semences de prairies semées complexes. Il répond aux besoins des agriculteurs souhaitant développer des prairies semées pérennes et productives à faibles intrants et résilientes au changement climatique.

■ Un outil agroécologique qui hybride connaissances agronomiques et écologiques

L'étude des interactions entre la composition des prairies naturelles, leur milieu et leur gestion nous a permis d'identifier les règles d'assemblage d'espèces pour composer des communautés prairiales adaptées aux besoins de l'agriculteur. Capflor® est basé sur le modèle conceptuel de KEDDY (1989) : filtrer un pool d'espèces consommables par des animaux en fonction de leur capacité à produire un fourrage de qualité dans des conditions pédologiques, climatiques et agricoles spécifiques. Cette sélection est suivie d'un tri et d'un arrangement des espèces les plus à même de coexister dans l'espace ou dans le temps (figure 2). Cette approche fonctionnelle permet de prendre en compte non seulement la productivité et la qualité, mais aussi la persistance et le changement au fil du temps de la composition des prairies.

■ Le développement informatique participatif permet d'ajuster le modèle, son interface et ses conditions d'utilisation aux utilisateurs

Un premier modèle a été co-conçu avec l'aide de conseillers agricole dans le cadre du projet Mélibio porté par le pôle Bio Massif Central. Dès ce premier modèle sta-

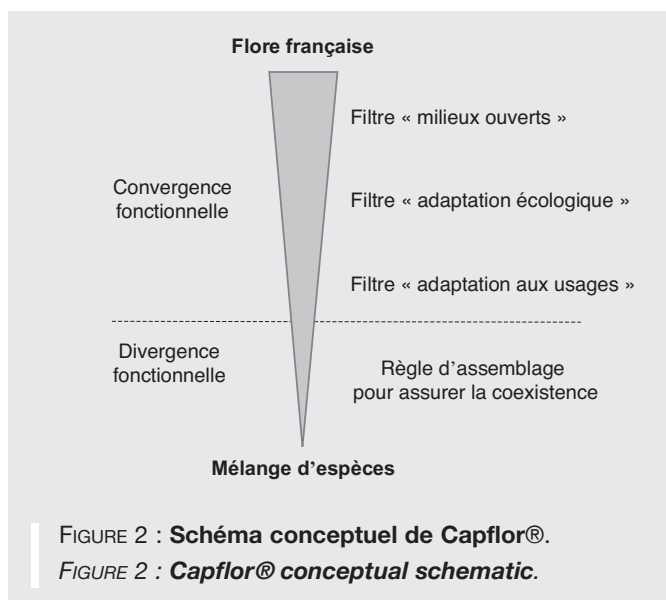


FIGURE 2 : Schéma conceptuel de Capflor®.

FIGURE 2 : Capflor® conceptual schematic.

bilisé, l'OAD a été développé de manière participative avec des collectifs d'éleveurs. Ce choix visait à créer un OAD utilisable et utilisé : trop d'OAD conçus dans les laboratoires restent inutilisés faute d'être bien adaptés à leurs utilisateurs cibles (McCOWN, 2002). Pour ce faire, nous avons défini une stratégie de conduite de projet inspirée des méthodes AGILE (COCKBURN, 2002). Le développement informatique de l'outil a été réalisé sous forme d'**itérations entre l'activité de conception de l'équipe projet et la mise à l'épreuve de l'outil conçu sur le terrain**. Ceci a été réalisé dès le premier prototype obtenu. Chaque itération durait environ 4 semaines. L'outil a ainsi été développé en une trentaine d'itérations avec la participation de collectifs d'éleveurs tels que le Civam Bio82, l'APABA ou la CA81 qui fut au départ du projet.

Ces itérations ont permis de revoir le modèle ainsi que ses sorties. A la demande des éleveurs, nous avons dû par exemple intégrer d'autres modes de qualification des plantes que leur seule productivité afin d'introduire dans les mélanges des espèces riches en sucres, en fibres ou en composés secondaires ou mellifères... Ils nous ont également invités à produire un outil qu'ils puissent configurer localement pour dépasser le déficit de connaissances sur certains aspects comme les doses de semis. Une interface a ainsi été créée permettant la capitalisation de ce qui fonctionne localement. La modélisation de certains paramètres comme les doses de semis optimales n'est actuellement pas envisageable ; l'idée est de donner la main à des animateurs locaux pour paramétrer l'OAD avec les retours d'expérience des agriculteurs qui testent et valident les doses qui donnent satisfaction localement.

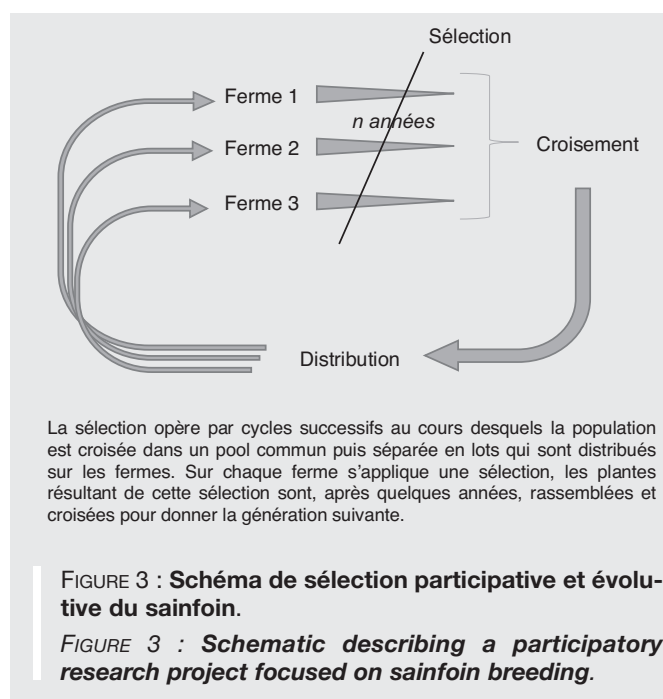
Enfin, le développement de Capflor® a également donné lieu à des effets inattendus en devenant par exemple un outil d'animation collective par des groupes d'éleveurs bio pour discuter l'intérêt et raisonner la place des prairies à flore variée dans les systèmes d'élevage, induisant diverses actions comme la mise en place d'expérimentations ou l'achat groupé de semences. Il est apparu également que l'utilisation de Capflor®, individuellement ou comme outil d'animation au sein d'un groupe, permettait à des conseillers agricoles de se forger rapidement une expertise sur les prairies à flore variée.

4. Participative, la sélection permet l'adaptation locale des espèces

Le marché local des semences est très peu diversifié. Il est souvent impossible pour les éleveurs d'acquérir les semences des espèces ou variétés plus tolérantes à la sécheresse ou nécessaires à la constitution de mélanges. Les expériences de gestion collective des semences fleurissent donc sur le territoire pour pallier cette carence. Les agriculteurs se réapproprient ainsi cette gestion et construisent des partenariats avec les chercheurs autour de programmes de sélection participative. Ainsi, lorsque l'Association Vétérinaires - Eleveurs du Millavois (AVEM) a imaginé un dispositif de gestion locale des semences, nous les avons accompagnés (<https://vimeo.com/49692901>).

Ils ont créé en 2012 une Maison de la Semence® des espèces fourragères pour produire localement des semences (COLLECTIF, 2015). Il nous est alors apparu possible de coupler ce travail à **un travail de sélection en s'inspirant des principes d'une sélection végétale évolutive** (SUNESON, 1956).

Le collectif a conçu et mis en œuvre **un schéma de sélection très différent** de ceux communément utilisés pour créer des variétés distinctes, homogènes et stables (DHS). La première étape du travail a été de réaliser (sur la base d'enquêtes) une typologie située des pratiques de gestion des surfaces fourragères afin de **raisonner la sélection par rapport à des usages locaux et d'identifier les espèces à sélectionner** (STEHLY, 2008). Ce travail a conforté le projet en montrant que les fermes les mieux adaptées aux sécheresses récurrentes des années 2000 utilisaient des semences produites localement et des populations de pays. Le sainfoin et la luzerne sont apparues comme des espèces primordiales dans les systèmes fourragers du Sud-Aveyron mais posant aussi des problèmes de pérennité. Le sainfoin est une plante très intéressante à sélectionner et à réintroduire dans les cultures du Sud-Aveyron car, bien qu'ayant une production modeste, elle résiste à la sécheresse. Elle limite les risques de météorisation des animaux pâturant des mélanges à base de luzerne et elle contribue également à limiter la charge parasitaire des animaux grâce à son activité antihelminthique. Nous avons donc rassemblé et évalué les ressources génétiques locales pour ces deux espèces. Nous avons ainsi montré que les populations de pays de sainfoin et de luzerne étaient au moins aussi performantes dans les conditions locales d'utilisation que les variétés commerciales (GRESSIER *et al.*, 2013). Nous avons ensuite travaillé en ateliers de conception innovante pour établir des idéotypes partagés de ce que seraient un sainfoin et une luzerne de l'AVEM. Ce travail consiste à explorer toutes les solutions possibles, notamment en examinant systématiquement tout ce qui pourrait être rejeté en premier examen. Cela a permis notamment de se détacher du modèle que représente la variété commerciale (distinction, homogénéité, stabilité, productivité...). Dans un second temps, **nous avons co-conçu un schéma de sélection permettant de produire ces idéotypes** (figure 3, PARENTI, 2011). Le but était de créer une population très pérenne bien adaptée aux besoins des agriculteurs locaux, gardant une diversité génétique élevée pour une meilleure adaptabilité. Dans un premier temps, nous avons prévu dans l'organisation de la sélection un passage par le domaine expérimental de l'INRA. Cependant, les éleveurs ont souhaité développer un schéma s'affranchissant de toute participation de la recherche, ceci afin d'être totalement autonomes et indépendants dans le cas d'un désengagement de la recherche du projet. Nous avons ainsi mis en œuvre ce projet de sélection sur plusieurs fermes de l'Aveyron. Un tel programme de sélection est i) évolutif car les plantes retenues sont celles qui persistent en situation de production, ii) participatif car la sélection est réalisée par les agriculteurs et son produit est partagé, et iii) récurrente car toutes les plantes sélectionnées sont recroisées à chaque cycle de sélection.



Ce projet de sélection participative nous a permis d'apprendre à travailler entre éleveurs et chercheurs. Au-delà d'établir un langage commun, cela nous a permis de réaliser que les objets de connaissances peuvent être différents des objets de gestion des éleveurs. Par exemple, les éleveurs gèrent des semences et non des génotypes ; l'aspect central d'un schéma de sélection participative devient la circulation de la semence et non les épreuves de qualification des génotypes. De la même façon, le travail réalisé dans ce projet sur la qualité des semences montre que, là où les scientifiques voient la qualité sanitaire et le pouvoir germinatif d'une graine, les éleveurs voient la qualité de l'information associée à cette graine. Dans cette interaction, la semence se redéfinit comme une graine, entité biologique, étroitement associée aux connaissances sur sa valeur d'usage. Reconnaître cette propriété de l'objet géré implique alors de raisonner ensemble les processus biologiques et cognitifs.

5. Les dispositifs de co-conception favorisent l'adoption des innovations par leurs utilisateurs

Dans une logique de transfert technologique, l'adoption des innovations pose problème. Chaque innovation s'inscrit dans un projet de développement et dans un système de valeurs qui peut être rejeté : ce fut le cas des OGM. Associer le citoyen à l'orientation prise par les travaux de conception permet d'éviter cet écueil. L'innovation conçue sans consulter l'utilisateur peut également s'avérer inutile tout simplement parce qu'elle ne répond pas aux besoins de l'utilisateur ciblé. Associer l'utilisateur à la conception de l'innovation permet de diminuer ce risque. Cependant, une innovation utile peut ne pas rencontrer le succès si elle est difficile à mettre en œuvre ou si elle se heurte à un verrouillage. Certaines

cultures associées, si elles sont intéressantes sur un plan agronomique, peuvent poser des problèmes de tri à la récolte. Enfin, une innovation bien souvent se reconfigure dans sa situation d'usage jusqu'à remplir d'autres fonctions que celles imaginées. C'est le cas de Capflor® lorsque l'outil devient un outil d'animation collective. La co-conception doit donc passer le seuil de l'atelier de conception pour que l'innovation se nourrisse également de la confrontation à la situation d'usage. Les dispositifs de co-conception peuvent ainsi engager des transformations de ces situations. Le travail conduit sur la Maison de la Semence® de l'AVEM en est un exemple : la conception de populations locales d'espèces fourragères s'est accompagnée d'une transformation des pratiques culturelles des éleveurs.

■ Travailler des innovations avec l'utilisateur permet de les concevoir en intégrant ses besoins et ses contraintes

Dans leur grande majorité, les programmes actuels de conception de nouvelles variétés et de mélanges variétaux ou d'espèces affichent un objectif de maximisation de rendement. Or nos travaux montrent que les praticiens évoquent plutôt un objectif de sécurisation du rendement, une volonté d'éviter les accidents (rendements très bas), ou une meilleure durabilité des espèces pérennes. Les concepteurs de ces innovations génétiques s'attendent à ce que les agriculteurs mettent en place des itinéraires techniques adaptés permettant de valoriser au mieux l'expression du progrès dont elles sont porteuses. Or certains agriculteurs sont en quête d'une simplification de leur travail, adoptent des pratiques culturelles innovantes, et recherchent une innovation variétale qui s'adapte à leur pratique et à leur projet plutôt que l'inverse. Notre travail met en évidence, d'une part, que **la perception de la performance a évolué pour s'écarter d'une vision purement productiviste** et, d'autre part, que **les critères de performance se redéfinissent localement**. A la lumière de cette nouvelle façon de définir la performance, le fait d'utiliser un mélange ou une population paysanne peut être considéré comme avantageux par un agriculteur (pour des raisons organisationnelles par exemple). L'objectif n'est donc plus de démontrer que le mélange ou la population paysanne sont plus productifs respectivement que la moyenne des variétés pures qui le constituent ou la variété commerciale mais bien qu'ils ne font pas moins bien. Nous retrouvons peu ce type d'analyse tenant compte d'une redéfinition de la performance dans la littérature. Généralement l'objectif demeure de tester l'intérêt des innovations génétiques et donc leur supériorité en termes de productivité. Il reste donc encore à ce niveau des progrès à réaliser de manière à construire par la suite des critères d'évaluation en phase avec les attentes des utilisateurs.

■ En produisant des innovations, les dispositifs de co-conception préparent et transforment également les contextes de leur utilisation

Les échanges entre chercheurs et praticiens permettent **des apprentissages croisés**. D'un côté, les praticiens évaluent la portée pratique des propositions faites par les chercheurs. Ainsi : « *de trop grosses différences de hauteurs au sein d'un mélange de variétés ou d'espèces peuvent poser des problèmes à la récolte* » ou « *pour ne pas avoir de problème de fanage, il faut éviter de mettre du ray-grass anglais dans le mélange* ». Ils questionnent également les chercheurs : « *Il faudrait connaître la structure racinaire des variétés* », « *Quel est l'effet des mélanges sur la cécidomyie et la mosaïque ?* » ou « *Nos populations de pays sont-elles génétiquement distinctes des variétés commerciales ?* ». Ceux-ci peuvent alors engager des recherches sur des questions posées par la conception et la gestion de ces innovations génétiques. D'un autre côté, les connaissances et concepts produits par les chercheurs peuvent nourrir des changements de pratiques des agriculteurs. Ils sont directement sources d'inspiration comme par exemple pour éviter des accidents dus à des stress climatiques non prédictibles dans le temps pour la culture du blé. Les chercheurs ont en effet proposé de mettre en mélange des variétés présentant des précocités variées et ainsi limiter le risque que toutes les variétés du mélange subissent ce stress à un stade sensible. Cet étalement des précocités au sein d'un mélange, peu recommandé dans la littérature technique, est apparu totalement pertinente dans le cas du Cher où des stress hydriques très forts, localisés dans le temps et imprédictibles peuvent gravement réduire les rendements variétaux. Souvent, l'adoption des propositions de la recherche s'accompagne d'une adaptation par les praticiens. Ce fut le cas lorsque, partant de la stratégie sous-jacente d'étalement dans le temps des phases sensibles des différentes variétés au sein d'un mélange, les praticiens des Chambres d'Agriculture ont proposé de ne pas jouer seulement sur la précocité mais aussi sur les composantes du rendement des variétés (mélanges gros grains - petits grains), soulevant une nouvelle question de recherche. Le bénéfice pour les praticiens de l'interaction avec les chercheurs peut prendre également des formes moins directes en créant un nouvel éclairage de la situation sur laquelle ils doivent agir. C'est ce qui s'est passé durant le travail conduit au sein de la Maison de la Semence® de l'AVEM. Les éleveurs ont ainsi réalisé qu'il leur fallait conduire une réflexion sur l'évolution de leurs pratiques en relation avec le travail de sélection participative. Cette réflexion a ainsi débouché sur un travail de reconception agroécologique de leurs systèmes fourragers (projet Casdar AE SALSA).

Conclusion

La conception participative nécessite de revoir les pratiques des chercheurs et de redéfinir un nouveau rapport entre chercheurs et acteurs de terrain. La nature des connaissances produites par la recherche dans ces dispositifs diffère de celle issue de dispositifs classiques. Il s'agit moins de connaissances sur des processus biologiques que de connaissances sur leur valorisation. Le travail est également plus réflexif et une partie de la production de connaissances porte sur les méthodes mises en œuvre qui s'avèrent transposables alors que les connaissances techniques sont souvent plus contextuelles. Néanmoins la co-conception mobilise des connaissances scientifiques classiques et l'action qui en résulte est également un mode d'exploration du vivant susceptible, nous l'avons vu, de pointer des verrous de connaissances à traiter selon des approches scientifiques classiques.

Travailler avec les utilisateurs des innovations à concevoir rompt avec la logique linéaire du transfert technologique selon laquelle les chercheurs produisent des connaissances que les acteurs du développement transforment en outils qui sont utilisés pour la production par les agriculteurs. Cette façon de travailler ne questionne pas seulement les pratiques des chercheurs mais redéfinit également de nouveaux métiers dans l'accompagnement de ces démarches. Le métier de conseiller agricole évolue grandement vers de nouvelles compétences d'animation de collectif pour faire émerger des solutions locales aux problèmes des agriculteurs, à l'image de ce que les CIVAM, puis les GEDA, ont mis en place depuis plusieurs décennies. Les acteurs privés comme les semenciers pourraient également s'inspirer des courants de la conception participative qui se développent dans le monde industriel, pour travailler avec leurs clients à l'élaboration des innovations génétiques. N'est-il pas possible, par exemple, de revoir le dispositif d'innovation variétale pour permettre une finalisation de la sélection et de la préconisation de mélanges par petit territoire plutôt que de continuer à concevoir des variétés et des mélanges à large spectre ? Enfin, pour répondre aux nouvelles orientations agroécologiques de l'agriculture française (Projet Agro-Ecologique pour la France, <http://agriculture.gouv.fr/le-projet-agro-ecologique-pour-la-france>), une plus grande diversité de pratiques et d'espèces sera à intégrer dans un même terroir. Il est peu probable que le morcellement des niches puisse correspondre aux logiques commerciales du secteur semencier, et de nombreuses espèces « orphelines » seront à adapter à des conduites et des terroirs contrastés. Dans ce cadre, des programmes de sélection décentralisée et participative seront assurément pertinents et c'est certainement à la recherche publique (INRA) de développer une activité d'appui en génétique et sélection à des acteurs aussi variés que des instituts techniques, coopératives, Chambres d'Agriculture et, bien sûr, des agriculteurs.

Enfin, nous l'avons vu dans les travaux présentés dans cet article, la place faite à l'utilisateur est variable

selon les dispositifs en relation avec les objectifs du dispositif, la façon dont ils ont été définis et les utilisateurs auxquels on s'adresse. Dans tous les cas, ces approches se distinguent d'une simple extraction du savoir empirique des acteurs de terrain ou d'une étude de marché : l'idée est bien d'enclencher des apprentissages croisés pour innover de façon pertinente et créer les conditions d'accueil des innovations conçues. Le moment et le niveau d'implication des acteurs de terrain dans des démarches de co-conception demeurent à négocier selon le projet. Plus de participation n'est pas forcément mieux. L'exercice est exigeant car les acteurs de terrain comme les chercheurs ont une disponibilité limitée : initier l'exercice, qui n'a de sens qu'au niveau local, demande un certain temps pour s'imprégner du contexte, et entretenir leur participation nécessite de développer une véritable stratégie gagnant - gagnant afin d'éviter le désintérêt des uns et l'épuisement des autres. Néanmoins, ces travaux aident à penser le fonctionnement de nouveaux dispositifs d'innovation qui désormais ont un cadre institutionnel (GIEE, GO PEI...). Ils permettent notamment de mieux définir le rôle et les compétences de leurs animateurs hybridant maïeutique et expertise technique.

Accepté pour publication,
le 17 février 2016

Remerciements : Ces travaux ont été financés grâce à différents programmes : CLIMAGIE du métaprogramme Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture et de la Forêt (ACCAF) de l'INRA, ANR O2LA (ANR-09-STRA-09), ANR Agrobiosphère (ANR-13-AGRO-0008-04), Mélibio financé dans le cadre de la Convention Massif Central, avec le concours du CGET, des Chambres Régionales d'Agriculture de Bourgogne et d'Auvergne et des agences de l'eau Adour-Garonne, Loire-Bretagne et Rhône-Alpes-Méditerranée-Corse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALTIERI M.A. (1999) : "The ecological role of biodiversity in agroecosystems", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3): 19-31.
- ASHWOOD L., HARDEN N., BELL M.M., BLAND W. (2014) : "Linked and Situated: Grounded Knowledge", *Rural Sociology*, 79(4): 427-452.
- BONNEUIL C., FENZI M. (2011) : "Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée", *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 5, n°2, 206-233.
- BREDILLET C.N. (2008) : "Learning and acting in project situations through a meta-method (MAP) a case study: Contextual and situational approach for project management governance in management education", *Int. J. of Project Management*, 26 (3), 238-250.
- CHAMBERS R. (1983) : *Rural Development: Putting the Last First*, Longman.
- COCKBURN A. (2002) : *Agile Software Development*, Addison-We.
- COLLECTIF (2015) : *Gérer collectivement la biodiversité cultivée*, Educagri éd.

- DAWSON J.C., GOLDRINGER I. (2012) : "Breeding for Genetically Diverse Populations: Variety Mixtures and Evolutionary Populations", *Organic Crop Breeding*, Bueren E.T.L. van, Myers J.R. ed., Wiley-Blackwell, 77-98.
- DUREL C.E., GAUFFRETEAU A. (2014) : "Une démarche théorique de conception d'idéotypes", *Conception d'idéotypes de plantes pour une agriculture durable*, Debaeke P. et Quilot-Turion eds., Collection Ecole-chercheurs INRA-CIRAD, 73-79.
- FINCKH M., GACEK E., GOYEAU H., LANNOU C., MERZ U., MUNDT C., MUNK L., NADZIAK J., NEWTON A., DE VALLAVIELLE-POPE C. et al. (2000) : "Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance", *Agronomie*, 20: 813-837.
- GAUFFRETEAU A., CHARMET G., JEUFFROY M.H., LE GOUIS J., MEYNARD J.M., ROLLAND B. (2015) : "Variétés et itinéraires techniques du blé : une évolution vers la diversification", *Agronomie Environnement & Sociétés*.
- GRESSIER E., LAURENT P., PARENTI T., HAZARD L. (2013) : "Produire du fourrage avec des populations de pays : exemple de la luzerne et du sainfoin à faibles intrants dans le Sud-Aveyron", *Fourrages*, 216, 313-319.
- JACKSON L.F., WENNIG R.W. (1997) : "Use of wheat cultivar blends to improve grain yield and quality and reduce disease and lodging", *Field Crops Research*, vol. 52, 3, 261-269.
- KEDDY P. (1989) : *Competition*, Population, Chapman & Hall.
- KLERKX L., VAN MIERLO B., LEEUWIS C. (2012) : "Evolution of systems approaches to agricultural innovation: Concepts , analysis and interventions", *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*, 457-483, Springer Netherlands.
- LOPEZ C.G., MUNDT C.C. (2000) : "Using mixing ability analysis from two-way cultivar mixtures to predict the performance of cultivars in complex mixtures," *Field Crops Research*, 68, 121-131.
- MALÉZIEUX E., CROZAT Y., DUPRAZ C., LAURANS M., MAKOWSKI D., OZIER-LAFONTAINE H., RAPIDEL B., DE TOURDONNET S., VALANTIN-MORISON M. (2009) : "Review article Mixing plant species in cropping systems: concepts , tools and models. A review", *Agronomy for Sust. Develop.*, 29, 43-62.
- MUNDT C.C. (2002) : "Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management", *Annual Review of Phytopathology*, 40, 381-410.
- PARENTI T. (2011) : *Sélection participative du sainfoin de l'AVEM*, Rapport d'ingénieur El-Purpan.
- SARANDON S.J., SARANDON R. (1995) : "Mixture of Cultivars: Pilot Field Trial of an Ecological Alternative to Improve Production or Quality of Wheat (*Triticum aestivum*)", *J. Applied Ecology*, vol. 32, 288-294.
- STEHLI E. (2008) : *Mise en oeuvre d'une recherche participative dans le sud-Aveyron : Quel intérêt à l'utilisation d'une typologie située ?*, Rapport ingénieur ENSAT.
- SUNESON C.A. (1956) : "An Evolutionary Plant Breeding Method", *Agronomy J.*, 4 (48), 188-191.



Association Française pour la Production Fourragère

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

www.afpf-asso.org



AFPF – Centre Inra – Bât 9 – RD 10 – 78026 Versailles Cedex – France

Tél. : +33.01.30.21.99.59 – Fax : +33.01.30.83.34.49 – Mail : afpf.versailles@gmail.com

Association Française pour la Production Fourragère