



Pour la terre et les hommes, les légumineuses au cœur de l'innovation

Compte rendu par Marie-Thérèse Esquerré-Tugayé
Membre de l'Académie d'Agriculture de France, section 6

La deuxième édition des « Rencontres Francophones Légumineuses », RFL2, s'est déroulée à Toulouse les 17 et 18 octobre 2018, organisée par l'INRA, le CIRAD, TERRES UNIVIA et TERRES INOVIA, sous la présidence de Mme Marie-Benoit Magrini, Ingénieur de Recherche INRA (UMR AGIR à Castanet-Tolosan). Sous le titre « Pour la Terre et les Hommes, les Légumineuses au cœur de l'innovation », cette 2^{ème} édition ouverte à tous les pays de la francophonie et tout particulièrement de l'Afrique francophone, a rassemblé 300 participants.

Les légumineuses font partie de la Famille des Leguminosae, 3^{ème} plus grande famille des plantes à fleurs. Les légumineuses à graines, dont les principales espèces cultivées sont le soja, les protéagineux (pois, féverole, lupin), et les légumes secs (haricot, lentille, pois-chiche) en France, mais aussi niébé et arachide en Afrique de l'ouest, ont été essentiellement envisagées lors de ces rencontres. Au total, une centaine de communications orales et autant de posters étaient centrés autour de la question « Où en est-on de la place des légumineuses dans les usages, la production agricole, la dynamique d'investissement, la recherche ? » Après un aperçu général des atouts et défis à relever, ces rencontres ont fait le point sur les apports et les perspectives de leur culture.

LES LEGUMINEUSES : ATOUTS ET DEFIS

Dès l'ouverture de cette rencontre par Christian Huyghe (Dir. Scientifique adjoint INRA), l'accent est mis sur le potentiel des « légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables » (Ed. QUAE 2015), insistant sur la place que peut prendre leur culture pour le développement d'un modèle agroécologique ; ceci en raison de leur aptitude à fixer l'azote atmosphérique et par la même à réduire l'apport de fertilisants de synthèse d'une part, et en raison de leur richesse en protéines constituant un apport nutritionnel majeur d'autre part. Leur culture en rotation ou en association avec d'autres cultures, permet également la restauration des sols. Par rapport à ce potentiel, où en est-on aujourd'hui ? Deux conférences plénières ont ensuite porté une vision globale sur les légumineuses.

Dans son panorama mondial de la production, du commerce international et des politiques publiques de soutien aux légumineuses, et annonçant son livre à paraître « L'économie mondiale des Légumineuses », Dorian K. Navarro (FAO) montre que la production globale des légumineuses à graines augmente partout, sauf en Europe, l'Asie se situant en tête (8 Mt en 2018). La superficie totale a environ triplé en 35 ans (depuis 1982) en France (Figure 1), premier producteur de soja et protéagineux en UE (Figure 2), mais loin derrière d'autres pays et continents, et les prix ont peu évolué dans les dix dernières années pour plusieurs d'entre elles. La consommation mondiale (moy. 7Kg /personne/an), nettement inférieure à celle des céréales, varie avec les préférences alimentaires, historiques et culturelles, les directives diététiques. Il souligne les limites de rendement de nature agronomique (sensibilité aux maladies, stress), structurelles entre petites et grandes exploitations, et pointe la nécessité d'intensifier la recherche publique dans tous ces domaines ainsi que le soutien aux agriculteurs.

Sous le titre évocateur « Géopolitique de la sécurité alimentaire : un enjeu pour la verticale AME », et rappelant également son livre « La sécurité alimentaire mondiale » (Ed. L'Harmattan 2010), Jean-Louis Rastoin (UNESCO, AAF) pointe les conséquences de l'insécurité alimentaire, tant biologiques que psychosociologiques en Afrique et au Moyen Orient. Il souligne l'urgence de repenser les modèles de développement au vu des changements démographiques et climatiques qui s'annoncent, et de renforcer une coopération entre les pays européens et africains au travers de l'axe AME (Afrique Méditerranée Europe).

Un petit film pédagogique réalisé par Hélène Marrou (MCF en agronomie à AgroSup Montpellier) est ensuite venu apporter un regard concret sur ce qu'est, au quotidien, la perception des légumineuses : « Les légumineuses : ça aide ou ça aide pas ? » Au travers d'un scénario original, ce film a exposé les questionnements encore très présents chez les agriculteurs sur les intérêts connus ou méconnus des bénéfices d'insertion des légumineuses dans les systèmes agricoles.

Ainsi convaincue par les enjeux et défis à relever, Mme Karine Gloanec-Maurin, députée européenne est alors intervenue dans le contexte de la PAC et de sa participation à la commission du budget. Avec seulement 4 % des terres arables dédiées à la culture des légumineuses en Europe, elle a exprimé son engagement politique à soutenir les efforts de recherche et d'innovation nécessaires pour permettre aux légumineuses de reconquérir nos assiettes.

Par rapport à la vision globale des légumineuses, où en est-on en agronomie ? Les solutions envisageables pour accroître les légumineuses dans les systèmes de culture, avec les avantages et les limites, ont été exposées par Eric Justes (CIRAD). Compte tenu de la demande des consommateurs en protéines végétales, la France est en déficit de production. Les réticences des agriculteurs à les cultiver largement résultent de l'impact de divers stress hydriques, thermiques et des maladies qui réduisent les rendements, et nécessitent l'usage, parfois important, de pesticides. Repenser les pratiques agricoles serait un moyen efficace d'accroître la production des légumineuses à graines, par exemple par la pratique des cultures associées, et en interculture afin d'augmenter la fixation symbiotique de l'azote. Mais il faut veiller aussi à ce que cela soit suffisamment rémunérateur pour les agriculteurs, p.ex. via des productions locales appréciées par les consommateurs. La participation des légumineuses à la fertilité des sols est discutée dans le contexte des pays magrebins (Mohamed Kharrat, INRAT Tunisie) et sahéliens (Alpha Bocar Baldé, ISRA Sénégal) pointant des différences tenant à la nature des sols et des pratiques culturales (alternance légumineuses-autres cultures), aux interactions avec l'élevage, à la recherche des espèces le mieux adaptées à l'environnement. D'où la nécessité de méthodes intégrées.

L'atout majeur des légumineuses réside dans leur aptitude à établir des symbioses. Les aspects fondamentaux et appliqués des symbioses entre légumineuses et microorganismes ont été présentés par Jean-Michel Ané, University of Wisconsin USA, et Diégane Diouf, Université Ch. A. Diop Sénégal . La symbiose fixatrice d'azote atmosphérique associant les légumineuses aux bactéries du genre *Rhizobium* (~ 58 millions d'années) et, plus largement la symbiose mycorhizienne (~400 millions d'années), jouent un rôle important dans la fertilité des sols et la nutrition des plantes. L'Afrique de l'Ouest possède une grande diversité de légumineuses à graines, mais aussi ligneuses, aux caractéristiques avantageuses. Par rapport aux conditions de l'environnement, il est nécessaire d'améliorer l'adaptation tant au niveau plante que microorganisme. La recherche fondamentale a mis en évidence que les deux symbioses partagent une communauté de signaux (facteurs Nod, Myc) et de voies de signalisation, laissant entrevoir la possibilité de transférer, à terme, la fixation de l'azote atmosphérique à des plantes non légumineuses. Une tentative illustrée sur peuplier, dont les racines présentent des nodosités en réponse aux signaux moléculaires émis par *Rhizobium* (les facteurs NOD) pourrait aboutir dans une dizaine d'années. Plus généralement, une amélioration de la fixation d'azote irait de pair avec celle de la photosynthèse.

A l'issue de l'ouverture de ces « Rencontres Légumineuses », les apports et perspectives des divers domaines évoqués (consommation, innovation, technologie, production, génétique) ont ensuite été approfondis au cours des nombreuses communications orales et posters.

LES LEGUMINEUSES : APPORTS ET PERSPECTIVES

Consommation

Apports nutritionnels des légumineuses

L'utilisation des légumineuses à graines en tant que source de produits alimentaires riches en protéines végétales est en plein essor, et pourrait être largement valorisée ; la combinaison avec des protéines animales, ou des associations blé - légumineuses permettent d'améliorer la composition en acides aminés essentiels (soufrés, déficients chez les légumineuses). L'accessibilité de ces aliments pour les consommateurs est cependant freinée par la présence de composés indésirables (saponines, glycosides, dérivés oxydés d'acides gras) qui confèrent un goût désagréable et une mauvaise digestibilité, mais qu'il est possible de diminuer en contrôlant l'expression des gènes qui gouvernent leur synthèse ou leur dégradation.

Les légumineuses en santé animale

Alors que le pois était produit en grande quantité en France en 1993 (3,5Mt), il représentait moins de 0,7 Mt en 2017. En cause, les ratios de prix par rapport aux céréales et aux tourteaux de soja (2,8 Mt de tourteaux de soja importés en 2016-17) et de colza. Développer l'usage des légumineuses à graines consiste à répondre à la filière française en recherche de solutions innovantes, et aux consommateurs en quête de ré-assurance de qualité et de traçabilité. Cela repose sur l'organisation de la filière de production des graines protéagineuses (sélectionneurs, cultivateurs, utilisateurs) ; sur la contractualisation des approvisionnements (engagement en volume et en prix avec les cultivateurs, stockeurs, négociants) ; sur la mise au point de technologies pour optimiser la valeur nutritionnelle des graines ; sur l'intégration dans des modèles économiques associant culture et élevage.

Les légumineuses en alimentation humaine

Si les consommateurs de légumineuses en France ne représentent que 14 % de la population, c'est qu'elles sont souvent associées à des temps long de cuisson, à des inconforts digestifs, et à des notes sensorielles très végétales (« beany »). Même en Afrique où le niébé est largement consommé par la majorité de la population, les mêmes freins sont évoqués. A côté des travaux de génétique visant à améliorer l'expression des gènes responsables de la production de molécules indésirables, la fermentation est un moyen de diversifier l'offre d'aliments issus des légumineuses en augmentant leur digestibilité et leur valeur nutritionnelle. Il s'agit par exemple d'utiliser les bactéries lactiques capables d'hydrolyser les alpha-galactosides indésirables, ou de communautés microbiennes (bactéries et levures) qui génèrent des profils aromatiques très variés sur des milieux à base de légumineuses. En France, les débouchés à partir du soja sont en pleine expansion, et les qualités probiotiques du jus de soja fermenté à l'étude. Dans la perspective d'augmenter la part des légumineuses dans les menus, des enquêtes auprès des cantines scolaires se font jour.

Innovation

« Entre passé et futur, réinventer les usages de consommation des légumineuses »

Tel était le thème de la conférence plénière prononcée par Muriel Gineste (CISALI France) en ouverture de la soirée de gala, assorti de prestations par des étudiants toulousains.

Alors que la consommation annuelle des légumineuses était en moyenne de 7 Kg/personne jusqu'au XXème siècle en France, elle a chuté à 1,4 Kg/pers. en moins d'un siècle au profit des produits carnés. Cependant, on assiste à un retour des légumineuses dans nos assiettes en raison de la sensibilité croissante des consommateurs à la cause environnementale, et une catégorie « légumineuses » est inscrite dans le plan national « Nutrition et Santé ». C'est dans cette perspective que M. Gineste présente CISALI « Centre d'Innovation Sur L'Alimentation » qu'elle a co-créé en 2014 à Toulouse (Ass. 1901). CISALI se positionne comme un labo d'innovation par l'usage, dans lequel le consommateur est parti prenante de la conception des innovations comme un expert à part entière. L'objectif est de réinventer les usages de consommation des légumineuses en tirant parti des procédés de transformation et conservation qui permettent d'obtenir toute une variété de produits en versions salées ou sucrées, lesquels furent présentés.

Pour illustrer la démarche CISALI, un « consom'lab » était organisé par un collectif d'étudiants des écoles (Hôtelière de Toulouse, Institut du Design de Toulouse-Montauban, Ingénieurs d'Agriculture Purpan) qui avait préparé, à destination de chaque convive, un assortiment de mise-en-bouche, à charge par chacun de les goûter et de voter ensuite pour sa préférence parmi ces nouvelles recettes créatives sur lesquelles les étudiants ont travaillé une année avec leurs enseignants.

Lauréats du Concours Prot'Eat 2018

Le concours Prot'Eat lancé lors du Salon de l'Agriculture par Terres Univia et le GEPV avait pour objectif de récompenser les start-up qui proposent des solutions innovantes pour apporter davantage de légumineuses et protéines végétales dans l'alimentation de demain. Deux lauréats ont été récompensés : Béatrice Maire pour « Tartimouss » pâte à tartiner à base de féveroles ; Hani Zeid pour « Live Loving Foods » pour la production d'aliments végétaliens riches en protéines végétales de soja, pois et blé pour l'alimentation courante. Ces créations laissent présager de nouveaux produits innovants sur le marché de l'alimentation.

Technologies

Innovations technologiques dans la transformation des protéines végétales

L'innovation réside aussi dans les procédés technologiques de transformation des légumineuses, particulièrement documentés dans la conférence plénière de M.ichel Lopez (IMPROVE, France). Face aux propriétés recherchées, allant

des qualités nutritionnelles des produits à leur étiquetage pour le marché, différentes stratégies d'extraction des matières premières et de protocoles de fractionnement des farines ont été décrites. A titre d'exemple, les techniques de solubilisation des protéines, de diminution de facteurs antinutritionnels, ainsi que la caractérisation physico-chimique de produits dérivés ont été illustrées.

Dans ce domaine également, on est en forte demande d'amélioration génétique pour répondre à la demande de qualité des produits.

Production

Agriculteurs face aux légumineuses

La part des légumineuses dans les exploitations agricole est en déclin depuis une dizaine d'années. Cette réduction s'explique par l'écart grandissant entre les marges annuelles des agriculteurs produisant des cultures céréalières et celles des agriculteurs cultivant les légumineuses. Néanmoins, les atouts agronomiques, alimentaires et environnementaux des légumineuses conduisent à rechercher des leviers pour réinsérer ces cultures dans les exploitations agricoles parmi lesquels : la recherche de nouveaux débouchés à plus forte valeur ajoutée, le rôle du conseil et des connaissances promulgués aux agriculteurs et leur intégration dans des démarches d'innovation, la nécessité de filières et de contrats pour minimiser les risques économiques.

Les associations de culture

Le faible attrait des légumineuses à graines pour les agriculteurs en Europe et en France s'explique aussi, en partie, par des rendements faibles et instables. Des verrous agronomiques majeurs en sont responsables : adventices, verse, divers ravageurs. Les cultures associant légumineuses-céréales apparaissent comme une réponse pertinente à ces problèmes. En condition de bas intrants, les associations lupin ou lentille-céréales en France notamment pois-blé dans le Nord et en Belgique, haricot mungo-mil au Sénégal, montrent de façon générale un effet positif sur la production de la légumineuse et de la céréale, et une meilleure gestion des facteurs biotiques. Il est cependant nécessaire de connaître les comportements différents entre espèces de légumineuses avant de les introduire dans des systèmes de culture, et d'évaluer la rentabilité et la performance économique de ces systèmes.

Utiliser les légumineuses et leurs symbioses

La persistance de l'état symbiotique et le maintien d'une nodosité fonctionnelle dépendent de plusieurs facteurs parmi lesquels : la fertilisation azotée et l'exploration racinaire du sol ; la sélection de Rhizobia pour leur aptitude conjointe à la nodulation et à la résistance aux stress abiotiques ; les effets complémentaires de gènes de développement de l'hôte et de gènes bactériens. La recherche de conditions optimales de culture en condition de déficit hydrique, l'analyse par phénotypage et transcriptomique de cultivars contrastés pour ce stress, et la mesure de la concentration en leghémoglobine par imagerie hyperspectrale proche infrarouge sont autant de paramètres marqueurs de l'efficacité de la symbiose.

Les systèmes agricoles avec les légumineuses

La faible disponibilité en variétés inscrites et distribuées, le manque de références et d'accompagnement, sont autant de freins à l'expansion des légumineuses à graines dans le sud de la France et les pays méditerranéens. Il est indispensable de produire des connaissances associant des espèces et des variétés à des situations agronomiques, des objectifs de production, et des services écosystémiques attendus. Dans ce sens, une analyse bibliométrique approfondie de la diversité génétique d'un large éventail d'espèces et de variétés de légumineuses (partenariat avec la Soc. Epi de Gascogne) a permis d'identifier 41 espèces couvrant un ensemble de 12 caractères d'intérêt. Une expérience au champ est conduite en parallèle.

De même, Terres-Univia a conduit, en collaboration avec l'INRA (Marie- Benoit Magrini), une analyse bibliométrique de grande ampleur visant à identifier les sujets investis et émergents sur les légumineuses à graines les plus cultivées en France (technologies, nutrition, acceptabilité) afin de dégager des pistes de recherche à développer par la filière.

La structuration de filières légumineuses

La constitution de filières intégrant tous les acteurs, allant des agriculteurs aux transformateurs et consommateurs est essentielle pour le développement des légumineuses. A cet égard, la « Charte Soja de France » (2018, Terres Univia) construite autour de la production et de la transformation de soja français non-OGM, traçable, durable dans le respect des bonnes pratiques techniques, sanitaires et environnementales, est un exemple, allant jusqu'à l'offre en produits certifiés. Dans le même esprit, des filières pois français (Roquette) et légumes secs (Qualisol) sont constituées. Il faut noter que les légumineuses à graines biologiques dont les surfaces progressent rapidement en France, se structurent de la même façon (soja bien organisé), mais rencontrent des problématiques différentes : problème de qualité (variétés, procédés, lutte contre la bruche, association avec des céréales). Terres-Inovia a lancé un projet de concertation avec tous les opérateurs de la recherche et des filières en Occitanie (projet FILEG) pour favoriser les échanges et structurer la filière légumineuses en région.

L'institut Carnot Plant2Pro assure, à l'échelle européenne, le lien entre la demande des filières et les travaux de recherche amont (Rémy Cailliatte & Carole Caranta). Constitué de 14 UMR et de 3 instituts techniques agricoles (dont Terres Inovia), il met en système les compétences de ses composantes (génétique, amélioration des plantes, santé des

plantes, nutrition et outils de phénotypage haut débit, agriculture numérique ...). Le but est de mettre les innovations au service d'un partenariat public-privé.

Génétique

Voies de progrès génétique en Europe et en Afrique du Nord

Dans leur conférence plénière, Nadim Tayeh (INRA) et Lamiae Ghaoui (Institut Agro. Vétérinaire, Maroc) pointent les différences et les convergences face à la demande variétale en Europe et en Afrique du Nord. Alors que le secteur semencier fournit environ 50 % des semences en France, les semences paysannes sont la majorité en Afrique du Nord. En France, le développement des légumineuses alimentaires à graines, se heurte à un déficit structurel de progrès génétique, dû à un investissement encore insuffisant de la recherche publique et privée dans ce domaine. En AFN, la diversité génétique est valorisée par l'évaluation des traits quantitatifs d'intérêt en fonction de l'environnement.

Dans tous les cas, le choix des variétés est guidé par le consommateur, à partir duquel l'amélioration se fait aussi sur les autres critères : résistance aux maladies, contraintes liées à l'environnement, rendement, etc... Les stratégies d'amélioration reposent sur la sélection phénotypique, sur la sélection assistée par marqueurs (GWAS), et sur la génomique. Il est donc nécessaire de disposer d'une grande diversité génétique pour répondre au marché, telle qu'illustrée par la constitution d'une collection de 702 accessions de niébé à partir de 37 villages au Sénégal.

La sélection de variétés résistantes aux maladies devra tenir compte désormais de la réduction des intrants chimiques et explorer les solutions de biocontrôle. A noter, la Société « Epi de Gascogne » premier acteur du secteur à développer en France une démarche intégrée pour la résistance du pois-chiche à l'ascochytose, en combinant la qualité des semences, les bonnes pratiques et la réglementation technique.

Gouvernance des ressources génétiques des légumineuses

La recherche de progrès génétique est menée au niveau mondial par des centres de recherche internationaux tel que l'ICARDA, normalement à destination des pays du Sud. Ils disposent notamment de ressources génétiques importantes de lentilles et pois-chiches largement utilisées dans le monde. Au vu de l'exploitation de leurs travaux, de l'interrogation de leurs banques de gènes, l'objectif est de remettre en synergie recherche et innovation dans une collaboration Nord-Sud renouvelée.

La génétique au service des légumineuses

Qu'en est-il de l'aptitude des légumineuses à s'associer à d'autres espèces ? Quelles compétitions pour les ressources lumineuses et telluriques ? Les indicateurs que sont la biomasse végétale, les rendements, l'effet sur les adventices et la diversité microbienne attestent de la réussite de l'association. Les données issues du séquençage du génome de *Medicago truncatula*, et plus récemment du lupin blanc, ont identifié des gènes contrôlant la composition protéique des graines, et les mécanismes développementaux du système racinaire. Des travaux sur luzerne montrent que la sélection variétale devrait tenir compte de la performance de la culture en mélange, et pas uniquement en culture pure. Par ailleurs, notons que les connaissances acquises sur la structure et le fonctionnement des génomes végétaux grâce aux dernières techniques moléculaires de séquençage (GeT-INRA Transfert), génèrent de nouveaux outils pour l'amélioration variétale (SNPs, caractérisation de phytopathogènes, ...).

CONCLUSION

Le bilan des deux journées de rencontres est dressé lors d'une table ronde « conclusive » avec la participation de Hélène Marrou (AgroSup Montpellier), Laurent Rosso (DG.Terres Univia/Inovia), Alexandre Martin (Ministère Agriculture et Environnement), et Sébastien Nadot (Député Assemblée Nationale).

De façon générale, les différents domaines abordés lors de ces rencontres ont montré que le dynamisme de la filière légumineuse est conditionné par l'offre proposée aux consommateurs. La consommation augmentera si la production répond à leurs attentes, ce qui requiert des efforts de recherche importants d'amélioration génétique des légumineuses en amont, et de transformation en aval.

Intensifier la recherche en génétique apparaît comme une priorité soulignée par tous les intervenants. En fonction de la diversification des besoins, et en fonction des climats, il est nécessaire d'utiliser les ressources existantes et d'en rechercher de nouvelles (H. Marrou, L. Rosso). Il faut mettre en place des actions coopératives aux échelles nationale et européenne, ainsi qu'avec des organismes internationaux comme l'ICARDA dans un partenariat Nord-Sud.

Le consommateur est préoccupé par la santé et l'environnement, et la tendance à accroître la part de protéines végétales dans la consommation n'est pas étrangère à des choix sociétaux. A. Martin souligne que les légumineuses s'inscrivent dans toutes les initiatives de soutien à la protection de l'environnement (diminution des intrants, agriculture biologique, intensification de la consommation de protéines végétales, ...). L'innovation est à promouvoir dans plusieurs domaines : protection des plantes, secteur numérique, fonctionnement du sol, équipements (Laurent Augier,

Agri Sud Ouest Innovation). La valeur économique des légumineuses doit avoir des retombées pour tous les acteurs et assurer un revenu suffisant aux exploitants agricoles pour leur permettre d'en vivre (S. Nadot).

Pour promouvoir la culture des légumineuses, il faut aussi une conscience partagée « grand public », et du pragmatisme pour mener à bien cette transition pour l'agriculture et l'alimentation (un Intervenant grand public). S. Nadot, convaincu qu'il faut aussi une perception politique nationale forte, propose que soit organisée une conférence à l'Assemblée Nationale sur ce sujet.

Dans l'ensemble des discussions, il est constamment apparu la nécessité d'acquérir des connaissances et de les transmettre par la formation des jeunes. Cet effort est en cours, en continuité avec l'esprit des rencontres participatives de Carcassonne, organisées en 2016 à l'instigation de l'AAF .

NB. L'ensemble des contributions à ces Rencontres , est consultable sur le site www.rfl-legumineuses.com

Remerciements à Mme Marie-Benoit Magrini pour la re-lecture de ce compte-rendu .

Les figures 1 et 2 proviennent de « Chiffres clés, plantes riches en protéines » Terres Univia, 2018.

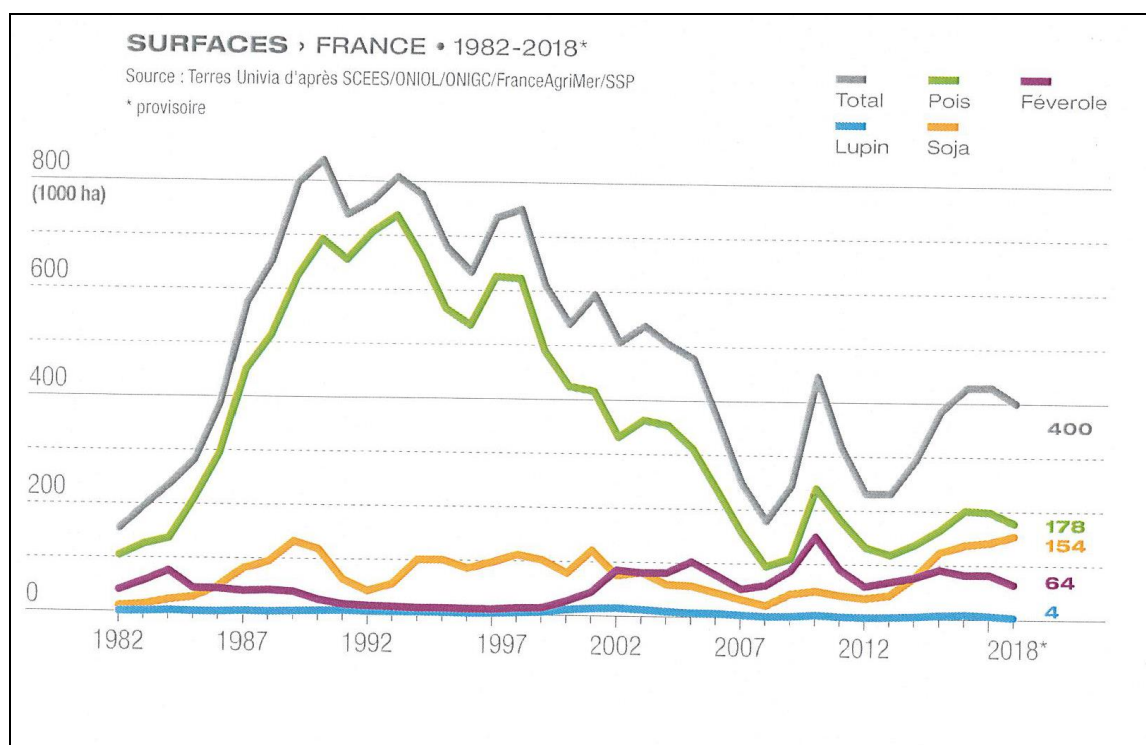


Figure 1– (Source : Terres Univia)

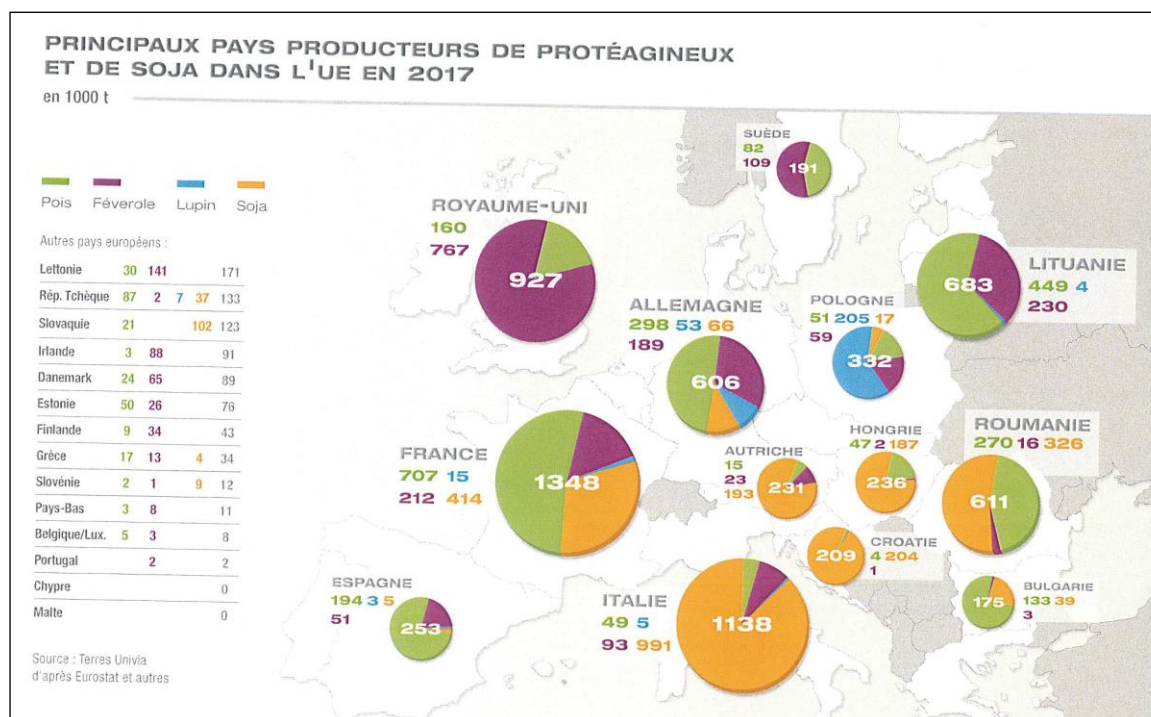


Figure 2 – (Source : Terres Univia)



Pour la terre et les hommes,
les légumineuses au cœur
de l'innovation

Compte-rendu par Marie-Thérèse Esquerré-Tugayé,
Membre AAF section 6

