

Système céréale-légumineuse à graine au Nord

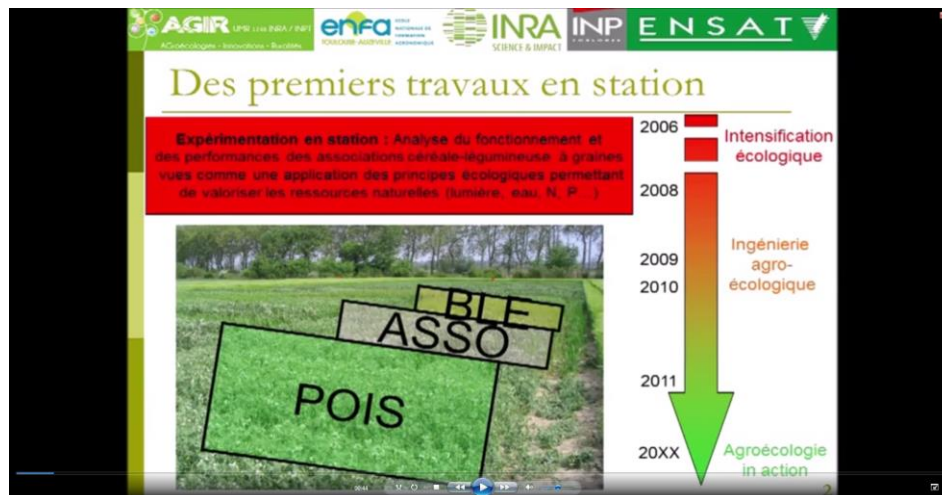
Comment un chercheur agronome s'empare de la question d'activer les processus d'interaction positive, en intégrant les enjeux des agriculteurs et de la filière.

Séquence 3.3

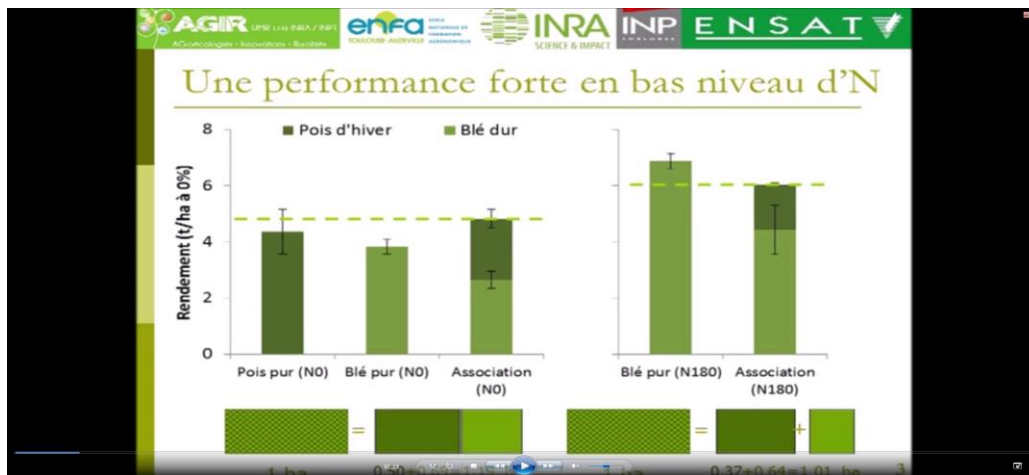
Laurent Bédoussac

Alors bonjour. Je me présente : Laurent Bédoussac, je suis maître de conférence à L'école Nationale de Formation Agronomique de Toulouse et je suis chercheur associé à l'INRA au sein de l'UMR Agir, dans l'équipe VASCO.

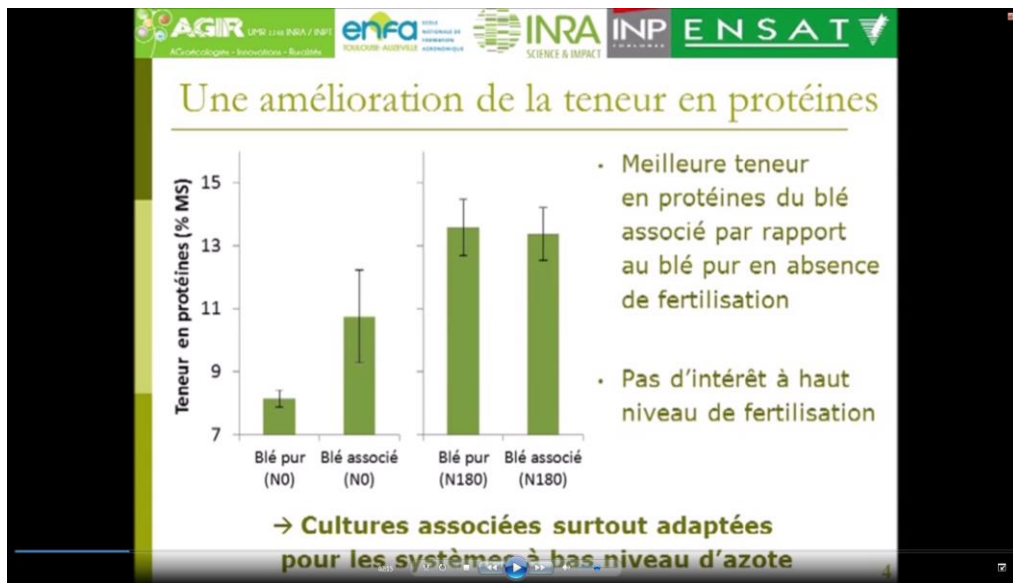
Mon intervention aujourd'hui dans le cadre de la séquence 3.3 cherchera à montrer comment **un chercheur agronome** et les chercheurs qui m'accompagnent s'emparent de **la question d'activer les processus d'interaction positive, en intégrant les enjeux des agriculteurs et de la filière.**



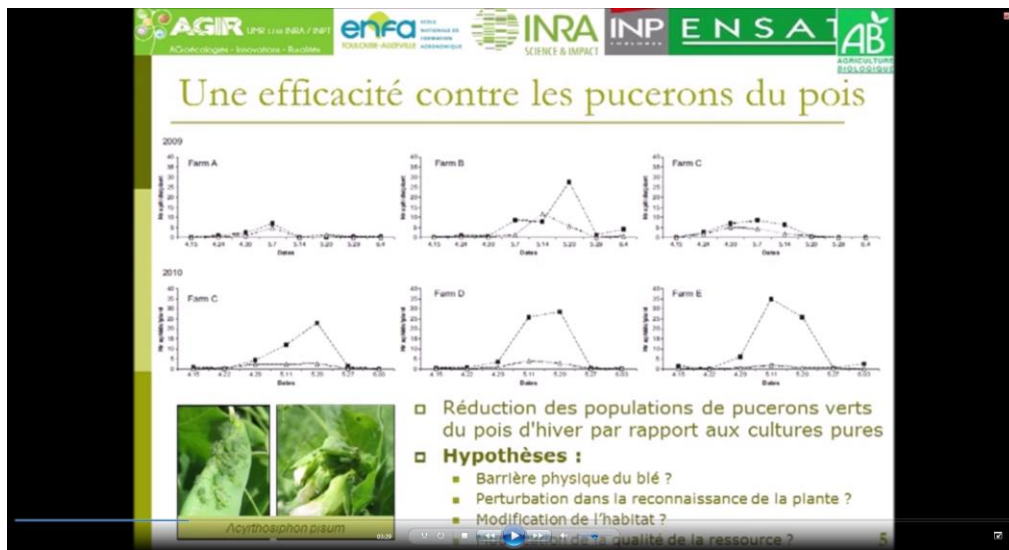
Alors au départ quand nous avons commencé ces travaux en 2005-2006, nous avons débuté par des expérimentations en station expérimentale qui visaient à analyser le fonctionnement et les performances des associations d'espèces, en l'occurrence du blé dur et des légumineuses à graine qui pouvaient être vues et qui peuvent être vues comme une application des principes écologiques afin de mieux valoriser les ressources naturelles, qu'il s'agisse de l'eau, de la lumière et des éléments nutritifs comme l'azote et le phosphore.



Alors les premières expérimentations ont surtout cherché à évaluer l'effet de la fertilisation azotée sur la performance des cultures associées et comme nous pouvons le voir sur ce graphique, lorsque nous sommes en situation d'absence de fertilisation dans le graphique de gauche, nous voyons que le rendement total de l'association est supérieur au rendement des cultures pures. En d'autres termes, il faudrait pour produire la même chose qu'un hectare de cultures associées avoir 0,5 hectare de pois et 0,69 hectares de blé, soit, 1,19 hectare. En d'autres termes, en l'absence de fertilisation azotée, la culture associée produit dix-neuf pour cent de rendement en plus que les cultures pures. À l'inverse, sur les graphiques de droite, lorsqu'on apporte une quantité substantielle d'azote, en l'occurrence 180kg d'azote en trois apports, nous observons que le rendement total de l'association est inférieur au rendement du blé pur. Cela signifie que lorsque l'on cherche, ou lorsque l'on utilise de l'azote alors il est préférable de cultiver des céréales pures que de cultiver des cultures associées et ce résultat confirme que les associations d'espèces, des mélanges céréale-légumineuse sont surtout **adaptées pour les systèmes à bas niveau d'azote.**



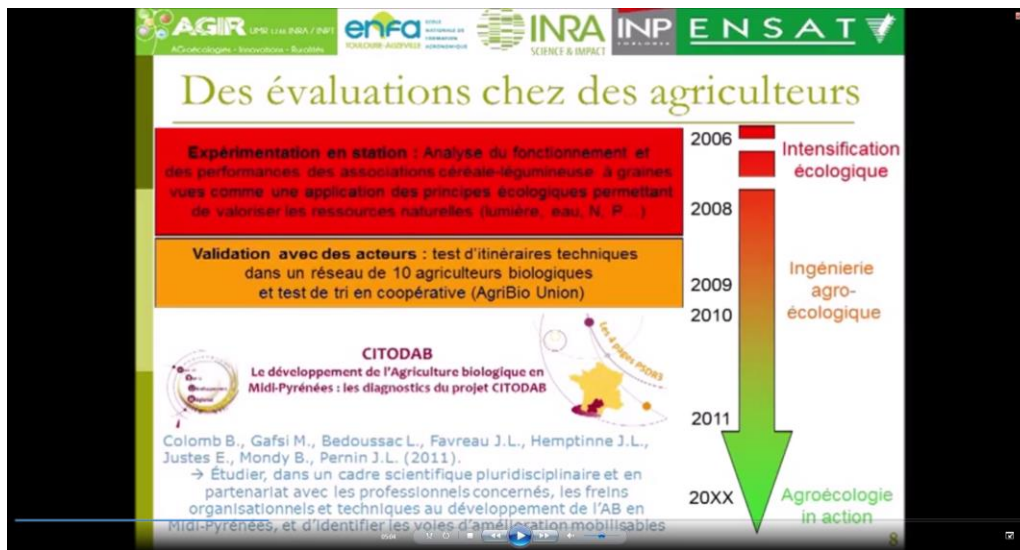
Au-delà de l'aspect rendement, donc productif, il est important de s'intéresser à la qualité. Et nous avons cherché à voir si la culture associée était un moyen d'améliorer la teneur en protéines des céréales et ici toujours, du blé dur. Sur les graphiques de gauche nous comparons la teneur en protéine d'un blé pur non fertilisé avec celle d'un blé cultivé en association avec du pois et nous observons que la teneur en protéine du blé associé est très supérieure à celle du blé pur. À l'inverse lorsque nous sommes dans la situation de fertiliser avec 180kg d'azote, nous pouvons observer qu'il n'y a pas de différence dans la teneur en protéine entre le blé associé et le blé pur. Ainsi nous avons pu montrer que de façon générique la teneur en protéine du blé était systématiquement accrue par rapport à celle du blé pur cultivé avec le même niveau d'azote et ceci en l'absence ou dans des conditions de faible niveau de fertilisation azotée. À l'inverse dans le cas où des niveaux d'azote importants sont apportés, l'association ne permet pas d'accroître de façon supplémentaire la teneur en protéine. Là encore ce résultat confirme que les cultures associées sont surtout adaptées pour les systèmes à bas niveau d'azote.



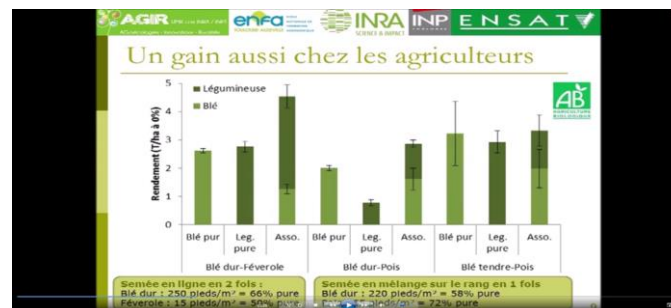
Au-delà des aspects production et qualité, nous nous sommes intéressés au facteur biotique et en particulier le puceron vert du pois qui est un ravageur, comme son nom l'indique, des légumineuses et en particulier du pois d'hiver. Nous avons conduit des expérimentations chez différents agriculteurs, et nous avons observé, ici vous avez différentes situations de fermes, en 2009 et en 2010, que la quantité de pucerons dans les cultures pures de pois était très supérieure à celle des cultures associées, les cultures pures de pois étant représentées ici par des carrés noirs et la culture associée par les triangles blancs. Ces résultats montrent que lorsque l'on a une population importante de pucerons la culture associée est un moyen efficace de réduire l'infestation de pucerons et plusieurs hypothèses peuvent être émises. Il peut s'agir d'un effet de **barrière physique exercée par le blé** qui gêne le développement, la propagation du puceron au sein du couvert. Le puceron peut aussi être sensible à des **perturbations dans la reconnaissance des plantes** puisque la forme, la couleur, l'odeur n'est pas la même. La température et l'humidité au sein des couverts sont différents et tous ces éléments peuvent agir de façon négative sur le développement de puceron vert du pois.

[Malgré ces intérêts agronomiques les cultures associées pour la production de graines restent marginales. Pourquoi?]

Alors si les cultures associées présentent un certain nombre d'intérêt agronomique, d'un point de vue du rendement, de la teneur en protéine et de la diminution des ravageurs comme les pucerons vert du pois, pourquoi ces cultures restent-elles marginales ?



Afin de répondre à cette question, nous sommes sortis de nos expérimentations en stations, nous sommes allés voir la validité de nos résultats au sein d'un réseau de parcelles, réseau de parcelles en agriculture biologique, donc chez des agriculteurs dans le cadre d'un projet de recherche qui s'appelait CITODAB pour le développement de l'agriculture biologique Midi-Pyrénées, et porté par des collègues notamment de l'école Nationale de Formation Agronomique et aussi de l'UMR Agir.



Alors, ce que nous avons observé c'est que les résultats étaient similaires chez ces agriculteurs, à savoir que l'on obtenait un gain de rendement en cultures associées par rapport aux cultures pures. Vous avez ici un exemple de trois agriculteurs. Donc un agriculteur qui avait cultivé du blé dur et de la féverole. Un autre agriculteur qui avait cultivé du blé dur et du pois, et un troisième qui avait cultivé du blé tendre et du pois. Chez le premier agriculteur, nous voyons que l'association présente un rendement qui est très supérieur à celui des cultures pures avec un mélange composé à 70% de légumineuses, ici de la féverole, et 30% de blé. Chez le deuxième agriculteur le rendement de la culture associée est relativement équilibré entre le pois et le blé dur et le rendement est là encore supérieur à la fois au blé et à la fois au pois. Enfin, chez ce troisième agriculteur, nous savons qu'il n'y a pas d'effet significatif de la culture associée, à savoir que celle-ci ne permet pas d'accroître de façon substantielle le rendement par rapport aux cultures pures de blé ou de pois. Mais néanmoins le rendement n'est pas inférieur. Cela montre bien que les résultats fonctionnent aussi chez les agriculteurs. Il en irait de même si nous avions analysé la teneur en protéine.

Et donc la question se pose : **existe-t-il une forme de blocage chez les agriculteurs ?**

1. Et effet, les agriculteurs se posent un certain nombre de questions, à savoir quelles sont les espèces et les cultivars à associer ?
2. Quelles dates de semis ? Quelles densités de semis ?
3. Quelle structure de peuplement doivent-ils adopter ?
4. D'un point de vue de la fertilisation, quelle est la quantité d'azote à apporter et avec quel fractionnement ?
5. Du point de vue de la protection des cultures, quels sont les produits qui sont homologués et à quelle dose ?
6. Et enfin comment récolter les cultures associées ? Quelles sont les réglages de la moissonneuse-batteuse à choisir et quand est-ce que l'on doit les récolter ?
7. Et enfin d'un point de vue réglementaire la question se pose pour les agriculteurs de comment déclarer ces cultures associées dans les déclarations de la politique agricole commune afin d'obtenir des aides compensatoires puisqu'il ne s'agit ni de blé ni de pois, comment a-t-il droit aux aides de blé ou aux aides de pois ou un compromis entre les deux.

Tout ceci étant dit, cela montre bien que nous avons aujourd'hui un manque de références techniques et certainement de références aussi sur les intérêts et les limites de ces systèmes qu'il est nécessaire de promouvoir auprès des agriculteurs. Alors pour lever une partie de ces questionnements, il est nécessaire de **co-construire des itinéraires techniques** avec les agriculteurs, un itinéraire technique étant l'ensemble des opérations culturales réalisées par un agriculteur dans une parcelle au cours d'une année. À titre d'exemple, un agriculteur peut avoir comme **objectif de produire un mélange équilibré**, c'est-à-dire avec moitié-moitié de chaque espèce et avec un objectif **de produire un blé dur de qualité** répondant aux exigences de la filière. Les hypothèses que l'on formule sur la base des travaux effectués en station expérimentale est que **le blé dur est plus compétitif que le pois** et que pour accroître sa teneur en protéine il est nécessaire de **réduire son tallage**. Et donc d'un point de vue technique, des solutions peuvent être **d'accroître d'une part la densité du pois** pour augmenter sa compétition sur le blé et d'autre part de **ne pas apporter de fertilisation azotée** puisque nous savons qu'en l'absence de fertilisation azotée nous avons tendance à favoriser la légumineuse et inversement à défavoriser légèrement le blé.

Nous avons donc proposé une association additive qui consiste à semer du blé dans une culture pure de pois à une densité normale. Les résultats que nous avons obtenus d'un point de vue du rendement sont les suivants, à savoir que l'association présente un rendement légèrement inférieur à celui du blé mais très supérieur à celui du pois. Et le rendement de l'association est effectivement équilibré entre le blé et le pois. Si nous utilisons l'indicateur qui est le Land Equivalent Ratio (LER), il est ici de 1,29. cela veut dire qu'il faudrait 1,29 hectare de culture pure pour produire le même rendement et avec la même composition qu'un hectare de culture associée. Au-delà de la qualité, d'un point de vue de la teneur en protéine, nous voyons que le blé associé a une teneur en protéine supérieur à un blé pur qui lui a été légèrement fertilisé pour accroître un petit peu sa qualité. Et dans le cas présent, le gain d'un

point de vue de la teneur en protéine est de l'ordre 11%. Donc dans ce cas précis nous pouvons dire que nous avons atteint les objectifs visés par l'agriculteur.

Alors si **les intérêts agronomiques ont été confirmé chez les agriculteurs**, là encore la question se pose mais **pourquoi ces systèmes restent marginaux ?**

Après avoir étudié la performance en station, chez les agriculteurs, nous avons développé une approche interdisciplinaire, à la fois agronomique et économique. Nous avons essayé d'analyser la logistique des coopératives qui sont souvent l'acteur à qui les agriculteurs vendent leur production. Et nous avons essayé également d'étudier **les effets de verrouillage dans les filières**. La question que nous nous posions était la suivante : est-ce qu'il y avait un **blocage au niveau des coopératives ?**



En effet, **la logistique ici des coopératives peut être un frein** au développement des cultures associées puisque **la diversité des associations, aussi bien en terme d'espèces et de composition** rend plus difficile la gestion de ces systèmes que dans le cas de cultures pures. Par exemple lorsqu'une coopérative collecte **une** culture associée cela veut dire qu'elle collecte **deux espèces** et donc elle doit avoir **trois cellules de stockage** : une cellule pour mettre le mélange à son arrivée puis après tri une cellule pour mettre la céréale et une cellule pour mettre la légumineuse, ce qui augmente le volume de stockage de la coopérative. **Néanmoins la logistique peut être une source d'avantages concurrentiels dès lors que celle-ci permet une différenciation par la qualité**. Et de ce fait il nous a semblé nécessaire de **connaître la diversité des structures coopératives** pour savoir s'il y avait des différences entre des petites et des grosses coopératives par exemple et de **réaliser un schéma de la logistique des coopérative**, savoir quelles sont les opérations qui s'enchaînent lorsqu'une benne arrive au niveau de la coopérative jusqu'à sa vente auprès du consommateur. Et tout ceci pour *in fine* **comprendre quel étaient les freins éventuels à l'acceptation des cultures associées**, pour enfin **proposer des innovations efficaces et acceptables pour les coopératives et derrière pour les acteurs de la filière**.

AGIR (INRA / INRA / INRA) enfa INRA INP ENSAT

Le tri : une clé de la performance économique

	Blé dur (%)	Pois (%)	Impuretés (%)	Pois cassés (%)
Mélange à l'arrivée	65.4	22.5	6.6	5.5
Blé dur trié	85	0	6.5	8.5
Pois trié	1.5	97	1.5	0

→ Efficacité du tri insuffisante pour un débouché du blé dur en alimentation humaine mais des pistes de réflexion : matériel plus performant, choix variétal, valorisation du produit sans tri, « moissonneuse double »,...

- Valorisation selon les mêmes schémas mais contraintes en plus
- Coordination des acteurs déterminante pour diffuser la valeur ajoutée vers l'amont et investir dans des infrastructures
- Nécessité d'avoir des bassins suffisamment importants et des choix d'espèces homogènes

À l'issue de cette étude nous avons observé que le tri des cultures associées étaient un facteur clé de la performance économique. Alors le tri s'effectue par des systèmes de tambours avec des alvéoles de taille plus ou moins grosses ou des formes différentes. Les graines arrivent dans le premier tambour, les petites impuretés sont extraites puis dans une deuxième grille ayant une forme différente nous récoltons la culture principale et puis dans une troisième grille les cultures par exemple de légumineuses. Nous avons réalisé un test *in situ*. Nous avons amené un mélange qui contenait 65% de blé, 22% de pois et puis des impuretés et du pois cassé. Il s'avère qu'à l'issue du tri, le blé trié contient 85% de blé mais contient 6,5% d'impuretés et 8,5% de pois cassés. Ce qui veut dire qu'en l'état le tri est insuffisant pour permettre un débouché du blé dur en alimentation humaine. À l'inverse le pois trié présente 97% de pois et seulement 1,5% de blé dur et 1,5% d'impuretés ce qui ne pose pas de problème majeur pour la commercialisation en alimentation animale. On pourrait s'arrêter là et se dire que le tri n'est pas possible et donc que les cultures associées ne sont pas performantes mais on peut quand même évoquer des pistes de réflexion. En effet, on pourrait utiliser un système de tri plus performant. On pourrait peut-être aussi adapter le choix variétal en trouvant par exemple des variétés de céréale qui se dépique facilement, dont les grains sont faciles à extraire des épis ou des variétés de pois dont les grains ne se cassent pas ou moins facilement. On pourrait aussi imaginer de concevoir des machines, des moissonneuses-batteuses capables de récolter une culture associée et de trier la culture associée directement au champ.

Mais ce qui est certain c'est que quand bien même nous trouverons des alternatives technologiques il reste un certain nombre de contraintes pour les coopératives. La première contrainte est qu'il est nécessaire d'avoir une coordination des acteurs et en particulier nécessaire d'avoir des bassins d'approvisionnement suffisamment important. En effet si seulement quelques agriculteurs développent des cultures associées alors les volumes seront insuffisants pour la coopérative. Il est aussi nécessaire d'avoir une coordination avec les acteurs de l'aval afin de **diffuser la valeur ajoutée cette fois vers l'amont** puisque si les cultures associées ayant un intérêt économique plus important alors il faut que cela se retrouve aussi chez les agriculteurs. Et ce que l'on observe quand on analyse la logistique des coopératives, il s'avère que le fait de collecter une culture associée pose **certes des**

contraintes supplémentaires mais les différentes étapes de l'arrivée de la benne jusqu'à la vente sont les mêmes que dans le cas des cultures pures. Donc ce sont des choses que les coopératives savent faire mais il ne faut pas refuser d'admettre qu'il y a effectivement des contraintes supplémentaires par la collecte de cultures associées.

Alors nous avons vu qu'il y avait effectivement un problème, un blocage au niveau du tri mais que celui-ci pouvait être levé par des alternatives technologiques notamment.

Se pose la question de **comment peut-on aider au développement de cultures associées. Quels acteurs doivent être mobilisés pour réaliser cela ?**

Après avoir étudié la performance des associations en station puis chez les agriculteurs et puis avoir mobilisé une approche interdisciplinaire, nous essayons aujourd'hui d'aller vers une démarche participative de co-conception de systèmes innovants en cherchant bien sûr à valoriser les cultures associées mais en mobilisant différents acteurs tels que les industriels et aussi différents concepts tels que les concepts écologiques de traits fonctionnels ou des outils de modélisation et tout ceci en vue de concevoir des règles génériques d'assemblage d'espèces.



Un acteur qui nous semble déterminant ce sont **les généticiens** et les semenciers puisque nous avons réalisé des travaux en faisant des associations avec diverses variétés et il apparaît clairement que **la meilleure association n'est pas l'association des meilleures variétés**. Autrement dit, un agriculteur qui veut produire une association de blé et de pois ne doit pas forcément choisir la meilleure variété de blé et la meilleure variété de pois. En effet **il existe des interactions génotypiques entre les céréales et la légumineuse** et donc cela veut dire qu'il est nécessaire pour nous de comprendre **quels sont les couples variétaux à associer** et au-delà de ça, au-delà des variétés il s'agit d'analyser **quelles sont les caractéristiques variétales qui sont intéressantes à associer**. Et pour les sélectionneurs, sélectionner des variétés pour la culture associée c'est aussi plus de difficultés puisqu'il ne faudra pas seulement les cultiver toutes seules, il faudra les cultiver en association, et donc on essaye de **trouver un lien entre le comportement en culture pure et le comportement en association**. Tout cela montre bien qu'il est nécessaire si l'on cherche à développer les cultures associées d'**impliquer les sélectionneurs même si cela complexifie a priori les méthodes de sélection** et pour cela les outils tels que **la modélisation** peuvent s'avérer des outils intéressants.

[De la parcelle à l'assiette - Acceptabilité fonction des capacités de commercialisation]

Au-delà des généticiens, nous avons vu que la coopérative vendait à des industriels qui doivent garantir un certain niveau qualitatif et donc notamment ne pas avoir d'impuretés dans le blé. Mais on peut se dire que est-ce que ces impuretés sont réellement un problème ? Elles sont un problème dans la réglementation actuelle pour produire des pâtes qui doivent être produites 100% à partir de blé dur. Mais on peut se dire que au lieu de vouloir trier et d'utiliser le blé issu d'une culture associée pour faire des pâtes classiques nous pourrions garder le mélange de blé et de pois et produire par exemple un nouveau produit. C'est ce que nous développons aujourd'hui avec des collègues de l'UMR IATE par exemple à Montpellier où nous cherchons à voir s'il est possible de formuler des biscuits à base de farine de cultures associées ou des pâtes faites à base de semoule lentilles, de fèves, de lupin, de pois cassés, de pois chiche. Alors bien sûr tous ces produits ne sont pas forcément gustativement très intéressants et donc il est nécessaire de prendre en compte le point de vue du consommateur mais il pose d'autres problèmes, c'est :

- est-ce qu'aujourd'hui les semouliers-pâtisseries sont prêts à contractualiser et à diversifier leur offre de produits ?
- Si l'on regarde du côté de l'alimentation animale, est-ce que les fabricants d'aliments sont prêts à basculer d'un modèle tourné autour du soja vers un modèle autour de la production de protéines locales ?
- Est-ce que les signalisations environnementale et nutritionnelle sont susceptibles de favoriser ces innovations ?

Et bien sûr le consommateur à la fin de la chaîne est-il prêt à changer ses habitudes alimentaires et à adopter ces nouveaux produits ?

In fine ces travaux montrent bien que une innovation agronomique, aussi intéressante soit-elle peut nécessiter **une implication des acteurs de la filière**. C'est le cas des cultures associées puisque le produit qui sort du champ n'est pas un produit standardisé comme l'est une culture pure. Et donc le développement d'alternatives comme les cultures associées nécessite de travailler d'une part avec des coopératives agricoles mais aussi avec des acteurs de la transformation en impliquant bien sûr des instituts techniques qui vont travailler au niveau de la production, des Chambres d'agriculture, des groupements d'agriculteurs, des instituts de Recherche et de la Formation, qu'elle soit du niveau supérieur ou secondaire. Et bien sûr au bout de la chaîne, les consommateurs ont un rôle essentiel puisque eux aussi peuvent impulser, peuvent à travers les modifications de leur comportement alimentaire modifier les pratiques agricoles.

Je vous remercie de votre attention et je vous invite à consulter le site internet de l'UMR Agir où vous pourrez retrouver différentes ressources sur nos travaux et puis j'ai aussi un espace où je dépose l'ensemble de mes productions, il s'agit de conférences ou de résultats écrits si vous voulez en savoir plus sur la question. Je vous remercie de votre attention et je vous souhaite une bonne continuation dans cette Université virtuelle. Au revoir.