



# Atelier de co-conception de systèmes de culture innovants intégrant des légumineuses dans le territoire du Pays d'Ancenis et de Châteaubriant

## *Compte rendu de la journée*

***Angers – Vendredi 27 Février 2015***

Rédaction : Marion Soulié

UMR Agronomie  
INRA / AgroParisTech  
BP 01-78850 Thiverval-Grignon

## Table des matières

Liste des abréviations .....	3
Contexte de la journée .....	4
Objectifs et organisation de l’atelier de co-conception de SDC en Pays de la Loire .....	5
Phase de réflexion individuelle (post-it).....	6
Conception des systèmes de culture innovants .....	7
SDC numéro 1 : maximisation de la présence de légumineuses dans un système existant adapté aux exploitations polyculture-élevage conventionnel .....	7
SDC numéro 2 : description (sans modification) d’un système de culture polyculture-élevage mis en place par l’agriculteur biologique présent à l’atelier .....	11
SDC numéro 3 : maximisation de la présence de légumineuses dans un système existant adapté aux grandes cultures, en agriculture conventionnelle.....	15

## Liste des abréviations

IC = interculture

N = Azote

SDC = Système de culture

U = Unité

## Contexte de la journée

Cette journée a été organisée dans le cadre du projet ANR LEGITIMES (<http://www6.inra.fr/legitimes>). Ce dernier a pour objectif d'étudier et de construire les conditions d'une plus grande insertion des légumineuses dans les systèmes agricoles, dans l'optique d'une gestion durable des territoires et des ressources. Le projet LEGITIMES est mené en parallèle dans 3 régions françaises : Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire. Au sein de ces différentes régions, des territoires d'étude plus restreints ont été identifiés par les partenaires du projet. En Pays de la Loire, il s'agit des Pays de Châteaubriant et d'Ancenis (figure 1).

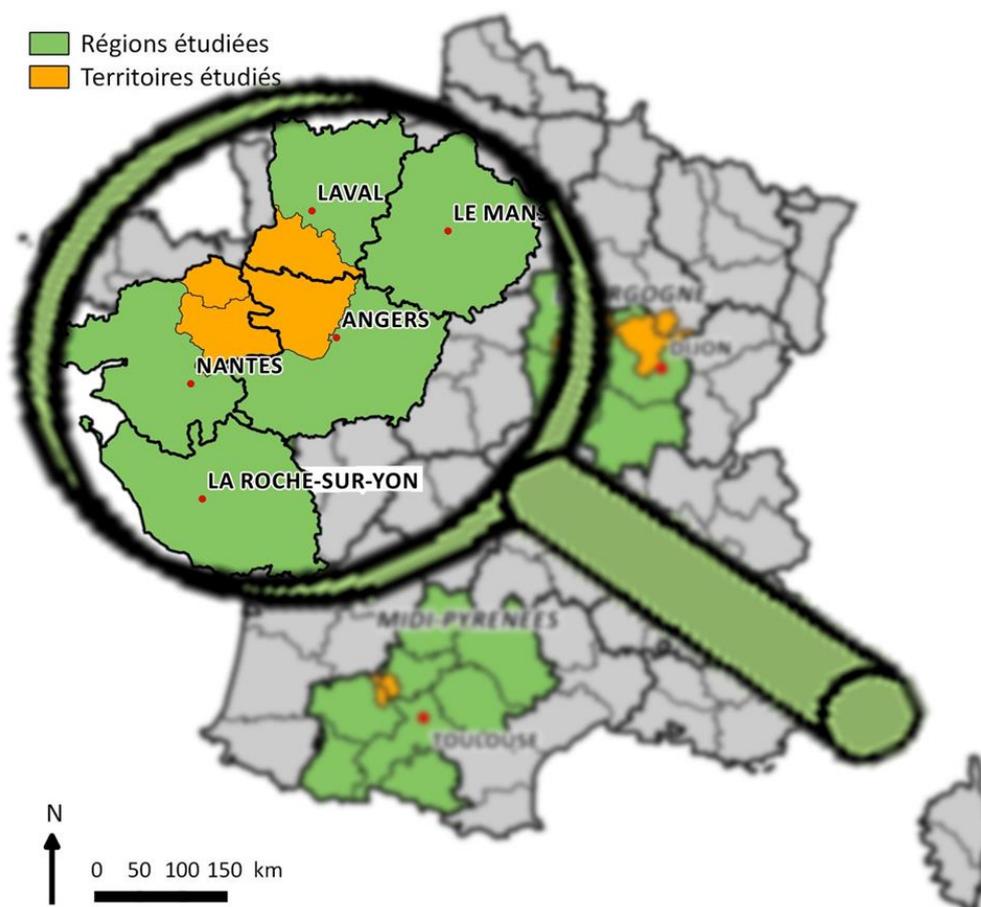


Figure 1 : Localisation du territoire ligérien étudié pour le projet ANR-LEGITIMES

Le projet ANR- LEGITIMES est divisé en 3 tâches, dépendantes les unes des autres :

- *Tâche 1* : analyse historique des raisons de la disparition des légumineuses et identification de voies de déverrouillage du système sociotechnique actuel, au niveau des exploitations agricoles et des filières ;
- *Tâche 2* : identification et quantification des services écosystémiques fournis par les légumineuses selon les espèces cultivées et les modes de culture dans les territoires d'étude ;
- *Tâche 3* : conception et évaluation *ex ante* de systèmes de culture et de scénarios territoriaux d'insertion de légumineuses avec les acteurs des territoires concernés. L'atelier présenté dans ce rapport s'insère dans la tâche 3. Cette dernière est divisée en 3 sous-tâches :
  - co-construire, avec les acteurs, des systèmes de culture (SDC) incluant des légumineuses ;
  - évaluer *ex ante* ces SDC (caractérisation multicritère de leurs performances) et les comparer aux SDC actuels, reconstitués grâce à des bases de données Agreste (enquêtes pratiques culturelles, enquêtes Teruti-Lucas) ;
  - co-construire, avec les acteurs, des scénarios agronomiques de réintroduction des légumineuses dans les territoires et les évaluer.

Les trois tâches sont menées en parallèle dans les 3 régions impliquées dans le projet LEGITIMES.

## Objectifs et organisation de l'atelier de co-conception de SDC en Pays de la Loire

Les objectifs de l'atelier étaient de concevoir des SDC innovants i) permettant la réintroduction d'un maximum de légumineuses, ii) adaptés au contexte pédoclimatique des pays d'Ancenis et de Châteaubriant, iii) guidés par des objectifs de réintroduction de légumineuses sous différentes formes (cultures principales pures/associées, culture intermédiaire, en relai...), iv) en limitant les risques (maladies, lessivage de nitrates...) et l'usage des produits phytosanitaires. Lors de cet atelier, nous avons réuni différents acteurs techniques/scientifiques, sensibles aux contraintes locales : agriculteurs, conseillers agricoles, ingénieurs, chercheurs. Ils sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : liste des participants à l'atelier de co-conception de systèmes de culture innovants en Pays de la Loire

PRENOM	NOM	ORGANISME
François	Boissinot	<i>Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire</i>
Didier	Gerbaud	<i>Terrena</i>
Yoann	Goubaud	<i>Agriculteur</i>
Laurence	Guichard	<i>INRA Grignon</i>
Guénaëlle	Hellou	<i>ESA d'Angers</i>
Marie-Hélène	Jeuffroy	<i>INRA Grignon</i>
Alice	Lamé	<i>INRA Grignon</i>
Patrice	Leroux	<i>Agriculteur CIVAM</i>
Martine	Mauline	<i>ESA d'Angers</i>
Gaël	Plumecocq	<i>INRA Toulouse</i>
Emilie	Serpossian	<i>CIVAM Défis 44</i>
Stéphane	Sorin	<i>Terrena</i>
Marion	Soulié	<i>INRA Grignon</i>

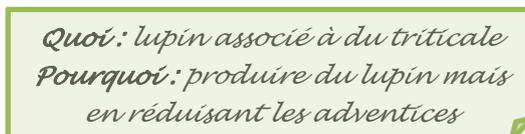
Les SDC innovants seront par la suite utilisés pour la construction de scénarios territoriaux de réintroduction des légumineuses. Nous imposons ainsi aux acteurs d'imaginer les SDC innovants en faisant abstraction des contraintes territoriales (par exemple, absence de débouché) et des contraintes économiques liées aux légumineuses (par exemple, prix de vente des légumineuses peu compétitifs par rapport à ceux des céréales). Les SDC co-conçus ne doivent pas forcément être économiquement viables dans le contexte actuel et leur faisabilité/acceptabilité sera analysée sur la base de leur évaluation multicritère, dans une prochaine étape du projet.

L'atelier de conception mené à Angers était organisé en 3 parties :

- Une phase de partage des connaissances, pendant laquelle nous avons présenté i) la méthodologie de la boucle de conception, ii) l'historique des assolements et des successions ligériennes, iii) les objectifs/contraintes identifiés à l'échelle du territoire et chez un échantillon d'agriculteurs de la zone d'étude et iv) les services/dis-services rendus par les légumineuses ;
- Une phase de réflexion individuelle, appelée « phase post-it », détaillée dans la partie qui suit ;
- Une phase de réflexion collective, pendant laquelle les acteurs ont construit des SDC innovants.

## Phase de réflexion individuelle (post-it)

Cette phase avait pour objectif de faire exprimer par écrit (sur des post-it) les acteurs afin qu'ils proposent environ 5 idées en lien avec l'objectif de l'atelier (*i.e.* introduire des légumineuses dans les SDC), utilisables pendant la phase collective de conception. Sur chaque post-it, les acteurs devaient indiquer i) quelle culture implanter ou quelle technique mettre en œuvre (ou une combinaison des deux), ii) pour répondre à quelle(s) fonction(s) (figure 2).



*Quoi : lupin associé à du triticale  
Pourquoi : produire du lupin maïs  
en réduisant les adventices*

Figure 2: exemple de post-it pouvant être rédigé pendant la phase de réflexion individuelle

A l'issue de cette phase individuelle, 34 post-it ont été rédigés et nous avons collectivement regroupé ces idées en 11 objectifs. Tous les post-it rédigés lors de l'atelier sont mis à disposition dans l'annexe 1 (*remarque : les post-it sont pour le moment présentés dans un document pdf à part, joint au mail du compte-rendu*), seul un exemple par objectif est présenté ci-dessous :

- Assurer l'autonomie en protéines pour les élevages (« association féverole – lupin pour produire un complément azoté pour l'alimentation hivernale bovine ») ;
- Contrôler les adventices (« insérer une légumineuse fourragère dans un protéagineux, en semant avant récolte pour maîtriser les adventices à la fin du cycle et pendant l'interculture et récolter en dérobé pour élevage ») ;
- Maintenir une couverture « permanente » du sol par les légumineuses (« couverture permanente du sol avec une légumineuse fourragère en interculture pour gérer les adventices par fauche et pour produire du fourrage ») ;
- Limiter la lixiviation (« association protéagineux + espèce CIPAN gélive (avoine, sarrasin... ?) pour éviter l'effet lixiviation ») ;
- Améliorer la structure du sol (« Associations protéagineux – légumineuse fourragère, récoltée en grain ou en fourrage selon les possibilités ») ;
- Sécuriser la production (« Associations céréale – légumineuse pouvant être récoltée en grains ou en fourrage selon l'année ») ;
- Assurer la productivité de l'exploitation agricole (« Introduire une double culture (2 espèces de production de graines dans 1 années) pour augmenter la production de grains/ha/an : 1 légumineuse + 1 céréale ou 2 associations à cycle court ») ;
- Produire un aliment de qualité pour le bétail (fibre, équilibre du fourrage) (« dérobé avoine – vesce – trèfle incarnat pour vache laitière (ensilage) pour précédent maïs ») ;
- Garder des surfaces disponibles pour l'épandage et pour les cultures de rente (« associer des légumineuses aux cultures « principales » des assolements actuels (maïs, colza) pour limiter la contrainte épandage → possibilité d'épandre des effluents d'élevage sur des légumineuses associées, pas sur des légumineuses pures ») ;
- Idées liées à la succession (« intercultures i) longues et ii) courtes association graminées – légumineuses pour i) se substituer au ray grass italien dérobé et ii) se dérober aux moutardes ou aux repousses de colza ») ;
- Adapter le machinisme aux légumineuses pures/associées (« matériel de semis double caisson : 1 caisson grosse graine et 1 caisson petite graine pour des associations blé – trèfle par exemple »).

Parmi ces différents objectifs identifiés lors de la restitution de la phase post-it, les acteurs en ont retenu certains comme primordiaux pour la phase de conception, notamment certains liés à l'activité de polyculture-élevage, dominante dans le territoire étudié (pays de Châteaubriant et d'Ancenis) :

- Limiter la lixiviation pendant l'interculture ;
- Sécuriser la production pour le bétail (*i.e.* produire du fourrage ou maintenir une part de surfaces pâturables) ;
- Produire de l'aliment de qualité pour le bétail ;

- Contrôler les adventices ;
- Améliorer la structure du sol ;
- Gérer la fertilisation azotée (non issu de la phase post-it mais ajouté par les acteurs avant de débiter la conception des SDC).

## Conception des systèmes de culture innovants

Pour rappel, l'objectif principal pour la conception des SDC innovants, en plus des objectifs complémentaires présentés ci-dessus, est le suivant : maximiser la présence de légumineuses dans la rotation, sous différentes formes (culture principale, en pur ou en association, culture intermédiaire, en relai...) tout en limitant les risques liés aux bioagresseurs et au lessivage de nitrate.

Pour la conception des SDC innovants, nous avons proposé deux possibilités aux acteurs :

- Soit décliner un SDC actuel couramment mis en place sur le territoire ;
- Soit concevoir un SDC en partant de zéro en s'appuyant sur les idées proposées lors de la phase des post-it.

La première solution a été retenue par les acteurs et 3 systèmes de culture ont été décrits lors de cet atelier, dont un déjà mis en place tel quel par l'agriculteur biologique présent à l'atelier.

Les parties qui suivent présentent les différents SDC innovants conçus lors de l'atelier.

### *SDC numéro 1 : maximisation de la présence de légumineuses dans un système existant adapté aux exploitations polyculture-élevage conventionnel*

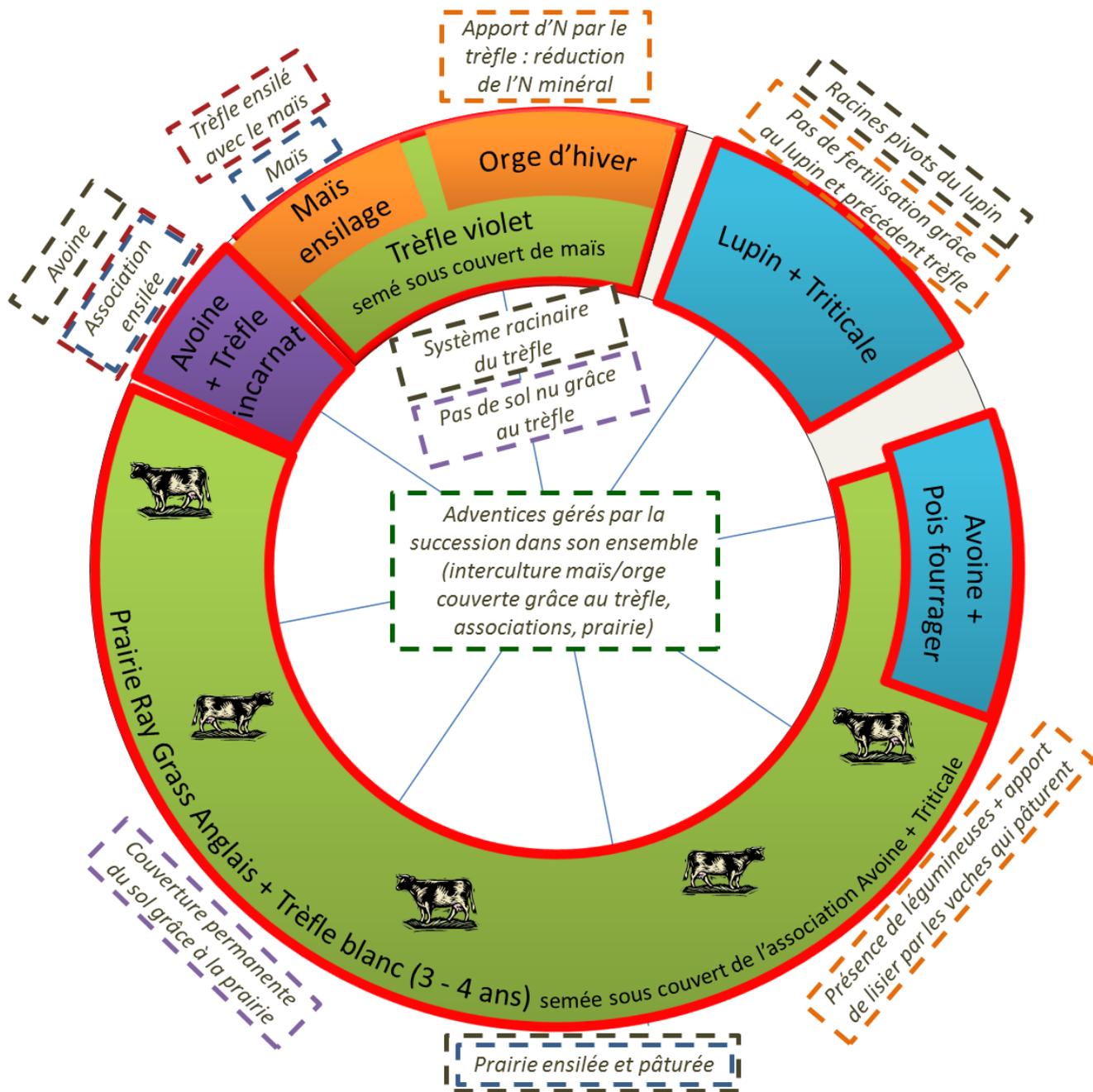
Le premier SDC que nous avons conçu est adapté aux exploitations de polyculture-élevage, dominantes dans le territoire étudié. Pour concevoir ce système, nous nous sommes basés sur une succession courante dans le territoire, mise en place par l'agriculteur conventionnel raisonné présent à l'atelier : **Maïs ensilage → Céréale → Prairie de Ray grass anglais + Trèfle blanc (3/4 ans)**. Les acteurs ont imposé certaines contraintes à prendre à compte dans la conception de ce SDC innovant :

- Garder une part de surfaces pâturables dans l'assolement ;
- Concevoir un système permettant de nourrir le troupeau laitier avec une marge de sécurité (possibilité de faire un léger stock) ;
- Produire au maximum des cultures de vente afin de maintenir un niveau de productivité, en dehors du poste production laitière.

La figure 3 présente la rotation obtenue à l'issue de l'atelier. Les itinéraires techniques liés à cette succession sont décrits dans le tableau 2.

Le maïs est gardé comme tête de rotation dans le SDC. Etant récolté en fourrage, il permet de *sécuriser la production* pour le troupeau laitier. Un trèfle violet est semé dans ce maïs (n1) et est maintenu jusqu'à la récolte de l'orge suivant (n2). Le trèfle répond à plusieurs objectifs que nous nous sommes fixés :

- *Améliorer la qualité du fourrage* : le trèfle violet est une espèce ayant un port suffisant élevé pour être en partie fauché avec le maïs ensilage. Il permet ainsi d'enrichir la ration en azote ;
- *Gérer la fertilisation azotée* : le trèfle devrait restituer un peu d'azote dans le sol, mobilisable par l'orge, et permettrait ainsi une réduction des apports de fertilisation azotée (10 – 20 U d'N/ha) ;
- *Améliorer la structure du sol* : les racines pivotantes et denses du trèfle violet permettent d'aérer et de décompacter le sol ;
- *Limiter la lixiviation* : le trèfle violet assure une couverture permanente du sol entre la récolte du maïs et le développement de l'orge suivant.



**Légende :**

Sol nu	— Janvier		
Culture annuelle	Culture dérobée	Présence d'une légumineuse dans l'assolement	Contrôle des adventices (hors travail du sol et herbicide)
Cultures pluriannuelles	Cultures annuelles associées		
			Limiter la lixiviation
		Structuration du sol	Qualité du fourrage
			Gestion de l'azote

Figure 3 : Schématisation du système de culture adapté à une activité de polyculture-élevage co-construit lors de l'atelier des pays de Châteaubriant et d'Ancenis. Les encadrés en pointillé indiquent les fonctions attendues de ce système. Le détail de l'itinéraire technique de ce système est décrit dans le tableau 2.

**Tableau 2 : détail de l'itinéraire technique mis en place sur le système de culture décrit dans la figure 3.**

	Maïs ensilage	Orge d'hiver	Lupin + Triticale	Avoine + Pois fourrager	Avoine + Trèfle incarnat
	Trèfle violet			Prairie (3 ou 4 ans)	
<b>Travail du sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 herse étrille post-semis du maïs</li> <li>1 binage au semis du trèfle</li> </ul>	Pas de travail du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 déchaumage immédiatement après récolte orge</li> <li>1 labour / fissuration</li> <li>1 faux semis</li> <li>1 binage</li> </ul>	Pas de travail du sol ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Labour superficiel (14 – 15 cm)</li> <li>Semis combiné</li> </ul>
<b>Fertilisation azotée</b> <b>Pour tous les apports de ferti : dates approximatives (ou fourchettes de dates) + ferti P K + produits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fertilisation microgranulée au semis du maïs</li> <li>30 – 40 T d’N organique</li> </ul>	100 U d’N minéral ou organique composté → 3 passage	Pas de fertilisation N	<ul style="list-style-type: none"> <li>30 – 40 U d’N minéral la 1<sup>ère</sup> année</li> <li>20 T d’N organique la 2<sup>ème</sup> année (à l’automne)</li> </ul>	30 – 40 U d’N (effet starter)
<b>Protection phytosanitaire</b> <b>Préciser dates approximatives des apports et produits</b>	Pas de traitement phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 désherbage sortie hiver</li> <li>1 ou 2 fongicide(s)</li> </ul>	1 fongicide	Pas de protection phyto ?	Pas de traitement phytosanitaire
<b>Récolte</b>	Ensilage maïs avec une partie du trèfle	Récolte en grain	Récolte en grain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensilage prairie 1<sup>ère</sup> fauche de la 1<sup>ère</sup> année</li> <li>Puis pâturage jusqu’à la fin</li> </ul>	Récolte ensilage

D’après Yoann Goubaud, une association lupin – céréale est plus rentable qu’une céréale pure (sur son exploitation). Cependant, les acteurs recommandent de laisser une céréale pure après le maïs car elle permet de *limiter les risques de lixiviation* (comparée à l’association) pour deux raisons :

- La céréale pure (l’orge dans notre nouveau système) peut être implantée directement après le maïs, sans travail du sol, alors qu’avant l’association avec du lupin, le sol doit être travaillé sur une période d’1 mois (1 mois de sol nu) ;
- La fertilisation organique sur maïs sera une grosse source de reliquats azotés. L’orge pure valorisera mieux ce reliquat que l’association avec du lupin.

L’orge pure permet également de répondre à un objectif imposé au début de la conception de ce système : *produire au maximum des cultures de vente* afin de maintenir un niveau de productivité, en dehors du poste production laitière. Cet objectif est également atteint grâce à l’association suivante.

En effet, l’association lupin – triticale est collectée et triée par la coopérative Terrena. De plus, comme mentionné ci-dessus, cette association dégage une marge brute plus importante qu’une céréale pure sur l’exploitation de Yoann Goubaud. Cette association permet également de répondre aux objectifs suivants :

- *Gérer la fertilisation azotée* : aucune fertilisation azotée du fait de la présence du lupin dans l’association (+ léger effet du précédent trèfle ?) ;
- *Améliorer la structure du sol* : les racines pivotantes et profondes du lupin permettent d’aérer et de décompacter le sol.

La prairie ray grass – trèfle blanc est semée sous couvert d’association avoine + pois fourrager pour une durée de 3/4 ans. La prairie et l’association sont fauchées uniquement la première année. Durant le reste de son cycle, la prairie sera pâturée par le troupeau laitier. Différents objectifs sont atteints par la prairie et l’association :

- *Sécuriser la production pour le troupeau laitier* : la première fauche est ensilée pour le troupeau et le reste du cycle, le troupeau pâture ;
- *Améliorer la qualité du fourrage* : la première fauche est composée de 2 types de graminées (avoine et ray grass) et de deux sources d'azote enrichissant la ration grâce aux légumineuses (pois fourrager et trèfle blanc) ;
- *Gérer la fertilisation azotée* : seulement 30/40 U d'N sont apportées au début de la prairie (effet starter) et 20 T d'N organique (soit environ 90 U d'N) sont apportées sur la prairie la deuxième année. La présence de légumineuses dans cet assolement (pois fourrager et trèfle blanc) permet de limiter les apports azotés et le reste de la fertilisation est apporté directement par les vaches qui pâturent (lisier) ;
- *Améliorer la structure du sol* : grâce à la présence de la prairie sur plusieurs années ;
- *Limiter la lixiviation* : couverture permanente du sol par la prairie.

La prairie étant retournée à l'automne, une interculture assez longue avant le maïs permet d'implanter une culture dérobée qui sera ensilée pour le troupeau laitier : association avoine – trèfle incarnat. Cette association permet de répondre à divers objectifs :

- *Sécuriser la production pour le troupeau laitier* : l'association est récoltée pour servir de fourrage au troupeau laitier ;
- *Améliorer la qualité du fourrage* : le trèfle incarnat étant riche en azote, il permet d'enrichir la ration ;
- *Améliorer la structure du sol* : l'avoine et le trèfle incarnat, qui présentent tous deux un système racinaire fasciculé, permettent de décompacter et d'aérer le sol. De plus, les systèmes racinaires de ces deux espèces explorent différentes profondeurs de sol.

La rotation dans son ensemble permet également de répondre à l'objectif de *gestion des adventices*. En effet, les associations de culture, la prairie et le trèfle violet semé sous couvert de maïs et maintenu pendant l'interculture avant l'orge permettent de contrôler les adventices (couverture permanente du sol, compétitions pour les ressources...).

Ce système de culture, grâce au maïs et à la prairie, permet également de garder dans la rotation des surfaces sur lesquelles les éleveurs pourront épandre du fumier.

**Tableau 3 : bilan des fonctions apportées par le premier système de culture conçu lors de l'atelier des pays de Châteaubriant et d'Ancenis**

<b>Limiter la lixiviation</b>	Pas de sol nu entre le maïs et l'orge grâce au trèfle qui assure une couverture permanente du sol Couverture permanente du sol pendant 3/4 ans grâce à la prairie
<b>Sécuriser la production pour l'élevage laitier</b>	Ensilage du maïs (1 an) Ensilage de l'association Avoine + Pois fourrager (1 an) Pâturage de la prairie Ray grass + Trèfle blanc (3 ans) Ensilage de l'association Avoine + Trèfle incarnat (1 an)
<b>Améliorer la qualité du fourrage</b>	Fauche du trèfle violet riche en N dans le maïs ensilage Présence de pois fourrager et de trèfle blanc riches en N dans l'association ensilée au début de la prairie Présence de trèfle incarnat riche en azote dans l'association ensilée après la prairie
<b>Gérer la fertilisation azotée</b>	Réduction de la fertilisation azotée sur l'orge grâce au trèfle Pas de fertilisation azotée sur l'association Lupin + Triticale Pas (ou très peu selon les années) de fertilisation azotée sur la prairie : présence de légumineuses et fumier apporté directement par les vaches qui pâturent
<b>Contrôler les adventices</b>	Adventices gérées par la succession dans son ensemble (interculture maïs/orge couverte grâce au trèfle, associations, prairie)
<b>Améliorer la structure du sol</b>	Système racinaire du trèfle Racines pivots du lupin

Malgré l'atteinte de ces différents objectifs, ce SDC pourrait toutefois présenter un risque de lixiviation après le trèfle de 18 mois, jusqu'au développement de l'association lupin – triticales. Mais nous n'avons pas assez de recul pour l'affirmer. Il pourrait également y avoir un risque de lixiviation après la prairie pâturée, au début du développement de la culture dérobée.

Informations à compléter pour réaliser l'évaluation multicritère des SDC :

- **Rendements potentiels de la rotation**
- Produits et dates des apports pour la fertilisation azotée
- Renseigner des informations sur la fertilisation P et K (produit, date, dose)
- Produits, doses et dates d'apports pour la protection phytosanitaire
- Densité de semis (graines/m<sup>2</sup>)
- Dates de semis (ou fourchette de date de semis), pour chacune des cultures
- Dates de récolte (ou fourchette de date de récolte), pour chacune des cultures

### **SDC numéro 2 : description (sans modification) d'un système de culture polyculture-élevage mis en place par l'agriculteur biologique présent à l'atelier**

Tel qu'indiqué dans le titre, ce second SDC est la description, sans modification, d'un système déjà mis en place par l'agriculteur biologique présent à l'atelier (figure 4). Ce système est adapté à une activité de polyculture-élevage conduite en agriculture biologique. L'objectif de ce SDC est d'assurer une autonomie pour l'alimentation du troupeau laitier. Ainsi, toutes les cultures de ce système sont autoconsommées sur l'exploitation.

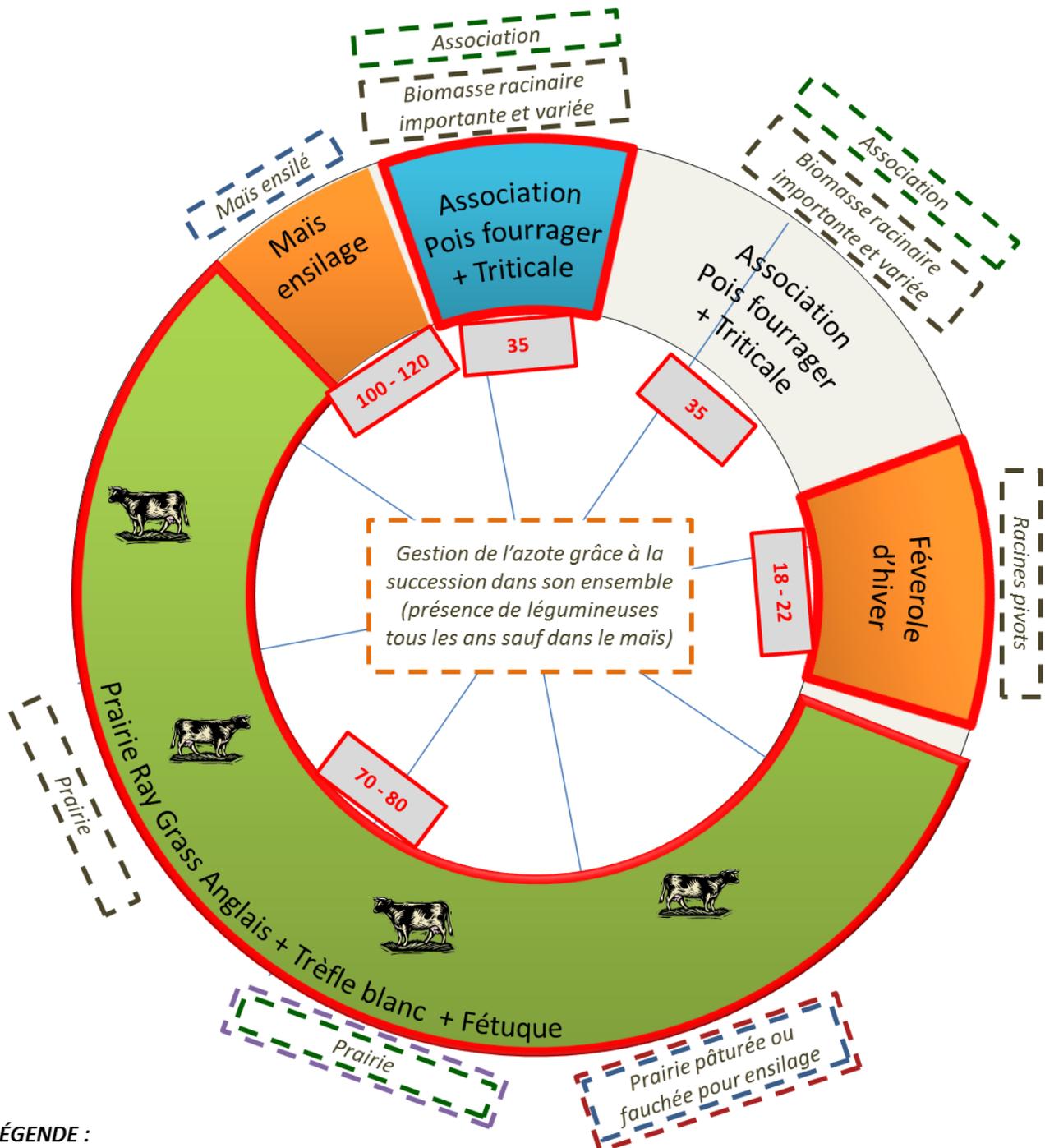
Le maïs est la tête de rotation de ce système. Étant implanté derrière une prairie pâturée de 4 ans ou plus (jusque 8 ans), aucun apport azoté ne sera réalisé : les restitutions au pâturage de la prairie précédente suffiront pour satisfaire les besoins en azote du maïs. Ce dernier permet de satisfaire l'objectif de *sécurisation de la production pour le troupeau* puisqu'il est ensilé et autoconsommé sur l'exploitation. Le détail de l'itinéraire technique du maïs, ainsi que celui des autres cultures de la rotation, est indiqué dans le tableau 4.

Le maïs est suivi par une ou deux année(s) d'association pois fourrager – triticales. Grâce à la présence d'une légumineuse dans l'association et aux résidus d'azote de la prairie pâturée, aucun apport d'azote est réalisé sur les deux ans d'association. L'objectif de *sécurisation de la production laitière* est également assuré ici car les espèces associées sont récoltées en grain pour servir de ration au troupeau. L'association permet également de *gérer les adventices* car la compétition pour les ressources est plus importante qu'avec une culture pure. Enfin, l'association *améliore la structure du sol* grâce à une biomasse racinaire importante et variée (racines pivots du pois et racines fasciculées du triticales).

L'association pois fourrager – triticales est suivie par une année de féverole d'hiver pure. Ainsi, il n'y a pas d'apport de fertilisation azotée. La féverole permet elle aussi de répondre à l'objectif d'*autonomie alimentaire* puisqu'elle est récoltée en grain pour être incorporée dans la ration du troupeau laitier. De plus, les racines pivots de la féverole permettent une *amélioration de la structure du sol*.

Ce système termine par une prairie implantée de 4 à 8 ans, composée de ray grass anglais, de trèfle blanc et de fétuque. La prairie est pâturée et n'est donc pas fertilisée car les déjections riches en azote des vaches qui pâturent suffisent à répondre aux besoins de la prairie (+ présence de 2 légumineuses dans le mélange prairial). Le pâturage permet également de satisfaire les besoins du troupeau et répond ainsi à l'objectif d'*autonomie alimentaire*, en

apportant un aliment de qualité. Les *risques de lixiviation sont réduits* pendant la prairie car le sol est couvert de façon permanente par un couvert végétal vivant. De plus, la prairie permet une bonne *gestion des adventices* grâce à la compétition pour les ressources apportée par les 3 espèces présentes dans le mélange. Enfin, la *structure du sol est améliorée* grâce à une biomasse racinaire importante et variée.



**LÉGENDE :**

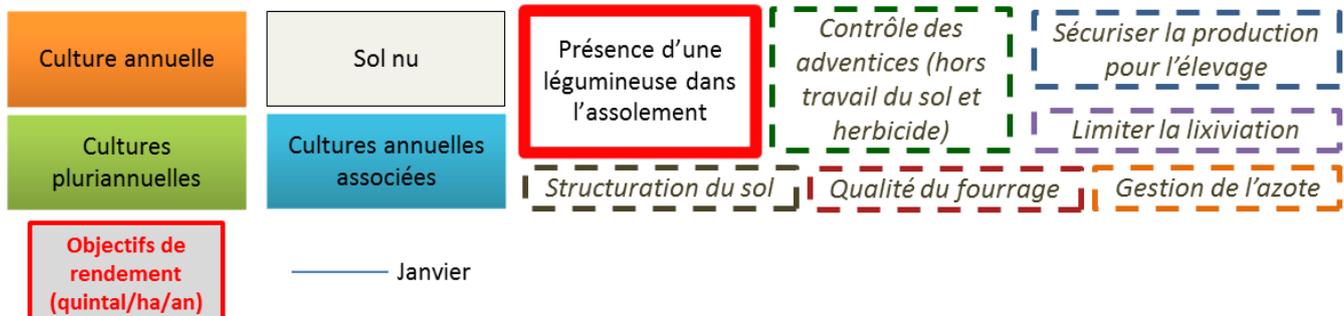


Figure 4 : Schématisation du système de culture adapté à une activité de polyculture-élevage en agriculture biologique, décrit par un des agriculteurs présents lors de l'atelier spécifique des pays de Châteaubriant et d'Ancenis. Les encadrés en pointillé indiquent les fonctions attendues de ce système. Le détail de l'itinéraire technique de ce système est présenté dans le tableau 4.

**Tableau 4 : détail de l'itinéraire technique mis en place sur le système de culture décrit dans la figure 4.**

	Maïs ensilage	Pois fourrager + Triticale	Pois fourrager + Triticale (non systématique)	Féverole d'hiver	Prairie (entre 4 et 8 ans)
<b>Travail du sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>er</sup> déchaumage</li> <li>• 2<sup>ème</sup> déchaumage 2 semaines après</li> <li>• 1 labour</li> <li>• 1 passage de rouleau packer</li> <li>• Semis en combiné (95000 gr/ha)</li> <li>• 1 herse étrille post-semis</li> <li>• 2<sup>ème</sup> passage herse étrille post-levée maïs</li> <li>• 2 passages de bineuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 labour</li> <li>• Semis en combiné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 déchaumage</li> <li>• 1 labour</li> <li>• Semis en combiné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 déchaumage</li> <li>• 1 labour</li> <li>• Semis combiné (≈ 7 cm profondeur), fin Octobre – début Novembre</li> </ul>	Pas de travail du sol ?
<b>Fertilisation azotée</b>	Pas de fertilisation azotée : résidus de la prairie précédente	Pas de fertilisation azotée : association à base de légumineuse	Pas de fertilisation azotée : association à base de légumineuse	Pas de fertilisation azotée : légumineuse pure	Pas de fertilisation azotée : lisier apporté directement par les vaches qui pâturent
<b>Protection phytosanitaire</b>	Pas de traitement phytosanitaire	Pas de traitement phytosanitaire	Pas de traitement phytosanitaire	Pas de traitement phytosanitaire	Pas de traitement phytosanitaire
<b>Récolte</b>	Ensilage	Récolte en grain	Récolte en grain		

Malgré l'atteinte de ces différents objectifs, ce SDC pourrait toutefois présenter des risques de lixiviation lors de la première année de l'association pois fourrager – triticale et entre la féverole et l'implantation de la prairie. En effet, il serait intéressant d'étudier la capacité d'utilisation de l'azote libéré après la prairie par l'association, malgré la présence d'une légumineuse. Le risque semble malgré tout mineur grâce au maïs implanté derrière la prairie, qui aura utilisé une bonne partie de l'azote laissé par la prairie. De plus, les reliquats azotés post-légumineuses peuvent être importants et il y a donc un risque de lixiviation après la féverole, jusqu'au développement de la prairie (pendant la période de sol nu).

**Tableau 5 : bilan des fonctions apportées par le deuxième système de culture conçu lors de l'atelier des pays de Châteaubriant et d'Ancenis**

<b>Limiter la lixiviation</b>	Couverture permanente du sol pendant 4 à 8 ans grâce à la prairie
<b>Sécuriser la production pour l'élevage laitier</b>	Ensilage du maïs (1 an) Récolte en grain de l'association pois fourrager - triticale (1 an ou 2 ans) Récolte en grain de la féverole Pâturage de la prairie ray grass – trèfle blanc – fétuque (4 à 8 ans)
<b>Améliorer la qualité du fourrage</b>	Mélange prairial diversifié et riche en protéines (graminée + légumineuses)
<b>Gérer la fertilisation azotée</b>	Aucun apport de fertilisation azotée sur le système de culture (uniquement déjections animales sur la prairie pâturée)
<b>Contrôler les adventices</b>	Adventices gérées par l'association pois fourrager - triticale Adventices gérées par la prairie
<b>Améliorer la structure du sol</b>	Biomasse racinaire importante et variée pendant l'association pois fourrager – triticale (racines pivots et racines fasciculées)

Informations à compléter pour réaliser l'évaluation multicritère des SDC :

- Renseigner des informations sur la fertilisation P et K, s'il y en a (produit, date, dose)
- Densité de semis (graines/m<sup>2</sup> ou graines/ha), pour toutes les cultures (sauf pour le maïs, information OK)
- Dates de semis (ou fourchette de date de semis), pour chacune des cultures
- Dates de récolte (ou fourchette de date de récolte), pour chacune des cultures

### **SDC numéro 3 : maximisation de la présence de légumineuses dans un système existant adapté aux grandes cultures, en agriculture conventionnelle**

Parmi les systèmes grandes cultures, le système colza – blé – blé est l'un des plus fréquents dans le territoire que nous étudions. Nous avons donc choisi de maximiser la présence de légumineuses dans cette rotation, tout en gardant la présence de cultures productives (figure 5).

Pour ce système, le colza est gardé comme tête de rotation. En revanche, il est associé avec un couvert de légumineuses gélives qui présente plusieurs intérêts. Les légumineuses associées au colza sont la féverole de printemps et une espèce de légumineuse gélive plus couvrante que la féverole (vesce par exemple). Ces deux types de légumineuses sont choisies pour :

- *Améliorer la structure du sol* afin que le système racinaire du colza puisse mieux se développer, grâce aux racines pivots de la féverole ;
- *Limiter le développement des adventices*, grâce à l'espèce couvrante qui va les étouffer ;
- *Apporter de l'azote* au colza lorsqu'elles auront gelé.

Si les légumineuses ne gèlent pas, il sera possible d'utiliser un herbicide pour les détruire, afin qu'elles n'affectent pas la croissance du colza.

La gestion de l'interculture entre le colza et le blé suivant associe des repousses de colza et le semis de trèfle incarnat. Cette interculture, en particulier les repousses de colza, permettent de *limiter la lixiviation* entre les deux cultures principales (colza et blé). Nous supposons que le trèfle incarnat pourrait apporter un peu d'azote au blé semé à la fin de l'interculture (environ 30 U), mais aucune référence n'existe à ce jour donc ce n'est qu'une hypothèse.

Le blé pur est suivi par un lupin d'hiver pur. Ce dernier étant une légumineuse, il ne reçoit pas de fertilisation azotée. De plus, il permet d'*améliorer la structure du sol* pour la culture suivante grâce à ces racines pivots. Le lupin est une culture intéressante en Pays de la Loire puisque la coopérative Terrena propose un débouché.

Un millet perlé est inséré dans l'interculture lupin – blé d'hiver, directement après les battages du lupin. Le millet perlé présente l'avantage de pousser rapidement et peut ainsi permettre une *réduction du lessivage* pendant l'interculture, qui peut être important après un lupin : l'objectif de son implantation ici est de capter l'azote (pas de produire du fourrage). Il est préférable de l'implanter dans des conditions humides ou sur une parcelle irriguée.

**Question : comment est détruit le millet avant l'implantation du blé ?**

Un deuxième blé d'hiver pur est mis en place dans ce système, après le millet. Il est conduit de la même façon que le blé de colza et nous espérons également une réduction de la fertilisation azotée grâce au précédent lupin.

Un couvert gélif est mis en place pendant l'interculture blé d'hiver – pois protéagineux de printemps, afin d'éviter un désherbage chimique et un labour avant l'implantation du pois suivant : vesce associée à une avoine ou un seigle. Ce couvert permet de *limiter les risques de lessivages* hivernaux de l'azote, notamment grâce à la graminée, et de *maîtriser les adventices*, notamment grâce à la vesce qui est une espèce relativement couvrante.

Une seconde légumineuse pure est implantée dans la rotation : un pois protéagineux de printemps, avant le colza. Ce dernier étant une légumineuse, il ne reçoit pas de fertilisation azotée. De plus, les reliquats azotés post-pois devraient être plutôt élevés et valorisés par le colza suivant : nous pouvons ainsi espérer une diminution des apports azotés sur le colza de pois. Ses racines pivots permettent une *amélioration de la structure du sol*. De plus, l'implantation d'une culture de printemps permet de *rompre le cycle des graminées adventives* associées aux cultures d'hiver. Le pois sera récolté en grain pour être vendu.

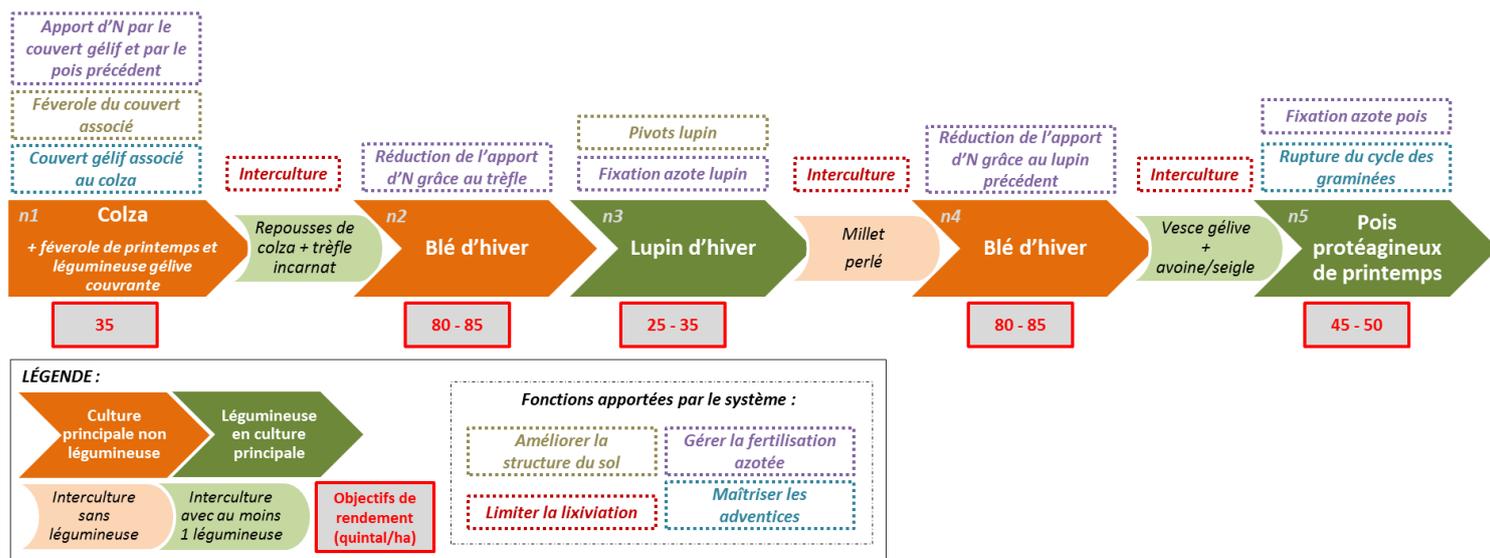


Figure 5 : Schématisation du système de culture adapté à une activité de grandes cultures en agriculture conventionnelle, co-construit lors de l'atelier des pays de Châteaubriant et d'Ancenis. Les encadrés en pointillés indiquent les fonctions attendues de ce système. Le détail de l'itinéraire technique de ce système est présenté dans le tableau 6.

Tableau 6 : détail de l'itinéraire technique mis en place sur le système de culture décrit dans la figure 5.

	Colza	Repousses de colza + trèfle incarnat	Blé d'hiver	Lupin d'hiver	Millet perlé	Blé d'hiver	Vesce gélique + avoine/seigle	Pois protéagineux de printemps
Travail du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déchaumage</li> <li>Semis colza</li> <li>Semis couvert gélif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>??</li> <li>Semis trèfle incarnat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déchaumage</li> <li>Préparation du sol → ??</li> <li>Semis blé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Labour</li> <li>Semis combiné herse rotative</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déchaumage</li> <li>Semis millet perlé</li> <li>Rouleau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déchaumage</li> <li>Préparation du sol → ??</li> <li>Semis blé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déchaumage</li> <li>Semis interculture</li> <li>Rouleau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disque</li> <li>Herse rotative</li> <li>Semis pois</li> </ul>
Fertilisation azotée	<ul style="list-style-type: none"> <li>70/75 U d'N organique au semis (1 passage)</li> <li>50 U d'N minéral sortie hiver (1 passage)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de fertilisation azotée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>120 à 150 U d'N minéral (3 passages)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de fertilisation azotée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de fertilisation azotée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>120 à 150 U d'N minéral (3 passages)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de fertilisation azotée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de fertilisation azotée</li> </ul>

<b>Protection phytosanitaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 à 8 insecticides</li> <li>• 1 fongicide</li> </ul>	??	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 désherbage</li> <li>• 2 fongicides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 désherbage</li> <li>• 1 fongicide</li> </ul>	??	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 désherbage</li> <li>• 2 fongicides</li> </ul>	??	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 désherbage post-semis</li> <li>• 1 ou 2 fongicide(s)</li> <li>• 1 insecticide</li> </ul>
----------------------------------	---	----	--	---	----	--	----	---

<b>Limiter la lixiviation</b>	Repousses de colza associées et à un trèfle incarnat en interculture (entre le colza et le blé pur) (n1 → n2)
	Millet perlé implanté pendant l'interculture entre le lupin d'hiver et le second blé (n3 → n4)
	Couvert gélif (vesce + avoine) entre le second blé et le pois de printemps (n4 → n5)
<b>Gérer la fertilisation azotée</b>	Couvert gélif de légumineuses dans le colza (n1)
	Apport d'N au blé pur (n2) grâce au trèfle incarnat implanté pendant l'interculture précédente
	Lupin d'hiver pur (N3) non fertilisé et apportant de l'N à la culture suivante
	Pois protéagineux pur (n5) non fertilisé et apportant de l'N au colza suivant
<b>Contrôler les adventices</b>	Couvert gélif de légumineuses dans le colza (n1)
	Couvert gélif (vesce + avoine) entre le second blé et le pois de printemps (n4 → n5)
	Pois protéagineux de printemps, rompant le cycle des graminées adventives associées aux cultures d'hiver
<b>Améliorer la structure du sol</b>	Couvert gélif de légumineuses dans le colza (n1)
	Racines pivots du lupin d'hiver (n3)

- Informations à compléter pour réaliser l'évaluation multicritère des SDC :
- Produits et dates des apports pour la fertilisation azotée
- Renseigner des informations sur la fertilisation P et K (produit, date, dose)
- Produits, doses et dates d'apports pour la protection phytosanitaire
- Densité de semis (graines/m<sup>2</sup>)
- Dates de semis (ou fourchette de date de semis), pour chacune des cultures
- Dates de récolte (ou fourchette de date de récolte), pour chacune des cultures