



Conduire
des associations
de cultures annuelles
à vocation fourragère



SÉCURISER SON SYSTÈME FOURRAGER

GRÂCE AUX ASSOCIATIONS CÉRÉALES-PROTÉAGINEUX (CERPRO) FOURRAGÈRES

GUIDE
TECHNIQUE



Ce guide est issu du projet CasDar OPTIALIBIO, piloté par l'Institut de l'Élevage, visant à améliorer l'autonomie alimentaire et la résistance aux aléas climatiques des élevages bovins en agriculture biologique.

Auteurs : Bertrand Daveau (Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire),
Amandine Guimas (Chambre d'agriculture de l'Orne),
Loïc Madeline (Institut de l'Élevage),
Guillaume Michel (GAB22),
Benoît Possémé (Chambre d'agriculture de Bretagne - Station expérimentale de Trévarez),
Antoine Roinsard (ITAB),
Stanislas Lubac (ITAB).

Coordination : Stanislas Lubac (ITAB), Loïc Madeline et Fabienne Launay (Institut de l'Élevage).

Crédit photos : © Chambre d'agriculture de Normandie - © Chambre régionale d'agriculture de Normandie - © Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou - © Amandine Guimas (Chambre d'agriculture de l'Orne) - © Imagen de Mato Grosso - © Fabienne Launay, Loïc Madeline et Jérôme Pavie (Institut de l'Élevage) - © Benoît Possémé (Chambre d'agriculture de Bretagne - Station expérimentale de Trévarez) - © Programme Reine Mathilde - © Station expérimentale de Trévarez - © Jean Weber (Inra).

Maquette et mise en page : Marie-Thérèse Gomez et Corinne Maignet (Institut de l'Élevage).

Édité par l'Institut de l'Élevage
149 rue de Bercy
75595 Paris cedex 12
www.idele.fr
Décembre 2019

Dépôt légal :
4^e trimestre 2019
© Tous droits réservés à l'Institut de l'Élevage
Réf idele : 0020 303 001
ISBN 978-2-7148-0072-5

Sommaire

Avant-propos Conduire des associations de cultures annuelles à vocation fourragère5

1. Objectif et mode d'utilisation du guide 5
2. L'élevage bovin BIO en 2019 6
3. Du fourrage à la vache 6
4. À propos d'autonomie alimentaire 8

Chapitre 1 Principes généraux et règles générales pour concevoir son association 11

1. Qu'est-ce qu'une « association CERPRO fourragère » ? 11
2. Une multitude d'associations possibles, en fonction des objectifs visés 13
3. Les points clés pour réussir son association CERPRO fourragère 15

Chapitre 2 Les caractéristiques des espèces à associer 17

1. Quelles sont les céréales adaptées à ma situation pédoclimatique? 17
2. Quels sont les protéagineux adaptés à ma situation pédoclimatique? 17
3. Quels sont les services rendus par les espèces à associer dans les mélanges? 20

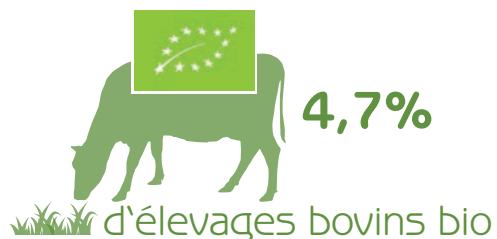
Chapitre 3	Les associations à double fin	21
	1. Définition et objectif de l'association à double fin	21
	2. Choisir sa parcelle et composer son association	22
	3. Exemple d'association à double fin	23
	4. Itinéraire technique et récolte	24
	5. Quelques références	25
Chapitre 4	Les associations à fortes valeurs protéiques	27
	1. Produire un ensilage riche en protéines	27
	2. Choisir sa parcelle et composer son association	28
	3. Exemples d'associations à fortes valeurs protéiques	30
	4. Itinéraire technique et récolte	31
	5. Quelques références	33
Chapitre 5	Les associations productives	35
	1. Produire un ensilage de bonne valeur alimentaire en assurant le rendement	35
	2. Choisir sa parcelle et composer son association	36
	3. Exemples d'associations productives	37
	4. Itinéraire technique et récolte	38
	5. Quelques références	40
Lexique	45
Pour en savoir plus	47

Conduire des associations de cultures annuelles à vocation fourragère

Avant-propos



Surfaces bio



1. Objectif et mode d'utilisation du guide

Pour atteindre l'autonomie alimentaire, l'élevage de bovins s'appuie principalement sur l'herbe issue des prairies fauchées et/ou pâturées, sur les fourrages supplémentaires (maïs, luzerne, cultures associées,...) et sur les cultures récoltées en grains (céréales, oléagineux, protéagineux).

Ce guide, réalisé dans le cadre du projet OPTIALIBIO (cf. page 10), vise à synthétiser les connaissances dans le domaine des cultures associées destinées à la production de fourrages, qu'elles soient implantées au titre de cultures principales ou de dérobées.

Il contient des informations générales (définitions, règles générales de conduites de cultures, caractéristiques des espèces à associer,...), et des parties décrivant les caractéristiques des associations selon les objectifs de l'éleveur et le type d'association.

Utilisé individuellement ou collectivement, il se destine à des éleveurs, techniciens ou conseillers spécialisés.

Ce guide a été conçu de façon à ce que chacune des parties puisse être consultée de façon indépendante, pour rapidement disposer de l'information recherchée. Vous pourrez ainsi vous approprier son contenu, que votre lecture soit linéaire ou que vous parcouriez ces pages à la recherche de réponses techniques précises.



Photo 1: Le nombre d'élevages bovins bio a progressé de plus de 26% de 2016 à 2018 avec un dynamisme marqué en bovin lait (+ 36%). Source : Agence Bio, 2018 et 2017 (comprenant les élevages en conversion bio).

2. L'élevage bovin BIO en 2019

En plein essor depuis plusieurs années, l'agriculture biologique devient peu à peu une référence solide sur le plan environnemental, économique et social. Fin 2018, les 2 millions d'hectares conduits en Bio représentaient 7,5% de la surface agricole utile, soit 3 fois plus qu'il y a 10 ans (Agence Bio, 2019). Près de 5% des élevages bovins français étaient conduits selon son cahier des charges.

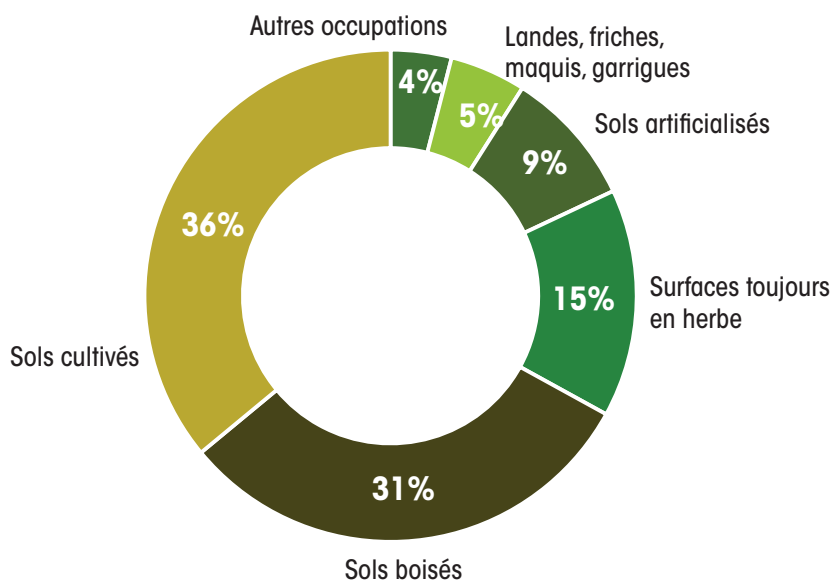
L'animal occupe une place importante en agriculture – et c'est particulièrement le cas en agriculture biologique – car il constitue un pilier de l'équilibre des systèmes agricoles.

Très plébiscitée par les consommateurs, la production biologique progresse et fournit une réponse appropriée à la demande croissante en produits sains et respectueux de l'environnement.

L'élevage bovin en agriculture biologique vise une grande autonomie alimentaire, inscrite au cahier des charges*, pour assurer une bonne efficacité économique et environnementale. Ce principe repose sur un bon équilibre entre la production et la ressource faisant valoir l'herbe, notamment pâturée.

* «Au moins 60% des aliments proviennent de l'unité de production elle-même, ou, si cela n'est pas possible, sont produits en coopération avec d'autres exploitations biologiques situées dans la même région» (Art. 19 § 1 du RCE/889/2008).

Figure 1 : Occupation des sols en France métropolitaine en 2015



Source : Agreste, 2017

3. Du fourrage à la vache

Le territoire métropolitain Français compte environ 55 millions d'hectares, dont la moitié environ est consacrée aux activités agricoles selon la répartition détaillée sur la figure 1.

La surface totale (conventionnelle et AB) consacrée aux cultures fourragères est de 14,2 millions d'ha, soit environ 48% de la surface agricole totale, dont 9,3 millions d'ha de surfaces toujours en herbe, 3,2 millions d'ha de prairies temporaires et artificielles, et 1,7 million d'ha de cultures fourragères annuelles (Agreste, chiffres 2015).

En 2018, en agriculture biologique, les surfaces fourragères représentaient 1,25 million d'ha, soit un peu plus de 60% des surfaces totales certifiées et en conversion, dont 728 000 ha de surfaces toujours en herbe et 521 000 ha de prairies temporaires et autres cultures fourragères (Agence Bio, 2019).

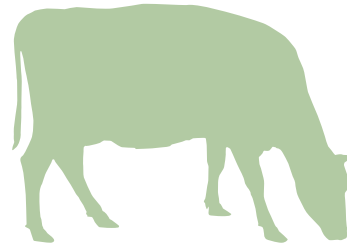
L'élevage vise à nourrir les hommes à partir d'une transformation des végétaux en matière comestible par l'homme (viande, lait, œufs...). Le rendement de cette transformation est optimal lorsque la ressource alimentaire des animaux n'entre pas en concurrence avec l'alimentation humaine. De ce point de vue, l'herbe et les fourrages cultivés assurent une efficacité élevée de conversion en alimentation humaine (lait viande).

Principaux fourrages consommés par les bovins

Herbe



- Pâturée
- Récoltée et distribuée
 - Affouragement en vert
 - Conservation par voie sèche (foin)
 - Conservation par voie humide
 - Enrubannage
 - Ensilage



Cultures Fourragères Annuelles (CFA)



- Maïs fourrage
- Associations CERéales-PROtéagineux (CERPRO) ensilées ou enrubannées
- Autres CFA (sorgho, colza, ...)

La ration alimentaire des bovins est encore largement constituée d'herbe, notamment en agriculture biologique où le maïs est moins utilisé qu'en conventionnel pour des raisons techniques et/ou économiques. Les céréales et oléo-protéagineux consommés en grains ou plus rarement sous forme de tourteaux assurent un complément dans les systèmes qui cherchent à augmenter le volume à produire.

Les associations CERéales-PROtéagineux (CERPRO) fourragères figurent parmi les leviers permettant de pallier les déficits fourragers fréquents (quantité, qualité) dans les élevages AB.



Photo 2 : Augmentation de + de 21 % des surfaces fourragères certifiées bio entre 2017 et 2018 (Source : Agence Bio, 2019).



Photo 3 : La ration alimentaire des bovins est largement constituée d'herbe, plus de 64 %, d'autant plus en agriculture biologique où le maïs est moins présent.

4. À propos d'autonomie alimentaire...

Pourquoi rechercher l'autonomie alimentaire dans les élevages ?

Une attente de la société civile

Dans le contexte actuel, l'alimentation des bovins est sujette à de nombreuses interrogations de la part de consommateurs toujours plus soucieux de la qualité des produits et de leur santé. Les agriculteurs sont des acteurs de premier plan pour la préservation et la reconquête des ressources (qualité, quantité), ainsi que pour la préservation des sols et leur rôle dans le stockage de carbone. De ce point de vue, l'autonomie alimentaire garantit une bonne cohérence des systèmes de production.

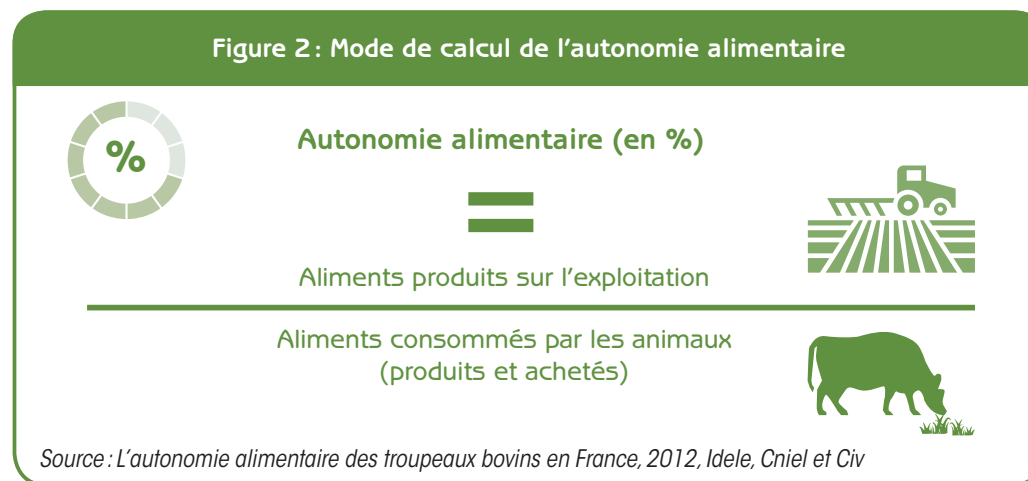
Des intérêts indéniables pour les éleveurs

Au-delà des aspects techniques, sanitaires et réglementaires, l'autonomie alimentaire assure aux éleveurs une très bonne efficacité économique. La souveraineté alimentaire garantit la maîtrise des charges en ajustant, au plus près, la production permise par la ressource.

L'autonomie alimentaire se définit de la façon suivante

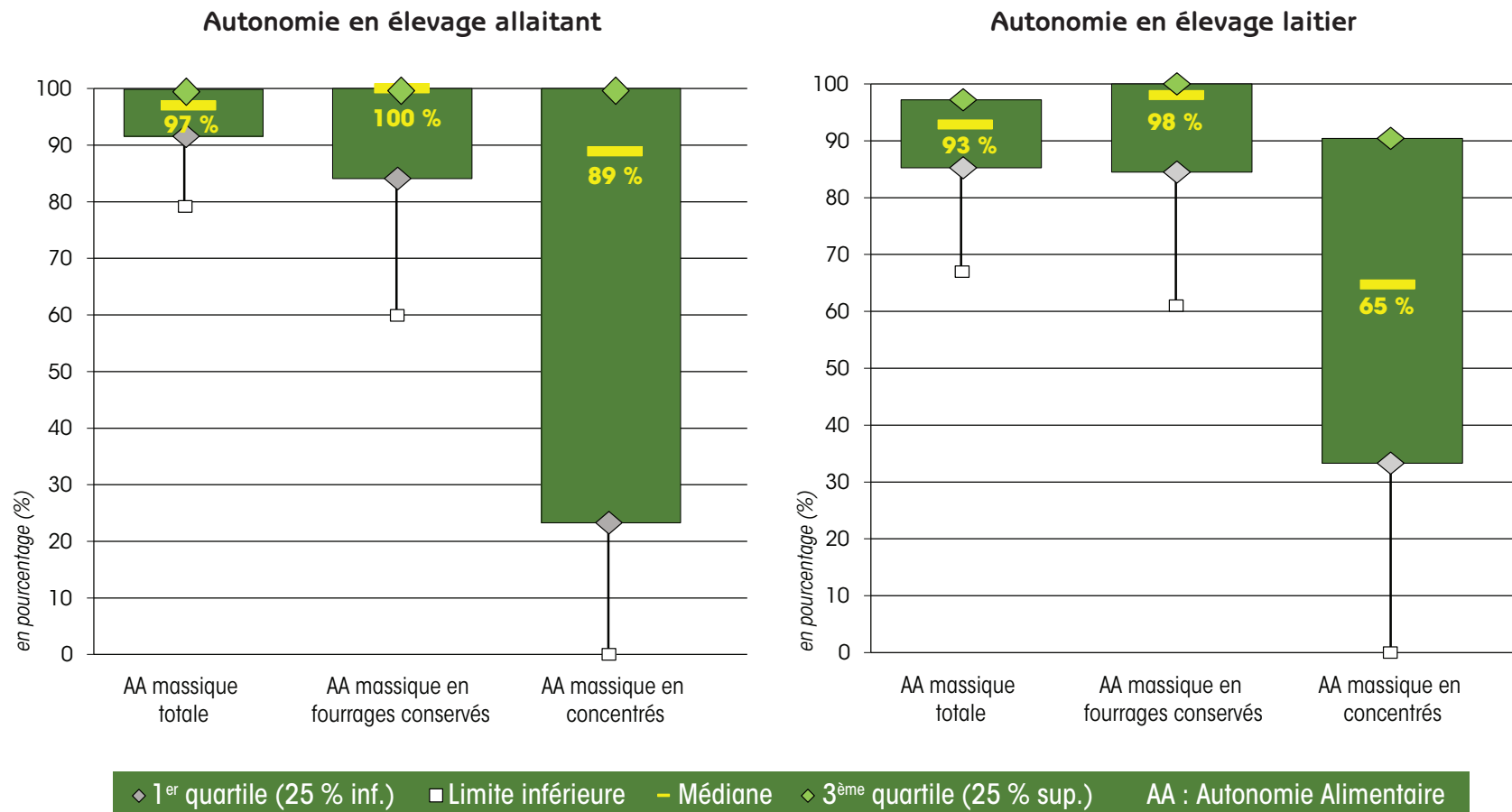
L'autonomie alimentaire d'un élevage peut être calculée à partir d'indicateurs :

- autonomie alimentaire massique totale (%),
- autonomie alimentaire massique en fourrages conservés (%),
- autonomie alimentaire massique en concentrés (%).



Niveaux moyens d'autonomie alimentaire en France

Figure 3 : Autonomie alimentaire des élevages bovins laitiers et allaitants en agriculture biologique suivis dans le projet Optialibio entre 2000 et 2013



Associations CERéales-PROtéagineux (CERPRO) fourragères et autonomie

Les associations CERPRO permettent un ajustement fourrager dans les systèmes avec surface labourable. En garantissant une bonne quantité et qualité de biomasse à récolter, elles permettent de garder un niveau élevé d'autonomie et :

- 1/ de faire face à des déficits fourragers, notamment en phase de conversion ou en période d'aléas climatiques ;
- 2/ de faire progresser le niveau de production de l'exploitation (lait ou viande) tout en maintenant une bonne surcapacité (stocks fourragers).

..... LE PROJET OPTIALIBIO

De la constitution des stocks à l'équilibre de la ration, les éleveurs qui se convertissent à l'agriculture biologique se heurtent aux difficultés d'adaptation du système alimentaire et fourrager. En élevage bio, l'autonomie alimentaire assure une bonne efficacité économique, environnementale et permet de mieux résister aux aléas climatiques. Elle facilite et améliore la traçabilité des produits sous signe officiel de qualité et plus particulièrement ceux qui interdisent l'usage des OGM.

Composé de cinq actions principales, le projet Optialibio poursuit l'objectif d'apporter des réponses techniques aux problèmes d'autonomie, d'équilibre alimentaire et d'adaptation aux conditions climatiques futures. La conversion implique notamment un ajustement très précis des surfaces mobilisables (fourrages et cultures) pour l'acquisition d'un nouvel équilibre partant d'une conduite plus agronomique.



Les cinq actions du projet Optialibio «Optimisation de l'autonomie et de la résistance aux aléas climatiques des systèmes alimentaires en élevages bovins biologiques» :

- Action 1 :** Évaluer l'autonomie alimentaire et la résistance aux aléas climatiques des exploitations bovines biologiques
- Action 2 :** Repérer les facteurs de risques et éléments favorables à l'autonomie alimentaire
- Action 3 :** Piloter l'alimentation des troupeaux bovins en optimisant l'utilisation des surfaces
- Action 4 :** Concevoir des systèmes alimentaires autonomes en productions bovins lait et viande biologiques
- Action 5 :** Diffuser les connaissances aux éleveurs et techniciens

Au terme de plus de trois années d'étude, de nombreux résultats et outils techniques sont nés des réflexions menées durant le projet Optialibio.

Vous pouvez retrouver l'ensemble de ces outils et résultats sur www.idele.fr - Contacts : Idele- Service Fourrages et pastoralisme - jerome.pavie@idele.fr ; fabienne.launay@idele.fr

Projet porté par l'Institut de l'Élevage-idele, en partenariat avec ABioDoc, ITAB, Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou et de Trévarez, INRA, VetAgro Sup, GAB 22, CRA Bretagne, CRA Normandie, CA du Cantal et de l'Aveyron, Pôle Bio Massif Central, EPLEFPA Théodore Monod (Le Rheu, 35), Lycée agricole Edgard Pisani (Tulle-Naves, 19), BIOLAIT SA, Stonyfield France (Marque commerciale « Les 2 vaches » - filiale de Danone et porteur du projet Reine Mathilde), FRAB, DGER, RMT Prairies demain.

Avec le soutien financier du CasDar.

Principes généraux et règles générales pour concevoir son association

1. Qu'est-ce qu'une « association CERPRO fourragère » ?

Dans un souci de praticité, tout au long de ce guide nous parlerons d'« association CERPRO fourragère », sachant que la terminologie plus exacte serait « association de céréales et/ou protéagineux à vocation fourragère ».

Ce type d'association regroupe au même moment dans une même parcelle au moins deux espèces annuelles cultivées et récoltées en fourrages. Souvent appelées de manière abusive « mélange céréalier » et/ou « méteil » (qui, à l'origine, était un mélange de blé et de seigle cultivés ensemble), ces associations d'espèces recouvrent finalement une multitude de combinaisons possibles. Elles peuvent associer :

- céréale(s) et protéagineux (exemple : triticale + pois fourrager + vesce),
- différentes espèces de protéagineux (exemple : pois protéagineux + féverole).

Tableau 1 : Principales espèces cultivables dans les associations CERPRO fourragères

Céréales	Protéagineux
Avoine	Pois protéagineux
Triticale	Pois fourrager
Orge	Féverole
Blé	Vesce
Épeautre	Lupin
Maïs	Soja

Des associations couvrantes et peu exigeantes en azote

Marginalisées dans les années 60, les cultures associées ont continué à occuper une place importante en agriculture biologique, notamment dans les systèmes mixtes avec élevage.

Récoltées en fourrages, les associations CERPRO sont des cultures peu exigeantes en intrants, azote notamment, par effet de complémentarité entre les légumineuses et les graminées (fixation symbiotique). Dotées d'un fort pouvoir couvrant lié à la composition botanique du mélange, elles peuvent être positionnées en milieu ou fin de rotation en veillant cependant à limiter les successions favorables à l'apparition de maladies et ravageurs, et la succession d'une même espèce plusieurs années de suite.

Des associations à ensiler ou à enrubanner

Les modes d'exploitation et de valorisation de ces associations sont divers. Elles peuvent être ensilées ou enrubannées, voire conservées en foin dans certains contextes très spécifiques (ex: foin blanc composé d'avoine et vesce sur les Causses du Larzac et le sud Aveyron). Souvent, les ensilages permettront des récoltes précoces donnant des fourrages riches en MAT et permettent, à la suite, de semer un maïs ou un sorgho.

Le choix du mode de conservation se fera en fonction des objectifs visés par l'éleveur (=> [Tableau 2](#), page 14) mais aussi des équipements présents sur la ferme, des surfaces à récolter, des conditions climatiques de l'année et de l'aptitude des espèces du mélange à être récoltés selon les différents modes.

Des associations aux intérêts multiples

- **Sécuriser le système fourrager** par une diversification des fourrages récoltés et de leurs périodes de récolte, par la production de fourrages aux périodes de l'année les plus propices, par une intensification des surfaces de production (plusieurs cultures/couverts sur une année sur une même surface si l'association est suivie par une culture).
- Récolter des **fourrages très riches en MAT et/ou en énergie** afin de contribuer à une ration « productive ». La teneur et l'équilibre entre MAT et énergie dépendra directement des proportions de légumineuses et céréales de l'association et du stade de récolte.
- Favoriser **l'autonomie protéique** des élevages par la production de fourrages hyperprotéagineux riches en MAT, parfois déficitaires dans les rations hivernales biologiques.
- **Apporter de l'azote dans la rotation** via le processus de fixation symbiotique des légumineuses. Cette fixation sera d'autant plus importante que les légumineuses occuperont une part importante du mélange, et en l'absence de fertilisation de l'association (en cas de fertilisation, les protéagineux capteront l'azote apporté et n'en fixeront pas ou peu).
- **Limiter les risques de salissement** de la parcelle en optimisant le pouvoir couvrant de l'association. La combinaison de plantes plus ou moins couvrantes selon leur stade augmentera cette capacité de gestion de l'enherbement (ex.: une féverole est plus couvrante en 2^e moitié de cycle par exemple, alors que l'avoine couvre rapidement le sol en début de cycle).
- **Contribuer à la structuration du sol** par la diversité des systèmes racinaires, notamment celui de la féverole (pivot).
- **Faciliter l'implantation d'une prairie semée** sous couvert d'association de printemps ou d'association d'hiver avec une implantation simultanée à la mi-octobre : moins de salissement, maintien de la fraîcheur au sol qui favorise le départ de la prairie, entrée en production plus rapide de la prairie.

2. Une multitude d'associations possibles, en fonction des objectifs visés

Comment choisir l'association qui répondra à vos besoins ?

Ce guide est structuré autour des trois types d'associations suivants (identifiés **A**, **B** et **C**) :

- **Association à double fin**, récoltée selon les conditions et les besoins de l'éleveur en grain ou en fourrage (**A**). ➔ *Plus d'informations*

Chapitre 3
page 21

- **Association destinée à produire un fourrage riche en protéines** (**B**). ➔ *Plus d'informations*

Chapitre 4
page 27

- **Association destinée à augmenter la productivité des surfaces fourragères** (rendement élevé ou / et interculture fourragère) (**C**) ➔ *Plus d'informations*

Chapitre 5
page 35

En complément de cette approche qui sera largement détaillée dans les parties suivantes, le tableau 2 propose une autre clé de lecture, via quelques questions clés que l'éleveur pourra se poser avant de s'orienter vers un type de mélange.



Tableau 2 : Les questions à se poser pour choisir son association

Les questions à se poser pour choisir son association		Caractéristiques recherchées pour le fourrage	Type(s) d'association(s) adaptée(s)
À quels types d'animaux mon association est-elle destinée ? <i>Exemple : « Mes associations sont destinées en priorité à mes vaches laitières en production. Je privilégie donc des associations riches en protéines ».</i>	Animaux en production (bovin en lactation)	Fourrage riche	B
	Animaux à l'entretien (bovin en gestation)	Fourrage à fort encombrement	A ou C
	Animaux en croissance (génisses)	Fourrage pour « façonner » le ruminant	A ou C
	Animaux en finition	Fourrage riche	B
Quels objectifs zootechniques je vise avec mon association d'espèces ? <i>Exemple : « Je souhaite produire un concentré, mais ma priorité est d'assurer l'autonomie fourragère ».</i>	Couvrir les besoins d'entretien de mes animaux en année fourragère difficile pour ne pas avoir à décapitaliser	Fourrage en quantité maximale	A et C
	Produire un fourrage avec une forte valeur azotée	Fourrage avec richesse maximale en MAT	B
	Avoir la possibilité de produire un concentré azoté	Fourrage avec richesse maximale en MAT	A
Quels objectifs agronomiques je vise avec mon association d'espèces ? <i>Exemple : « Mon système est déficitaire en azote, chaque unité produite par mes cultures est bonne à prendre ».</i>	Apporter de l'azote dans ma rotation	Fourrage associant des légumineuses pour favoriser la fixation de l'azote de l'air	B et C
	Limiter le salissement de mes parcelles	Fourrage étouffant, concurrent vis-à-vis des adventices	A , B et C
	Allonger mes rotations	Association permettant de valoriser l'intérêt agronomique des prairies tout en produisant des fourrages	A et C
Quels objectifs économiques ? <i>Exemple : « Les protéines coûtent cher en AB, j'évite donc les achats ».</i>	Être autonome en fourrages grossiers même en année climatique difficile	Fourrage permettant la production de matière sèche sous contraintes climatiques ; ou mobilisation pour la production fourragère d'une surface dédiée initialement au grain	A ou C
	Être autonome en protéines	Valeur alimentaire équilibrée, pour minimiser les achats	B
	Cultiver des espèces productives qui peuvent être vendues le cas échéant	Association d'espèces pouvant être triée (mélange binaire)	A

Types d'associations :

A : Association à double fin**B** : Association à fortes valeurs protéiques**C** : Association productive

3. Les points clés pour réussir son association CERPRO fourragère

Après avoir identifié vos objectifs et choisi le type d'association, un certain nombre de principes sont à considérer pour leur mise en place.

Tableau 3 : Les points clés pour réussir son association, du semis à la récolte

	À vérifier	Mesures à prendre
Bien choisir sa parcelle	Mon sol est-il adapté ?	Préférer des parcelles sans cailloux pour : <ul style="list-style-type: none"> • faciliter la récolte, notamment des pois et vesces, • limiter la présence de terre dans les fourrages (source de spores butyriques).
	Est-ce que le précédent cultural est adapté ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter d'implanter les mêmes espèces plusieurs années de suite pour limiter les risques de maladies. • Penser à alterner cultures de printemps et d'automne pour limiter la persistance des adventices.
Bien choisir ses espèces	Les espèces sont-elles adaptées au sol, au climat ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter les espèces gélives en zone très froides en hiver. Envisager le semis de la féverole à la volée, avant labour pour limiter son risque de gel. • Pour les associations à double fin, éviter les zones où le stress hydrique est fréquent. • Si le pH est très acide, envisager l'inoculation pour les légumineuses.
	Ai-je bien défini mes objectifs agronomiques et zootechniques ? Cf. tableau 2	<ul style="list-style-type: none"> • Couvrir au mieux mon sol. Grâce par exemple à l'avoine, triticale, orge, féverole. • Augmenter la MAT de mon association. Grâce à certaines espèces : féverole, vesce (25 à 30 % de MAT), soja, lupin (35 % de MAT). Jouer sur la dose de semis.
	Les espèces choisies sont-elles adaptées à une éventuelle récolte en grain ?	<ul style="list-style-type: none"> • Jouer sur les variétés et leur précocité pour une maturité synchrone. • Proscrire la vesce si possibilité de récolte en grain (difficulté de récolte, risque de dissémination dans les cultures suivantes). • Se limiter à deux espèces « séparables » en cas de vente.



Photo 4 : Préférez les parcelles sans cailloux.

Photo 5 : Évitez d'implanter les mêmes espèces plusieurs années de suite pour limiter les risques de maladies.



Photo 6 : Augmenter la MAT grâce notamment au lupin (ici lupin blanc de printemps).

Photo 7 : Choix du triticale et du pois pour une récolte en grain.



Tableau 3 : Les points clés pour réussir son association, du semis à la récolte (suite)

	À vérifier	Mesures à prendre
Réussir son semis	Comment déterminer la bonne dose de semis ?	<ul style="list-style-type: none"> Raisonner en grain par m² car les PMG des protéagineux sont très variables pour une espèce donnée (surtout la féverole). Calculer la quantité de semences pour chaque espèce en fonction des objectifs de l'association. Ex.: dans une association riche en MAT, maximiser la présence de féverole et vesce, et limiter la présence de céréale. Ne pas dépasser 120% de la dose de semis totale pour l'association. Ex.: 60% de la dose de semis en pure pour la féverole (24 grains/m²) + 60% de la dose en pur de triticales (180 grains/m²).
	Je souhaite privilégier les céréales ou les protéagineux ?	<ul style="list-style-type: none"> Semer précocement pour favoriser les protéagineux (mais pas trop tôt pour éviter qu'ils soient trop développés avant les gelées hivernales). Privilégier les parcelles à fort reliquat azoté pour favoriser les céréales. Favoriser les espèces "agressives". Ex. : avoine pour les céréales, féverole pour les protéagineux. Renforcer les densités de semis de l'espèce que vous souhaitez privilégier.
	Comment s'assurer de la bonne tenue du mélange pour limiter les phénomènes de verse ?	<ul style="list-style-type: none"> Associer au moins une plante « tuteur » (céréale ou féverole). Être vigilant sur la densité de semis en présence de pois fourrager et/ou de vesce (ne pas excéder 20-30 grains/m²).
Choisir son mode de récolte et réussir sa conservation	Quels stades de récoltes pour quels objectifs ?	<ul style="list-style-type: none"> Le choix du stade de récolte résulte d'un compromis entre rendement et valeur alimentaire. Récolter précocement pour un fourrage riche en MAT. Au besoin laissé ressuyer avant récolte. Récolter tardivement pour privilégier la quantité (encombrement). Les fourrages auront alors souvent une faible valeur alimentaire. Généralement c'est le stade laiteux pâteux (céréales ou/et protéagineux) qui est privilégié. Pour les associations 100% protéagineux avec pois protéagineux, c'est le stade pois de conserverie qui est retenu (pois croquant et sucré). Si le mélange est riche en protéagineux (pois fourrager et vesce) et la récolte tardive (stade laiteux-pâteux de la céréale), attention à la verse.
	L'association est-elle adaptée à l'ensilage ?	<ul style="list-style-type: none"> Pour les récoltes précoces au stade début épiaison de la céréale, le pré-fanage est obligatoire : fauche-séchage au sol, ensilage voire fanage pour atteindre 30% de MS. Pour les récoltes au stade laiteux-pâteux de la céréale : ensilage coupe directe ou fauche ensilage sont des modes de récolte adaptés. Attention : les associations riches en céréales sèchent vite : il est nécessaire d'exercer un tassement efficace ; au besoin, utilisez des conservateurs d'ensilage.
	L'association est-elle adaptée à de l'enrubannage ?	<ul style="list-style-type: none"> Si le mélange est riche en céréales : doubler les couches de film plastique. Si la récolte est précoce, il est difficile d'atteindre les 40% de MS.



Photo 8 : Semis : raisonner en grains par m², les PMG peuvent être très variables selon les variétés, surtout les féveroles.



Photo 9 : Associer au moins une plante tuteur (céréale ou féverole) pour limiter les phénomènes de verse.



Photo 10 : Ensilage : attention, les associations riches en céréales sèchent plus vite. Pour un ensilage réussi, un tassement efficace du silo s'impose (un tasseur supplémentaire peut être moins coûteux que l'ajout d'un conservateur...).

Caractéristiques des espèces à associer

Le choix des espèces à associer est une étape clef à appréhender en fonction du contexte pédoclimatique, de la place dans la rotation et des objectifs. Dans ce chapitre, nous proposons de créer un « pool » d'espèces potentielles selon les contraintes agronomiques et climatiques de la ferme et leur rôle possible dans les associations. Le choix des combinaisons d'espèces dépendra ensuite des objectifs envisagés (chap. 3, 4 et 5).

1. Quelles sont les céréales adaptées à ma situation pédoclimatique ?

En fonction de la zone géographique et des caractéristiques de sol, certaines espèces seront privilégiées pour maximiser la réussite de l'association. Concernant les céréales, les espèces potentielles à retenir sont surtout fonction du contexte pédologique des parcelles. En effet, les céréales se cultivent globalement sous une grande diversité de climats. Le tableau ci-dessous identifie les principales contraintes pédologiques pénalisant certaines espèces.

Tableau 4 : Espèces de céréales à privilégier en fonction du type de sol

	Sol humide	Sol séchant	Sol froid	Sol acide
Blé	Assez bien adapté	Bien adapté	Bien adapté	Bien adapté
Triticale	Bien adapté	Bien adapté	Bien adapté	Bien adapté
Avoine	Bien adapté	Mal adapté	Peu adapté	Bien adapté
Orge	Mal adapté	Peu adapté	Bien adapté	Peu adapté

■ Bien adapté
 ■ Assez bien adapté
 ■ Peu adapté
 ■ Mal adapté



Photo 11 : Blé.

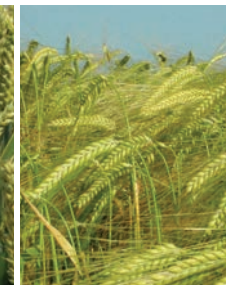


Photo 12 : Orge.



Photo 13 : Triticale.



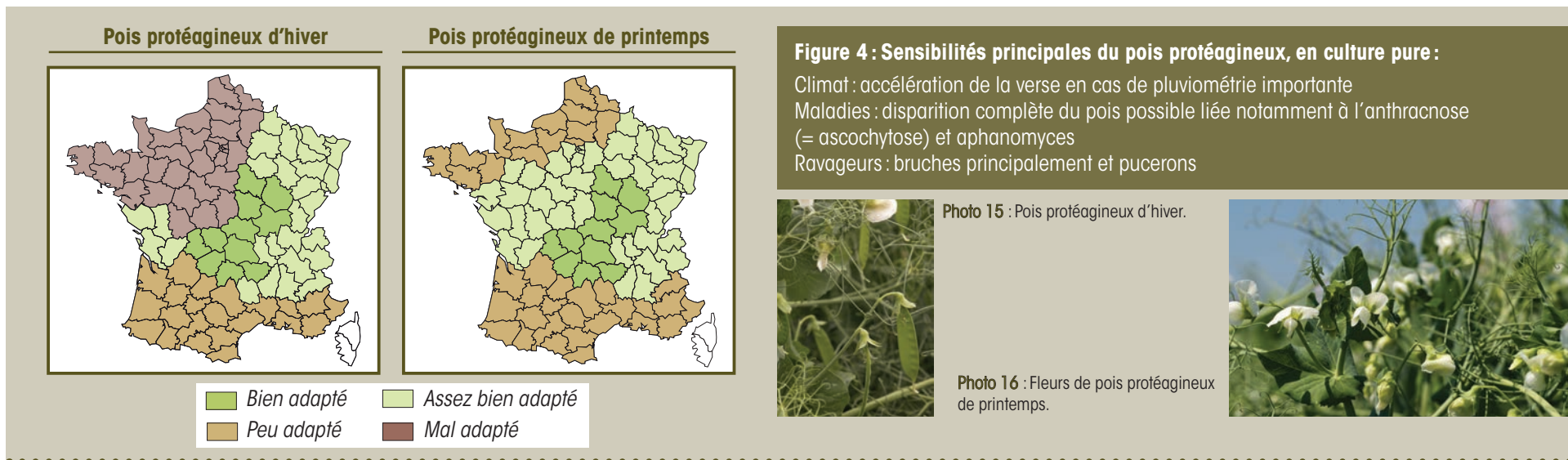
Photo 14 : Avoine.

2. Quels sont les protéagineux adaptés à ma situation pédoclimatique ?

Pour les protéagineux cultivés seuls, des grands bassins de production peuvent être identifiés selon les risques climatiques (gel, stress hydrique, pics de chaleur), sanitaires (maladies, ravageurs) et/ou de gestion des adventices. Dans tous les cas, une conduite en association diminue l'ensemble de ces risques par rapport à une conduite en culture pure. Concernant le risque de stress hydrique, une récolte en foin le limite dans la mesure où la récolte est plus précoce qu'en grain.

Zones de cultures privilégiées des principaux protéagineux...

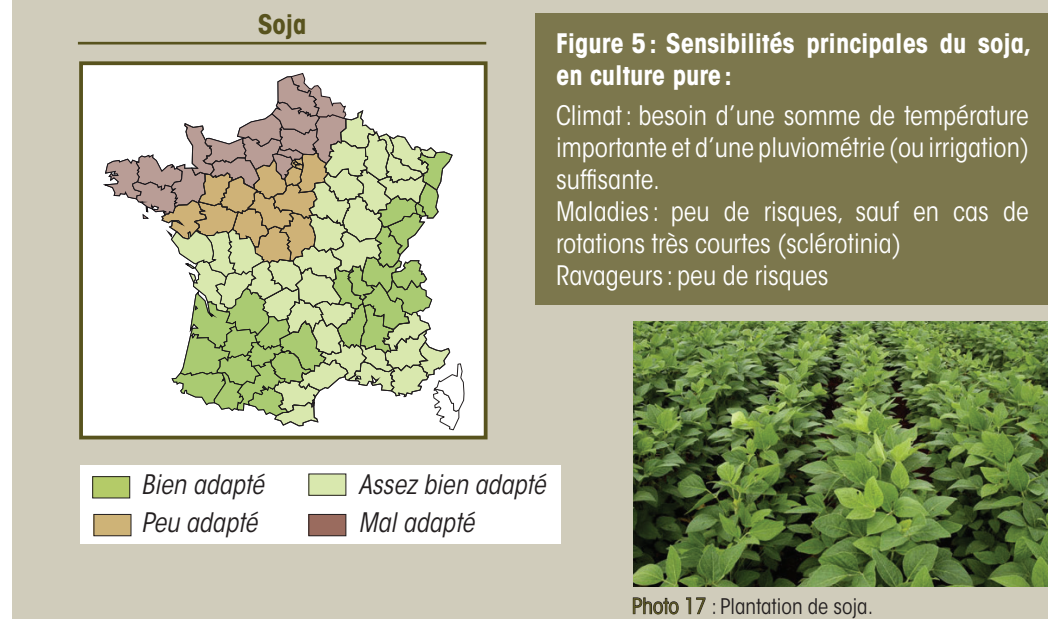
En prenant en compte leurs principales sensibilités.



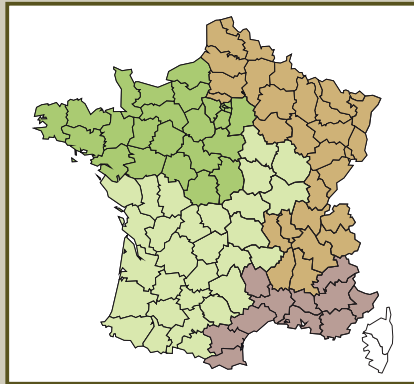
Méthodologie employée pour réaliser les cartes

Cartes réalisées à dire d'expert dans le cadre du programme CASDAR ProtéAB. Les limites géographiques présentées correspondent aux départements administratifs : il s'agit donc d'éléments indicatifs. Le choix des espèces doit impérativement se baser sur des références complémentaires locales. Bien que ce travail ait été réalisé sur la base de références pour des cultures pures récoltées en grains, il constitue un bon référentiel pour choisir les types de protéagineux les plus aptes à être intégrés aux associations CERPRO pour différents bassins de production en France.

Pois fourrager et vesce ne faisaient pas partie de cette expertise, et ne sont donc pas présentés.



Féverole d'hiver



 Bien adapté	 Assez bien adapté
 Peu adapté	 Mal adapté

Féverole de printemps

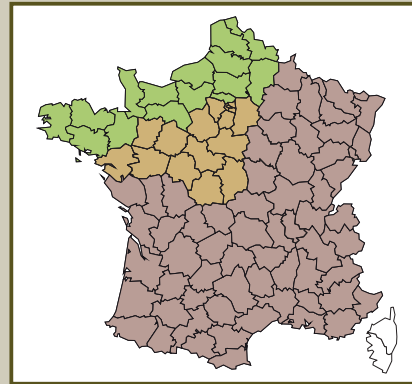


Figure 6 : Sensibilités principales de la féverole, en culture pure :

Climat : gel, pics de chaleur et stress hydrique
 Maladies : rouille, botrytis, ascochytose
 Ravageurs : sitone, puceron noir, puceron vert, bruche

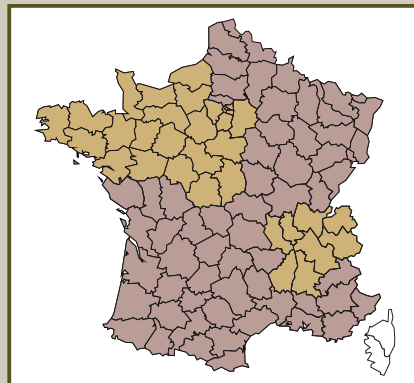


Photo 18 : Féverole d'hiver, variété Arthur.



Photo 19 : Féverole de printemps, variété Expresso.

Lupin d'hiver



 Bien adapté	 Assez bien adapté
 Peu adapté	 Mal adapté

Lupin de printemps

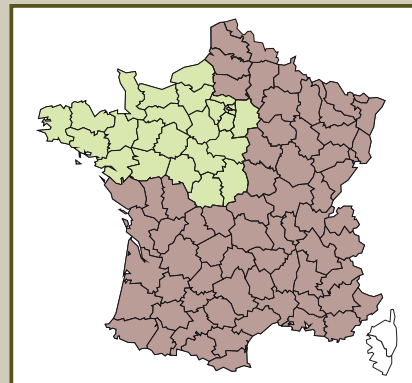


Figure 7 : Sensibilités principales du lupin, en culture pure :

Climat : pic de chaleur et stress hydrique
 Maladies : anthracnose, botrytis
 Ravageurs : pucerons, mouche du semis



Photo 20 : Lupin blanc d'hiver, variété Orus.



Photo 21 : Lupin bleu de printemps, variété Probor.

3. Quels sont les services rendus par les espèces à associer dans les mélanges ?

Les caractéristiques des espèces vont générer potentiellement différents rôles fonctionnels dans l'association. Les quatre principaux sont de (i) faire tuteur pour limiter les risques de verse, (ii) couvrir le sol pour favoriser une bonne implantation et lutter contre les adventices, (iii) enrichir les fourrages en protéines et le sol en azote, et (iv) produire de la biomasse pour contribuer à un rendement élevé.

Ces critères sont à prendre en compte dans le choix des espèces, afin de semer un mélange équilibré, et en phase avec les différents objectifs de l'éleveur. Par exemple, les pois fourragers et la vesce augmentent de manière importante le risque de verse dans le mélange : on peut limiter ce risque en leur associant des plantes qui serviront de tuteur, mais aussi en limitant la densité de semis.

Tableau 5 : Services rendus par les espèces de céréales et protéagineux cultivées en association pour une récolte fourragère

	Fonction tuteur	Couverture du sol	Apport azote ration et sol	Contribution au rendement	Facilité de séchage / teneur en MS
Soja	Neutre	Neutre	Positif +	Neutre	Neutre
Féverole printemps	Positif +	Neutre	Positif +	Positif	Négatif
Féverole hiver	Positif +	Positif	Positif +	Positif	Négatif
Pois protéagineux printemps	Négatif	Neutre	Positif +	Neutre	Neutre
Pois protéagineux hiver	Négatif	Neutre	Positif +	Neutre	Neutre
Pois fourrager hiver	Négatif	Neutre	Positif +	Positif	Négatif
Vesce	Négatif	Neutre	Positif +	Positif	Négatif
Lupin printemps	Neutre	Négatif	Positif +	Positif	Neutre
Lupin hiver	Neutre	Négatif	Positif +	Positif	Neutre
Triticale	Positif +	Positif +	Neutre	Positif +	Positif +
Blé	Positif +	Neutre	Neutre	Positif	Positif +
Avoine	Positif +	Positif +	Neutre	Positif +	Positif +
Épeautre	Positif +	Neutre	Neutre	Positif	Positif +
Orge	Positif +	Positif +	Neutre	Positif	Positif +
Maïs	Positif +	Négatif	Neutre	Positif +	Positif

■ Positif +
 ■ Positif
 ■ Neutre
 ■ Négatif

Les associations à double fin

1. Définition et objectif de l'association à double fin

Contrairement aux deux types d'associations « productives » et « à fortes valeurs protéiques », ces associations à double fin s'inscrivent dans un choix stratégique de cultures récoltables en grains (autoconsommées ou vendues), qui peuvent cependant être récoltées en fourrage si nécessaire.

Une association céréale-protéagineux à double fin est donc initialement semée pour une récolte en grains, mais elle peut être éventuellement ensilée si l'élevage manque de fourrage.

L'objectif est ainsi de sécuriser le système fourrager en assurant une double modalité de récolte.

La destination initiale de l'association pour une récolte en grains tend à réduire la palette des espèces utilisables car la maturité en grains doit être suffisamment proche entre les différentes espèces utilisées. Il est, par exemple, préférable d'éviter d'associer de la vesce, espèce légèrement plus précoce que les autres espèces de céréales ou protéagineux couramment utilisées, car les gousses s'ouvrent au-devant de la moissonneuse.

De plus, la facilité de battage et de mouture des grains récoltés doit aussi rentrer en considération. L'introduction de féverole avec une céréale peut être pénalisante si l'on souhaite récolter des grains entiers, cette dernière nécessitant idéalement un réglage de la moissonneuse différent de celui du triticale.

Les associations à double fin retenues sont principalement composées d'une céréale à paille relativement rustique : du triticale ou éventuellement du seigle. Ces espèces offrent des productions de paille plus élevées par rapport au blé et donc un rendement plus élevé dans le cas d'une réorientation de la récolte en ensilage.

2. Choisir sa parcelle et composer son association



Photo 22 : Implantation d'une prairie sous couvert d'association CERPRO à la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou.



Photo 23 : Récolte en grains d'une association triticales-pois sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou.

Tableau 6 : Points clés pour bien choisir sa parcelle et ses espèces, et réussir une association à double fin

	À vérifier	Mesures à prendre
Bien choisir sa parcelle	Mon sol est-il adapté ?	Préférer des parcelles sans cailloux pour : <ul style="list-style-type: none"> • faciliter la récolte, notamment des pois, • limiter la présence de terre dans les fourrages (source de spores butyriques).
	Est-ce que le précédent cultural est adapté ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter d'implanter les mêmes espèces plusieurs années de suite pour limiter les risques de maladies. • Penser à alterner cultures de printemps et d'automne pour limiter le développement de la flore adventice.
Bien positionner son association dans la rotation	À vérifier	Mesures à prendre
	Quelle place dans la rotation ?	<ul style="list-style-type: none"> • Les associations avec 10 à 30 % de protéagineux peuvent se placer un peu partout dans la rotation : elles sont généralement couvrantes et peu gourmandes en azote.
	Quand puis-je semer ?	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier le semis d'automne pour assurer un rendement initial en grains (puis fourrager) satisfaisant.
	Peut-on semer une prairie sous couvert d'association CERPRO ?	Semer simultanément l'association et la prairie en automne. La mi-octobre constitue un bon compromis entre des cultures d'hiver et des prairiales. <ul style="list-style-type: none"> • Attendre au minimum le 10 octobre pour l'implantation afin d'éviter un développement trop précoce des céréales. • Privilégier le triticales, au pouvoir couvrant plus élevé que le blé, qui sera moins concurrencé par la prairie. • Associer des prairies avec des espèces à vitesse d'implantation moyenne à lente. L'utilisation de ray-grass hybride ou de trèfle violet, rapides à l'installation, est à proscrire pour cette technique, en particulier lors d'une orientation initiale en grains.
Bien choisir ses espèces	À vérifier	Mesures à prendre
	Les espèces sont-elles adaptées au sol, au climat ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter les espèces gélives en zone très froides en hiver. Envisager le semis de la féverole à la volée, avant labour pour limiter son risque de gel. • Dans les zones humides l'hiver, attention à la féverole ou au pois protéagineux dont les résultats sont plus aléatoires. • Si le pH est très acide, envisager l'inoculation pour les légumineuses.
	AI-je bien défini mes objectifs agronomiques et zootechniques ?	<ul style="list-style-type: none"> • Couvrir au mieux mon sol : pouvoir couvrant avoine > triticales > blé. • Augmenter la MAT de mon association : MAT graines féverole > MAT graines pois.
	Quelles précautions supplémentaires prendre dans le choix des espèces ?	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir des espèces et des variétés de céréales de même précocité que le pois. • Choisir plusieurs variétés pour la céréale dominante.

3. Exemple d'association à double fin

Pour réduire le risque de verse à la récolte (la récolte étant initialement prévue en grains), la densité de semis en protéagineux, en particulier en cas d'utilisation de pois fourrager, doit être limitée à 20-30 grains/m².

Tableau 7 : Exemples d'associations CERPRO à double fin - avantages et limites

Associations types	Avantages	Limites
Triticale : 280-320 grains/m ² Pois fourrager : 20 grains/m ²	Association « rustique ». Productivité relativement régulière. Une valeur sûre et « passe-partout ».	Teneur en azote de l'ensilage plus limitante du fait de l'absence de vesce.
Triticale : 280-320 grains/m ² Féverole : 20 grains/m ²	Teneur en MAT plus élevée grâce à la féverole.	Diamètre des grains très différent pénalisant l'obtention d'une mouture homogène (pour le grain).
Triticale : 230-250 grains/m ² Avoine : 40-60 grains/m ² Pois fourrager : 20 grains/m ²	Bénéficier du pouvoir couvrant de l'avoine pour limiter le salissement. Productivité relativement régulière.	Légère dilution de la valeur énergétique en grain et ensilage avec la présence de l'avoine.
Seigle : 280-320 grains/m ² Pois fourrager : 20 grains/m ²	Productivité du seigle parfois supérieure au triticale avec une teneur en énergie (en grains) similaire.	Plus forte variabilité de productivité du seigle (plus de sensibilité à un hiver humide).

N.B. : des associations à base de mélanges binaires : blé/pois protéagineux ou orge/pois protéagineux ont également été testés sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou. Dans ce contexte pédoclimatique marqué par de l'alternance hydrique (sol hydromorphe l'hiver, à faible réserve utile et sensible à la sécheresse de fin de printemps), ces types d'associations se sont toujours avérés moins productifs, plus aléatoires et sans amélioration de la valeur alimentaire du mélange par rapport à des associations à bases de céréales plus « rustiques ».



Photo 24 : Pois fourrager : la densité de semis doit être limitée à 20 grains/m² pour réduire le risque de verse.



Photo 25 : Association triticale - pois avant la moisson.

4. Itinéraire technique et récolte

Tableau 8 : Les points clés pour bien réussir une association CERPRO à double fin, du semis à la récolte

	À vérifier	Mesures à prendre
Réussir son semis	Comment déterminer la bonne dose de semis ?	<ul style="list-style-type: none"> Raisonnement en grains par m², les PMG des protéagineux sont très variables pour une espèce donnée (surtout la féverole). Dans le cas de semences dites « fermières », ne pas hésiter à augmenter de 10% les doses de semis, pour contrecarrer un taux germination parfois plus faible.
	Comment s'assurer de la bonne tenue du mélange pour limiter les phénomènes de verse ?	<ul style="list-style-type: none"> Limiter la densité de semis des protéagineux à 20 grains/m², en particulier pour les associations avec le pois fourrager, qui nécessite un tuteur.
	À quelle date semer ?	<ul style="list-style-type: none"> Éviter les semis trop précoces : <p>Le semis a généralement lieu entre le 15 octobre et le 15 novembre. Un semis plus précoce peut engendrer des risques de gel et de levée plus importante d'adventices. Un semis plus tardif est envisageable si les sols et les conditions météorologiques le permettent.</p> <ul style="list-style-type: none"> En cas d'implantation d'une prairie sous couvert, la période optimale se situe entre le 10 et le 25 octobre.
	Comment semer ?	<p>L'association peut être semée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en 1 fois : à environ 2/3 cm de profondeur. Gain de temps et de passage, mais risque de gel sur féverole ; - en 2 passages : semer la féverole à la volée puis labourer. La féverole se retrouvera entre 0 et 20 cm de profondeur, ce qui limite les risques de gel et les coûts d'implantation. Puis semer au combiné les autres espèces.
Choisir son mode de récolte et réussir sa conservation	Quels stades de récoltes ?	<p>La réorientation d'une récolte prévue en grains vers de l'ensilage est effectuée en cas d'un déficit fourrager ➡</p> <ul style="list-style-type: none"> Privilégier le stade laiteux pâteux des céréales (entre le 10 et le 25 juin) pour maximiser le rendement en fourrage. Les fourrages auront en revanche une valeur alimentaire plus modeste.
	L'association est-elle adaptée à l'ensilage ?	<p>L'ensilage est récolté au stade laiteux-pâteux de la céréale, en coupe directe (objectif : 30 à 35 % de MS).</p> <ul style="list-style-type: none"> Attention : ces associations riches en céréales sèchent vite à ce stade en juin. Assurer un hachage fin à l'ensilage et exercer un tassement important au silo.
	L'association double fin peut-elle être récoltée en enrubannage ?	<p>En l'absence de place en silo, l'enrubannage est éventuellement possible : dans ce cas plutôt deuxième quinzaine de mai pour éviter une présence de paille importante et fortement lignifiée.</p> <ul style="list-style-type: none"> Assurer un préfanage de 24 à 48 heures pour atteindre 50 % de MS minimum. Pour les mélanges riches en céréales ➡ doubler le tour de bâches. Privilégier une presse équipée d'un système de hachoir « Rotocut » pour densifier le fourrage dans la boule d'enrubannage.
	Quelle précaution à la récolte ?	<ul style="list-style-type: none"> Éviter la faucheuse conditionneuse qui occasionne trop de perte de feuille de protéagineux. Faucher à plat à 7 cm minimum du sol pour faciliter le séchage et limiter l'intégration de terre dans les silos (butyriques).

5. Quelques références

Références acquises sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou

Sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, les associations à double fin sont principalement composées d'un mélange simple, binaire : une céréale et un protéagineux. Ces mélanges sont composés de triticale (300 grains/m²) et de pois fourrager (20 grains/m²). Par rapport aux associations dites productives (à vocation ensilage), la densité de semis des protéagineux est un peu plus faible pour une récolte moissonnée en grains, afin de limiter le risque de verse.

Figure 8 : Rendements et MAT des ensilages d'associations CERPRO à double fin récoltés en 2016 et 2017 sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou

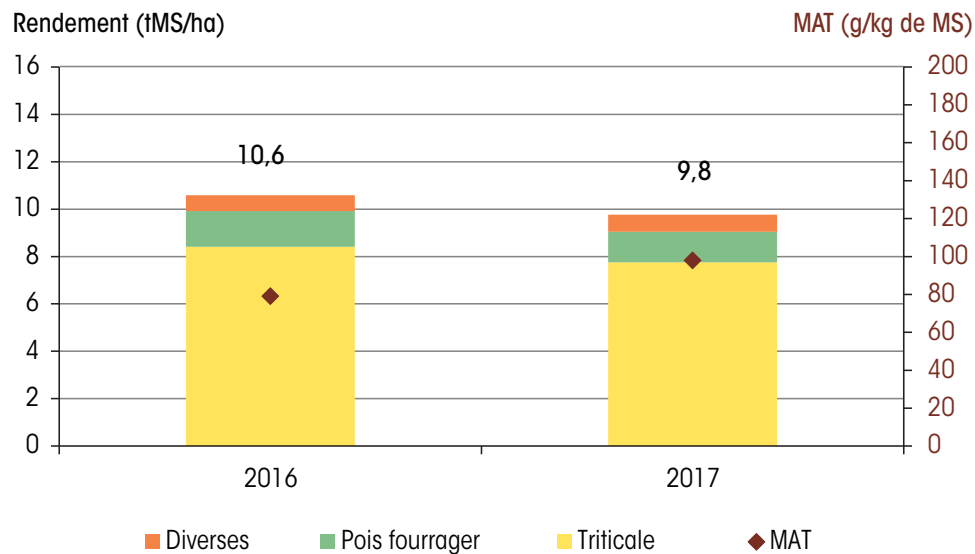


Photo 26 : Association triticale et pois à la fin du mois d'avril sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou.

Tableau 9 : Caractéristiques des ensilages d'associations CERPRO à double fin récoltés en 2016 et 2017 sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou

	2016	2017
Protéagineux (%)	14,4	13,9
MS (en %)	31,1	35,7
MAT (g/kgMS)	79,0	97,9
UFL (/kgMS)	0,73	0,79

En ensilage, ces associations obtiennent des productivités relativement proches des associations productives avec près de 10 à 11 t MS/ha en micro parcelles (cf. chapitre 5). Les valeurs protéiques sont modestes avec seulement 88,5 g de MAT/kg MS de moyenne.

Ces valeurs faibles en MAT sont liées à des teneurs en protéagineux relativement faibles (environ 15 %). Les taux de matières sèches sont compatibles avec une récolte en coupe directe (30 à 35 % de MS). Avec 0,76 UFL/kgMS, la valeur énergétique semble légèrement plus faible que les associations productives (cf. chapitre 5).

À titre indicatif, cette même association a obtenu un rendement en grains de 26,0 et 46,2 q/ha respectivement en 2016 et 2017.



Photo 27 : Association triticales - pois fourrager sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou.

Sécurisation du système fourrager :

Les associations CERPRO basées sur des cultures d'hiver permettent d'assurer une production de biomasse. En 2017, malgré un déficit de précipitations marqué sur l'hiver et le printemps (-20 % par rapport à la moyenne), la modalité triticales/pois fourrager a produit 9,8 tMS/ha ce qui en fait une solution d'adaptation robuste à un aléa météorologique important.

Les associations à fortes valeurs protéiques

1. Produire un ensilage riche en protéines

Les objectifs des associations à fortes valeurs protéiques sont divers et permettent de :

- **sécuriser le système fourrager** : les associations à fortes valeurs protéiques permettent de diversifier les fourrages récoltés, d'étaler les périodes de récolte, d'augmenter la production fourragère car l'ensilage précoce de cette association permet souvent le semis d'un maïs ou d'un sorgho à suivre ;
- **favoriser l'autonomie protéique** des élevages par la production de fourrages riches en MAT ;
- **apporter de l'azote dans la rotation** via le processus de fixation symbiotique des légumineuses. Cette fixation sera d'autant plus importante que les légumineuses occuperont une part importante du mélange, et en l'absence de fertilisation de l'association (en cas de fertilisation, les protéagineux capteront l'azote apporté et n'en fixeront pas ou peu) ;
- **limiter les risques de salissement** de la parcelle en combinant les pouvoirs plus ou moins couvrant des plantes associées (une féverole est plus couvrante en 2^{ème} moitié de cycle par exemple, un pois protéagineux est par contre peu couvrant) ;
- **faciliter l'implantation d'une prairie**, semée sous couvert d'une association de printemps, la jeune prairie sera moins concurrencée par les adventices et profitera de la fraîcheur du sol pour développer son système racinaire et entrer en production plus rapidement.

2. Choisir sa parcelle et composer son association

Les associations à fortes valeurs protéiques sont composées de 70 à 100% de protéagineux et de 0 à 30% de céréales.

Tableau 10 : Principales espèces cultivables dans les associations CERPRO fourragères riches en protéines

Céréales	Protéagineux
Principales espèces utilisées	
Avoine	Pois protéagineux
Triticale	Pois fourrager
Orge	Féverole
	Vesce
Espèces potentiellement utilisables	
Blé	Lupin
Seigle	Trèfle annuel




Photo 28 : Association 100 % protéagineux, mélange de pois protéagineux et de féveroles d'hiver prêts à être ensilés au mois de juin - site Reine Mathilde.

Tableau 11 : Les points clés pour bien choisir sa parcelle et ses espèces, et réussir une association riche en protéines

	À vérifier	Mesures à prendre
Bien choisir sa parcelle	Mon sol est-il adapté ?	Préférer des parcelles sans cailloux pour : <ul style="list-style-type: none"> • faciliter la récolte, notamment des pois et vesces, • limiter la présence de terre dans les fourrages (source de spores butyriques).
	Est-ce que le précédent cultural est adapté ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter d'implanter les mêmes espèces plusieurs années de suite pour limiter les risques de maladies. • Penser à alterner cultures de printemps et d'automne pour limiter le développement de la flore adventive.
Bien positionner son association dans la rotation	Quelle place dans la rotation ?	Les associations riches en protéagineux peuvent se placer un peu partout dans la rotation : elles sont généralement couvrantes et peu gourmandes en azote. Privilégier les précédents laissant peu de reliquats azotés (céréales à paille, chanvre par exemple...). Ces associations sont un bon précédent avant un maïs très précoce. Elles peuvent éventuellement se composer d'un peu de céréales, pour couvrir le sol (avoine...).
	Quand puis-je semer ? Peut-on semer une prairie sous couvert d'association CERPRO ?	Certaines associations, comme le pois protéagineux + féverole peuvent être implantées en automne (avant maïs par exemple) ou au printemps pour permettre l'implantation d'une prairie semée sous couvert de l'association par exemple.
Bien choisir ses espèces	Les espèces sont-elles adaptées au sol, au climat ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter les espèces gélives en zone très froides en hiver. Envisager le semis de la féverole à la volée, avant labour pour limiter son risque de gel. • Dans les zones humides l'hiver, attention à la féverole dont les performances sont plus aléatoires. • Si le pH est très acide, envisager l'inoculation pour les légumineuses.
	Ai-je bien défini mes objectifs agronomiques et zootechniques ?	<ul style="list-style-type: none"> • Couvrir au mieux mon sol : préférer avoine, féverole (couvrante en 2nde partie de cycle), triticale, orge. • Augmenter la MAT de mon association : féverole, vesce (25 à 30 % de MAT), soja et lupins (35 % de MAT). Jouer sur la dose de semis.
	Quelles précautions supplémentaires prendre dans le choix des espèces ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter d'associer les espèces sensibles à la concurrence (lupin...) avec des espèces étouffantes (féverole...). • Insérer au moins une plante tuteur (féverole ...) pour limiter les risques de verse.

3. Exemples d'associations à fortes valeurs protéiques

Tableau 12 : Exemples d'associations CERPRO à fortes valeurs protéiques

Région	Exemple d'associations	Commentaires et observations (issus des récoltes 2016 et 2017)
Normandie Exemples issus du 	17 grains/m ² de féverole d'hiver + 58 grains/m ² de pois protéagineux	Semis de la féverole avant labour.
	15 grains/m ² de féverole de printemps + 40 grains/m ² de pois protéagineux	Association qui facilite l'implantation d'une prairie semée sous couvert : la prairie profite de la fraîcheur du sol permise par la culture, du reliquat azoté laissé par la culture après ensilage, et est moins sale qu'une prairie semée sans couvert.
	24 grains/m ² de féverole d'hiver + 20 grains/m ² de pois fourrager	La féverole joue le rôle de tuteur pour le pois fourrager.
	17 grains/m ² de féverole d'hiver 48 grains/m ² de pois protéagineux + 10 grains/m ² de vesce	La féverole joue le rôle de tuteur pour la vesce.
	24 grains/m ² de féverole d'hiver + 15 grains/m ² de pois fourrager + 15 grains/m ² de vesce + 30 grains/m ² d'avoine	La féverole joue le rôle de tuteur, l'avoine a pour objectif de couvrir le sol. Pois fourrager et vesce représentent 30 grains/m ² : lors de la récolte, le pois fourrager commençait à verser.

→ Dose en kg/ha = dose en grains/m² x PMG / 100

Dans les associations, on raisonne en % de dose de semis en pure. Par exemple : 60 % d'une dose de triticales = 60 % de 300 grains/m², soit 180 grains/m². Dans un mélange à trois espèces, on peut mettre 60 % de la dose de semis en pure d'une espèce + 40 % de la dose de semis en pure d'une 2^{ème} espèce + 20 % de la dose de semis en pure d'une 3^{ème} espèce. Lorsque l'on additionne ces pourcentages, ils ne doivent pas excéder 120 %. Un mélange binaire peut donc se composer par exemple de 60 % de céréales + 60 % de protéagineux ou 40 % de l'une + 80 % de l'autre.



Photo 29 : Féverole + pois fourrager implantés sur le site Reine Mathilde (1^{er} juin 2017).

4. Itinéraire technique et récolte

Tableau 13 : Les points clés pour bien réussir une association riche en protéines, du semis à la récolte

	À vérifier	Mesures à prendre
Réussir son semis	Comment déterminer la bonne dose de semis ?	<ul style="list-style-type: none"> • Raisonner en grain par m², les PMG des protéagineux sont très variables pour une espèce donnée (surtout la féverole). • Calculer la quantité de semences pour chaque espèce en fonction des objectifs de l'association. <i>Ex. : dans une association riche en MAT, maximiser la présence de féverole et vesce, et limiter la présence de céréale.</i> • Ne pas dépasser 120 % de la dose de semis totale pour l'association. <i>Ex. : 60 % de la dose de semis en pure pour la féverole (24 grains/m²) + 60 % de la dose en pur du pois protéagineux (56 grains/m²).</i>
	Je souhaite privilégier les céréales ou les protéagineux ?	<ul style="list-style-type: none"> • Semer précocement pour favoriser les protéagineux. • Jouer sur le pouvoir "agressif" des plantes associées (la féverole est très agressive). • Renforcer les densités de semis de l'espèce que vous souhaitez privilégier.
	Comment s'assurer de la bonne tenue du mélange pour limiter les phénomènes de verse ?	<ul style="list-style-type: none"> • Associer au moins une plante « tuteur » (céréale ou féverole). • Être vigilant sur la densité de semis en présence de pois fourrager et/ou de vesce (ne pas excéder 20-30 grains/m²). <p>La féverole : un bon tuteur Le tuteur le plus souvent utilisé dans les associations à fortes valeurs protéiques est la féverole. Les pois protéagineux ne versent pas : leurs vrilles s'accrochent aux plantes voisines (féveroles, autres pois protéagineux...). La vesce et le pois fourrager ont besoin de tuteurs : leur densité de semis n'excédera pas 20 à 30 grains/m² pour limiter les risques de verse.</p>
	À quelle date semer ?	<p>Éviter les semis trop précoces :</p> <p>Le semis a généralement lieu entre le 15 octobre et le 15 novembre. Un semis plus précoce peut engendrer des risques de gel et de levée plus importante d'adventices (vulpins...). Un semis plus tardif est envisageable si les sols et les conditions météorologiques le permettent.</p>
	Comment semer ?	<p>L'association peut être semée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en 1 fois : à environ 2 cm de profondeur. Gain de temps et de passage, mais risque de gel sur féverole ; - en 2 passages de semoir : 1^{er} passage pour placer la féverole le plus profondément possible (6-7 cm), puis 2nd passage au combiné pour les autres espèces ; - en 2 passages : semer la féverole à la volée puis labourer. La féverole se retrouvera entre 0 et 20 cm de profondeur, ce qui limite les risques de gel et les coûts d'implantation. Puis semer au combiné les autres espèces.

Tableau 13 : Les points clés pour bien réussir une association riche en protéines, du semis à la récolte (suite)

	À vérifier	Mesures à prendre
Choisir son mode de récolte et réussir sa conservation	Quels stades de récoltes pour quels objectifs ?	<ul style="list-style-type: none"> • Le choix du stade de récolte résulte d'un compromis entre rendement et valeur alimentaire. • Pour les associations 100 % protéagineux avec pois protéagineux, c'est le stade pois de conserverie qui est retenu (pois croquant et sucré). • Dans les associations contenant des céréales, pour maximiser la MAT (au détriment du rendement), récolter avant floraison ou tout début de floraison des pois. • Association « dérobée » : récolter précocement, au plus tard au début d'épiaison de la céréale pour un fourrage riche en UFL et MAT. • Si le mélange est riche en protéagineux et la récolte tardive, attention à la verse.
	L'association est-elle adaptée à l'ensilage ?	Pour la mise en silo, viser 30 à 35 % MS en procédant de la façon suivante : <ul style="list-style-type: none"> • faucher (sans conditionneuse) ; • ne pas faner : laisser le fourrage sécher environ 3 jours pour limiter les risques de butyriques et de pertes de feuilles, et parce que ces fourrages sont très lourds. Report éventuel d'un andain sur 2 ; • ensilage au pick-up herbe (surtout pas de coupe directe) : viser une finesse de hachage (3 cm).
	L'association est-elle adaptée à de l'enrubannage ?	<ul style="list-style-type: none"> • D'une manière générale, préférer l'ensilage.
	Quelle précaution à la récolte ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter la faucheuse conditionneuse qui occasionne trop de perte de feuille de protéagineux. • Faucher à plat à 10 cm minimum du sol pour faciliter le séchage et limiter l'intégration de terre dans les silos (butyriques). • Si les 30 % de MS ne sont pas atteints, des conservateurs (bactéries lactiques) peuvent être utilisés pour sécuriser la conservation.



Photo 30 : Ensilage de pois protéagineux + féverole d'hiver au pick-up herbe, sur le site Reine Mathilde, (10 juin 2016).

Photo 31 : Association très couvrante avoine + féverole + pois fourrager + vesce implantée sur le site Reine Mathilde, (1^{er} juin 2017).

Photo 32 : Semis d'une prairie sous couvert de féverole + pois protéagineux de printemps, sur le site Reine Mathilde, (10 juin 2016).



Photo 33 : Levée de la féverole semée à la volée avant labour, sur le site Reine Mathilde, (12 janvier 2015).

5. Quelques références



Références acquises sur la ferme vitrine Reine Mathilde

Exemples de valeurs alimentaires en fonction de la contribution au rendement de chacune des espèces :
Moyenne : 100-110 PDIN / 80-85 PDIE / 0,75-0,9 UFL.

En 2016, l'année a été très propice à l'apparition de maladies sur les pois protéagineux et les féveroles (botrytis et l'ascochytose) entraînant la disparition des feuilles et de gousses. Les rendements ont donc été pénalisés. La récolte a été réalisée le 10 juin 2016, en bonnes conditions. Les associations étaient relativement propres, et non versées à la récolte. La figure 9 présente les résultats de trois associations.

Figure 9 : Rendements et valeurs alimentaires de trois associations ensilées en 2016 sur la plateforme Reine Mathilde

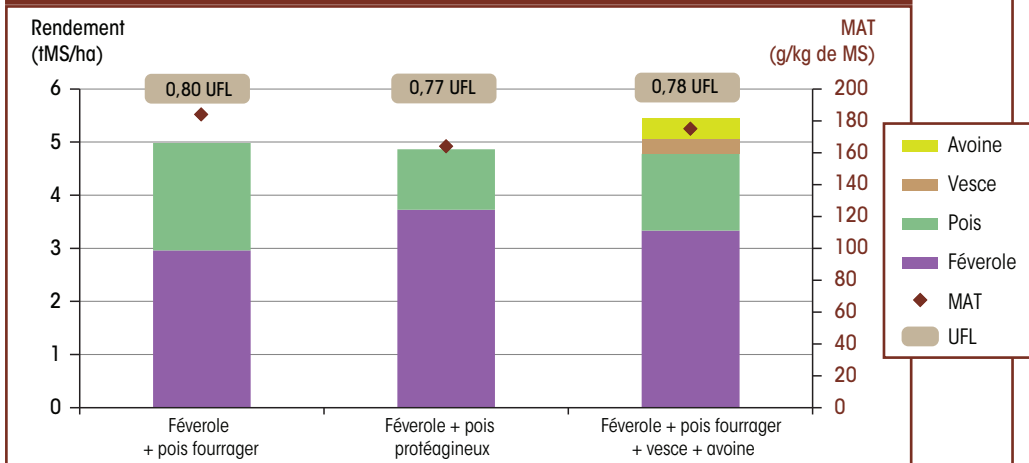


Figure 10 : Rendements et valeurs alimentaires de six associations ensilées en 2017 sur la plateforme Reine Mathilde

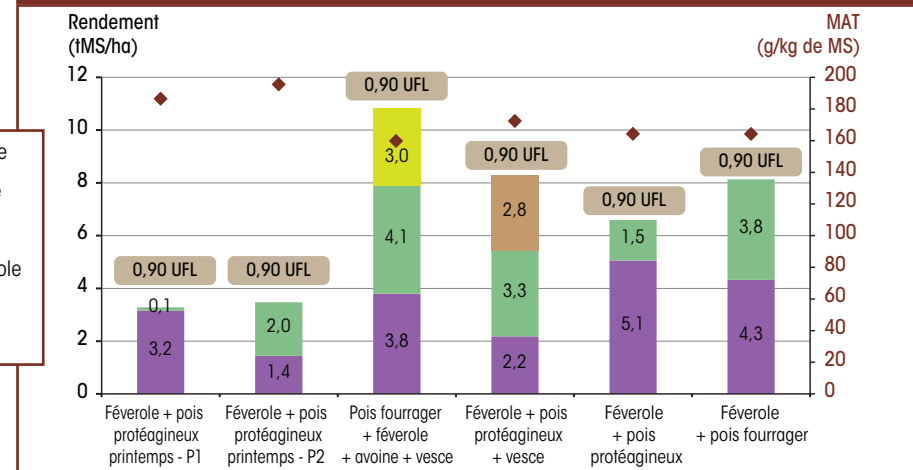


Photo 34 : Maladies sur féverole : absence de gousses sur les 2/3 de la plante.

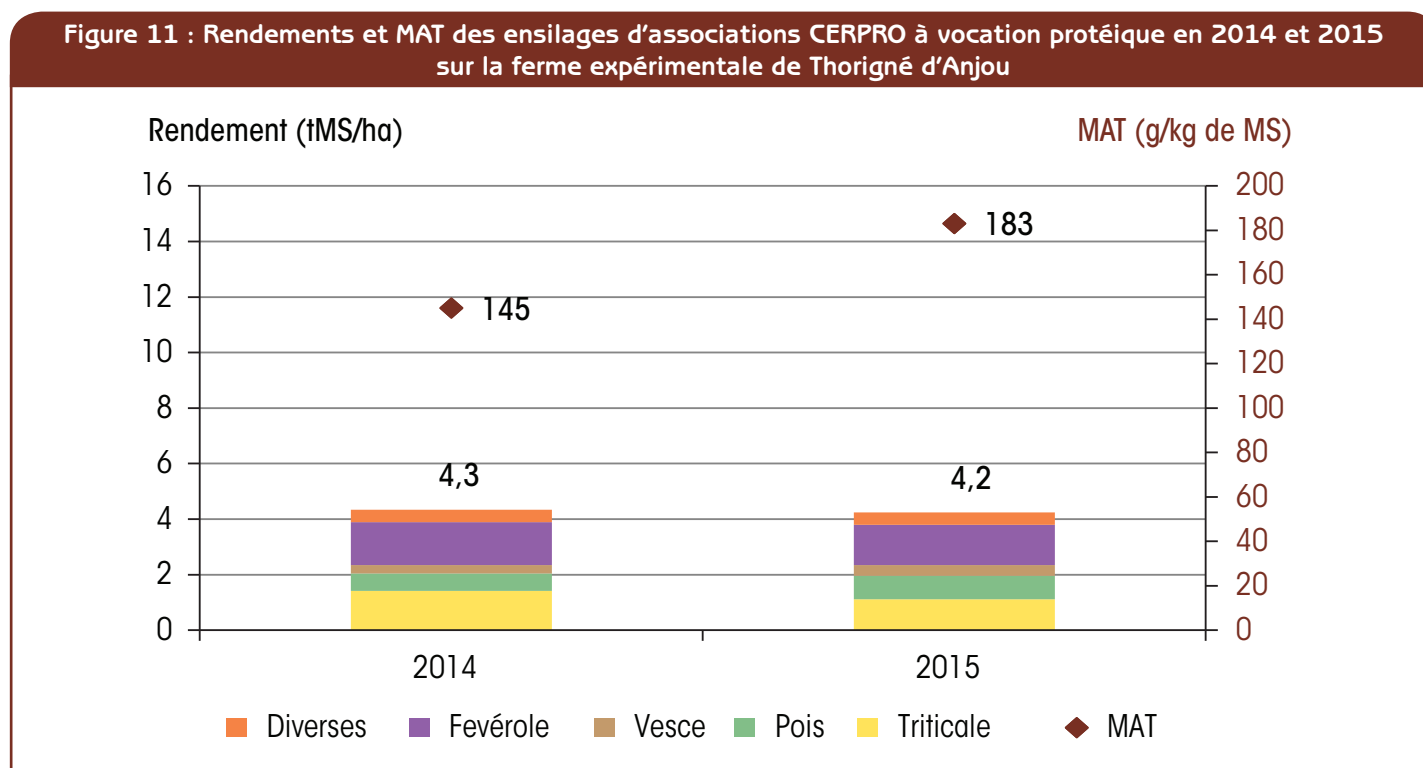


Photo 35 : Stade du pois protéagineux (pois de conserverie) lors de la récolte, 10 juin 2016.

En 2017, l'année a été favorable au bon développement de l'ensemble des espèces. Sans surprise, les associations de printemps sont nettement moins productives (résultats sur les parcelles P1 et P2) que les associations d'hiver. La récolte a été réalisée le 13 juin 2017, en bonnes conditions. Lors de la récolte, les associations d'hiver commençaient à verser.

Références acquises sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou

Avec l'objectif de concentrer davantage de protéines, ces associations se différencient par un mélange renforcé en protéagineux et une date de récolte plus précoce. Sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, ce type de mélange est obtenu avec : 145 grains/m² de triticale, 20 grains/m² de féverole, 30 grains/m² de pois fourrager et 15 grains/m² de vesce. La récolte a été réalisée début mai (5 mai).



Les récoltes étant réalisées de façon plus précoces, les niveaux de productivité sont très nettement plus faibles (entre 4,0 à 4,5 tMS/ha) par rapport aux associations productives ou à double fin. La concentration en protéines est en revanche plus élevée (145 g de MAT/kg MS en 2014 et 183 g de MAT/kg MS en 2015). Ces exploitations plus précoces favorisent également la valeur énergétique (0,94 UFL/kg MS en moyenne).

N.B. : avec seulement, 16 % de MS sur pied début mai, ces mélanges riches en protéagineux nécessitent un itinéraire technique de fauche et préfanage adapté (au minimum 48 heures) pour atteindre un minimum de 30 % de matière sèche au moment de l'ensilage.

Les associations productives

1. Produire un ensilage de bonne valeur alimentaire en assurant le rendement

Les associations productives sont destinées à assurer une bonne autonomie alimentaire de l'élevage. Deux types d'association peuvent être envisagés afin d'augmenter ou de sécuriser le rendement fourrager :

► Association « classique » productive :

Culture à part entière, elle permet de sécuriser le système fourrager et doit assurer un rendement élevé et régulier (maximum + ou - 25 % de variation). Peu exigeante, c'est une culture à fort pouvoir couvrant qui peut être positionnée en milieu ou fin de rotation. La récolte s'effectue au stade laiteux-pâteux car c'est à ce stade que le compromis rendement/qualité est le plus intéressant.

► Association « dérobée » :



Photo 37 : Stade précoce : viser le tout début d'épiaison (Station de Trévarez).

L'objectif est de valoriser une interculture avant une culture de printemps si les conditions sont favorables. Cela permet d'augmenter la productivité de la Surface Fourragère Principale. La récolte a lieu au plus tard au stade début d'épiaison de la céréale pour récolter un fourrage à forte valeur nutritive (objectif : >15 % MAT -> 0,8 UFL/kgMS). Les rendements de cette culture sont deux à trois fois plus faibles qu'en récolte classique. Cette pratique n'est donc intéressante qu'à la condition de ne pas pénaliser la culture suivante. Elle peut être mise en œuvre dans les secteurs peu séchant l'été et/ou sur sols ayant une bonne réserve hydrique (RU > 150 mm). Attention, en zone sèche le décalage de la date de semis de la culture de printemps risque de fortement pénaliser le rendement de la culture suivante.



Photo 36 : Stade classique de récolte pour une association productive à la station de Trévarez : état laiteux-pâteux»

Dans les deux cas, l'objectif étant d'atteindre un rendement élevé, la proportion de céréales domine par rapport aux protéagineux.

2. Choisir sa parcelle et composer son association

Tableau 14 : Les points clés pour bien choisir sa parcelle et ses espèces, et réussir une association productive

	À vérifier	Mesures à prendre
Bien choisir sa parcelle	Mon sol est-il adapté ?	Préférer des parcelles sans cailloux pour : <ul style="list-style-type: none"> • faciliter la récolte, notamment des pois et vesces, • limiter la présence de terre dans les fourrages (source de spores butyriques).
	Est-ce que le précédent cultural est adapté ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter d'implanter les mêmes espèces plusieurs années de suite pour limiter les risques de maladies. • Penser à alterner cultures de printemps et d'automne pour limiter le développement de la flore adventice.
Bien positionner son association dans la rotation	Quelle place dans la rotation ?	<ul style="list-style-type: none"> • Les associations avec 10 à 30 % de protéagineux peuvent se placer un peu partout dans la rotation : elles sont généralement couvrantes et peu gourmandes en azote.
	Quand puis-je semer ?	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier le semis d'automne pour assurer un rendement fourrager satisfaisant.
	Peut-on semer une prairie sous couvert d'association CERPRO ?	<ul style="list-style-type: none"> • En semis d'automne, elles peuvent être utilisées pour couvrir un semis de prairie multi-espèces et ainsi améliorer la productivité à l'hectare des parcelles. • Pour les prairies plus agressives à l'implantation (ex : RGA /TB, RGH /TV), il est possible de semer l'association seule à l'automne et de ne semer la prairie qu'au début du printemps. Attention néanmoins au salissement possible de la parcelle ou à l'étouffement de la prairie par l'association.
	Quelles sont les conditions pour semer une association « dérobée » ?	<ul style="list-style-type: none"> • Si l'objectif est d'implanter une culture annuelle, les sols doivent avoir une bonne réserve hydrique (RU > 150 mm). • Si une prairie a été implantée en même temps à l'automne.



Photos 38 et 39 : Trouver le bon ratio protéagineux/céréales. Ici deux associations composées de triticale-avoine-pois fourrager-vesce avec dominance de la vesce pour la première et dominance de triticale pour la seconde (mois de juin - site Reine Mathilde).

Photo 40 : Mélange classique un mois avant la récolte : le compromis quantité/qualité (Station de Trévarez).

Tableau 14 : Les points clés pour bien choisir sa parcelle et ses espèces, et réussir une association productive (suite)

	À vérifier	Mesures à prendre
Bien choisir ses espèces	Les espèces sont-elles adaptées au sol, au climat ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter les espèces gélives en zone très froides en hiver. Envisager le semis de la féverole à la volée, avant labour pour limiter son risque de gel. • Dans les zones humides l'hiver, attention à la féverole dont les performances sont plus aléatoires. • Si le pH est très acide, envisager l'inoculation pour les légumineuses.
	Ai-je bien défini mes objectifs agronomiques et zootechniques ?	<ul style="list-style-type: none"> • Couvrir au mieux mon sol : pouvoir couvrant avoine > triticale > orge. • Augmenter la MAT de mon association : MAT féverole > vesce (25-30% de MAT) > pois. Jouer sur la dose de semis.
	Quelles précautions supplémentaires prendre dans le choix des espèces ?	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir des espèces et des variétés de céréales de même précocité que le pois. • Choisir deux variétés pour la céréale dominante.

3. Exemples d'associations productives

Tableau 15 : Exemples d'associations CERPRO productives

Région	Récolte	Exemple d'associations	Observations et résultats 2016 et 2017
Bretagne/Pays de la Loire (Projet SOS Protéin)	Récolte classique : laiteux pâteux	Mélange traditionnel 200 grains/m ² de triticale (2 variétés) 60 grains/m ² d'avoine 13 grains/m ² de pois fourrager 3 grains/m ² de vesce	<ul style="list-style-type: none"> - Mélange au rendement le plus stable, et en moyenne le plus productif. - Céréale dominante, les années favorables aux protéagineux ils sont peu présents à la récolte. - Valeur alimentaire faible à moyenne en fonction du précédent (reliquat azote). - La dose de céréales peut être diminuée si les reliquats azotés sont élevés (ex.: précédent vieille prairie).
		Mélange protéagineux + 180 grains/m ² de triticale (2 variétés) 45 grains/m ² d'avoine 20 grains/m ² de pois fourrager 8 grains/m ² de vesce	<ul style="list-style-type: none"> - Mélange avec un bon équilibre quantité/valeur alimentaire. - Bon développement des protéagineux les années favorables en zones tardive et précoce. - La dose de céréales peut être diminuée si les reliquats azotés sont élevés.
	Récolte précoce : avant début d'épiaison des céréales	Mélange protéagineux ++ 130 grains/m ² de triticale (2 variétés) 30 grains/m ² d'avoine 27 grains/m ² de pois fourrager 13 grains/m ² de vesce	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement très variable : <ul style="list-style-type: none"> • 2 à 3,5 tMS/ha en zone très tardive au printemps, • 6 à 8 t MS/ha en zone précoce au printemps. - L'avoine sécurise le rendement les années à hiver froid et humide. - Bonne valeur alimentaire si le stade début d'épiaison n'est pas dépassé (0,9 UFL, 14-15 % MAT). - Bon développement des protéagineux les années favorables.
		Mélange hyper-protéagineux 130 grains/m ² de triticale (2 variétés) 27 grains/m ² de pois fourrager 13 grains/m ² de vesce 10 grains/m ² de féverole	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement très variable : <ul style="list-style-type: none"> • 2 à 3,5 t MS/ha en zone très tardive au printemps, • 7 à 9 t MS/ha en zone précoce au printemps. - Bonne valeur alimentaire si le stade début d'épiaison n'est pas dépassé (0,9 UFL, 14-15 % MAT). - Bon développement des protéagineux.

⇒ Dose en kg/ha = dose en grains/m² x PMG / 100.

4. Itinéraire technique et récolte

Tableau 16 : Les points clés pour bien réussir une association productive, du semis à la récolte

	À vérifier	Mesures à prendre
Réussir son semis	Comment déterminer la bonne dose de semis ?	<ul style="list-style-type: none"> • Raisonner en grains par m², les PMG des protéagineux sont très variables pour une espèce donnée (surtout la féverole). • Calculer la quantité de semences pour chaque espèce en fonction des objectifs de l'association. <i>Ex. : dans une association riche en MAT, maximiser la présence de féverole et vesce, et limiter la présence de céréale.</i> • Ne pas dépasser 120 % de la dose de semis totale pour l'association. <i>Ex. : 60 % de la dose de semis en pure pour la féverole (24 grains/m²) + 60 % de la dose en pure de triticale (180 grains/m²)</i>
	Je souhaite privilégier les céréales ou les protéagineux ?	<ul style="list-style-type: none"> • Les céréales sont nécessaires pour assurer la productivité de l'association, 70 % de céréales semblent un minimum. • Privilégier les parcelles à fort reliquat azoté pour favoriser les céréales. • Renforcer les densités de semis de l'espèce que vous souhaitez privilégier.
	Comment s'assurer de la bonne tenue du mélange pour limiter les phénomènes de verse ?	<ul style="list-style-type: none"> • Associer au moins une plante « tuteur » (céréale ou féverole). • Être vigilant sur la densité de semis en présence de pois fourrager et/ou de vesce (ne pas excéder 20-30 grains/m²). • Une récolte précoce autorise d'augmenter la densité de vesce et de pois fourrager.
	À quelle date semer ?	<p>Éviter les semis trop précoces :</p> <p>Le semis a généralement lieu entre le 15 octobre et le 15 novembre. Un semis plus précoce peut engendrer des risques de gel et de levée plus importante d'adventices (vulpins...). Un semis plus tardif est envisageable si les sols et les conditions météorologiques le permettent.</p>
	Comment semer ?	<p>L'association peut être semée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en 1 fois : à environ 2 cm de profondeur. Gain de temps et de passage, mais risque de gel sur féverole ; - en 2 passages de semoir : 1^{er} passage pour placer la féverole le plus profondément possible (6-7 cm), puis 2nd passage au combiné pour les autres espèces ; - en 2 passages : semer la féverole à la volée puis labourer. La féverole se retrouvera entre 0 et 20 cm de profondeur, ce qui limite les risques de gel et les coûts d'implantation. Puis semer au combiné les autres espèces.

Tableau 16 : Les points clés pour bien réussir une association productive, du semis à la récolte (suite)

	À vérifier	Mesures à prendre
Choisir son mode de récolte et réussir sa conservation	Quels stades de récoltes pour quels objectifs ?	<ul style="list-style-type: none"> • Le choix du stade de récolte résulte d'un compromis entre rendement et valeur alimentaire. • Généralement c'est le stade laiteux pâteux (céréales ou/et protéagineux) qui est privilégié. • Récolter au stade laiteux pâteux pour privilégier la quantité (encombrement). Les fourrages auront alors souvent une valeur alimentaire moyenne à faible. • Association « dérobée » : récolter précocement, au plus tard au début d'épiaison de la céréale pour un fourrage riche en UFL et MAT. • Si le mélange est riche en protéagineux et la récolte tardive, attention à la verse.
	L'association est-elle adaptée à l'ensilage ?	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les récoltes précoces (début épiaison de la céréale), le pré fanage est obligatoire : fauche -séchage à plat - ensilage voire fanage pour atteindre 30% de MS minimum. • Pour les récoltes au stade laiteux-pâteux de la céréale : ensilage coupe directe souvent possible ou fauche ensilage sont des modes de récolte adaptés. <p><i>Attention : les associations riches en céréales sèchent vite à ce stade : au besoin, utilisez des conservateurs d'ensilage.</i></p>
	L'association est-elle adaptée à de l'enrubannage ?	<ul style="list-style-type: none"> • Si le mélange est riche en céréales : doubler les couches de film plastique. • Si la récolte est précoce, il est difficile d'atteindre les 40% de MS.
	À quelle date semer ?	<p>Éviter les semis trop précoces :</p> <p>Le semis a généralement lieu entre le 15 octobre et le 15 novembre. Un semis plus précoce peut engendrer des risques de gel et de levée plus importante d'adventices (vulpins...). Un semis plus tardif est envisageable si les sols et les conditions météorologiques le permettent.</p>
	Quelle précaution à la récolte ?	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter la faucheuse conditionneuse qui occasionne trop de perte de feuille de protéagineux. • Faucher à plat à 7 cm minimum du sol pour faciliter le séchage et limiter l'intégration de terre dans les silos (butyriques). • Étaler les andains juste après la fauche s'ils sont trop volumineux. • Si les 30% de MS ne sont pas atteints, des conservateurs (bactéries lactiques) peuvent être utilisés pour sécuriser la conservation.

5. Quelques références

Références acquises sur la ferme expérimentale de Trévarez



L'amélioration de la valeur nutritive (énergétique et protéique) et de la productivité des associations céréales protéagineux figuraient parmi les objectifs du projet « 4AGEPROD – SOS Protéines ». Pour ce faire, deux leviers ont été testés dans trois essais mis en place dans les deux régions Bretagne et Pays de la Loire :

- la teneur du mélange en protéagineux : une teneur plus importante en protéagineux pourrait permettre d'améliorer la valeur protéique du mélange récolté (cf. tableau n° 17, page suivante),
- la date de récolte du mélange : une récolte à un stade plus précoce pourrait augmenter la teneur en protéines de l'association ensilée.

Les trois essais ont été mis en place et suivis pendant deux ans par :

- la Chambre d'agriculture de Bretagne à la station expérimentale de Trévarez,
- la Chambre d'agriculture du Maine-et-Loire : ces essais ont été conduits sur une parcelle d'un agriculteur à Noyant (49) en 2014-2015 et à Cheviré le Rouge (49) en 2015-2016. Seule la teneur en protéagineux a été testée la 1^{ère} année avec deux modalités communes aux deux autres sites (mélanges traditionnel et hyperprotéique) et trois modalités la 2^{ème} année (ajout d'un mélange protéagineux ++),
- Terrena : ces essais ont été conduits sur une parcelle d'un agriculteur à Brain-sur-l'Authion (49) en 2014-2015 et à Pouillé-les-Coteaux (44) en 2015-2016. Deux leviers ont été testés : la teneur du mélange en protéagineux avec trois modalités communes (traditionnel, protéagineux ++, hyperprotéique), et le stade de récolte : stade précoce (début épiaison de la 1^{ère} céréale) et stade classique (stade laiteux pâteux de la céréale).



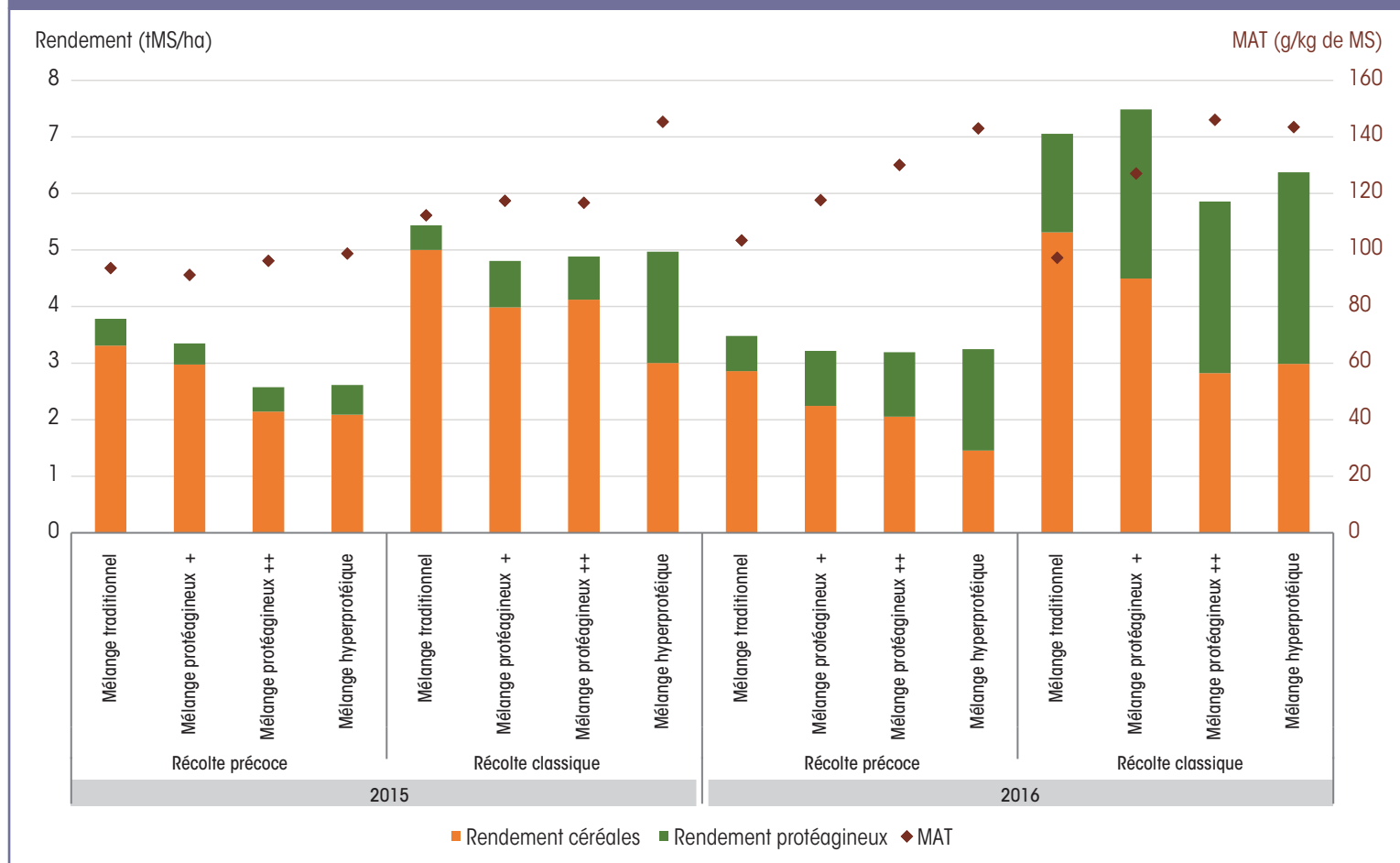
Photo 41 : Plateforme d'essais à la station expérimentale de Trévarez

Tableau 17 : Composition des mélanges semés (en nombre de graines par m²) dans le cadre du projet 4AGEPROD – SOS Protéines

	Mélange traditionnel	Mélange protéagineux +	Mélange protéagineux ++	Mélange hyperprotéique
Triticale 2 variétés	222 grains/m ² (100 kg/ha)	178 grains/m ² (80 kg/ha)	132 grains/m ² (60 kg/ha)	132 grains/m ² (60 kg/ha)
Avoine	60 grains/m ² (22 kg/ha)	45 grains/m ² (17 kg/ha)	30 grains/m ² (11 kg/ha)	-
⇒ Céréales	95 %	89 %	80 %	73 %
Pois fourrager	13 grains/m ² (24 kg/ha)	20 grains/m ² (37 kg/ha)	27 grains/m ² (50 kg/ha)	27 grains/m ² (50 kg/ha)
Vesce	3 grains/m ² (2 kg/ha)	8 grains/m ² (5 kg/ha)	13 grains/m ² (8 kg/ha)	13 grains/m ² (8 kg/ha)
Féverole	-	-	-	9 grains/m ² (40 kg/ha)
⇒ Protéagineux	5 %	11 %	20 %	27 %



Figure 12 : Rendements et MAT des associations CERPRO de 2015 à 2016 sur la station expérimentale de Trévarez (29)



Résultats des essais à la station expérimentale de Trévarez :

Les résultats des deux années sont contrastés, 2015 a été une année défavorable aux associations CERPRO et à l'inverse 2016 a été très favorable aux développements des protéagineux.

L'augmentation de la part de protéagineux semé a pénalisé le rendement en 2015 pour la récolte précoce, les protéagineux ne venant pas compenser les céréales. L'avancement de la date de récolte n'a pas eu d'influence sur la teneur en MAT du fourrage, mais il a amélioré la valeur énergétique du fourrage.

Comparaison avec les autres sites :

Les essais menés sur les deux autres sites avec des conditions plus précoces au printemps montrent que le potentiel de production est très dépendant de la zone pédoclimatique. Néanmoins ils confirment les teneurs en MAT de Trévarez, il semblerait que 15% de MAT soit un objectif réaliste. L'augmentation du taux de protéagineux semé permet d'améliorer les valeurs alimentaires dans les trois sites et d'améliorer la productivité en zone précoce. Une récolte au stade début d'épiaison permet aussi d'améliorer la valeur alimentaire mais diminue très fortement le rendement. Cette récolte n'est donc à envisager si une culture productive peut être implantée après.

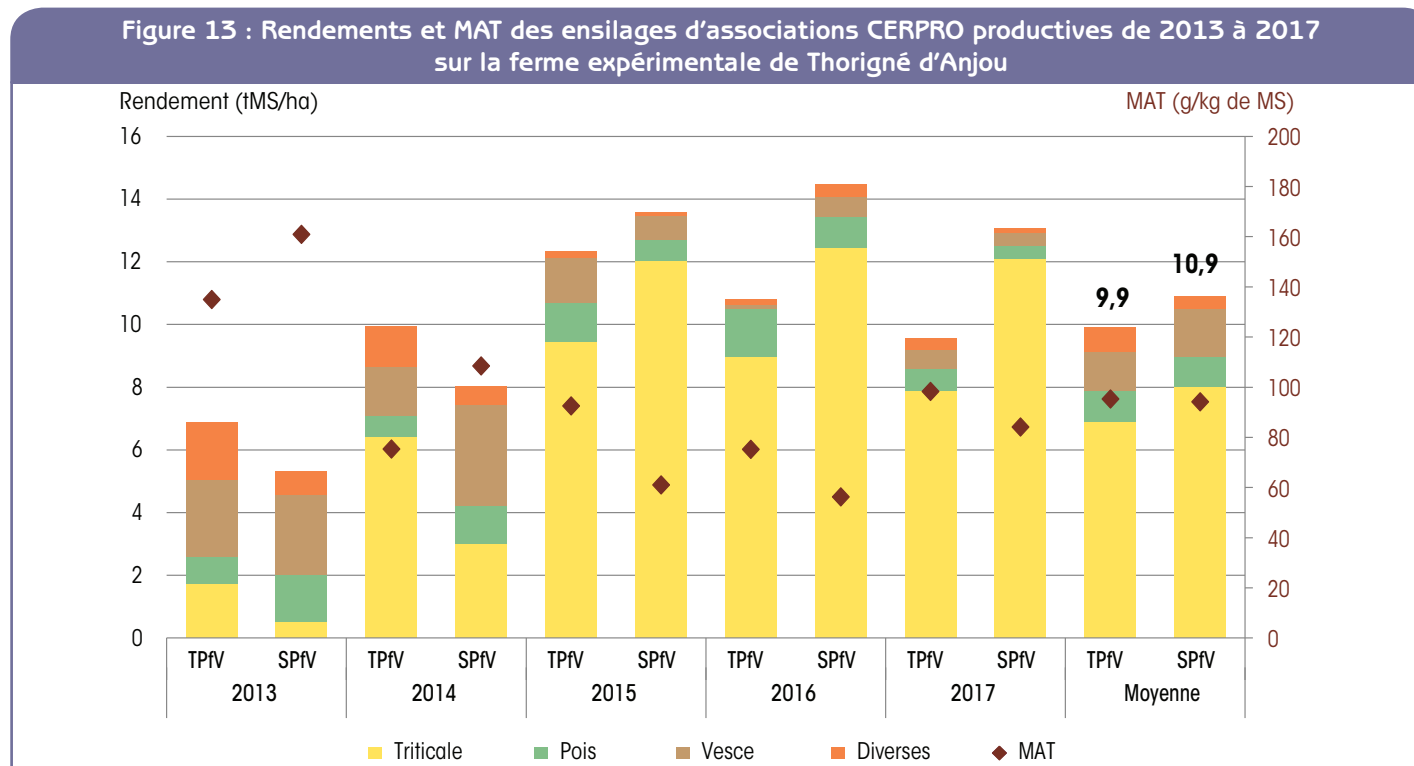
Tableau 18 : Synthèse des résultats des essais issus du projet 4AGEPROD – S05 Protéines sur les trois sites – années 2015 et 2016

		Type de récolte	Mélange traditionnel		Mélange ++ protéagineux		Mélange hyper-protéagineux	
			Rendement TMS/ha	MAT g/kg MS	Rendement TMS/ha	MAT g/kg MS	Rendement TMS/ha	MAT g/kg MS
2015 <i>Année défavorable</i>	Noyant (49)	Classique	9,2	111	/	/	10,4	127
	Brain sur l'Authion (49)	Précoce	8,2	112	8,1	130	8,2	144
		Classique	13,3	81	13,3	108	15,5	119
	Trévarez (29)	Précoce	3,8	94	2,6	96	2,6	99
		Classique	5,4	112	4,9	117	5,0	145
2016 <i>Année favorable</i>	Chevire le Rouge (49)	Classique	10,8	67	11,7	109	10,6	98
	Pouillé-les-Côteaux (44)	Précoce	8,8	112	7,9	163	8,5	163
		Classique	12,3	148	10,1	163	12,8	169
	Trévarez (29)	Précoce	3,5	103	3,2	130	3,2	143
		Classique	7,1	97	5,9	146	6,4	143

< au témoin (mélange traditionnel)
 = au témoin
 > au témoin

Références acquises sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou

Sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, les associations céréales/protéagineux productifs s'appuient principalement sur un mélange Triticale/Pois fourrager/Vesce (TPfV). Les densités de semis sont : 300 grains/m² en triticale, 15 grains/m² de pois et 15 grains/m² de vesce. Depuis 2013, l'objectif a été de tester l'introduction du seigle (espèce plus rustique) en substitution du triticale en implantant le mélange Seigle/Pois fourrager/Vesce (SPfV). La finalité est toujours d'obtenir un **mélange productif ensilé autour de la mi-juin en coupe directe avec un objectif de 35 % de MS à la récolte**.



Ces résultats sont encourageants pour l'utilisation du seigle en substitution au triticale. La biomasse produite est même significativement supérieure pour les associations à base de seigle. On observe cependant une plus forte sensibilité à la verse (32 % en moyenne pour les modalités avec le seigle contre 23 % avec triticale).

Les valeurs alimentaires obtenues sont proches (calculées à partir de prélèvements en vert, triés, analysés en séparés avant fauche), avec des teneurs énergétiques correctes (0,80 UFL/kg MS pour le seigle/pois fourrager/vesce et 0,83 UFL/kg MS pour le triticale/pois fourrager/vesce) et des valeurs protéiques plus modestes (94,1 g de MAT/kg MS pour SPfV et 95,3 pour TPfV).

Lexique

Adventices	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces qui poussent naturellement, qui ne sont pas initialement semées, ni souhaitées. Les adventices peuvent gêner la pousse des autres espèces, les concurrencer et n'apportent pas ou peu d'intérêt fourrager en quantité et qualité. Elles peuvent être nommées plus communément «mauvaises herbes». On parle aussi de «salissement de la parcelle» lorsque les adventices sont trop présentes.
Anthraxnose	<ul style="list-style-type: none"> • L'anthraxnose est une maladie dite «cryptogamique», causée par des champignons microscopiques. Cette maladie est reconnaissable par les taches circulaires brunes ou noires qu'elle provoque sur les feuilles, les gousses et les tiges. Cette maladie peut provoquer des pertes de rendement avec une dessiccation prématurée du feuillage et réduction des grains.
Aphanomyce	<ul style="list-style-type: none"> • Maladie causée par un Oomycète, organisme proche de l'algue. Cette maladie se traduit par une pourriture racinaire. Les plantes sont chétives, de couleur jaune-vert claire (source Arvalis).
Ascochytose	<ul style="list-style-type: none"> • L'ascochytose est la maladie la plus fréquemment rencontrée sur les cultures de pois protéagineux, elle est due à des champignons du genre <i>Ascochyta</i>. Même si le terme d'anthraxnose est couramment employé, celui-ci n'est pas approprié et désigne généralement les maladies dues à des <i>Colletotrichum spp</i> (source Arvalis).
Botrytis	<ul style="list-style-type: none"> • Ce champignon (<i>Botrytis cinerea</i>) se rencontre sur de nombreuses productions agricoles : vigne, tournesol, haricot, ... et notamment sur le pois. On observe une perte de rendement jusqu'à 10-15 q/ha en cas de forte attaque. La nuisibilité du botrytis se traduit principalement par une destruction des graines ou des gousses en formation. Une coloration brunâtre apparaît au niveau des pétales adhérent à la gousse, suivie d'un pourrissement, d'un noircissement puis d'un dessèchement des parties atteintes. Les pertes les plus importantes concernent les jeunes gousses qui finissent par tomber. Sur les feuilles, les pédoncules floraux et les tiges, les organes atteints se nécrosent, se recouvrent de feutrage gris, se dessèchent, et parfois se séparent de la plante (source Arvalis).
Bruche	<ul style="list-style-type: none"> • La bruche est un coléoptère. La bruche du pois (<i>Bruchus pisorum</i>) et la bruche de la féverole (<i>Bruchus rufimanus</i>) sont deux espèces spécifiques (elles ne sont présentes que sur leurs cultures respectives), mais leur cycle respectif est similaire. Ce coléoptère accomplit une partie de son cycle à l'intérieur des graines, qui se retrouvent trouées lors de la sortie des nouveaux adultes (source Arvalis).
Casdar	<ul style="list-style-type: none"> • Compte d'Affectation Spécial « Développement Agricole et Rural ».
CERPRO	<ul style="list-style-type: none"> • Association regroupant au même moment et dans une même parcelle des CERéales et/ou des PROtéagineux, par contraction nous employons le terme de CERPRO. Dans ce guide il s'agit d'associations CERPRO à destination fourragère. Il existe également des associations CERPRO destinées à produire spécifiquement du grain : elles sont généralement utilisées comme concentrés en autoconsommation, ou triées pour être ensuite vendues. À l'exception des associations CERPRO à double fin, ce type de mélange n'est pas décrit dans ce guide. Une association CERPRO regroupe au moins deux espèces annuelles cultivées et récoltées. Souvent appelées «mélange céréalière» ou «méteil», qui, à l'origine, était un mélange de blé et de seigle cultivés ensemble, ces associations d'espèces recouvrent finalement une multitude de combinaisons possibles.
Culture dérobée	<ul style="list-style-type: none"> • Culture qui s'intercale entre deux cultures principales et qui est récoltée pour être valorisée.
Espèces agressives	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces végétales qui ont tendance à progresser aux dépens d'autres espèces. Compétitives, soit par leur mode d'installation (précocité, rapidité, ...), leurs caractéristiques (densité, résistance, etc) ou encore leurs modes de reproduction (stolons, rhizomes, etc) elles viennent en concurrence des autres espèces végétales.
Hyperprotéique, hyperprotéagineux	<ul style="list-style-type: none"> • Dans ce guide, les associations dites « hyperprotéiques » sont des associations composées d'espèces riches en valeur azotée. Ces dernières contiennent a minima 70 % de protéagineux.
Inoculation	<ul style="list-style-type: none"> • Les légumineuses peuvent s'associer à des bactéries, appelées couramment rhizobiums, qui leur donnent la capacité d'utiliser l'azote de l'air. En fonction des milieux, il peut être nécessaire d'inoculer la plante pour favoriser cette symbiose permettant la fixation de l'azote atmosphérique. Différents modes d'inoculation existent : pré-enrobage (tourbe diluée), liquide adhésif ou micro-granulés.
Intercultures	<ul style="list-style-type: none"> • cf. Culture dérobée. L'interculture n'est pas nécessairement récoltée (ex. : cas des engrais verts).

MAT	• Matière Azotée Totale qui correspond à la teneur en protéines brutes.
MS	• Matière Sèche.
PDIE	• Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle (PDI) permises par l'énergie (E) apportée par l'aliment. PDIE = PDIA (Protéines digestibles dans l'intestin correspondant aux protéines alimentaires non dégradées dans le rumen) + protéines microbiennes digestibles dans l'intestin correspondant à l'énergie de l'aliment fermentée dans le rumen (source INRA).
PDIN	• Protéines Digestibles dans l'intestin grêle (PDI) permises par l'azote (N) apportées par l'aliment. PDIE = PDIA (Protéines digestibles dans l'intestin correspondant aux protéines alimentaires non dégradées dans le rumen) + protéines microbiennes digestibles dans l'intestin correspondant à l'azote de l'aliment fermenté dans le rumen (source INRA).
PMG	• Poids de Mille Grains. Calcul pour obtenir la quantité de volume à semer à l'hectare = PMG (grammes/mille grains) X densité de semis (grains/m ²) = quantité de semences (en grammes pour mille grains/m ²)/ 100 pour convertir en kg de grains/ha.
Préfanage	• Technique qui consiste à laisser sécher naturellement le fourrage fauché de 24 à 48 heures sur le sol pour faire baisser son taux d'humidité moyen.
RGA	• Ray Grass Anglais.
RGH	• Ray Grass Hybride.
Rouille	• La rouille est une maladie foliaire de la féverole, qui est provoquée par le champignon <i>Uromyces fabae</i> . C'est la maladie la plus fréquente et la plus préjudiciable sur la féverole. Ce champignon provoque souvent de fortes diminutions de rendement (jusqu'à 25 q/ha dans les situations les plus graves) et touche toutes les zones de production de féveroles. La maladie se manifeste sur les feuilles sous forme de pustules de couleur brun rouge auréolées d'une partie plus claire. Ces pustules finissent par recouvrir la totalité du feuillage et parfois des tiges, provoquant un dessèchement accéléré des plantes. Le développement de la rouille peut être très rapide (source Arvalis).
RU	• Réserve Utile en eau du sol. La réserve en eau du sol se définit comme le volume d'eau contenu dans le sol à un instant donné. Ce volume, ou stock d'eau, est généralement exprimé en épaisseur de lame d'eau (en mm), pour être facilement comparé aux pluies et à l'évapotranspiration. C'est une grandeur dynamique qui évolue au cours du temps, sous l'action conjointe des précipitations et de l'évapotranspiration. Cependant toute l'eau contenue dans le sol n'est pas utilisable par la végétation, soit parce que les racines ne colonisent pas tout le volume de sol, soit parce que l'eau est trop fortement retenue par le sol pour être extraite par les racines (source INRA - UMR Écologie et écophysologie forestières).
Sclérotinia	• Ce champignon est plus fréquent et plus préjudiciable sur les oléagineux que sur les protéagineux. Le taux de plantes de pois attaquées est généralement plus faible que celui d'un colza ou d'un tournesol dans la même parcelle. Il se conserve dans le sol sous forme de sclérotés durant environ 10 ans (source Arvalis). Le champignon - pourriture blanche dense (type mycélium)- se développe premièrement en halo au niveau du nœud floral, puis se propage vers la tige. En fin de cycle, il laisse apparaître des sclérotés noirs sur les tiges voire les gousses (sources Terres Inovia).
Semences fermières	• Désigne une variété de semence issue des mises en culture par un agriculteur. L'agriculteur cultive, sélectionne et multiplie ses semences dans le but d'ensemencer ses cultures suivantes.
SFP	• Surface Fourragère Principale.
Sitone	• Le sitone est un petit coléoptère de la famille des charançons. La larve de sitone (<i>Sitona lineatus</i>) est préjudiciable aux cultures de pois et de féverole car elle consomme les racines et les nodosités des plantes. Leur attaque provoque une diminution du rendement (10 q/ha maximum estimé pour le pois) et de la qualité des grains (jusqu'à 30% de diminution du taux de protéines des grains de pois). Le sitone, lorsqu'il a le choix, préfère nettement la féverole. Pour autant, sa nuisibilité sur féverole n'a jamais été quantifiée précisément (source Arvalis).
Spores butyriques	• Le lait peut être contaminé par des spores butyriques entraînant une perte de qualité. Les spores butyriques sont toujours présentes dans le sol. La contamination du fourrage se fait surtout lors de la récolte par l'incorporation de terre au fourrage. La contamination des foin est généralement faible, moins de 50 spores/g. En revanche, l'ensilage peut contenir plus de 100 000 spores/g. Si l'incorporation de terre est importante (durant la récolte ou lors du remplissage du silo) et surtout si, par suite d'un pH de l'ensilage insuffisamment faible, les spores peuvent alors germer et se multiplier dans l'ensilage. L'espèce dominante dans l'ensilage est alors <i>Clostridium tyrobutyricum</i> (source Demarquilly C. INRA. 1998).
TB	• Trèfle Blanc.
TV	• Trèfle Violet.
UFL	• Unité Fourragère Laitière. Cette unité permet de déterminer la valeur énergétique d'un fourrage (ouvrage de référence : Alimentation des ruminants, Inra, 2018. ed. Quae).
Verse	• Accident de culture : les espèces végétales se retrouvent couchées au sol. La récolte s'effectuera dans de mauvaises conditions entraînant une baisse de rendement, voire une perte totale de la récolte.

Pour en savoir plus

*Si vous êtes sur la version pdf en ligne,
cliquez sur le **titre du document en vert**
pour accéder à sa page internet.*

- **Guide technique des mélanges fourragers à base de céréales à paille et de légumineuses**, AFPF, Document de synthèse est issu d'un travail collectif réalisé par les membres de l'Association Française pour la Production Fourragère, 2018, 12 p, www.afpf-asso.fr
- **Reine Mathilde : bilan de 8 ans d'essais**, 2011 à 2018. Metivier T et al., 2018. 24 p. www.normandie.chambres-agriculture.fr
- **Planter des prairies sous couvert de céréales/protéagineux**, Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, 2017, 8 pages. www.pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr
- **Implantation des prairies sous couvert de céréales/protéagineux d'hiver**, Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, 2019. 2 p. www.pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr
- **Associer céréales et protéagineux pour des récoltes en ensilage**, Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, 2019. 2 p. www.pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr
- **Les associations céréales protéagineux pour produire plus de protéines à l'hectare**, Chambre d'agriculture de Bretagne, Dossier Terra 26 octobre 2018, p.25 à 29.
- **Les grands principes des associations céréales légumineuses en agriculture biologique**, Chambre d'agriculture de Bretagne, 2014. 2 p. www.capbio-bretagne.com
- **Les associations céréales/protéagineux récoltées en grain en agriculture biologique**, 2014, Chambre d'agriculture de Bretagne, 2014. 2 p. www.capbio-bretagne.com
- **Synthèse des résultats méteils protéiques en Ardèche**, 2017, E. Forel (Chambre d'agriculture 07) et K. Petit (Ardèche Conseil Élevage)
- **Résultats de l'essai méteil dérobé conduit sur trois sites isérois**, Patrick PELLEGRIN – Isère Conseil Élevage CIEL, 2018
- Page d'**information sur le méteil**, FIDOCL : www.fidocl.fr
- **Les fourrages de méteils dans l'alimentation des bovins**. Froment H. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2018, 78 p
- **Le méteil grain en élevage caprins, fiche technique**, REDcap, Institut de l'Élevage et al., 2016. www.redcap.terredeschèvres.fr
- **Cultiver des céréales immatures**, 2016, Crémer S., Bernes A. et Knoden D., Fourrages-Mieux (Belgique). www.fourragesmieux.be
- **La culture des associations céréales/protéagineux en AB**, 2011, ITAB, 8 p. www.itab.asso.fr

SÉCURISER SON SYSTÈME FOURRAGER

GRÂCE AUX ASSOCIATIONS CERÉALES-PROTÉAGINEUX (CERPRO) FOURRAGÈRES

Les associations CERPRO sont des cultures peu exigeantes en intrants et aux intérêts multiples : elles limitent les risques de salissement grâce à leur pouvoir couvrant, elles contribuent à la structuration du sol, elles apportent une ration productive riche en matière azotée et/ou en énergie, elles favorisent l'autonomie protéique et sécurisent le système fourrager.

Une multitude d'associations est possible. Ce guide se propose de vous aider dans vos choix en fonction des objectifs que vous visez. Il est structuré autour de trois types d'associations : association à double fin grains et fourrage, association destinée à produire un fourrage riche en protéines, association destinée à augmenter la productivité. Ce guide synthétise les connaissances acquises ces dernières années en s'appuyant notamment sur les essais réalisés dans les stations expérimentales de Thorigné d'Anjou, Trévarez et sur la ferme vitrine « Reine Mathilde ».



Ce guide est issu du projet Casdar OPTIALIBIO visant à améliorer l'autonomie alimentaire et la résistance aux aléas climatiques des élevages bovins en agriculture biologique.



Le projet OPTIALIBIO est soutenu financièrement par le Compte d'affectation spéciale « développement agricole et rural » du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation



Contacts : Stanilas Lubac (ITAB)
stanilas.lubac@itab.asso.fr

Fabienne Launay (Institut de l'Élevage)
fabienne.launay@idele.fr

Institut de l'Élevage, décembre 2019
Réf Idele : 0020 303 001 - ISBN : 978-2-7148-0072-5

Partenaires du projet OPTIALIBIO :

