



LES ENGRAIS

VERTS

pour la fertilisation des cultures légumières bretonnes



SOMMAIRE

PARTIE 1

Comprendre la pratique des couverts végétaux 4-5-6

PARTIE 2

Les engrais verts, exemples de pratiques 7

CHOU-FLEUR D'HIVER

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR

Suite à un précédent pauvre (type céréale) 8

Fiche 1 - Semis sous couvert de trèfle blanc dans le précédent 9

Fiche 2 - Semis sous couvert de trèfle dans le précédent et augmentation de la densité de plantation du chou-fleur à fertiliser 10

Fiche 3 - Semis sous couvert de trèfle blanc dans le précédent et exportation de la partie aérienne de l'engrais vert 11

Fiche 4 - Semis sous couvert de trèfle blanc dans le précédent contre semé avec une céréale. Exportation ou enfouissement du mélange 12

Fiche 5 - Semis sous couvert de trèfle blanc dans le précédent contre semé avec une céréale. Enfouissement du mélange. Implantation du chou-fleur à fertiliser à forte densité 13

Fiche 6 - Semis sous couvert de méliot dans le précédent 14

Fiche 7 - Semis sous couvert de luzerne dans le précédent 15

Fiche 8 - Semis d'un engrais vert après battage de la céréale. Mélange Avoine/Pois/Féverole/Vesce 16

Fiche 9 - Semis d'un engrais vert après battage de la céréale. Les couverts en pur et en mélange qui n'ont pas donné de résultat satisfaisant 17

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR

Suite à un précédent riche (type chou) 18

Fiche 10 - La solution sans couvert 19

Fiche 11 - Semis d'un engrais vert après la récolte du chou : le mélange Avoine/Pois/Féverole 20

Fiche 12 - Semis d'un engrais vert après la récolte du chou : le couvert de blé, enfoui ou exporté 21

Fiche 13 - Semis d'un engrais vert après la récolte du chou. Les couverts en pur et en mélange qui n'ont pas donné de résultat satisfaisant 22

CRUCIFÈRE AUTOMNE

FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (BROCOLI OU CHOU-FLEUR)

Suite à un précédent riche (type chou) 23

Fiche 14 - La solution sans couvert 24

Fiche 15 - Implantation d'un mélange pois/féverole ou avoine/pois/féverole 25

Fiche 16 - Implantation d'une avoine 26

FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (BROCOLI OU CHOU-FLEUR)

Suite à un précédent pauvre (type céréale) 27

Fiche 17 - Implantation d'un mélange pois/féverole ou avoine/pois/féverole 27

Fiche 18 - Implantation d'une avoine d'hiver ou avoine brésilienne 28

BROCOLI DE PRINTEMPS

FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI

Suite à un précédent pauvre (type céréale) 29

Fiche 19 - Semis sous couvert de trèfle dans le précédent 30

Fiche 20 - Semis d'une vesce (velue, commune) suite au battage de la céréale 31

Fiche 21 - Semis d'un mélange (pois, vesce, féverole) suite au battage de la céréale 32

Fiche 22 - Semis d'un couvert avoine suite au battage de la céréale associé ou non à une fertilisation 33

FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI

Suite à un précédent riche (type chou) 34

Fiche 23 - La solution sans couvert 34

FERTILISATION DE DEUX CULTURES

FERTILISATION DE DEUX CULTURES : BROCOLI DE PRINTEMPS ET CHOU-FLEUR D'HIVER

Suite à un précédent pauvre (type céréale) 35

Fiche 24 - Semis sous couvert de trèfle dans le précédent 36

FERTILISATION DE DEUX CULTURES : BROCOLI DE PRINTEMPS ET CHOU-FLEUR D'HIVER

Suite à un précédent pauvre (type céréale) 37

Fiche 25 - Semis d'un engrais vert après récolte du précédent 37

ÉCHALOTE

FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE

Suite à un précédent pauvre (type céréale) 38

Fiche 26 - Semis sous couvert de trèfle dans le précédent 39

Fiche 27 - Semis d'une vesce (velue, commune) suite au battage de la céréale 40

Fiche 28 - Semis d'un mélange (pois, vesce, féverole) suite au battage de la céréale 41

Fiche 29 - Semis d'un couvert avoine suite au battage de la céréale associé ou non à une fertilisation 42

FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE

Suite à un précédent riche (type chou) 43

Fiche 30 - La solution sans couvert 43

POMME DE TERRE PRIMEUR

FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR

Suite à un précédent pauvre (type céréale) 44

Fiche 31 - Semis sous couvert de trèfle dans le précédent 45

Fiche 32 - Semis d'une vesce (velue, commune...) suite au battage de la céréale 46

Fiche 33 - Semis d'un mélange pois, vesce, féverole suite au battage de la céréale 47

Fiche 34 - Semis d'un couvert avoine suite au battage de la céréale associé ou non à une fertilisation 48

FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR

Suite à un précédent riche (type chou) 49

Fiche 35 - La solution sans couvert 49

DESTRUCTION

DIFFÉRENTES MÉTHODES DE DESTRUCTION 50

Fiche 36 - 51

ÉDITO



Nourrir le sol pour nourrir la plante

TOUS LES ESSAIS PRÉSENTÉS DANS CE DOCUMENT
ONT ÉTÉ RÉALISÉS SUR LE SITE DE TERRE D'ESSAIS
À PLEUMEUR-GAUTIER
EN PARTENARIAT AVEC LE CTIFL.

LES EXPÉRIMENTATIONS ONT ÉTÉ
FINANCÉES AVEC LE CONCOURS DE :



CE GUIDE A ÉTÉ RÉALISÉ AVEC LE CONCOURS FINANCIER DE :



Depuis 1998, Terre d'essais accompagne le développement de la production biologique légumière en Bretagne Nord en accompagnant techniquement les producteurs. Une des premières problématiques a été de réussir à fertiliser les cultures pour que les producteurs obtiennent des rendements satisfaisants en agriculture biologique. Sur le principe de « nourrir le sol pour nourrir la plante » et d'une recherche d'autonomie dans le fonctionnement des exploitations biologiques, Terre d'essais a mis en place depuis 2001 des expérimentations sur la nutrition des cultures légumières bretonnes par la technique des engrais verts.

Les références acquises ont été diffusées tout au long de ces années par des échanges avec les producteurs, des réunions techniques, des articles dans la presse légumière, lors de conférences, notamment à Tech&Bio. Ces références ont permis de définir l'utilisation des engrais verts dans des conditions techniques, économiques et environnementales satisfaisantes.

Cependant, le développement important de la production de légumes en AB en Bretagne Nord nous pousse à rendre encore plus facilement disponibles les résultats obtenus depuis plus de 15 ans et à réaliser cette synthèse.

Ce document a pour vocation de servir d'éléments de réflexions pour les producteurs, les techniciens et les conseillers qui souhaitent mettre en place des engrais verts dans une rotation légumière. Elle regroupe ainsi, par fiche, les différents types d'expérimentations et les recommandations qui y sont issus.

L'ensemble de références a été acquis en agriculture biologique.



COMPRENDRE LA PRATIQUE DES COUVERTS VÉGÉTAUX

Les couverts végétaux, les engrais verts, les cipans, qu'est-ce que c'est ?

Les couverts végétaux, ou cultures intermédiaires, sont des cultures dites secondaires, semées entre deux cultures principales, destinées à occuper le sol pendant la période d'interculture dans un objectif agronomique et/ou environnemental.

Culture dérobée : se distingue par un objectif de valorisation de la production, généralement production de grains ou de fourrage qui sera fauché, ensilé ou pâturé (Marjorie Troussard et al., 2012).

Cipan ou Culture intermédiaire piège à nitrates : se distingue par le fait qu'elle est implantée dans l'objectif de capter de l'azote minéral avant l'entrée en période de drainage (automne / hiver), et ainsi limiter sa lixiviation (Sébastien minette et al., 2012).

Engrais vert se distingue par le fait qu'il est implanté dans l'objectif d'être incorporé au sol (de préférence à un stade jeune ou « vert ») pour augmenter sa fertilité et fertiliser, au moins en partie, la culture principale suivante (de façon plus large on peut aussi y inclure les résidus de cultures et les adventices maîtrisées qui participent de la même façon à la fertilité des sols) (Joseph Pousset, 2000). Ils peuvent être introduits en tant qu'interculture, culture intercalaire (une partie où toute la croissance se déroule en même temps que la culture principale) voire culture dite principale (si elle reste présente une très longue période à l'échelle de plusieurs années).

Une idée à la base de la réflexion de la fertilisation par les engrais verts

Joseph Pousset évoque cette idée en première partie de son livre sur les engrais verts :

Une plante fraîche, non séchée se compose en gros d'au moins 80 % d'eau et de 20 % de matière sèche, dont 18 % (parfois 19) sont constitués de carbone, d'hydrogène et d'oxygène puisés gratuitement dans l'air, l'eau et le sol. Les 1 ou 2 % restants sont donc des éléments minéraux présents naturellement dans l'environnement, pouvant être puisés gratuitement dans l'air, l'eau, et/ou le sol, mais pouvant aussi provenir en partie des engrais épandus.

En résumé, 98 % de la plante (composé de C, H et O) sont "gratuitement" fournis par son environnement (exception faite des systèmes irrigués).

La question qui est alors posée est la suivante : « cette petite fraction d'éléments provenant des engrais ne pourrait-elle pas elle aussi être fournie le plus souvent gratuitement par le milieu dans de bonnes conditions de productivité ? ».

La notion du rapport C/N

La matière organique (MO) est donc principalement constituée de carbone (C) et d'azote (N). Le rapport C/N d'une plante est important à connaître car il nous donne une information sur l'état d'évolution de la matière organique à un moment précis et une indication sur sa vitesse de dégradation.

Lors du développement de la plante, le C/N augmente avec le temps (en parallèle d'une augmentation des proportions de cellulose et de lignine des tissus) de façon plus ou moins importante selon la plante concernée (ex : dans un couvert végétal à base de légumineuses, le C/N évolue bien moins rapidement que dans un couvert à base de graminées telle que le seigle). Lors de la décomposition de la matière organique, le C/N diminue avec le temps (le carbone part plus rapidement, sous forme de gaz que le nitrate qui reste sous forme de NO_3 ou d'autres composés s'intégrant à l'humus dans le sol). En moyenne, le C/N de l'humus d'un sol est d'environ 10. Pour atteindre cette valeur, une matière organique avec un C/N élevé devra donc "perdre" beaucoup de carbone et/ou prélever beaucoup d'azote dans son environnement. Ce fait pourra être positif comme négatif. Pour avoir une idée plus précise du résultat de la minéralisation d'une matière organique, il faut cependant aller voir plus loin que le ratio C/N et s'intéresser à l'équilibre entre sucre/cellulose/Azote (ou équilibre "sucre rapide"/"sucre lent"/Azote). En effet, basiquement, une matière organique à C/N faible aura une minéralisation rapide et aura tendance à enrichir le sol en azote et au contraire une matière organique à C/N élevé aura une minéralisation plus lente et aura plutôt tendance à appauvrir le sol en N.

Cependant, dans la réalité, il existe plus de nuance :

✿ Plus la proportion en N dans la matière organique est élevée et plus l'apport N de celle-ci est potentiellement élevé.

La somme des trois éléments carbone (C), oxygène (O), et hydrogène (H) constitue un peu plus de 98 % des tissus de la plante [...] Ces 98 % sont fournis gratuitement d'une part par l'air [...] d'autre part par l'eau.

Joseph Pousset (2000)

4

NB : Un couvert végétal peut avoir plusieurs objectifs en parallèle, il peut être en même temps un cipan, un engrais vert et une culture dérobée

Ex : semis sous couvert de blé d'un trèfle qui reste en place pendant la période de lessivage (cipan), puis est récolté pour être exporté et fertiliser une autre parcelle (dérobée) et les résidus fertilisent la parcelle (engrais vert).

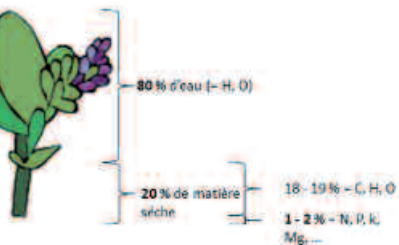
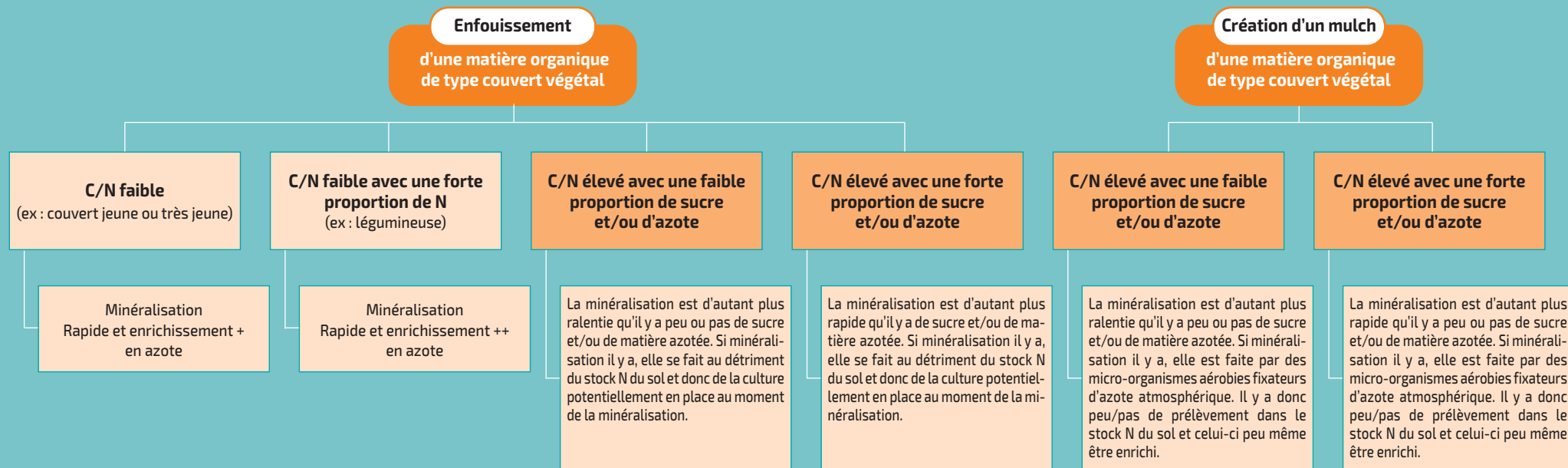


Schéma de la répartition des différents éléments composants une luzerne au stade début floraison (tiré du livre de Joseph Pousset 2000, inspiré des travaux de Jean-Marie Rougier)

Les effets de la matière organique en fonction de la technique de gestion (destruction et enfouissement ou mulch) et de la valeur du rapport C/N (Schéma élaboré à partir du document Joseph Pousset, 2000)



- ✿ Plus les proportions en "sucre rapide" et en azote de la matière organique sont importantes et plus la décomposition de celle-ci sera rapide (ou au contraire plus la proportion de cellulose ou "sucres lents" sera importante et plus la décomposition sera lente).
- ✿ Le processus de décomposition aura également un résultat différent selon la méthode employée pour amener le couvert au sol (enfouissement profond, création d'un mulch...). C'est en prenant cela en considération qu'on peut aboutir à des situations où une matière organique avec un C/N élevé vient enrichir le sol en azote.

À noter, que cette notion d'équilibre entre les sucres, la cellulose et l'azote semble avoir un impact sur d'autres domaines que la fertilité des sols. Notamment, ce rapport Sucres/cellulose/azote a un effet (1) sur l'évolution des populations d'adventices (ex : prolifération d'adventices de type légumineuses dans des rotations pauvres en légumineuses), (2) sur les populations de ravageurs (incorporation de matière organique trop jeune, peut favoriser certains ravageurs comme le taupin), et (3) sur l'évolution des maladies sur les cultures (un excès d'azote dans le sol, quelle que soit sa source peut avoir un impact négatif en favorisant le développement de maladie sur les cultures).

(Joseph Pousset, 2000 ; Blaise Leclerc, 2001).

Pourquoi pratiquer les couverts végétaux ?

LES ERREURS À ÉVITER

La plupart des cas où le couvert végétal peut avoir un impact neutre ou négatif sur la culture suivante et/ou le système de culture, sont soit liés à un événement climatique particulier (sécheresse, période de pluie intense, température excessive chaude ou froide à un moment inattendu), soit liés à des erreurs dans les techniques culturales :

Mauvais choix de couvert

- ✿ Choisir la même espèce ou famille que la culture principale ne va pas casser les cycles biologiques des bioagresseurs de celle-ci mais au contraire les entretenir et ainsi augmenter l'impact de ceux-ci.
- ✿ Certaines espèces peuvent également être attractives ou fournir un espace de vie propice au développement de certains bioagresseurs pendant la culture si on est dans le cas d'un couvert intercalaire (ex : les limaces).
- ✿ Choix d'une espèce qui ne convient pas aux conditions climatiques de l'année (si elles sont particulières) : mauvais développement.
- ✿ Choix d'une espèce qui ne convient pas à l'objectif initial, prioritaire ou aux éléments disponibles pour le semis, la destruction...

COMPRENDRE LA PRATIQUE DES COUVERTS VÉGÉTAUX (SUITE)



Mélange luzerne,
trèfle blanc,
méliot...

6

Enfouissement trop tardif. Selon le couvert, suite à l'enfouissement, on peut observer

- ❁ Un phénomène de faim azotée (l'enfouissement d'une grande quantité de matière sèche provoque sur l'instant une augmentation de certains micro-organismes du sol qui vont consommer tous les nutriments disponibles),
- ❁ Un phénomène de phytotoxicité
- ❁ Un manque d'eau (mobilisé par le couvert et donc pas de stock disponible pour la culture principale). Un enfouissement trop tardif ou trop précoce peut également entraîner un pic de minéralisation au mauvais moment (ce qui potentiellement peut engendrer des pertes en éléments fertilisants)
- ❁ Une augmentation du stock semencier du sol de la parcelle (lié à une montée à graine, à un drageonnage ou un tallage du couvert).

Pour éviter ces erreurs, il suffit de prendre en compte quelques éléments, avant d'implanter un couvert dans la rotation.

Choix de l'espèce : en fonction des cultures principales (précédent et suivant), du moment possible d'implantation du couvert (interculture, culture intercalaire... durée de cette période), des objectifs du couvert (Cipan, engrais vert, fourniture de fourrage, effet assainissant, gestion de bioagresseurs, effet structurant, protection du sol, augmentation de la matière organique dans le sol...).

Modalité et date d'implantation et de destruction : dépend principalement de l'espèce choisie, et des objectifs.

Comment choisir son couvert végétal ?

LES MÉLANGES

I. Les mélanges ont de multiples intérêts

- ❁ Ils assurent la présence d'une meilleure couverture (limitent les risques liés au climat et aux ravageurs, si une espèce X a du mal à prendre, une espèce Y prendra le relais).
- ❁ Ils permettent une bonne gestion du salissement notamment en occupant un maximum des niches écologiques disponibles (et donc en limitant leurs accès aux adventices).
- ❁ L'association de plusieurs espèces complémentaires permet également l'apparition d'une compétition positive et, par conséquent, une production de biomasse plus importante. Chaque espèce a accès à des ressources différentes que ce soit grâce à la morphologie de son système racinaire ou grâce à une particularité (ex : symbiose avec des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique dans le cas des légumineuses). Par exemple : une association légumineuse +

autres espèces non fixatrices d'azote atmosphérique avec des profils racinaires différents, permet l'exploitation de plus de ressources disponibles (ressource N dans l'atmosphère et le sol pour les légumineuses et dans des zones du sol variables pour les autres espèces).

- ❁ Dans la prolongation de cette idée, les mélanges avec des espèces ayant des profils racinaires différents ont une action structurante supérieure à des couverts en pure (ils vont travailler le sol plus intensément et de façon plus diversifiée).
- ❁ Ils peuvent permettre la réduction du coût de la technique : certaines espèces intéressantes peuvent avoir des semences dont le prix est un frein à leur utilisation. Le fait d'utiliser un mélange permet de bénéficier des avantages de ces espèces tout en limitant l'investissement (effet de dilution du prix en associant des espèces intéressantes à faible coût avec d'autres plus coûteuses).

II. Faire son mélange

Pour les critères de choix des espèces : voir la fiche « comment choisir son couvert végétal ». Les points d'attention particuliers à avoir lors de l'élaboration d'un mélange sont :

- ❁ L'ensemble des espèces doit avoir en commun l'adaptation à la technique de semis et de destruction envisagée, ainsi que les dates de semis et de destruction.

Calcul des densités de semis : Diviser la dose de semis pure de chaque espèce par le pourcentage souhaité de cette espèce dans le mélange.

Ex : Mélange Avoine du Brésil (20%), Pois (40 %) et féverole (40%) – plantation mi-février année n et destruction mi-juin année n.

Espèce	Pourcentage	Densité pure	Calcul	Densité mélange
Avoine	0,2	125	= 0,2 x 125	25
Pois	0,4	125	= 0,4 x 125	50
Féverole	0,4	125	= 0,4 x 125	50

Pour sécuriser le bon développement du couvert, il est possible d'ajouter 20/30 % à la dose préconisée en pure avant de faire le calcul.

- ❁ La taille des graines, ainsi que la profondeur de semis requise pour chaque espèce doivent être considérées : soit les espèces sont compatibles, soit il faudra envisager plusieurs passages de semis pour l'implantation du couvert.
- ❁ Il est préférable d'associer des espèces au développement végétatif différent qui vont se compléter dans l'utilisation de l'espace aérien comme racinaire.
- ❁ La densité de semis de chaque espèce doit être adaptée pour obtenir un développement harmonieux de chacune.

LES ENGRAIS VERTS, EXEMPLES DE PRATIQUES

Cette partie regroupe les différentes situations et attentes abordées dans les différents essais effectués à Terre d'essais entre 2001 et 2016.

Ceux-ci, concernent exclusivement l'usage des couverts végétaux dans les systèmes légumiers de la côte nord Bretagne avec pour objectifs (1) **l'amélioration de la fertilité des sols** (par leur structure, par leur potentiel de minéralisation...), (2) la **fertilisation des cultures** (mobilisation et restitution des ressources fertilisantes de la parcelle, exploitation de nouvelle ressource comme l'azote atmosphérique...) et (3) la **création de systèmes de culture indépendants des intrants fertilisants et plus durables** (plus d'économies et d'autonomie pour l'exploitant et moins de pollutions pour l'environnement).

Les essais ont été réalisés dans le contexte de la production légumière de la côte nord Bretagne, au sein de systèmes qui mobilisent beaucoup d'azote et qui en restituent également des quantités importantes (notamment lié aux cul-

tures de choux et d'artichauts). Les cultures dominantes de ces systèmes sont les suivantes : chou-fleur, chou brocoli, artichaut, chou pommé et céréale. Les cultures moins présentes en surface mais représentatives des systèmes sont le poireau, l'échalote et la pomme de terre primeur. Depuis quelques années, on observe un accroissement de la diversification des cultures dans ces systèmes légumiers. Les cultures dites de diversification aujourd'hui sont les suivantes : le chou Romanesco, l'oignon, la laitue, la carotte, le potimarron, le céleri, l'ail, le radis noir, le poireau, le topinambour, l'Oca du Pérou, le Coco de Paimpol, et la courgette. Ces dernières, ainsi que les cultures industries présentent également dans la région ne sont pas ou peu prises en compte dans les fiches pratiques présentées dans ce document. Celles-ci sont axées sur les cultures de chou-fleur, chou brocoli, pomme de terre primeur et échalote. De nouveaux travaux sont engagés sur la station notamment autour du potimarron qui est la première culture de diversification (en surface et en tonnage).

À noter que les essais sur les semis sous couverts ne sont pas présentés dans ce guide mais les résultats sont disponibles sur demande à la station d'expérimentation.

Rotations type dans lesquelles s'insèrent les différents essais de la station sur les couverts végétaux entre 2000 et 2016

	ANNÉE 1												ANNÉE 2												ANNÉE 3												ANNÉE 4																																																											
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.																																																
1	CÉRÉALE												COUVERT V.												CHOU-FLEUR (FÉVRIER)												COUVERT V												CHOU-FLEUR (MARS)												MAÏS GRAIN																																			
2	CÉRÉALE												COUVERT V.												BROCOLI												CHOU-FLEUR (AVRIL)												MAÏS GRAIN												COUVERT V												CHOU-FLEUR																							
3	CÉRÉALE												COUVERT V.												BROCOLI												PDT PRIMEUR												CHOU-FLEUR (AVRIL)												CHOU-FLEUR																																			
4	PDT PRIMEUR												CHOU-FLEUR (FÉVRIER)												COUVERT V.												BROCOLI												CÉRÉALE												COUVERT V												ÉCHALOTE												CHOU-FLEUR											
5	ARTICHAUT (3 A.)												CHOU-FLEUR (MAI)												CHOU-FLEUR (DÉCEMBRE)												PDT PRIMEUR												BROCOLI												CÉRÉALE																																			

BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENT À CONSULTER POUR ALLER PLUS LOIN

CITÉ DANS LE DOCUMENT

Blaise Leclerc. Guide des matières organiques, Tome 1. ITAB. Collection guide Technique, 2001, 238 p, ISBN 9782951585515.

Ghesquière Joséphine, Cadillon Adeline, Fourrié Laetitia, et Fontaine Laurence. Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB. ITAB. 2012, 15p. Disponible sur : <http://agriculture-de-conservation.com/CHOISIR-ET-REUSSIR-SON-COUVERT,1089.html>. (Consulté le 9 mars 2017)

Joseph Pousset. Engrais verts et fertilité des sols. Agridecisions éditions. Collection guide. 2000, 303 p, ISBN 2912199115

Marjorie Troussard, Vincent Lefèvre, Anne Schaub, et Rémy Ballot. Planter des cultures dérobées ou double-cultures. Agro-PEPS. 2012. Disponible sur http://agropeps.clermont.cemagref.fr/mw/index.php/Implanter_des_cultures_d%C3%A9rob%C3%A9es_ou_double-cultures (consulté le 7 mars 2017).

Sébastien minette, Marjorie Troussard, Anne Schaub, et Rémy Ballot. Planter des cultures intermédiaires pièges à nitrates. Agro-PEPS. 2012. Disponible sur : http://agropeps.clermont.cemagref.fr/mw/index.php/Implanter_des_cultures_intermediaires_pi%C3%A9ges_%C3%A0_nitrates (consulté le 7 mai 2017).

À CONSULTER POUR PLUS D'INFORMATION

Cadillon Adeline, Ghesquière Joséphine, Fourrié Laetitia, et Fontaine Laurence. Couvert végétal pendant l'interculture en AB : Caractéristiques des espèces. ITAB. 2012, 74p Disponible sur : <http://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/interculture-bio-2013.pdf>. (Consulté le 9 mars 2017).

Les comptes rendus des différentes expérimentations sur lesquelles se base ce document sont issus sur le travail et la rédaction de M. Christian Porteneuve. Ces expérimentations ont eu lieu entre 2000 et 2016 sur la station SECL/Terre d'essais. Ils sont disponibles sur demande à la station d'expérimentation de Terre d'essais.

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



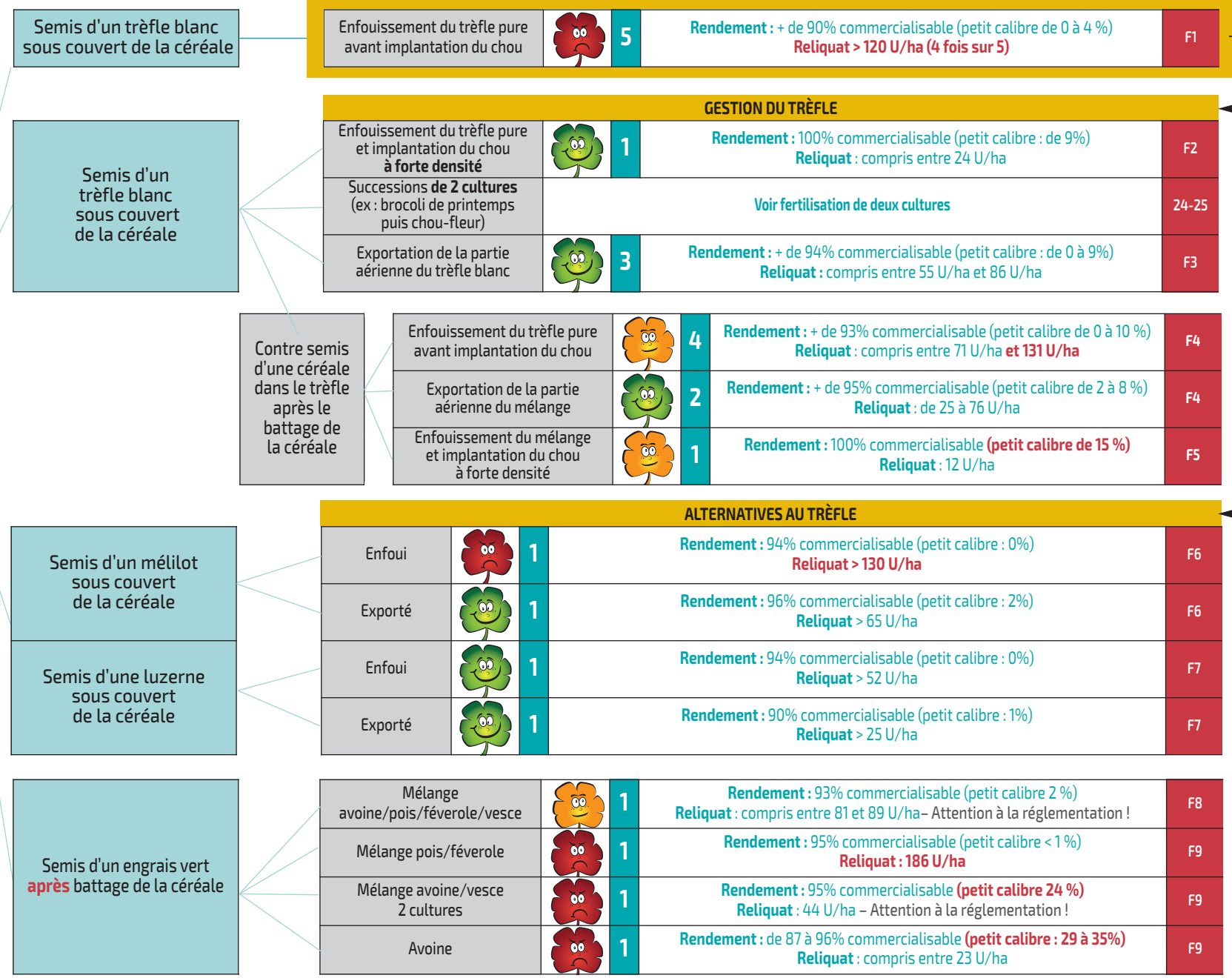
Situation :
Précédent pauvre suivi d'une culture de chou d'hiver

Objectif (s) :

- Fertilisation
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver

8

LÉGENDE	
	Technique recommandée
	Technique recommandée sous conditions
	Technique non recommandée
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus



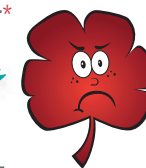
FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



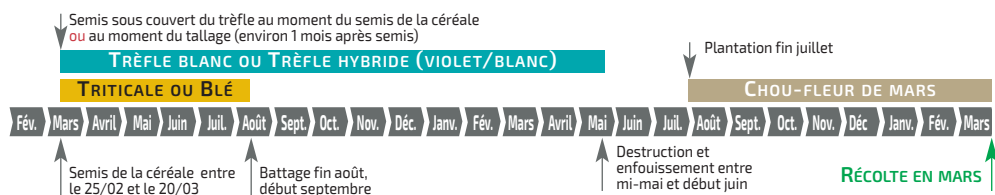
Semis sous couvert de trèfle blanc dans le précédent

“ Cette technique n'est pas recommandée utilisée telle quelle, car elle génère des niveaux de reliquats trop élevés en entrée d'hiver* ”

* Les fiches 2, 3, 4, 5, 24, 25 proposent des techniques basées sur le même couvert mais avec différentes solutions pour réduire ce reliquat.



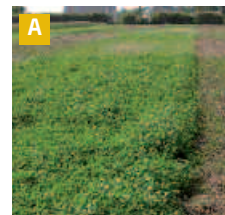
ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Triticale Blé	Bienvu Torka	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1 > 20/03/n-1	Triticale Blé	Batteuse	Fin août à début sept. (n-1)
Trèfle blanc / Trèfle hybride	Haïfa, Mérida Dawn	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Au semis de la céréale ou au tallage (n-1)	Trèfle blanc / Trèfle hybride	Destruction et enfouissement : rotavator	Entre mi-mai et début juin (n)
Chou-fleur	Merwen	0,9*0,9	Planteuse	28/07/n			

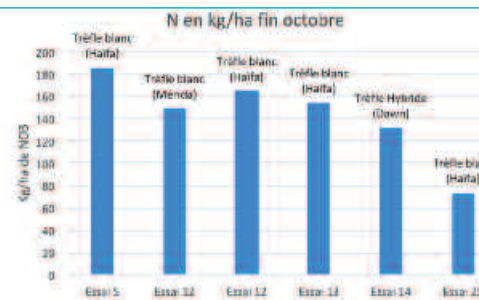
RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	2,6 à 8,8 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par cet engrais vert, peuvent être relativement importants. Les variations observées sont liées à la date de destruction du couvert (début mai, la biomasse produite est peu importante et elle augmente de façon importante sur le mois de mai si les conditions le permettent). Les apports sont d'autant plus importants que la biomasse enfouie est importante.
Azote	68 à 230 kg/ha	
P ₂ O ₅	18 à 53 kg/ha	
K ₂ O	159 kg/ha	
C/N	13 à 16,8	



A : développement d'un couvert de trèfle blanc (mi-mai) ; B : Détail d'un couvert de trèfle.

Taux d'azote nitrique dans le sol en entrée d'hiver



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement d'un trèfle blanc ou hybride est important et peut aller de 200 kg/ha à 400 kg/ha selon l'année. Les reliquats d'entrée d'hiver sont par conséquent en général très élevés, de l'ordre de 150/200 kg/ha, ce qui est beaucoup trop important. Le C/N peu élevé du trèfle permet une minéralisation rapide.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
	Enfouie	47% à 83%	12% à 43%	0% à 4%	90% à 100%

Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver fertilisé par un précédent trèfle blanc sont satisfaisants. En effet, on obtient peu de têtes en petit calibre (maximum 4 %) et entre 90 et 100 % de têtes commercialisables en calibre équivalent moyen. Cependant, les reliquats d'entrée d'hiver ne sont pas satisfaisants si on enfouie en pure la biomasse aérienne de ce couvert.

Telle quelle, cette technique permet donc de fertiliser correctement une culture de chou-fleur d'hiver, mais elle génère des reliquats d'entrée d'hiver trop importants. Cependant, il existe différentes techniques permettant de réguler le pic de minéralisation et donc le reliquat :

- augmentation de la densité dans la culture de chou-fleur à fertiliser.
- fertilisation de 2 cultures à la suite de l'engrais vert (brocoli de printemps + chou-fleur d'hiver).
- exportation de la biomasse aérienne.
- augmentation du C/N de la biomasse enfouie (mélange trèfle + céréale).

Ces différentes techniques peuvent dans certains cas être combinées.



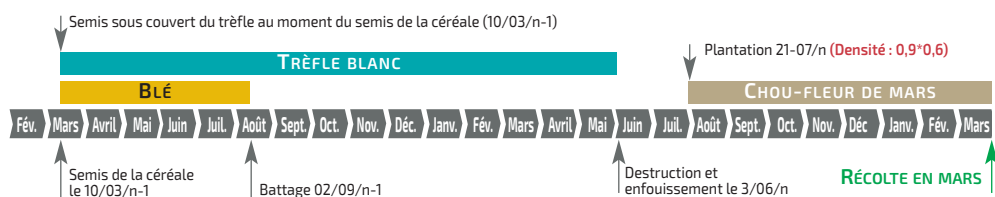
astuce

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis sous couvert de trèfle dans le précédent et augmentation de la densité de plantation du chou-fleur à fertiliser

ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Anabel	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	10/03/n-1	Blé	Batteuse	02/09/n-1
Trèfle blanc	Haïfa	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Au semis de la céréale	Trèfle blanc	Destruction et enfouissement : rotavator	03/06/n
Chou-fleur	Merwen	0,9*0,6	Planteuse	21/07/n			

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	8,8 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote fourni par cet engrais vert peuvent être relativement importants. Dans le cas de cet essai, les conditions climatiques ont été très favorables à la production d'une biomasse très importante, ce qui a abouti à un apport azoté très important (230 kg/ha). Le C/N est peu élevé ce qui devrait être favorable à une minéralisation rapide de l'azote apporté.
Azote	230 kg/ha	
P ₂ O ₅	-	
K ₂ O	-	
C/N	14,9	



Bilan
 Cette méthode est intéressante, elle permet d'obtenir un reliquat d'entrée d'hiver satisfaisant tout en augmentant la production sur une parcelle. Attention cependant de ne pas trop augmenter la densité de la culture de chou-fleur pour éviter les pertes de qualité (apparition de plus de têtes commercialisables en calibre petit).

Augmentation de la densité de semis de la culture de chou-fleur

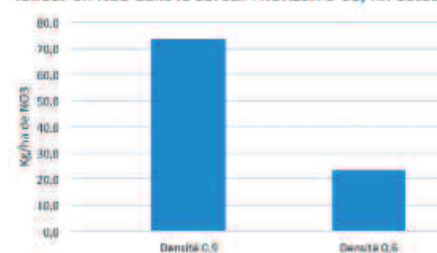
Référence producteur	Densité plus forte testée
• 0,9*0,9 •	• 0,9*0,6 •

Suite à un couvert de trèfle blanc enfoui, au lieu d'implanter la culture de chou-fleur d'hiver à la densité de 0,9*0,9 (densité classique), on l'implante à une densité plus élevée : 0,9*0,6. L'objectif est de réduire le reliquat d'entrée d'hiver pendant la culture du chou-fleur en augmentant les besoins de la culture.



Taux d'azote nitrique dans le sol en entrée d'hiver

Teneur en NO₃ dans le sol sur l'horizon 0-60, fin octobre



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement d'un trèfle blanc ou hybride est important et peut aller de 200 à 400 kg/ha. Les reliquats d'entrée d'hiver sont par conséquent en général très élevés (150/200 kg/ha). Dans le cas de cet essai, le reliquat est moins élevé environ 70 Kg/ha (lié à une faible minéralisation due au temps sec de l'année). Le fait d'augmenter la densité du chou-fleur suivant permet d'augmenter le besoin en N de cette culture et permet bien de réduire le reliquat d'entrée d'hiver (d'environ 40 kg/ha), tout en maintenant un bon rendement.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Corn.
Enfoiie	8%	83%	9%	91%	100%

Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver fertilisé par un trèfle blanc enfoui et implanté à une densité plus importante que celle classiquement utilisée sont satisfaisants. On obtient avec cette méthode 100 % de têtes commercialisables, dont 91 % en équivalent calibre moyen. Avec cette méthode, attention de ne pas trop augmenter la densité de plantation du chou-fleur suivant, sinon le pourcentage de petit calibre risque d'augmenter.

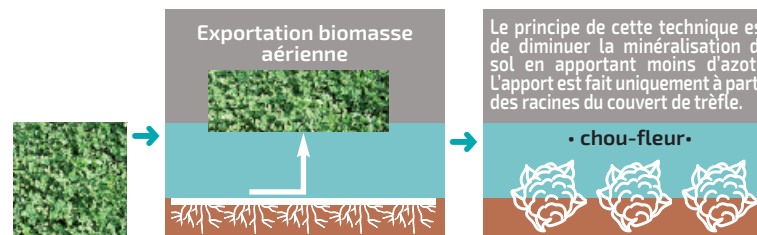
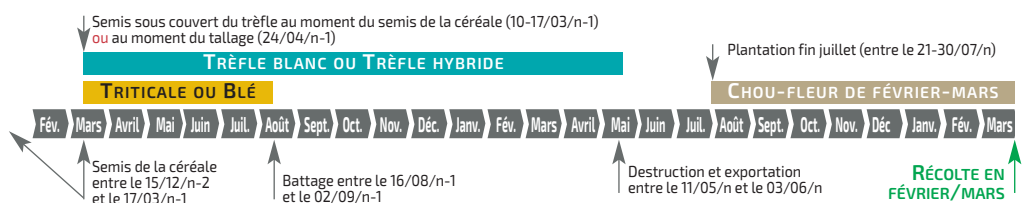


FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis sous couvert de **trèfle blanc** dans le précédent
Exportation de la partie aérienne de l'engrais vert

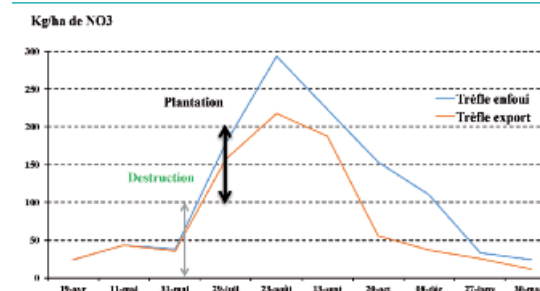
ROTATION



“ Cette technique est recommandée. ”

Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Triticale Blé	Bienvenu Renan, Anabel	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	entre le 15/12/n-2 et le 17/03/n-1	Triticale Blé	Batteuse	Entre le 16/08/n-1 et le 02/09/n-1
Trèfle blanc	Haïfa	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Au semis de la céréale (20-02/n-1) ou au tallage 27-04/n-1)	Trèfle blanc	Enfouissement : rotavator	Entre le 11-05/n et le 03-06/n
Chou-fleur	Merwen Fréhel, Faoh	0,9*0,9	Planteuse	21-30/07/n			

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement d'un trèfle blanc ou hybride est important et peut aller de 200 à 400 kg/ha. Dans le cas où l'on exporte la partie aérienne, on observe une diminution de ce pic (d'environ 100 kg d'N/ha), ainsi que du reliquat d'entrée d'hiver (d'environ 100 kg d'N/ha) qui devient acceptable.

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie	
	Apports à l'hectare
Matière sèche	
Azote	
P ₂ O ₅	Exportation de la biomasse aérienne
K ₂ O	
C/N	

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	Équivalent moyen	% Corn.	
Enfouie	28 à 79%	15 à 59%	0 à 9%	87 à 98%	94 à 100%	Cette technique est assez intéressante car, comme on peut le constater, les rendements obtenus sur la culture de chou-fleur d'hiver, sont satisfaisants. On obtient avec cette méthode de 94 à 100 % de têtes commercialisables, dont au moins 87 % le sont en équivalent calibre moyen. Le fait d'exporter la partie aérienne du couvert permet de l'exploiter à un autre usage (fertilisation autre culture, fourrage, ...).



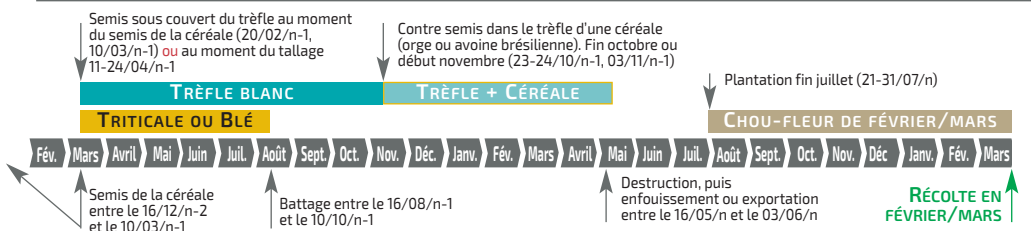
Bilan Cette technique est intéressante : elle permet d'obtenir un reliquat d'entrée d'hiver satisfaisant ainsi qu'une production de chou-fleur de bonne qualité et de quantité satisfaisante. L'avantage est aussi qu'il est possible d'exploiter la biomasse aérienne exportée soit pour la fertilisation d'une autre parcelle soit pour une autre utilisation (alimentation animale...).

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis sous couvert de trèfle blanc dans le précédent, contre semé avec une céréale. Exportation ou enfouissement du mélange

ROTATION



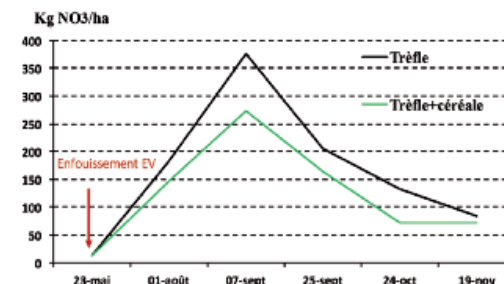
Couvert de trèfle contre semé avec une avoine

Couvert de trèfle

“ Cette technique est recommandée avec exportation de la biomasse aérienne ! ”



Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement d'un trèfle blanc ou hybride est important et peut aller de 200 à 400 kg/ha. Dans le cas d'un mélange trèfle + céréale, on observe un pic légèrement inférieur qui permet à terme d'obtenir un reliquat d'entrée d'hiver bien plus acceptable (réduit de 40 à 60 kg d'N/ha). Cela est dû à l'élévation du rapport C/N ce qui limite la minéralisation. Le reliquat peut, dans certains cas, rester trop important (> 130 kg d'N/ha). La solution est d'exporter le mélange plutôt que de l'enfouir, ce qui peut faire gagner jusqu'à 50 kg d'N/ha sur le reliquat d'entrée d'hiver (ce qui suffit à le rendre acceptable).

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.	Les rendements obtenus sur la culture de chou-fleur d'hiver sont satisfaisants. On obtient avec cette méthode de 94 à 100 % de tête commercialisable, dont au moins 87 % le sont en équivalent calibre moyen.
Enfouie	23 à 93%	2 à 68%	0 à 4%	87 à 99 %	94 à 100 %	
Exportée	24 à 36%	62 à 36%	2 à 8%	87 à 98 %	95 à 100 %	

12

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	4,7 à 15 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote fourni par cet engrais vert peuvent être relativement importants. Les variations observées sont liées à la date de destruction du couvert (début mai, la biomasse produite est peu importante et elle augmente de façon importante sur le mois si les conditions le permettent). Les apports sont d'autant plus importants que la biomasse enfouie est importante. L'apport est en général moins important que dans le cas d'un trèfle pur, cela est lié à la présence de la graminée qui fait augmenter le C/N du mélange et réduit l'apport N du mélange.
Azote	75 à 214 kg/ha	
P ₂ O ₅	33 à 37 kg/ha	
K ₂ O	165 à 169 kg/ha	
C/N	21,7 à 41	



Bilan

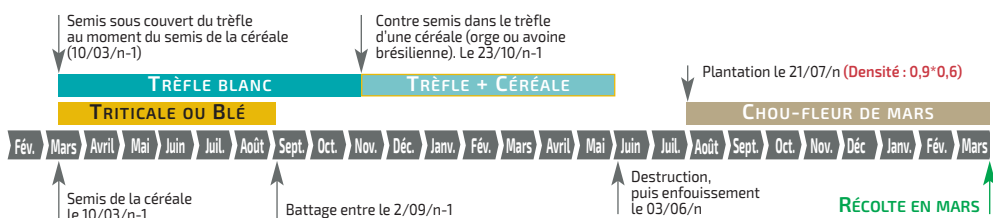
Cette technique est intéressante, elle permet d'obtenir des reliquats d'entrée d'hiver et un rendement de la culture du chou-fleur satisfaisant. Le fait d'exporter la partie aérienne du couvert permet de l'exploiter à un autre usage (fertilisation autre culture, fourrage...). Le contre semis d'une céréale dans le trèfle permet d'augmenter la biomasse produite par le couvert et permet également l'augmentation du rapport C/N, ce qui entraîne une libération plus lente de l'azote après l'enfouissement du couvert.

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis sous couvert de trèfle blanc dans le précédent contre semé avec une céréale. Enfouissement du mélange. Implantation du chou-fleur à fertiliser à forte densité.

ROTATION



Semis/Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Anabel	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	10/03/n-1	Triticale	Batteuse	2/09/n-1
Trèfle blanc	Haifa	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Au semis de la céréale	Trèfle + Avoine B	Destruction et enfouissement : rotavator	3/06/n
Avoine B.	Pratex	40 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	23/10/n-1			
Chou-fleur	Faoh	0,9*0,6	Planteuse	21/07/n			

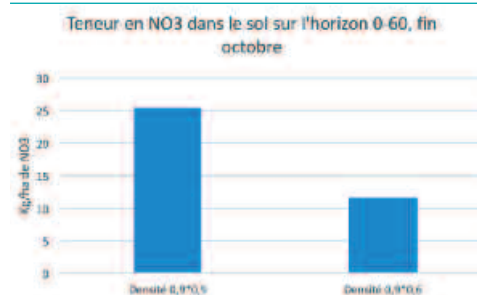


Suite à un couvert de trèfle blanc contre semé avec une avoine, on implante une culture de chou-fleur d'hiver à forte densité. L'idée est de combiner une augmentation des besoins de la culture (par augmentation de la densité) et une modération de la minéralisation (augmentation du C/N de la biomasse enfouie grâce au mélange avec le trèfle de l'avoine).

“ Cette technique est recommandée mais attention de ne pas trop augmenter la densité du chou-fleur. ”



Taux d'azote nitrique dans le sol en entrée d'hiver



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement d'un trèfle blanc ou hybride est important et peut aller de 200 à 400 kg/ha. Les reliquats d'entrée d'hiver sont par conséquent en général très élevés (150-200 kg/ha). Le fait d'augmenter la densité du chou-fleur suivant permet d'accroître le besoin en N de cette culture. Le fait de contre semer en parallèle une céréale dans le trèfle permet de réduire le rapport C/N ce qui limite la minéralisation. Les deux techniques combinées permettent une diminution du reliquat d'entrée d'hiver. Attention à ne pas trop augmenter la densité du chou-fleur cependant.

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	15 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par cet engrais vert ont été importants. Les apports sont d'autant plus élevés que la biomasse enfouie est importante. L'apport est moins élevé que dans le cas d'un trèfle pur, cela est lié à la présence de la graminée qui fait augmenter le C/N du mélange et réduit l'apport N du mélange.
Azote	156 kg/ha	
P ₂ O ₅	-	
K ₂ O	-	
C/N	41	

Rendement de la culture de chou-fleur

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.	Les rendements obtenus sur la culture de chou-fleur d'hiver sont presque satisfaisants. On obtient avec cette méthode 100 % de têtes commercialisables, dont au moins 86 % le sont en équivalent calibre moyen. On obtient par contre un pourcentage de têtes en petit calibre assez important (15 %). Pour éviter ce problème, il faut faire attention de ne pas trop augmenter la densité de plantation du chou-fleur suivant.
Enfouie	3%	82%	15%	86%	100%	



Bilan

Cette technique est intéressante : elle permet d'obtenir un reliquat d'entrée d'hiver et un rendement de la culture du chou-fleur satisfaisant. Elle permet également de gagner en production sur une même parcelle grâce à l'augmentation de la densité de plantation de la culture de chou-fleur. Attention cependant de ne pas trop augmenter la densité, sous peine d'une perte de qualité (augmentation du pourcentage de tête en petit calibre notamment).



Semis sous couvert de méliot dans le précédent

ROTAION

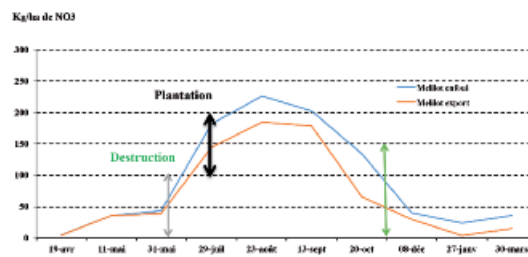


Méliot
Trèfle blanc

Vue du couvert de méliot le 9 juin

“ Cette technique est recommandée avec exportation de la biomasse aérienne ! ”

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Les reliquats d'entrée d'hiver restent assez importants, notamment lorsque le couvert est enfoui (130 kg/ha fin octobre). Lorsque la partie aérienne du couvert est exportée, on observe un reliquat nettement inférieur (65 kg/ha), ce qui est plus satisfaisant.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
Enfouie	78,5%	15,3%	0	93,8%	93,8%
Exportée	75,3%	19,6%	0	94,9%	94,9%

Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver fertilisé par un précédent méliot sont satisfaisants, que la biomasse aérienne de celui-ci soit enfouie ou exportée. En effet, dans les deux cas, on n'obtient aucun petit calibre et jusqu'à 94 % de têtes sont commercialisables. La technique du méliot exporté est assez intéressante car elle permet d'obtenir de bons rendements et des reliquats d'entrée d'hiver très corrects l'année de sa destruction.

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	15,7 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote fourni par cet engrais vert est important. Le pic de minéralisation qui suit atteint une valeur de l'ordre de 200 kg/ha lorsque la biomasse aérienne est exportée et d'environ 230 kg/ha lorsqu'elle est enfouie. C'est légèrement inférieur par rapport à celui observé avec un trèfle blanc.
Azote	323 kg/ha	
P ₂ O ₅	89 kg/ha	
K ₂ O	466 kg/ha	
C/N	21,8	



astuce

L'avantage d'exporter la biomasse aérienne d'un engrais vert est qu'il est possible, avec un seul engrais vert, de fertiliser plusieurs cultures, en apportant cette biomasse, fraîche ou non, sur d'autres parcelles. Dans le cas du méliot, les exportations peuvent également être utilisées en tant que fourrage. À noter que suite à l'exportation courant mai, il n'y a pas eu de repousse de méliot (contrairement à ce qui a été observé dans les cas du trèfle blanc et de la luzerne par exemple).



FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis sous couvert de luzerne dans le précédent

ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Triticale	Bienvenu	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	17/03/n-1	Triticale	Batteuse	16/08/n-1
Luzerne	Giulia	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	17/03/n-1	Mélilot	Exportation : sur la station un gyrobroyeur est utilisé, une ensilieuse serait l'idéal ou Enfouissement : rotavator	11/05/n
Chou-fleur	Merwen	0,9*0,9	Planteuse	28/07/n			09/06/n

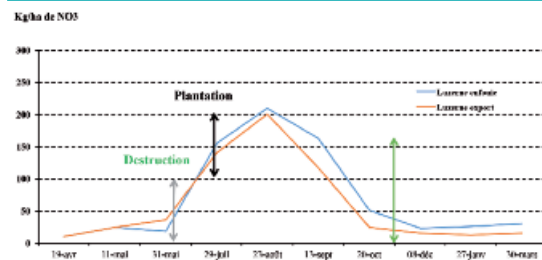
RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	4,8 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par cet engrais vert sont moyens (plus faible que pour du mélilot ou du trèfle blanc). Le pic de minéralisation qui suit atteint une valeur de l'ordre de 200 kg/ha, que la biomasse soit exportée ou enfouie. C'est légèrement inférieur par rapport au pic que l'on peut observer avec un trèfle blanc.
Azote	105 kg/ha	
P ₂ O ₅	26 kg/ha	
K ₂ O	159 kg/ha	
C/N	20,4	



“ Cette technique est recommandée avec ou sans exportation de la biomasse aérienne ! ”

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Les reliquats d'entrée d'hiver restent faibles que la biomasse de l'engrais vert soit exportée ou enfouie (de l'ordre de 50 kg/ha. Le C/N élevé de la luzerne (comme pour le mélilot) ne permet pas une minéralisation rapide.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.	
Enfouie	76,9%	17,2%	2,2%	94,1%	96,3%	Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver fertilisé par une luzerne en précédent sont satisfaisants, que la partie aérienne du couvert soit enfouie ou exportée. Dans les deux cas on obtient aucun petit calibre et entre 90 et 96 % de têtes sont commercialisables. Le couvert de luzerne est assez intéressant car il permet d'obtenir de bons rendements et des reliquats d'entrée d'hiver très corrects l'année de sa destruction. L'engrais vert peut être enfouie ou exportée ce qui laisse une large marge de manœuvre (enfouissement, utilisation pour la fertilisation sur une autre parcelle, utilisation en tant que fourrage, ...).
Exportée	75,3%	19,6%	0	89,3%	89,8%	



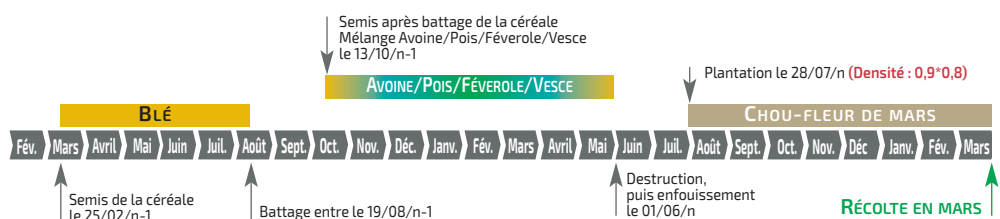
L'avantage d'exporter la biomasse aérienne d'un engrais vert est qu'il est possible, avec un seul engrais vert, de fertiliser plusieurs cultures, en apportant cette biomasse, fraîche ou non, sur d'autres parcelles. Dans le cas de la luzerne, les exportations peuvent également être utilisées en tant que fourrage. À noter que suite à l'exportation courant mai, il y a eu des repousses de luzerne.

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis d'un engrais vert après battage de la céréale.
Mélange Avoine/Pois/Féverole/Vesce

ROTATION



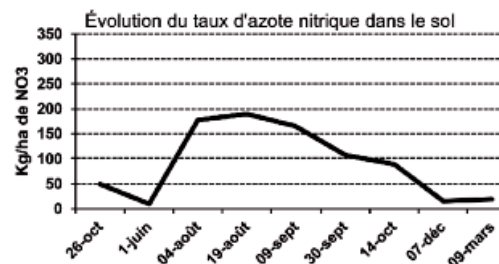
Vue du couvert avoine, pois, féverole, vesce avant destruction fin mai
Vue d'un couvert de trèfle en comparaison, avant destruction fin mai

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* Mais attention à la réglementation qui n'autorise que 20 % de légumineuses maximum dans les couverts hivernaux.

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de ce mélange est d'environ 200 kg d'N/ha. Les reliquats d'entrée d'hiver sont un peu élevés, mais acceptables (d'environ 90 kg d'N/ha au mois d'octobre).

Rendement de la culture de chou-fleur

Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
Enfoie	66%	25%	2%	91%	93%

Les rendements obtenus sur la culture de chou-fleur d'hiver sont satisfaisants. On obtient 93 % de têtes commercialisables, et 91 % le sont en équivalent calibre moyen. Le pourcentage de têtes en petit calibre est assez faible (2 %).

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie

	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	9,3 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote fourni par cet engrais vert a été importante. Les apports sont d'autant plus élevés que la biomasse enfouie est importante.
Azote	221 kg/ha	
P ₂ O ₅	67 kg/ha	
K ₂ O	360 kg/ha	
C/N	18,3	



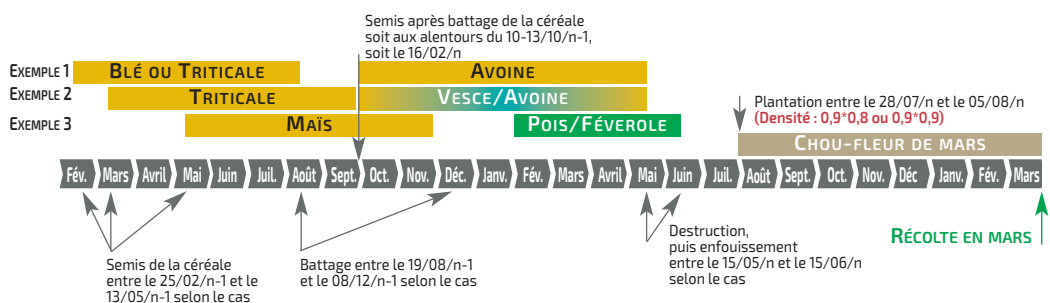
Cette méthode est satisfaisante. Le fait d'implanter un mélange est sécurisant et augmente les chances de réussite du couvert. En effet, si certaines espèces du mélange ne sont pas adaptées aux conditions de l'année, d'autres, potentiellement plus adaptées, se développeront de façon plus importante. Le mélange évolue, ce qui permet une meilleure chance de réussite du couvert. Par conséquent, on assure une bonne fertilisation pour la culture suivante, ainsi qu'une bonne couverture du sol pendant la période hivernale.

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis d'un engrais vert après battage de la céréale. Les couverts en pur et en mélange qui n'ont pas donné de résultat satisfaisant

ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé Triticale Maïs	Cadenza Bienvenu Tekni	200 kg/ha 200 kg/ha 120000 unités/ha	Semoir à céréale gasparde Semoir à céréale gasparde Semoir à haricot Mono air	25/02/n-1 03/03/n-1 13/05/n-1	Blé Triticale Maïs	Batteuse	19/08/n-1 10/10/n-1 08/12/n-1
Avoine Pois/Féverole Vesce/Avoine	Fervente Picar/Divine Caribou/Fervente	200 kg/ha 156-156kg/an 27-67 kg/ha*	Semoir à céréale gasparde Semoir à haricot Mono air Semoir à céréale gasparde	Après battage de la céréale 10-13/10/n-1 16/02/n 10/10/n-1	Avoine Pois/Féverole Vesce/Avoine	Destruction et enfouissement : rotavator	Entre 16/05 et 01/06/n 16/06/n 16/05/n
Chou-fleur	Merwen	Entre 12350 et 13890 plts/ha	Planteuse	Entre le 28/07/n et le 05/08/n			

* Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuses max dans les mélanges hivernaux

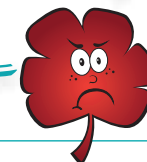
RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie			
	Apports à l'hectare Avoine	Apports à l'hectare Pois/Féverole	Apports à l'hectare Vesce/Avoine
Matière sèche	3,7 t/ha	5,8 T/ha	3,8 T/ha
Azote	26 kg/ha	208 kg/ha	66 kg/ha
P ₂ O ₅	18 kg/ha	63 kg/ha	22 kg/ha
K ₂ O	69 kg/ha	309 kg/ha	93 kg/ha
C/N	62	12,1	25,2



Ces trois situations n'ont pas été satisfaisantes car elles ne permettent pas d'allier de bons rendements avec un reliquat d'entrée d'hiver satisfaisant.

Ces différents couverts en pur ou en mélange ne sont pas recommandés*



* Ces couverts n'ont pas montré de résultat satisfaisant, du point de vue de la qualité de la récolte du chou-fleur, et/ou du point de vue du reliquat d'entrée d'hiver, et/ou du point de vue de la réglementation.

Taux d'azote nitrique dans le sol en entrée d'hiver



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de l'avoine est d'environ 100-150 kg d'N/ha. Pour le mélange vesce/avoine, il est compris entre 150 et 200 et pour le mélange pois/féverole, il est d'environ 200. Les reliquats d'entrée d'hiver, comme on pouvait s'y attendre, sont très élevés pour le mélange pois/féverole (186 kg d'N/ha). Pour l'avoine et le mélange vesce/avoine, les reliquats d'entrée d'hiver sont satisfaisants (respectivement 24 kg d'N/ha et 44 kg d'N/ha).

Rendement de la culture de chou-fleur

Cas	Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
Maïs – Pois/Féverole	Enfouie	61%	33%	< 0%	94%	94%
Triticale – Vesce/Avoine	Enfouie	13%	58%	24%	71,5%	95,6%
Blé ou Triticale – Avoine	Enfouie	de 5 à 8%	de 52 à 54%	32 à 35%	57 à 61%	89 à 96%

Les rendements obtenus sur la culture de chou-fleur d'hiver sont satisfaisants uniquement pour le cas du précédent maïs et de l'engrais vert pois/féverole (mais dans ce cas, c'est le reliquat d'entrée d'hiver qui n'est pas satisfaisant). Dans les autres cas, les rendements commercialisables sont satisfaisants mais il y a plus de 20 à 30 % des têtes qui sont commercialisables en petit calibre uniquement.



Situation :
Précédent riche suivi d'une culture de chou d'hiver

Objectif (s) :

- Fertilisation
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver

(Sol nu) Résidu chou-fleur		1	Rendement : 90% commercialisable (petit calibre : 9%) Reliquat > 138 U/ha	F10	
			Mélange Avoine/Pois/Féverole		1
Blé	Enfoui		1	Rendement : 90% commercialisable (petit calibre : 3%) Reliquat > 79 U/ha	F12
	Exporté		1	Rendement : 96% commercialisable (petit calibre : 27%) Reliquat : 38 U/ha	F12
Pois		1	Rendement : 95% commercialisable (petit calibre : 1%) Reliquat > 230 U/ha	F13	
Féverole		1	Rendement : 94% commercialisable (petit calibre : 1%) Reliquat : 111 U/ha	F13	

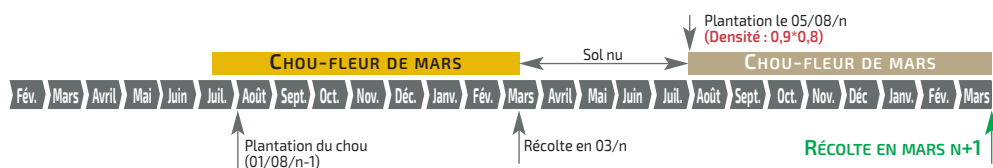
LÉGENDE	
	Technique recommandée
	Technique recommandée sous conditions
	Technique non recommandée
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent riche (type chou)

La solution sans couvert.



ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur de mars	Marleg	0,9*0,9	Planteuse	01/08/n-1	Chou-fleur de mars	Récolte manuelle, destruction des résidus et enfouissement : rotavator	03/n
Chou-fleur	Faoh	0,9*0,8	Planteuse	05/08/n			



Résidus d'une culture de chou-fleur de mars, qui représentent un excellent engrais vert (qu'il est cependant nécessaire de contrôler).

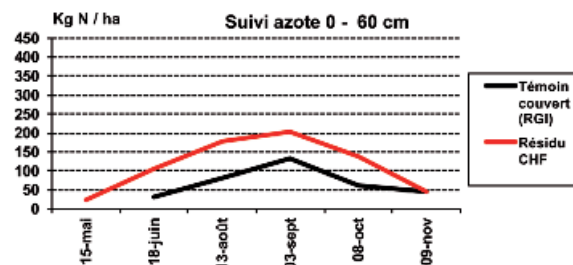
“ Cette technique est intéressante en termes de rendement, mais on observe des reliquats d'entrée d'hiver assez importants* ”

* Entre deux cultures de chou, les meilleurs résultats, en termes de rendement, de qualité de récolte et de reliquat d'entrée d'hiver, sont toujours observés dans les cas où un couvert a été implanté entre les deux. Le couvert doit cependant être choisi avec pertinence comme détaillés en pages suivantes.



RÉSULTAT ATTENDU

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement des résidus d'une culture de chou-fleur est de l'ordre de 200 kg d'N/ha. Le reliquat d'entrée d'hiver est un peu élevé, de l'ordre de 100-150 kg d'N/ha fin octobre/début novembre.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante

% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
23%	57%	9%	81%	90%

Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver, précédé d'un chou-fleur puis d'un sol nu, sont intéressants. 90 % des têtes sont commercialisables dont 81 % en calibre gros ou moyen.



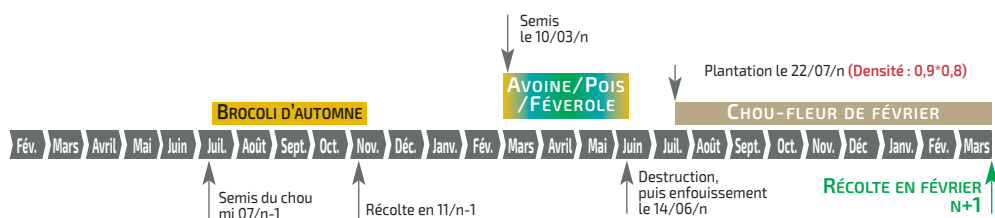
Bilan Cette situation se rencontre, mais ce n'est pas la meilleure. Si elle permet de bons rendements sur la culture suivante (chou-fleur), elle peut aboutir à des reliquats d'entrée d'hiver trop importants. L'idéal, même si la période libre entre 2 choux est courte, est de couvrir le sol entre les deux avec un couvert bien choisi.

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent riche (type chou)



Semis d'un engrais vert après la récolte du chou : le mélange Avoine/Pois/Féverole

ROTATION

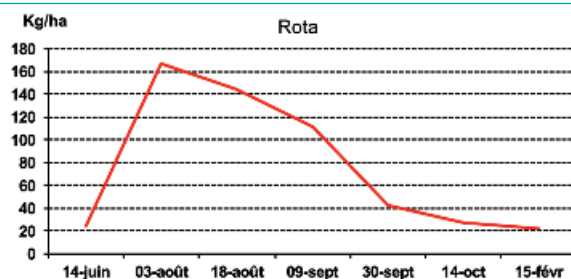


Vue du couvert (mélange Avoine/Pois/Féverole) avant destruction (début du mois de juin)

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats ”



Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du mélange est de 170 kg d'N/ha. Le reliquat d'entrée d'hiver est très faible, de l'ordre de 30 kg d'N/ha.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
Avoine Pois Féverole	Enfoie	66%	23%	0%	90%	90%

Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver fertilisé avec le couvert en mélange Avoine/Pois/Féverole sont intéressants. 90 % des têtes sont commercialisables, toutes en calibre gros ou moyen.

Cette technique est intéressante elle permet de combiner bon rendement et reliquat d'entrée d'hiver satisfaisant. Le fait d'implanter un mélange est sécurisant et augmente les chances de réussite du couvert. En effet, si certaines espèces du mélange ne sont pas adaptées aux conditions de l'année, les autres se développeront de façon plus importante. Le mélange évolue, ce qui permet une meilleure chance de réussite du couvert. Par conséquent, on assure une bonne fertilisation pour la culture suivante, ainsi qu'une bonne couverture du sol pendant la période hivernale.



Bilan

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie

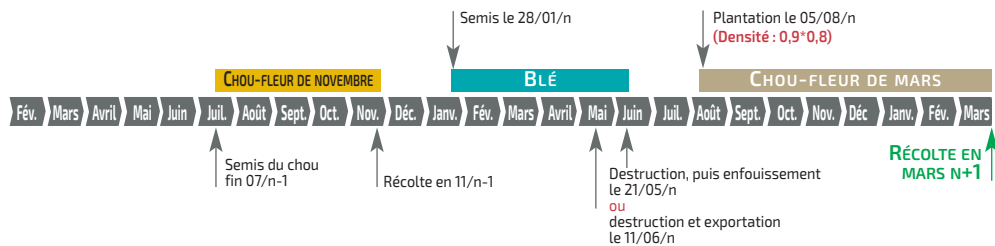
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	6,9 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote fourni par cet engrais vert ont été importants. Le C/N est assez équilibré grâce au mélange graminée/légumineuses.
Azote	148 kg/ha	
P ₂ O ₅	66 kg/ha	
K ₂ O	338 kg/ha	
C/N	20,2	

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent riche (type chou)



Semis d'un engrais vert après la récolte du chou : le couvert de blé, enfoui ou exporté.

ROTATION



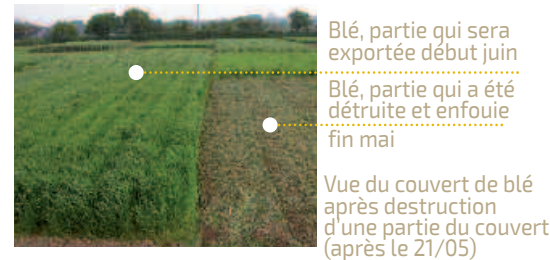
Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur de novembre	-	200 kg/ha	Planteuse	fin 07/n-1	Chou-fleur de novembre	Récolte manuelle, destruction des résidus et enfouissement : rotavator	11/n-1
Blé	Torka	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	28/01/n	Blé	Enfouissement : rotavator	21/05/n
Chou-fleur	Merwen	13890 plts/ha	Planteuse	5/08/n		Exportation : gyrobroyeur (idéal : ensileuse)	11/06/n

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	7,6 t/ha	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote fourni par cet engrais vert a été importante. Le C/N est assez équilibré car le blé est enfoui en vert.
Azote	155 kg/ha	
P ₂ O ₅	96 kg/ha	
K ₂ O	457 kg/ha	
C/N	20,6	



Cette technique est intéressante si le couvert est enfoui. Cependant, il pourrait être judicieux de limiter le reliquat d'entrée d'hiver, par exemple en diminuant la densité de semis du couvert ou en exportant seulement une partie.

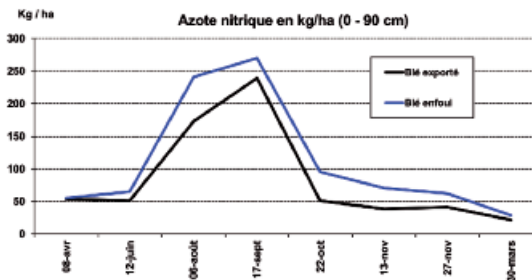


Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats*



* Mais uniquement avec enfouissement du couvert (dans le cas d'une exportation, l'apport n'est pas assez important pour assurer de bons rendements pour la culture de chou suivante).

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du blé est de l'ordre de 270 kg d'N/ha. Dans le cas où l'on exporte la partie aérienne du blé, le pic est légèrement plus faible : 240 kg d'N/ha. Les reliquats d'entrée d'hiver sont acceptables dans les 2 cas : quand la partie aérienne est enfouie, le reliquat d'entrée d'hiver est d'environ 80 kg d'N/ha et quand la partie aérienne est exportée, il est d'environ 40 kg d'N/ha.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
Blé	Exportée	6%	61%	27%	67%	94%
Blé	Enfouie	27%	66%	3%	92%	96%

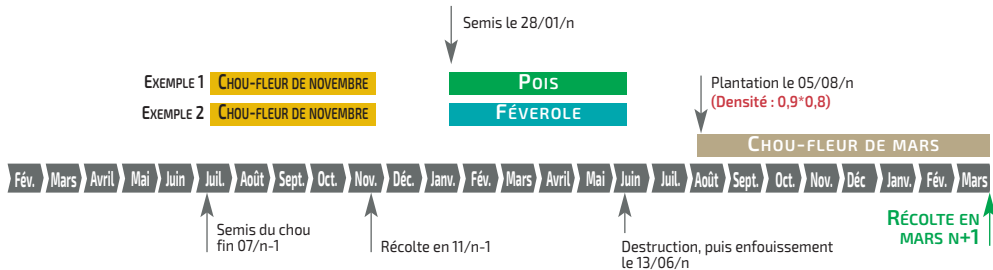
Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver fertilisé par un couvert de blé sont intéressants dans le cas où le couvert est enfoui. 96 % des têtes sont commercialisables dont 92 % en équivalent calibre moyen. Dans le cas où la partie aérienne est exportée, le % commercialisable reste intéressant (94 %), mais on obtient beaucoup plus de tête en petit calibre (27 %).

FERTILISATION D'UN CHOU-FLEUR suite à un précédent riche (type chou)



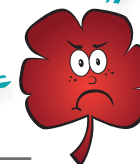
Semis d'un engrais vert après la récolte du chou.
Les couverts en pur et en mélange qui n'ont pas donné de résultat satisfaisant.

ROTATION



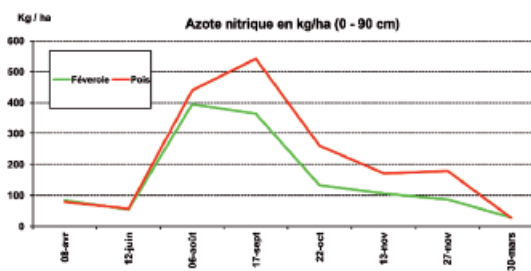
Féverole
Pois
Vue des couverts aux mois de juin, avant destruction

Ces différents couverts en pur ou en mélange ne sont pas recommandés*



* Ils n'ont pas montré de résultat satisfaisant, notamment du point de vue du reliquat d'entrée d'hiver.

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du pois est très important presque 550 kg d'N/ha. Pour la féverole, le pic est également très élevé, mais inférieur : environ 370 kg d'N/ha. Les reliquats d'entrée d'hiver, comme on pouvait s'y attendre, sont très élevés. Pour le pois, il est de 231 kg d'N/ha le 22/10. Pour la féverole, il est légèrement inférieur, de 112 kg d'N/ha à la même date. Ces valeurs restent cependant beaucoup trop fortes. Les 2 méthodes ne peuvent donc pas être utilisées telles quelles.

Rendement de la culture de chou-fleur suivante (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	% Gros	% Moyen	% Petit	% Équivalent moyen	% Com.
Pois	Enfouie	70%	25%	1%	94%	95%
Féverole	Enfouie	56%	37%	1%	93%	94%

Les rendements obtenus sur un chou-fleur d'hiver fertilisé par des couverts pois ou féverole, sont intéressants. Dans les deux cas, on obtient peu de petits calibres et jusqu'à 94 % de têtes commercialisables.



Bilan

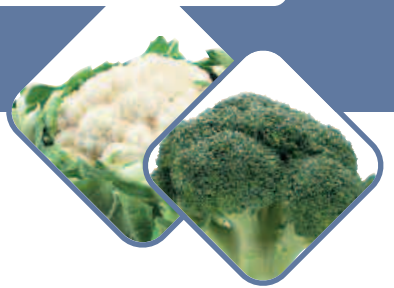
Avec ces deux engrais verts, les rendements de la culture de chou-fleur sont intéressants. Cependant, ces 2 techniques ne peuvent être utilisées telles quelles, à cause des reliquats d'entrée d'hiver trop importants. Dans les deux cas, on peut envisager d'utiliser cette méthode en jouant sur la densité de semis ou la quantité de couvert enfoui.

Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur de novembre	-	200 kg/ha	Planteuse	fin 07/n-1	Chou-fleur de novembre	Récolte manuelle, destruction des résidus et enfouissement : rotavator	11/n-1
Pois	Picar	200 kg/ha	Semis à haricot Mono air	28/01/n	Pois	Destruction et enfouissement : rotavator	13/06/n
Féverole	Divine	200 kg/ha	Semis à haricot Mono air	28/01/n	Féverole	Destruction et enfouissement : rotavator	13/06/n
Chou-fleur	Merwen	13890 plts/ha	Planteuse	5/08/n			

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare Pois	Apports à l'hectare Féverole
Matière sèche	5,4 t/ha	6,6 T/ha
Azote	175 kg/ha	195 kg/ha
P ₂ O ₅	77 kg/ha	78 kg/ha
K ₂ O	332 kg/ha	280 kg/ha
C/N	13,1	14,8

FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (chou-fleur ou brocoli)



Objectif (s) :

- Fertilisation
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver

Situation :
Précédent riche

Sol nu		1	Rendement : 11,2 t/ha (90% récolté, poids moyen d'une tête : 467 g) Reliquat > 91 U/ha	F14
Pois, féverole		2	Rendement : Brocoli : 11,2 t/ha (90% récolté, poids moyen d'une tête : 467 g) Chou-fleur : 95% commercialisable (petit calibre : 0%) Reliquat : compris entre 65 et 91 U/ha	F15
Avoine, pois, féverole		1	Rendement : 11,0 t/ha (88% récolté, poids moyen d'une tête : 468 g) Reliquat > 91 U/ha	F15

Avoine	Enfouie		1	Rendement : 10,5 t/ha (90% récolté, poids moyen d'une tête : 440 g) Reliquat > 40 U/ha	F16
	Exportée		1	Rendement : 9,7 t/ha (89% récolté, poids moyen d'une tête : 411 g) Reliquat > 28 U/ha	F16

Situation :
Précédent pauvre

Pois, féverole		1	Rendement : chou-fleur : 95% commercialisable (petit calibre : 0%) Reliquat > 91 U/ha	F17
Avoine, pois, féverole		1	Rendement : Brocoli : 12,9 t/ha (93% récolté, poids moyen d'une tête : 518 g) Chou-fleur : 95% commercialisable (petit calibre : de 2%) Reliquat : compris entre 24 et 38 U/ha – Attention à la réglementation	F17

Avoine	Enfouie		1	Rendement : 9,8 t/ha (94% récolté, poids moyen d'une tête : 400 g) Chou-fleur : 95% commercialisable (petit calibre : de 13%) Reliquat : 22 à 43 U/ha	F18
	Exportée		2	Rendement : 9,7 t/ha (92% récolté, poids moyen d'une tête : 385 g) Chou-fleur : 95% commercialisable (petit calibre : de 21%) Reliquat : 25 à 38 U/ha	F18

LÉGENDE

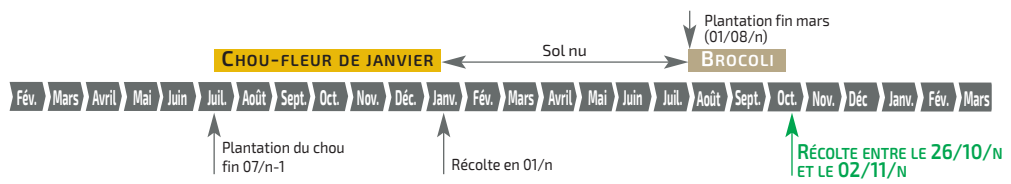
	Technique recommandée
	Technique recommandée sous conditions
	Technique non recommandée
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus



FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (chou-fleur ou brocoli) suite à un précédent riche

La solution sans couvert

ROTATION



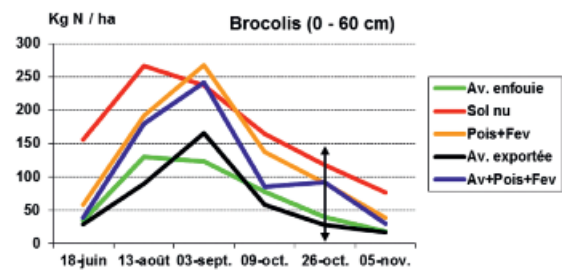
Vue des résidus d'une culture de chou-fleur d'automne, faisant office d'engrais vert.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* en termes de rendement de qualité et de production. Par contre, la technique peut aboutir à des reliquats trop élevés. Le fait d'insérer une couverture avant la culture de brocoli permet d'améliorer cette situation.

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



On s'intéresse en particulier à la courbe rouge qui présente l'évolution de l'azote nitrique dans le sol dans une situation où le sol reste nu entre un chou-fleur d'hiver et un brocoli d'automne. Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement des résidus du chou s'élève à hauteur de 250 kg d'N/ha au mois de juillet. À noter que le reliquat d'entrée d'hiver est un peu élevé dans cette situation et que le fait d'implanter un couvert entre les deux cultures permet, quel que soit le couvert, d'améliorer ce reliquat d'entrer d'hiver.

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	% tête commercialisable	Poids moyen des têtes	Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), avec un précédent chou-fleur et aucun couvert implanté entre les deux cultures sont satisfaisants.
Sol nu (résidu de la culture de chou-fleur)	Enfouie	11,9 t/ha	91%	488 g	

24

Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur	-	13 890 plants/ha	Planteuse	Fin 07/n-1	Chou-fleur	Récolte manuelle puis destruction : rotavator	01/n
Brocoli	Marathon	26 700 plants/ha	Planteuse	01/08/n			

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie	
Apports à l'hectare (unité) pois/féverole	
Matière sèche	Pas d'apport car pas d'enfouissement de biomasse
Azote	
P ₂ O ₅	
K ₂ O	
C/N	



Bilan

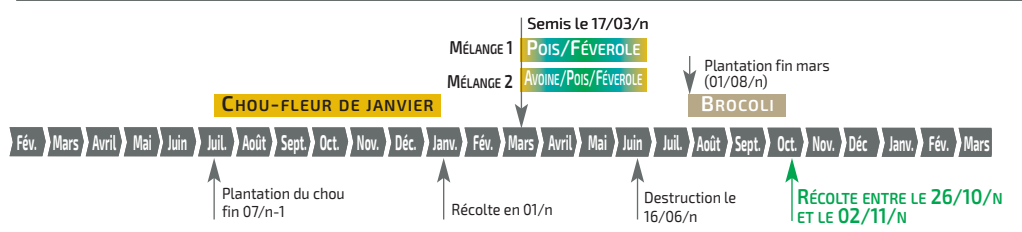
Une des situations que l'on rencontre fréquemment est celle-ci : on n'implante pas de couvert entre un chou-fleur d'automne ou d'hiver et une culture de brocoli. Cette situation est globalement plutôt satisfaisante. Cependant, les reliquats d'entrée d'hiver dans cette situation peuvent être élevés. Il est préférable d'implanter un couvert entre ces deux cultures. Bien choisi, il permet de réduire le reliquat d'entrée d'hiver tout en maintenant un bon rendement de la culture suivante.



FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (chou-fleur ou brocoli) suite à un précédent riche

Implantation d'un mélange pois/féverole ou avoine/pois/féverole

ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur	-	13 890 plants/ha	Planteuse	Fin 07/n-1	Chou-fleur	Récolte manuelle puis destruction : rotavator	01/n
Mélange 1 : - Pois - Féverole	Picar Divine	100 kg/ha 100 kg/ha	Semoir à haricot Mono air (selon taille graine)	17/03/n	Mélange 1	Destruction et enfouissement : rotavator	16/06/n
Mélange 2 : - Avoine - Pois - Féverole	Fervente Picar Divine	60 kg/ha 67 kg/ha 67 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo et semoir à haricot Mono air (selon taille graine)	17/03/n	Mélange 2	Destruction et enfouissement : rotavator	16/06/n
Brocoli	Marathon	26 700 plants/ha	Planteuse	01/08/n			

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare (unité) pois/féverole	Apports à l'hectare (unité) avoine/pois/féverole
Matière sèche	6,1 t/ha	6,2 t/ha
Azote	219 kg/ha	185 kg/ha
P ₂ O ₅	67 kg/ha	59 kg/ha
K ₂ O	325 kg/ha	356 kg/ha
C/N	12,1	14,6

La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par ces 2 engrais verts sont relativement élevés (lié à un fort développement de la biomasse).



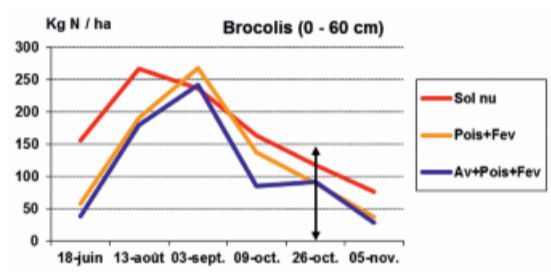
Vue du couvert avoine/pois/féverole

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* en termes de rendement, de qualité et de production. Par contre, la technique peut aboutir à des reliquats légèrement trop élevés, des ajustements doivent donc être faits.

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du mélange Pois/féverole s'élève à hauteur de 250 kg d'N/ha au mois d'avril. Pour le mélange Avoine/Pois/féverole, on observe un pic à peine plus important, (la courbe suit globalement la même tendance). À noter que le reliquat d'entrée d'hiver reste un peu élevé quel que soit le mélange (environ 90 kg d'N/ha), mais que la situation est meilleure si le sol est couvert entre les deux cultures en comparaison d'une situation où le sol reste nu.

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	% tête commercialisable	Poids moyen des têtes	
Pois/Féverole	Enfouie	11,2 t/ha	90%	467 g	Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), fertilisée par un couvert en mélange de type Pois/Féverole OU Avoine/Pois/Féverole, sont intéressants
Avoine/Pois/Féverole	Enfouie	11,0 t/ha	88%	468 g	



Couvrir le sol d'un couvert entre les deux cultures (chou-fleur/brocoli) a amélioré le reliquat d'entrée d'hiver par rapport à une situation de sol nu. Les rendements sont équivalents entre la situation avec couvert et sans couvert.

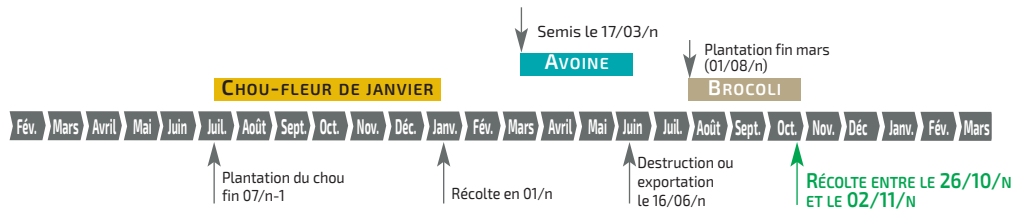


FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (chou-fleur ou brocoli)

suite à un précédent riche

Implantation d'une avoine

ROTATION



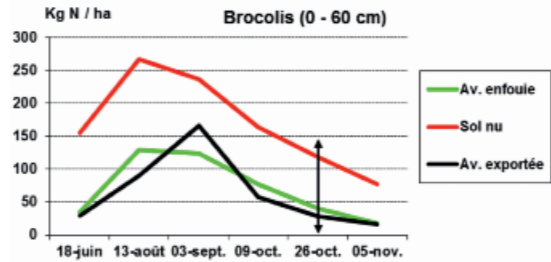
Vue du couvert d'avoine

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

* en termes de rendement, de qualité de production et de reliquat d'entrée d'hiver. Cette technique peut être appliquée avec ou sans enfouissement du couvert (on observera cependant une légère baisse de rendement dans le cas d'une exportation).



Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du couvert d'avoine s'élève à hauteur de 140 kg d'N/ha au mois d'août/septembre. Dans le cas où la biomasse n'est pas enfouie, mais exportée, on observe un profil légèrement différent avec un pic de minéralisation plus franc d'environ 160 kg d'N/ha. La présence du couvert d'avoine permet donc dans les deux cas de limiter la minéralisation liée à l'enfouissement des résidus de la culture de chou précédente. Cet effet est accentué par un enfouissement du couvert. Cela permet une très bonne gestion du reliquat d'entrée d'hiver.

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement (T/ha)	% tête commercialisable	Poids moyen des têtes (g)
Avoine	Enfouie	10,5	90%	440
Avoine	Exportée	9,7	89%	411

Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), fertilisée par un couvert d'avoine sont satisfaisants. À noter qu'il est possible d'exporter la partie aérienne de la céréale sans impact majeur sur le rendement. Cette production peut donc avoir une autre utilité (fertilisation d'une autre parcelle, apport biomasse sur une autre parcelle, ...).

26

RÉSULTAT ATTENDU

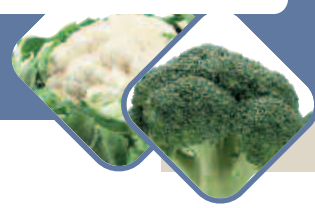
Apport par la biomasse enfouie

	Apports à l'hectare (unité) avoine
Matière sèche	7,1 t/ha
Azote	148 kg/ha
P ₂ O ₅	57 kg/ha
K ₂ O	386 kg/ha
C/N	21,3

La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par cet engrais vert est relativement élevée, mais l'apport est moins important que dans le cas d'une légumineuse ou mélange de légumineuse/graminée (lié à un fort développement de la biomasse et à un C/N pas trop élevé).



Le couvert d'avoine entre la culture du chou-fleur et la culture du brocoli donne des résultats très intéressants du point de vue du reliquat d'hiver et du rendement. Celui-ci est légèrement réduit en cas d'exportation de la partie aérienne du couvert mais cela permet d'avoir un usage supplémentaire du couvert (paillage, fourrage...).



FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (chou-fleur ou brocoli)

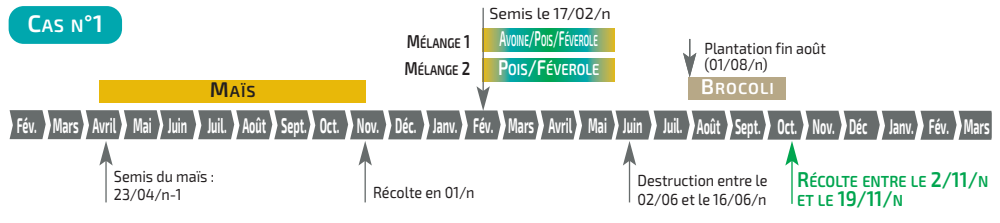
suite à un précédent pauvre (type céréale)



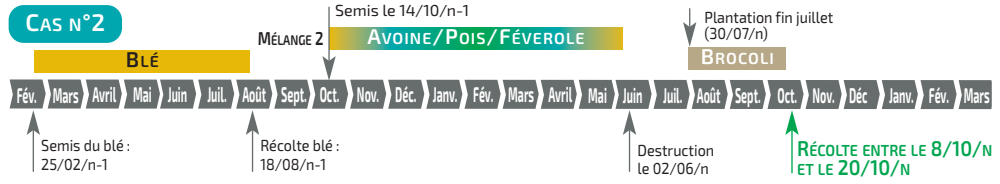
Implantation d'un mélange pois/féverole ou avoine/pois/féverole

ROTATION

CAS N°1



CAS N°2



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Maïs ou blé	- Cadanza	120 000 U/ha 200 kg/ha	Semoir à haricot Mono air Semoir à céréale gaspardo	23/04/n-1 25/02/n-1	Maïs	Batteuse	19/11/n-1
Mélange 1 : - Pois - Féverole	Picar Divine	100 kg/ha 100 kg/ha	Semoir à haricot Mono air	17/02/n	Blé	Batteuse	18/08/n-1
Mélange 2 : - Avoine - Pois - Féverole	Fervente, Evergreen* Picar Divine	De 25*, 90 ou 135 kg/ha De 25 à 50 kg/ha* De 25 à 50 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo et semoir à haricot Mono air (selon taille graine)	Cas 1 17/02/n-1 Cas 2 14/10/n	Mélange 1	Destruction et enfouissement : rotavator	15/06/n
Chou-fleur nov. ou brocoli	Anique Steel	13900 plts/ha 26700 plts/ha	Planteuse	22/07/n 30/07/n	Mélange 2	Destruction et enfouissement : rotavator	Cas 1 15/06/n-1 Cas 2 : 02/06 ou 15/06/n

*Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuse max dans les mélanges hivernaux * Avoine brésilienne

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie

	Apports Pois/Féverole	Apports Av./P/Fév. (73/13,5/13,5%)	Apports Av./P/Fév. (47/26,5/26,5%)	Apports Av./P/Fév. (47/26,5/26,5%)	
		Avoine classique	Avoine classique	Avoine Brésilienne	
Matière sèche	6,9 t/ha	8,4 t/ha	8,7 t/ha	6,5 kg/ha	
Azote	246 kg/ha	196 kg/ha	218 kg/ha	207 kg/ha	
P ₂ O ₅	86 kg/ha	74 kg/ha	87 kg/ha	69 kg/ha	
K ₂ O	308 kg/ha	361 kg/ha	395 kg/ha	258 kg/ha	
C/N	12,3	18,5	16,9	13,8	

La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par ces couverts sont relativement élevés. Les apports en N, P, K sont d'autant plus importants que la biomasse produite est importante. Le pourcentage d'avoine dans le mélange fait également évoluer les apports des différents couverts notamment à cause de l'augmentation du rapport C/N. Plus ce pourcentage est élevé et plus l'apport N est diminué.



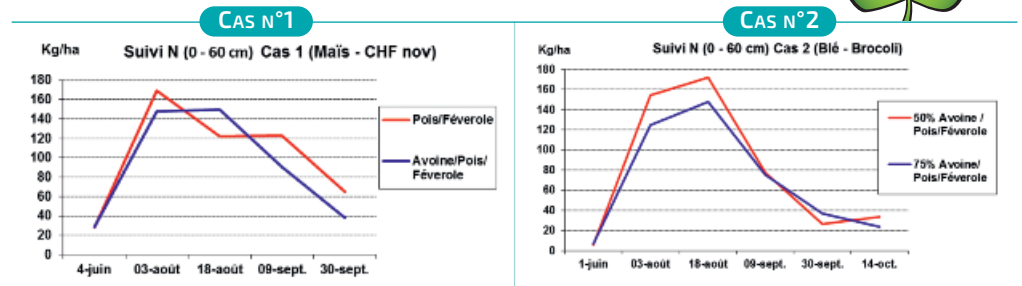
Bilan Au vu des résultats, il semble largement possible d'adapter le pourcentage d'avoine dans le mélange ou la date de semis afin de rendre la méthode totalement possible en Bretagne. Le mélange Avoine/Pois/Féverole du cas 2 peut être adapté, soit du point de vue du pourcentage, soit du point de vue de la date de semis, de façon à ce qu'il y ait moins de 20% de légumineuse dans le mélange s'il est implanté en fin d'année, avant la période de lessivage ou que le mélange soit implanté en début d'année suivante. Cette méthode est donc intéressante pour réduire le reliquat d'entrée d'hiver. Les rendements sont intéressants pour les cultures de brocoli et de chou-fleur suivants.

* en termes de rendement, de qualité de production et de reliquat d'entrée d'hiver (dans certains cas). A noter que cette pratique n'est pas autorisée partout (attention à la réglementation!).

Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats*



Évolution de l'azote nitrique dans le sol



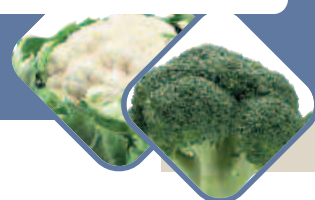
Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement d'un couvert Pois/Féverole ou d'un couvert avec un pourcentage suffisant (ici 50%) de ce mélange, atteint quasiment les 180 kg d'N/ha au mois d'août/septembre. Dans le cas où le mélange est plus riche en Avoine (dès le semis ou suite au développement du mélange), le pic est légèrement inférieur, de l'ordre de 150 kg d'N/ha. Cela peut également permettre d'améliorer le reliquat d'entrée d'hiver. Dans tous les cas, l'ensemble de ces méthodes a permis d'obtenir un reliquat d'entrée d'hiver satisfaisant.

Rendement de la culture (fertilisée par l'engrais vert)

BROCOLI				
Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement (T/ha)	% com.	Poids moyen d'une tête (g)
Av./P./Fév. (73/13,5/13,5%)	Enfouie	12,8	93%	513
Av./P./Fév. (47/26,5/26,5%)	Enfouie	12,9	93%	522

CHOU-FLEUR						
Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	% gros	% moyen	% petit	%équivalent moyen	% com
Pois/Féverole	Enfouie	50%	45%	0%	95%	95%
Av./P./Fév. (20/40/40%)	Enfouie	46%	47%	2%	93%	95%

Les rendements obtenus sur une culture de brocoli d'automne ou un chou-fleur d'automne, fertilisée par un couvert en mélange Pois/féverole ou Avoine/Pois/Féverole sont satisfaisants



FERTILISATION D'UNE CRUCIFÈRE D'AUTOMNE (type céréale)

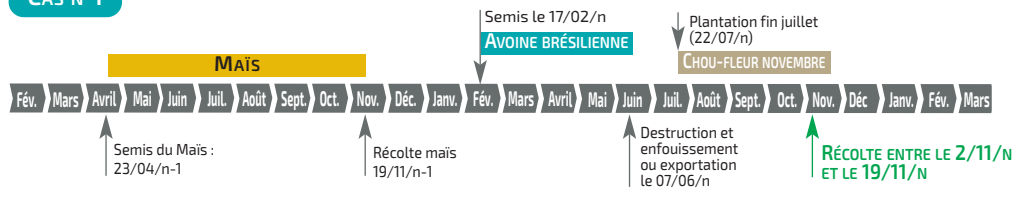
suite à un précédent pauvre

Fiche 18

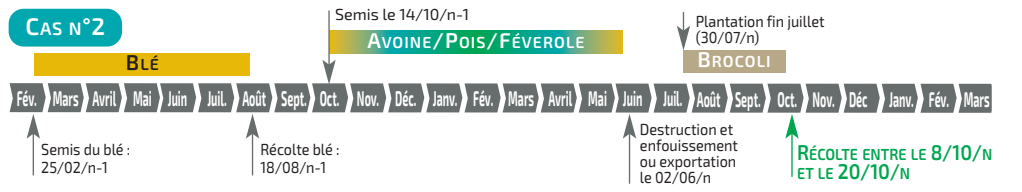
Implantation d'une avoine d'hiver ou avoine brésilienne

ROTATION

CAS N°1



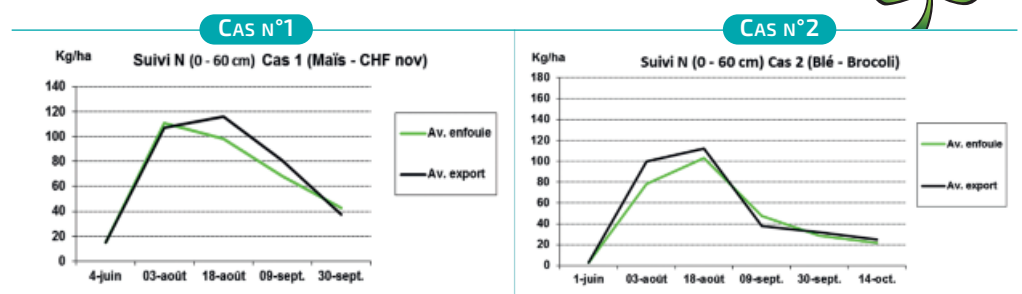
CAS N°2



* en termes de rendement, de qualité de production et de reliquat d'entrée d'hiver.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



L'évolution de l'azote nitrique dans le sol suite à l'enfouissement ou l'exportation d'un couvert d'avoine ou d'avoine brésilienne suit globalement la même tendance. Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement des couverts s'élève entre 100 et 120 kg d'N/ha. Le reliquat d'entrée d'hiver est satisfaisant dans tous les cas.

Rendement de la culture (fertilisée par l'engrais vert)

BROCOLI				
Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement (T/ha)	% com.	Poids moyen d'une tête (g)
Avoine	Enfoiue	9,8	94%	400
Avoine	Enfoiue	9,7	92%	385

CHOU-FLEUR						
Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	% gros	% moyen	% petit	%équivalent moyen	% com
Avoine brésilienne	Enfoiue	16%	66%	13%	82%	95%
Avoine brésilienne	Exportée	11%	61%	21%	72%	92%

Les rendements obtenus sur une culture de brocoli d'automne ou un chou-fleur d'automne, fertilisée par un couvert d'avoine ou d'avoine du Brésil sont satisfaisants. Cependant, on observe de meilleurs résultats si le couvert est enfoui et non exporté, notamment dans le cas de l'avoine brésilienne.

Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Mais ou blé	- Cadenza	120 000 U/ha 200 kg/ha	Semoir à haricot Mono air Semoir à céréale gaspardo	23/04/n-1 25/02/n-1	Mais	Batteuse	19/11/n-1
Avoine Avoine brésilienne	Fervente Evergreen	180 kg/ha 50 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Cas 1 17/02/n-1 Cas 2 14/10/n	Blé	Batteuse	18/08/n-1
Chou-fleur nov. ou brocoli	Anique Steel	13900 plts/ha 26700 plts/ha	Planteuse	22/07/n 30/07/n	Avoine Avoine brésilienne	Destruction et enfouissement : rotavator ou exportation (sur la station, un gyrobroyeur est utilisé, une ensileuse serait l'idéale)	Cas 1 07/06/n Cas 2 02/06/n

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Apports à l'hectare
	Avoine	Avoine Brésilienne
Matière sèche	5,2 t/ha	2,3 t/ha
Azote	47 kg/ha	32 kg/ha
P ₂ O ₅	30 kg/ha	18 kg/ha
K ₂ O	113 kg/ha	64 kg/ha
C/N	46,8	31,9

La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par ces couverts sont moins élevés que dans le cas des mélanges précédemment vus. Les apports en N, P, K sont d'autant moins importants que la biomasse produite est plus faible et qu'il y a n'y a pas d'implantation de légumineuse (apport de base peu élevé et C/N important).



Ces couverts sont intéressants et aboutissent à de bons résultats autant sur le plan des reliquats d'entrée d'hiver que pour les rendements de la culture suivante (brocoli ou chou-fleur).



FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI

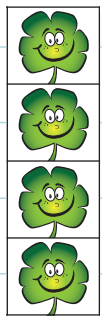
(culture de printemps)

Objectif(s) :

- Fertilisation
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver

Situation : Précédent pauvre

- Trèfle blanc
- Vesce velue
- Vesce commune
- Pois, vesce, féverole



1	Rendement : 9,7 t/ha (+20%/Témoins sans engrais vert) Reliquat > 45 U/ha	F19
1	Rendement : 9,9 t/ha (+18%/Témoins sans engrais vert) Reliquat > 44 U/ha	F20
1	Rendement : 9,34 t/ha Reliquat > 92 U/ha	F20
1	Rendement : 9,1 t/ha (+17%/Témoin sans engrais vert) Reliquat > 46 U/ha	F21

Avoine

Sans ferti		1	Rendement : 8,15 t/ha Reliquat > 85 U/ha	F22
Avec ferti		1	Rendement : 10,36 t/ha Reliquat > 121 U/ha	F22

Situation : Précédent riche type chou-fleur



1	Rendement : 10,5 t/ha Reliquat > 136 U/ha	F23
---	--	-----

LÉGENDE

	Technique recommandée
	Technique recommandée sous conditions
	Technique non recommandée
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus



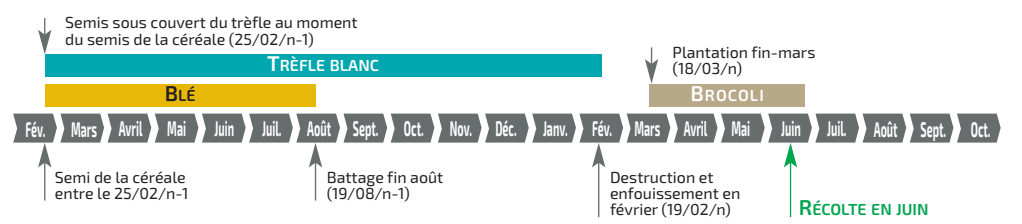
FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI (culture de printemps)

suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis sous couvert de trèfle dans le précédent.

ROTATION



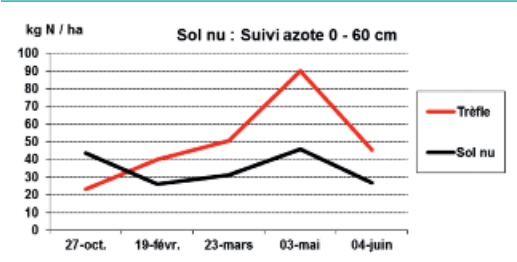
Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Blé	Batteuse	19/08/n-1
Trèfle blanc	Haïfa	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Trèfle blanc	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Brocoli	Marcus	26 700 plants/ha	Planteuse	18/03/n			

Résultat attendu



* En termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver.

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du trèfle s'élève à hauteur de 90 kg d'N/ha. Le reliquat mi-juin est d'environ 50 kg d'N/ha.

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu	Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), fertilisée par le couvert de trèfle, sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où on a un sol nu après le précédent, est d'un tiers supérieur environ.
Féverole	Enfouie	9,7 t/ha	+37%	



Vue du couvert de trèfle blanc avant destruction



Cette technique est intéressante, elle a montré un bon résultat en termes de rendements par rapport à une situation en sol nu avant la culture de brocoli.



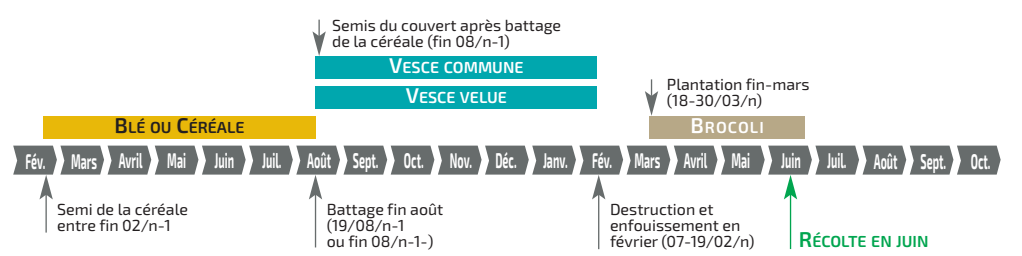
FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI (culture de printemps)

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Fiche 20

Semis d'une vesce (velue, commune) suite au battage de la céréale

ROTATION

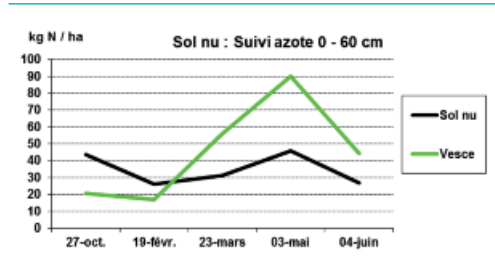


Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Blé	Batteuse	19/08/n-1
Vesce velue	Latigo	40 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo	25/08/n-1	Vesce velue	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Vesce commune	Polka	40 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo	Fin 08/n-1	Vesce commune		07/02/n
Brocoli	Marcus, Chevalier	26 700 plants/ha	Planteuse	18-30/03/n			

*Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuse max dans les mélanges hivernaux

Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce velue s'élève à hauteur de 90 kg d'N/ha. Le reliquat mi-juin est inférieur à 50 kg d'N/ha.

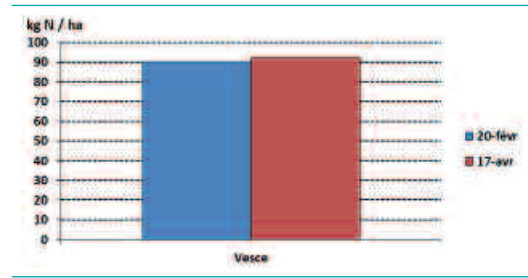


Vue de la culture de brocoli suivant l'enfouissement des couverts de vesces.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

* en termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. Cependant, il est à noter que le développement de la vesce peut être peu important. ATTENTION : à noter que cette pratique n'est pas autorisée partout (attention la réglementation !)

Évolution de l'azote nitrique dans le sol (suite)



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce commune s'élève à hauteur de 90 kg d'N/ha au mois d'avril.

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu	Notes
Féverole	Enfoie	9,9 t/ha	+40%	Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), fertilisée par le couvert de vesce velue, sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où on a un sol nu après le précédent, est presque de 2 fois supérieur.
Féverole	Enfoie	9,3 t/ha	-	



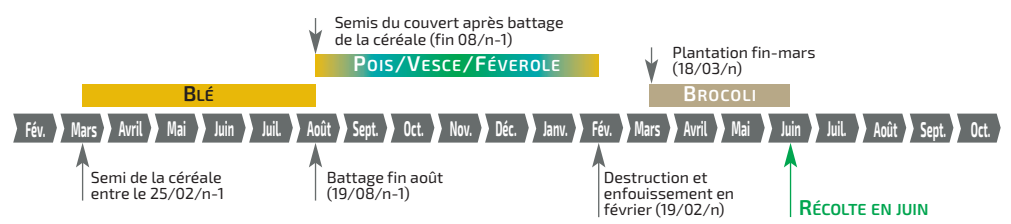
Bilan Cette technique est intéressante. Le choix de la variété de vesce est important pour assurer un bon développement du couvert et donc de bons résultats en termes de fertilisation et donc de rendements pour la culture suivante. Les rendements de la culture de brocoli obtenus suite à un couvert de vesce commune sont satisfaisants malgré un faible développement de la vesce cette année-là.



FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI (culture de printemps) suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis d'un mélange (pois, vesce, féverole) suite au battage de la céréale

ROTATION



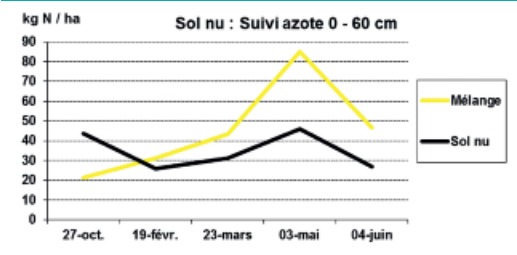
“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

* en termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. ATTENTION : à noter que cette pratique n'est pas autorisée partout (attention la réglementation !)



Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce s'élève à hauteur de 85 kg d'N/ha au mois de mai.

Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Blé	Batteuse	19/08/n-1
Mélange : - Pois - Vesce - Féverole	Picar Latigo Divine	67 kg/ha* 13 kg/ha* 67 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo et semoir à haricot Mono air (selon taille graine)	25/08/n-1	Mélange	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Brocoli	Marcus	26 700 plants/ha	Planteuse	18/03/n			

*Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuse max dans les mélanges hivernaux

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu	Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), fertilisée par le couvert « mélange » (Pois/Vesce/Féverole), sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où on a un sol nu après le précédent, est supérieur d'environ un tiers.
Féverole	Enfoiie	9,1 t/ha	+33%	



Vue du couvert Pois/Vesce/Féverole avant destruction, aux alentours de mi-fin février.



Cette technique est recommandée car elle propose des résultats intéressants d'un point de vue de la biomasse produite, de la fertilisation et des rendements de la culture de l'échalote suivante. Le fait d'implanter un mélange est sécurisant et augmente les chances de réussite du couvert. En effet, si certaines espèces du mélange ne sont pas adaptées aux conditions de l'année, d'autres, potentiellement plus adaptées, se développeront de façon plus importante. Le mélange évolue ce qui permet une meilleure chance de réussite du couvert. Par conséquent, on assure une bonne fertilisation pour la culture suivante, ainsi qu'une bonne couverture du sol pendant la période hivernale.

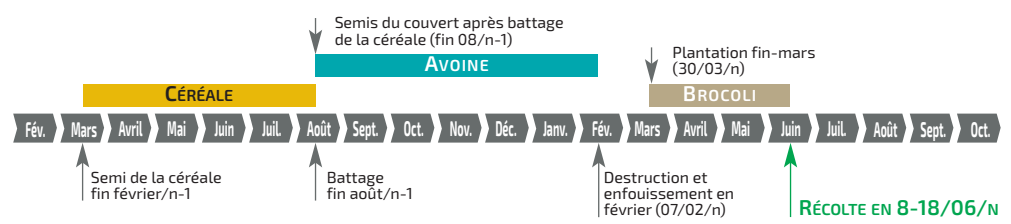


FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI (culture de printemps)

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis d'un couvert avoine suite au battage de la céréale associé ou non à une fertilisation

ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	-	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	02/n-1	Céréale	Batteuse	08/n-1
Avoine	Fervente	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Fin 08/n-1	Avoine	Destruction et enfouissement : rotavator	07/02/n
Brocoli	Chevalier	26 700 plants/ha	Planteuse	30/03/n			



Vue du couvert d'avoine avant sa destruction

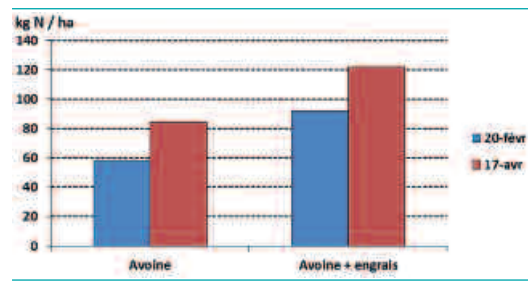
“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* en termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver, **mais uniquement avec une fertilisation adaptée**. Cette technique peut être intéressante dans le cas où il y a des ressources azotées à exploiter sur l'exploitation.

Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de l'avoine, dans la modalité fertilisée atteint les 120 Kg d'N/ha. Dans la modalité sans fertilisation, on atteint seulement 80 Kg d'N/ha.

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Fertilisation	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement (T/ha)
Avoine	Oui	Enfouie	10,4
Avoine	Non	Enfouie	8,15

Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), fertilisée par le couvert Avoine, sont intéressants, uniquement associé à une fertilisation pertinente. Cette technique peut être intéressante dans le cas où il y aurait des ressources à exploiter sur une exploitation (effluents d'élevage...).



Cette technique peut être intéressante dans le cas où il y aurait des ressources à exploiter sur une exploitation (effluents d'élevage...). À noter que, sans fertilisation, l'engrais vert seul n'apporte pas les éléments nécessaires pour obtenir un rendement satisfaisant pour une culture de brocoli.



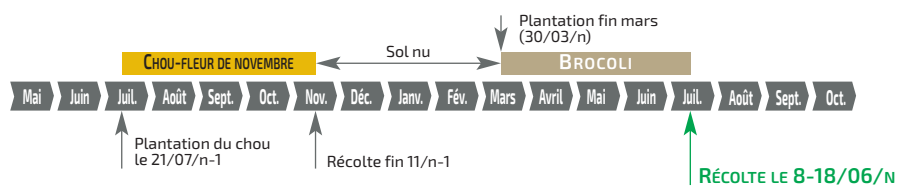
FERTILISATION D'UNE CULTURE DE BROCOLI (culture de printemps)

suite à un précédent riche (type chou)



La solution sans couvert

» ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur	Anique	13 890 plants/ha	Planteuse	21/07/n-1	Chou-fleur	Récolte manuelle puis destruction au rotavator	Fin 11/n-1
Brocoli	Chevalier	26 700 plants/ha	Planteuse	30/03/n			



Vue des résidus d'une culture de chou-fleur d'automne, faisant office d'engrais vert.

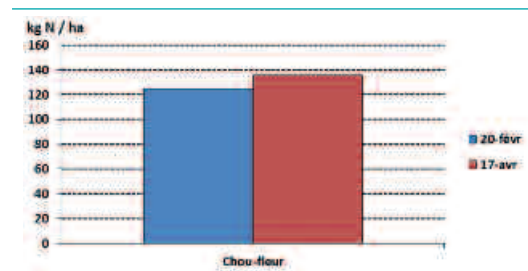
» Résultat attendu

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* en termes de rendement de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver.

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement des résidus de la culture de chou-fleur précédente s'élève à hauteur de 140 kg d'N/ha au mois d'avril.

Rendement de la culture de brocoli (fertilisée par l'engrais vert)

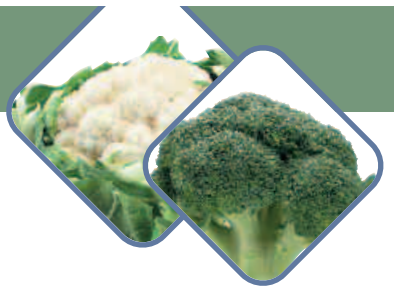
Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	
Résidu culture de chou-fleur	Enfouie	10,5 t/ha	Les rendements obtenus sur une culture de brocoli (culture de printemps), fertilisée par le couvert "mélange" (Pois/Vesce/Féverole), sont intéressants.



Parfois, la solution la plus simple est la meilleure. Le chou-fleur est un précédent riche et ses résidus permettent la fertilisation de la culture suivante (ici le brocoli) et d'assurer un rendement et une qualité de production satisfaisante.

FERTILISATION DE DEUX CULTURES Avec un seul engrais

(brocoli et chou-fleur d'hiver)



Objectif (s) :

- Fertilisation de deux cultures (brocoli de printemps et chou-fleur d'hiver) avec un seul engrais vert
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver

Situation :
Précédent pauvre
Semis sous couvert

Trèfle blanc Semé sous couvert de la céréale		2	Rendement : Brocoli : 10,10 t/ha (88% récolté, poids moyen d'une tête : 413 g) ; Chou-fleur : + de 93% commercialisable (petit calibre : de 0 à 13%) Reliquat > 68 U/ha	F24
--	--	---	---	-----

Situation :
Précédent pauvre
Semis après
récolte céréale

Avoine		1	Rendement : Brocoli : 4,7 t/ha (65% récolté, poids moyen d'une tête : 261 g) Chou-fleur : + de 95% commercialisable (petit calibre : de 20%) Reliquat : 19 U/ha	F25
Avoine 70% / Vesce 30%		1	Rendement : Brocoli : 8,1 t/ha (91% récolté, poids moyen d'une tête : 320 g) Chou-fleur : + de 96% commercialisable (petit calibre : de 18%) Reliquat : 8 U/ha – Attention à la réglementation	F25
Avoine 30% / Vesce 70%		1	Rendement : Brocoli : 7 t/ha (79% récolté, poids moyen d'une tête : 316 g) Chou-fleur : + de 94% commercialisable (petit calibre : de 18%) Reliquat : 13 U/ha – Attention à la réglementation	F25
Vesce		1	Rendement : Brocoli : 12,3 t/ha (97% récolté, poids moyen d'une tête : 460 g) Chou-fleur : + de 91% commercialisable (petit calibre : de 10,5%) Reliquat : 8 U/ha – Attention à la réglementation	F25

LÉGENDE	
	Technique recommandée
	Technique recommandée sous conditions
	Technique non recommandée
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus

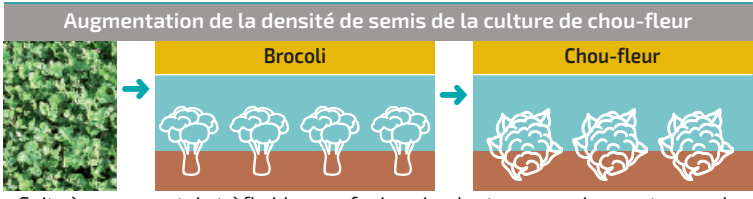
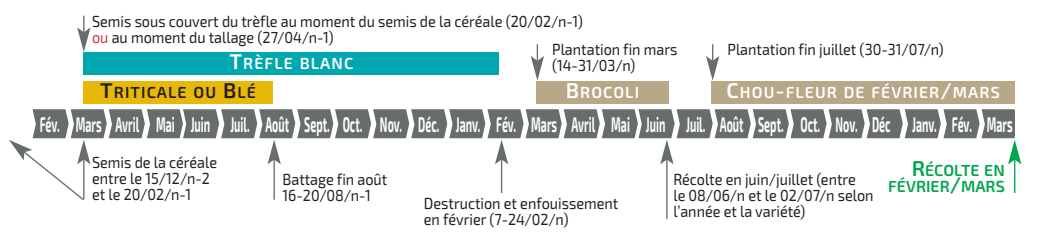
BROCOLI DE PRINTEMPS ET CHOU-FLEUR D'HIVER

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis sous couvert de trèfle dans le précédent



ROTATION



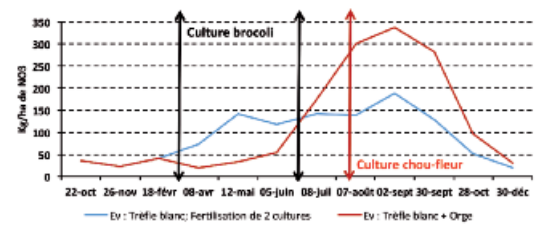
Suite à un couvert de trèfle blanc enfoui, on implante successivement une culture de brocoli de printemps, puis une culture de chou-fleur. Comme précédemment, l'idée est de contrôler le reliquat d'entrée d'hiver en augmentant les besoins des cultures.

“ Cette technique est recommandée. ”

36

Semis / Plantation				Destruction			
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Triticale Blé	Bienvenu Renan	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	20/02/n-1 16/12/n-2	Triticale, blé	Batteuse	16-20/08/n-1
Trèfle blanc	Haïfa, Merwi	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Au semis de la céréale (20/02/n-1) ou au tallage 27/04/n-1)	Trèfle blanc	Destruction et enfouissement : rotavator	07-24/02/n
Brocoli	Chevalier, Steel	0,75*0,5	Planteuse	14-31/03/n	Brocoli	Manuelle, destruction et enfouissement : rotavator	Entre le 8/06/n et le 02/07/n
Chou-fleur	Fréhel, Marcan	0,9*0,9	Planteuse	30-31/07/n			

Taux d'azote nitrique dans le sol en entrée d'hiver



Les reliquats d'entrée d'hiver sont par conséquent en général très élevés (150-200 kg/ha). Le fait d'implanter par la suite 2 cultures à fertiliser permet d'augmenter et d'étaler le besoin en N tout au long de l'année et permet de bien réduire le reliquat d'entrée d'hiver, tout en maintenant un bon rendement. Avec cette méthode le pic de minéralisation n'excède pas les 200 kg d'N/ha contre 350 kg et les reliquats d'entrée d'hiver sont acceptables (50 kg d'N/ha contre 100 kg).

Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement d'un trèfle blanc ou hybride est important et peut aller de 200 à 400 kg/ha.

RÉSULTAT ATTENDU

Apport par la biomasse enfouie		
	Apports à l'hectare	Combien
Matière sèche	< 1,9 t/ha*	La production de biomasse ainsi que l'apport en azote fourni par cet engrais vert sont relativement faibles car, par nécessité, on a détruit et enfoui le couvert tôt. Les apports sont d'autant moins importants que la biomasse enfouie est peu importante.
Azote	< 67 kg/ha*	
P ₂ O ₅	< 17 kg/ha*	
K ₂ O	< 71 kg/ha*	
C/N	12,5*	

* Les valeurs indiquées ont été mesurées en mai soit environ deux mois après enfouissement des couverts dans le cas de la fertilisation de 2 cultures par l'engrais vert.

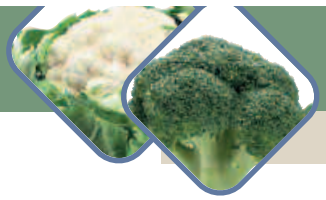
Rendement des cultures suivantes (fertilisées par l'engrais vert)

Devenir partie aérienne du couvert	BROCOLI			CHOU-FLEUR				
	Rdt (T/ha)	% com.	Poids moy. d'une tête (g)	% gros	% moyen	% petit	% équivalent moyen	% com.
Enfouie	10,8 à 9,4	86 à 90%	393 à 433	27 à 92%	2 à 55%	0 à 13%	82 à 93%	93 à 95%

Cette technique est assez intéressante car, comme on peut le constater, les rendements obtenus sur la culture de chou-fleur d'hiver sont satisfaisants. On obtient, avec cette méthode, de 93 à 95 % de têtes commercialisables, dont au moins 82 % le sont en équivalent calibre moyen. Et avec la même action de fertilisation, on obtient en supplément un rendement intéressant sur une culture de brocoli de printemps.



Cette méthode est intéressante car elle permet d'obtenir un reliquat d'entrée d'hiver satisfaisant et elle permet de produire, sans fertilisation supplémentaire sur la parcelle, deux cultures avec des besoins importants en azote.



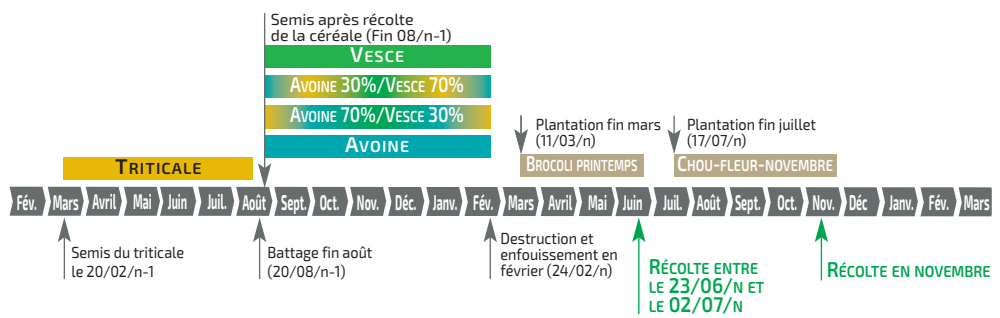
BROCOLI DE PRINTEMPS ET CHOU-FLEUR D'HIVER

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis d'un engrais vert après récolte du précédent



ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Tricale	Bienvenue	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	20/02/n-1	Tricale	Batteuse	20/08/n-1
Avoine	Luxurial	50 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Après récolte de la céréale (fin 08/n-1)	Avoine	Destruction et enfouissement : rotavator	24/02/n
Mélange 1 : - Avoine 70% - Vesce 30%	Luxurial Dr Baumann's	35 kg/ha 15 kg/ha*			Mélange 1		
Mélange 2 : - Avoine 30% - Vesce 70%	Luxurial Dr Baumann's	15 kg/ha 35 kg/ha*			Mélange 2		
Vesce	Dr Baumann's	50 kg/ha*			Vesce		
Brocoli	Steel	27800 plts/ha	Planteuse	11/03/n	Brocoli	Récolte manuelle et enfouissement des résidus au rotavator	23/06 au 02/07/n
Chou-fleur	Damsell	0,9*0,9	Planteuse	17/07/n			

*Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuse max dans les mélanges hivernaux

RÉSULTAT ATTENDU

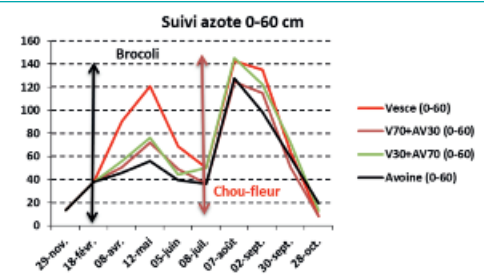
Apport par la biomasse enfouie				
	Apports à l'hectare Avoine	Apports à l'hectare Avoine (70%) / Vesce (30%)	Apports à l'hectare Avoine (30%) / Vesce (70%)	Apports à l'hectare Vesce
Matière sèche	3,9 t/ha	4,2 t/ha	5,4 t/ha	5,4 t/ha
Azote	71 kg/ha	89 kg/ha	116 kg/ha	200 kg/ha
P ₂ O ₅	-/ha	- kg/ha	- kg/ha	- kg/ha
K ₂ O	-/ha	- kg/ha	- kg/ha	- kg/ha
C/N	21,9	18,1	17,2	10

La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par cet engrais vert sont moyens car, par nécessité, on a détruit et enfoui le couvert tôt. Les apports sont d'autant moins importants que la biomasse enfouie est peu importante, et plus le couvert est riche en légumineuse et plus l'apport en N est important.

* à l'exception du couvert de vesce pure qui présente de bons résultats. À noter que cette pratique n'est pas autorisée partout (attention à la réglementation!).



Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le couvert pour lequel le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement est le plus important est le couvert de vesce pure (premier pic à 120 kg/ha et deuxième pic à 140 kg/ha). Ensuite, on observe les deux mélanges avoine/vesce qui aboutissent à une courbe d'évolution de l'azote dans le sol semblable (un premier pic à 80 kg/ha suivi d'un deuxième pic compris entre 120 et 140 kg/ha selon la proportion de légumineuse dans le mélange). L'avoine présente un profil différent (premier pic à 60 kg/ha suivi d'un deuxième pic à 120 kg/ha). Les reliquats d'entrée d'hiver sont d'environ 20 kg d'N/ha à la fin du mois de septembre ce qui est satisfaisant.

Rendement des cultures suivantes (fertilisée par l'engrais vert)

BROCOLI				
Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	% com.	Poids moyen d'une tête
Avoine	Enfouie	4,7 t/ha	65%	261 g
Avoine 70% / Vesce 30%	Enfouie	7 t/ha	79%	316 g
Avoine 30% / Vesce 70%	Enfouie	8,1 t/ha	91%	320 g
Vesce	Enfouie	12,3 t/ha	97%	460 g

CHOU-FLEUR						
Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	% gros	% moyen	% petit	% équivalent moyen	% com
Avoine	Enfouie	11,20%	63,50%	20,10%	75%	95%
Avoine 70% / Vesce 30%	Enfouie	20,30%	58%	18%	78%	96%
Avoine 30% / Vesce 70%	Enfouie	14,40%	62%	17,80%	76%	94%
Vesce	Enfouie	25,80%	54,90%	10,50%	81%	91%



Bilan Cette technique est assez intéressante en termes de reliquat. Par contre, en termes de rendement, cette technique ne donne pas des résultats aussi intéressants que dans le cas d'un couvert de trèfle. On peut le constater, les rendements obtenus sur la culture du brocoli restent intéressants pour le couvert vesce 100% et les mélanges Avoine/Vesce. Mais pour la production du chou-fleur d'hiver, les rendements sont moyennement satisfaisants dans le cas des mélanges (environ 20% de la production en calibre petit). La couverture de vesce pure donne des résultats intéressants, mais cette technique n'est pas autorisée partout en France (et notamment en Bretagne).



FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE (culture de printemps)

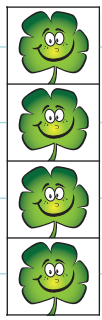
38

Objectif (s) :

- Fertilisation
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver

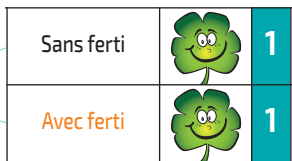
Situation :
Précédent pauvre

- Trèfle blanc
- Vesce velue
- Vesce commune
- Pois, vesce, féverole



1	Rendement : 26,9 t/ha (+67%/Témoin sans engrais vert) Reliquat > 45 U/ha	F26
1	Rendement : 26,1 t/ha (+56%/Témoin sans engrais vert) Reliquat > 44 U/ha	F27
1	Rendement : 23,4 t/ha Reliquat > 97 U/ha	F27
1	Rendement : 22,6 t/ha (+47%/Témoin sans engrais vert) Reliquat > 46 U/ha	F28

Avoine



Sans ferti	1	Rendement : 22,2 t/ha Reliquat > 67 U/ha	F29
Avec ferti	1	Rendement : 26,9 t/ha Reliquat > 131 U/ha	F29

Situation : Précédent riche
type chou-fleur



1	Rendement : 26,7 t/ha Reliquat > 147 U/ha	F30
---	--	-----

LÉGENDE	
	Technique recommandée
	Technique recommandée sous conditions
	Technique non recommandée
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus

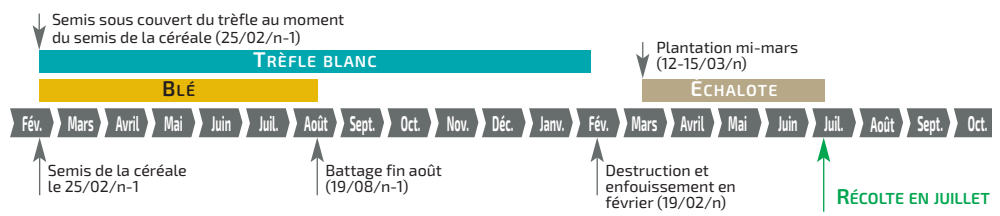


FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE (culture de printemps)

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis sous couvert de trèfle dans le précédent

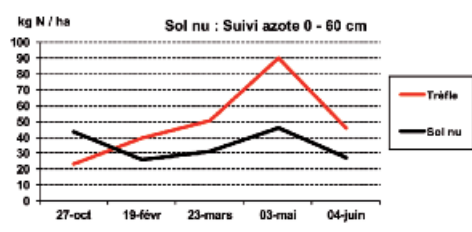
ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Blé	Batteuse	19/08/n-1
Trèfle blanc	Haïfa	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Trèfle blanc	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Échalote	Longor	133 300 bulbes/ha	Manuelle	12-15/03/n			

Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du trèfle s'élève à hauteur de 90 kg d'N/ha. Le reliquat mi-juin est d'environ 50 kg d'N/ha. Les prélèvements sous le plastique révèlent un profil quasiment identique pour l'évolution des taux d'azote nitrique dans l'horizon 0-60 cm du sol.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats, en termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver ”



Vue du couvert de trèfle blanc avant destruction



Rendement de la culture d'échalote (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu	Les rendements obtenus sur une culture d'échalote (culture de printemps), fertilisée par le couvert de trèfle, sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où on a un sol nu après le précédent, est presque 2 fois supérieur.
Féverole	Enfoiie	18,3 t/ha	+45%	



Cette technique est intéressante, elle a montré un bon résultat en termes de rendements par rapport à une situation en sol nu avant la culture d'échalote.

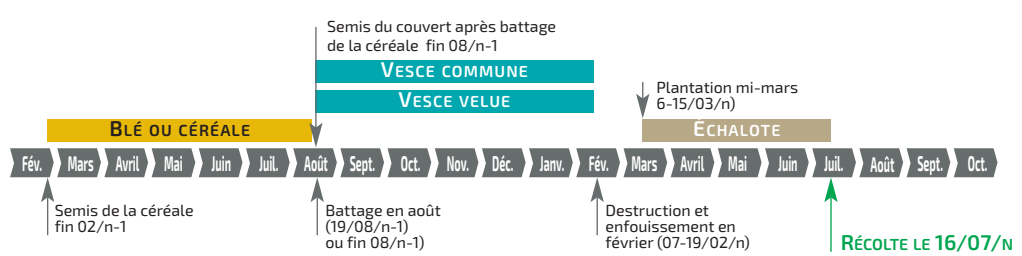


FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE (culture de printemps)

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis d'une vesce (velue, commune) suite au battage de la céréale.

ROTATION



Culture d'échalote, après enfouissement du couvert de vesce

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

* En termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. Cependant, il est à noter que le développement de la vesce peut être peu important. ATTENTION : cette pratique n'est pas autorisée partout (attention à la réglementation !).

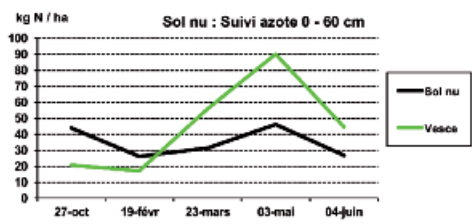
40

Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/Écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Blé	Battage	19/08/n-1
Vesce velue	Latigo	40 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo	25/08/n-1	Vesce velue	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Vesce commune	Polka	40 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo	Fin 08/n-1	Vesce commune	Destruction et enfouissement : rotavator	07/02/n
Échalote	Longor, 1/2 longue	133 300 plants/ha	Manuelle	6-15/03/n			

* Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuses max dans les mélanges hivernaux

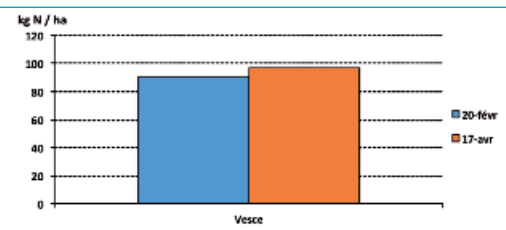
Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce velue s'élève à hauteur de 90 kg d'N/ha. Le reliquat mi-juin est inférieur à 50 kg d'N/ha. Les prélèvements sous le plastique révèlent un profil quasiment identique pour l'évolution des taux d'azote nitrique dans l'horizon 0-60 cm du sol.

Évolution de l'azote nitrique dans le sol (suite)



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce commune s'élève à hauteur de 96 kg d'N/ha au mois d'avril.

Rendement de la culture d'échalote (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu	Les rendements obtenus sur une culture d'échalote (culture de printemps), fertilisée par le couvert de vesce velue, sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où on a un sol nu après le précédent, est quasiment de 2 fois supérieur
Féverole	Enfouie	26,1 t/ha	+44%	
Féverole	Enfouie	23,4 t/ha	-	



Bilan Cette technique est intéressante, le choix de la variété de vesce est important pour assurer un bon développement du couvert et donc de bons résultats en termes de fertilisation et donc de rendement pour la culture suivante. Cependant, même dans le cas d'un développement peu important du couvert, les résultats pour la culture de l'échalote sont satisfaisants avec cet engrais vert.

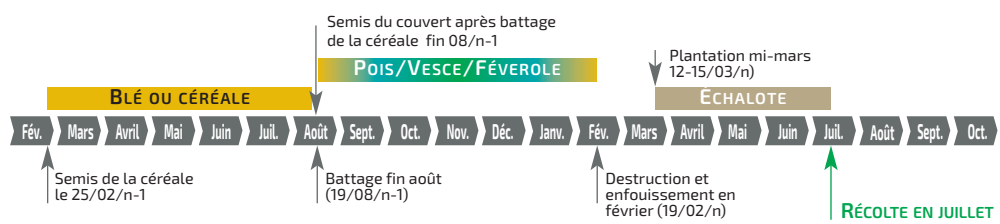


FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE (culture de printemps)

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis d'un mélange (pois, vesce, féverole) suite au battage de la céréale.

ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Blé	Batteuse	19/08/n-1
Mélange : - Pois - Vesce - Féverole	Picar Latigo Divine	67 kg/ha* 13 kg/ha* 67 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo et semoir à haricot Mono air (selon taille graine)	25/08/n-1	Mélange	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Échalote	Longor	133 300 plants/ha	Manuelle	12-15/03/n			

* Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuses max dans les mélanges hivernaux



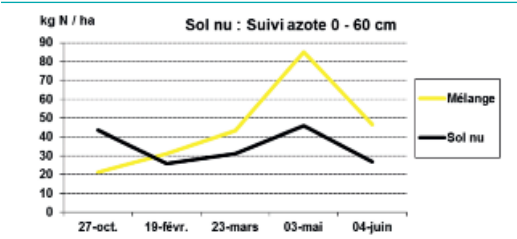
Vue du couvert Pois/Vesce/Féverole avant destruction, aux alentours de mi-fin février.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

* En termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. ATTENTION : cette pratique n'est pas autorisée partout (attention à la réglementation !).

Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce s'élève à hauteur de 85 kg d'N/ha au mois de mai. Les prélèvements sous le plastique révèlent un profil quasiment identique pour l'évolution des taux d'azote nitrique dans l'horizon 0-60 cm du sol.

Rendement de la culture d'échalote (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu	Notes
Féverole	Enfouie	17,2 t/ha	+35%	Les rendements obtenus sur une culture d'échalote (culture de printemps), fertilisée par le couvert « mélange » (Pois/Vesce/Féverole), sont intéressants.



Cette technique est recommandée car elle propose des résultats intéressants d'un point de vue de la biomasse produite, de la fertilisation et des rendements de la culture de l'échalote suivante. Le fait d'implanter un mélange est sécurisant et augmente les chances de réussite du couvert. En effet, si certaines espèces du mélange ne sont pas adaptées aux conditions de l'année, d'autres, potentiellement plus adaptées, se développeront de façon plus importante. Le mélange évolue ce qui permet une meilleure chance de réussite du couvert. Par conséquent, on assure une bonne fertilisation pour la culture suivante, ainsi qu'une bonne couverture du sol pendant la période hivernale.

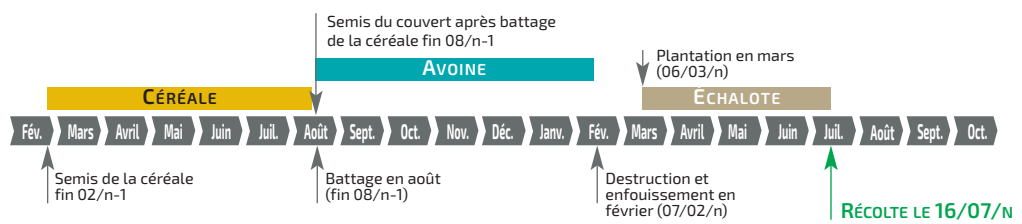


FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE (culture de printemps)

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis d'un couvert **avoine** suite au battage de la céréale associé ou non à une fertilisation

ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Céréale	-	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	02/n-1	Céréale	Batteuse	08/n-1
Avoine	Fervente	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	Fin 08/n-1	Avoine	Destruction et enfouissement : rotavator	07/02/n
Échalote	1/2 longue	133 240 plts/ha	Manuelle	06/03/n			
Fertilisation	pour la culture de pomme de terre, équivalent de 1 T de 11/6/2						

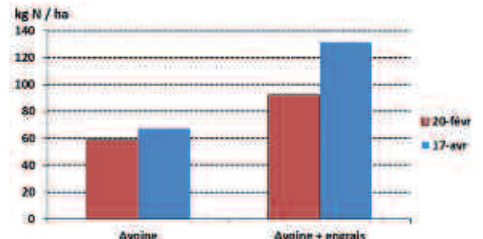
“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* En termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. Cette technique associée à une fertilisation adaptée, permet bien d'augmenter le rendement de la culture suivante. ATTENTION : cela produit également des reliquats plus élevés.

Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de l'avoine, dans la modalité fertilisée atteint les 130 kg d'N/ha. Dans la modalité sans fertilisation, on atteint seulement 70 kg d'N/ha.

Rendement de la culture d'échalote (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Fertilisation	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement
Avoine	Oui	Enfouie	26,9 t/ha
Avoine	Non	Enfouie	22,2 t/ha

Les rendements obtenus sur une culture d'échalote (culture de printemps), fertilisée par le couvert Avoine, sont intéressants, associé ou non à une fertilisation pertinente



Vue du couvert d'avoine avant destruction



Cette technique peut être intéressante dans le cas où il y aurait des ressources à exploiter sur une exploitation (effluents d'élevage...). À noter que sans fertilisation, l'engrais vert seul apporte suffisamment d'éléments pour obtenir un rendement satisfaisant pour une culture d'échalote.

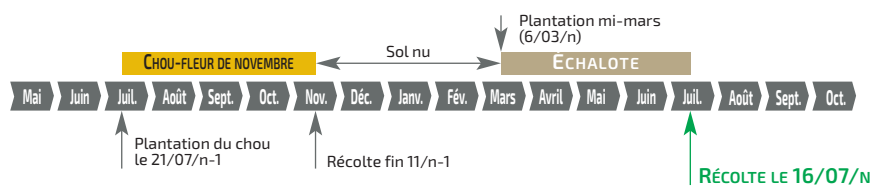


FERTILISATION D'UNE CULTURE D'ÉCHALOTE (culture de printemps)

suite à un précédent riche (type chou)

La solution sans couvert.

» ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur	Anique	13 890 plants/ha	Planteuse	21/07/n-1	Chou-fleur	Récolte manuelle puis destruction au rotavator	Fin 11/n-1
Échalote	1/2 longue	130 240 bulbes/ha	Manuelle	06/03/n			



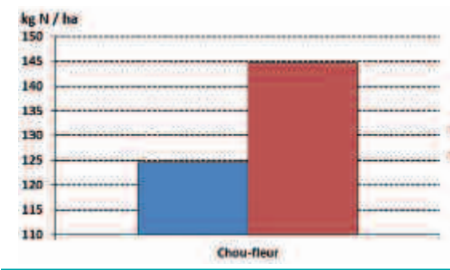
Vue des résidus d'une culture de chou-fleur d'automne, faisant office d'engrais vert.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

* En termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver.

» Résultat attendu

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement des résidus de la culture de chou-fleur précédente s'élève à hauteur de 145 kg d'N/ha au mois d'avril.

Rendement de la culture d'échalote (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement	
Résidu culture de chou-fleur	Enfoie	26,7 t/ha	Les rendements obtenus sur une culture d'échalote (culture de printemps), fertilisée uniquement grâce à la minéralisation liée aux résidus de la culture de chou-fleur précédente sont satisfaisants



Astuce

Parfois la solution la plus simple est la meilleure, le précédent chou-fleur est un précédent riche et ces résidus permettent la fertilisation de la culture suivante (ici de l'échalote) et d'assurer un rendement et une qualité de production satisfaisante.



FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR (CULTURE DE PRINTEMPS)

44

Objectif(s) :

- Fertilisation
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver

Situation : Précédent pauvre

Trèfle blanc		1	Rendement : 18,3 t/ha (+50%/Témoin sans Ev) Reliquat > 45 U/ha	F31
Vesce velue		1	Rendement : 20,6 t/ha (+56% Témoin sans Ev) Reliquat > 44 U/ha - Attention réglementation !	F32
Vesce commune		1	Rendement : 8,10 t/ha (Attention au développement de la vesce) Reliquat > 122 U/ha - Attention réglementation !	F32
Pois, vesce, féverole		1	Rendement : 17,2 t/ha (+47%/Témoin sans Ev) Reliquat > 46 U/ha - Attention réglementation !	F33

Avoine

Sans ferti		1	Rendement : 8,84 t/ha Reliquat > 71 U/ha	F34
Avec ferti		1	Rendement : 14,12 t/ha Reliquat : 100 U/ha	F34

Situation : Précédent riche type chou-fleur

	1	Rendement : 14,61 t/ha Reliquat : 102 U/ha	F35
--	---	---	-----

LÉGENDE	
	Technique recommandée
	Technique recommandée sous conditions
	Technique non recommandée
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus

FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR (CULTURE DE PRINTEMPS)

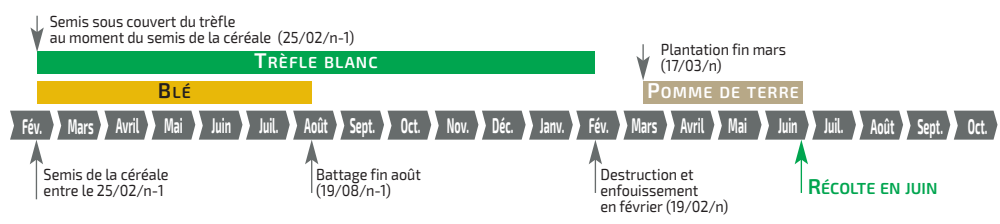
suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis sous couvert de trèfle dans le précédent.



ROTATION



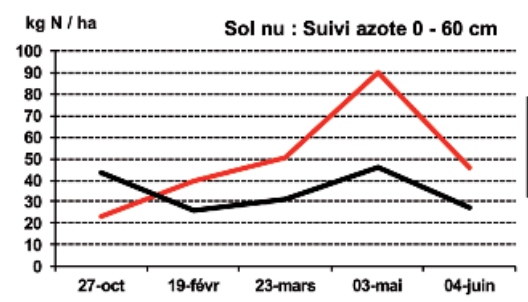
Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Blé	Batteuse	19/08/n-1
Trèfle blanc	Haïfa	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Trèfle blanc	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Pomme de terre	Apollo	47600 plts/ha	Planteuse	17/03/n			

RÉSULTAT ATTENDU

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats, en termes de rendement et de qualité de production. ”



Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement du trèfle s'élève à hauteur de 90 kg d'N/ha. Le reliquat mi-juin est d'environ 50 kg d'N/ha.



Vue du couvert de trèfle sous couvert de la céréale avant la récolte de la céréale (juillet-août)



Vue du couvert de trèfle quelque temps après récolte de la céréale (septembre-octobre)

Rendement de la culture de pomme de terre (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement T/ha	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu
Féverole	Enfouie	18,3%	+ 50%

Les rendements obtenus sur une culture de pomme de terre (culture de printemps), fertilisée par le couvert de trèfle, sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où on a un sol nu après le précédent, est 2 fois supérieur.



Bilan

Cette technique est recommandée; elle a montré des résultats intéressants en termes de rendement.

FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR

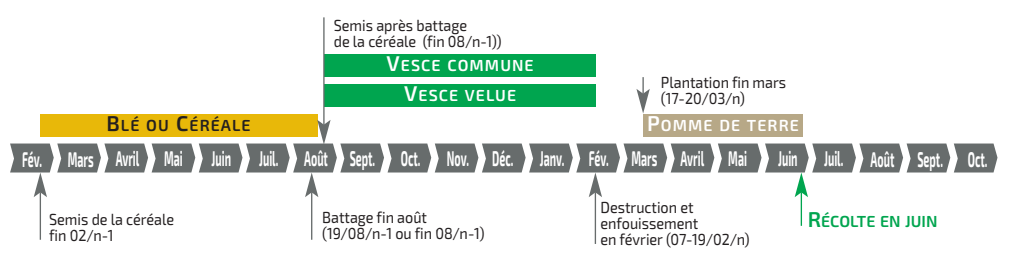
(CULTURE DE PRINTEMPS)

suite à un précédent pauvre (type céréale)

Semis d'une vesce (velue, commune) suite au battage de la céréale



ROTATION

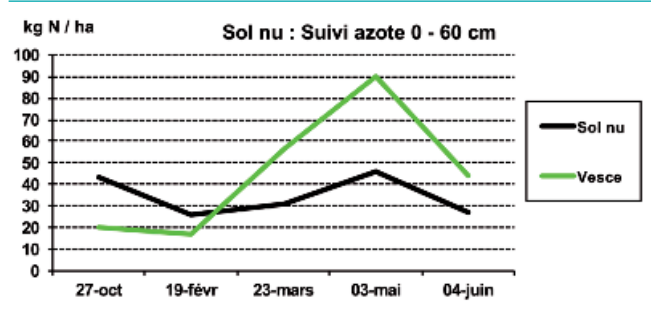


Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	fin 02/n-1	Blé	Batteuse	fin 08/n-1
Vesce velue	Latigo	40 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo	fin 08/n-1	Vesce velue	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Vesce commune	Polka	40 kg/ha*	Semoir à céréale gaspardo	fin 08/n-1	Vesce commune	Destruction et enfouissement : rotavator	07/02/n
Pomme de terre	Apollo	47600 plts/ha	Planteuse	17-20/03/n			

* Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuses max dans les mélanges hivernaux

RÉSULTAT ATTENDU

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce velue s'élève à 90 kg d'N/ha. Le reliquat mi-juin est inférieur à 50 kg d'N/ha.



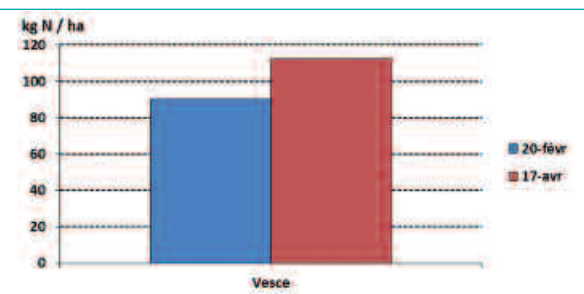
Vue de la culture de pomme de terre

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* En termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. Notez que le développement de la vesce peut être faible. La vesce velue est à privilégier, ou une vesce à bon développement, pour assurer un apport suffisant à la culture. ATTENTION : cette pratique n'est pas autorisée partout (attention à la réglementation !).

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce commune s'élève à 115 kg d'N/ha au mois d'avril.

Rendement de la culture de pomme de terre (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement T/ha	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu
Vesce velue	Enfoiie	20,6	+ 56%
Vesce	Enfoiie	9,7	-

Les rendements obtenus sur une culture de pomme de terre (culture de printemps), fertilisée par le couvert de vesce velue, sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où on a un sol nu après le précédent, est plus de 2 fois supérieur. Par contre, les rendements obtenus suite à un couvert de vesce commune ne sont pas satisfaisants (à noter que dans ce cas, le développement de la vesce a été très faible et explique le faible résultat obtenu).



Bilan

Cette technique est intéressante, le choix de la variété de vesce est important pour assurer un bon développement du couvert et donc de bons résultats en termes de fertilisation et donc de rendement pour la culture suivante.

FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR

(CULTURE DE PRINTEMPS)

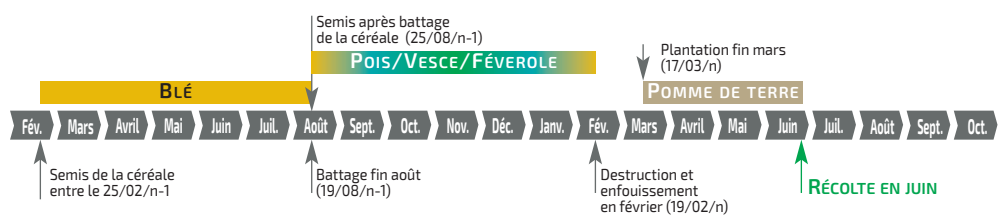
suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis d'un mélange pois, vesce, féverole suite au battage de la céréale.



ROTATION



Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Blé	Cadenza	200 kg/ha	Semoir à céréale gascardo	25/02/n-1	Blé	Batteuse	19/08/n-1
Mélange : Pois Vesce Féverole	Picar Latigo Divine	67 kg/ha* 13 kg/ha* 67 kg/ha*	Semoir à céréale gascardo et semoir à haricot mono air (selon taille graine)	25/08/n-1	Mélange	Destruction et enfouissement : rotavator	19/02/n
Pomme de terre	Apollo	47600 plts/ha	Planteuse	17/03/n			

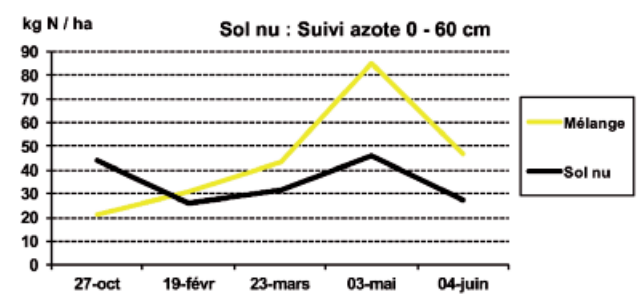
* Attention au respect de la réglementation : 20% de légumineuses max dans les mélanges hivernaux



Vue du couvert avant destruction, aux alentours de mi-fin février.

RÉSULTAT ATTENDU

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de la vesce s'élève à 85 kg d'N/ha au mois de mai.



“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”

* En termes de rendement, de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. ATTENTION : cette pratique n'est pas autorisée partout (attention à la réglementation!).

Rendement de la culture de pomme de terre (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement T/ha	Évolution du rendement par rapport au témoin sol nu	Notes
Féverole	Enfouie	17,2	+ 47%	Les rendements obtenus sur une culture de pomme de terre (culture de printemps), fertilisée par le couvert "mélange" (Pois/Vesce/Féverole), sont intéressants. Le résultat, en comparaison à la situation où l'on a un sol nu après le précédent, est 2 fois supérieur.



Cette technique est recommandée car elle propose des résultats intéressants d'un point de vue de la biomasse produite, de la fertilisation et des rendements de la culture de pomme de terre suivante. Le fait d'implanter un mélange est sécurisant et augmente les chances de réussite du couvert. En effet, si certaines espèces du mélange ne sont pas adaptées aux conditions de l'année, les autres se développeront de façon plus importante. Le mélange évolue ce qui permet une meilleure chance de réussite du couvert. Par conséquent, on assure une bonne fertilisation pour la culture suivante, ainsi qu'une bonne couverture du sol pendant la période hivernale.

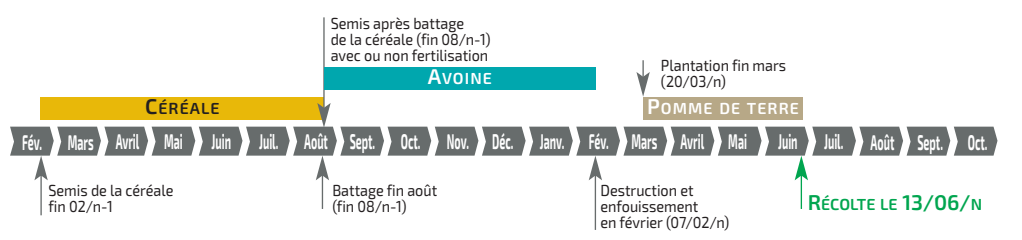
FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR (CULTURE DE PRINTEMPS)

suite à un précédent pauvre (type céréale)



Semis d'un couvert **avoine** suite au battage de la céréale associé ou non à une fertilisation

ROTATION



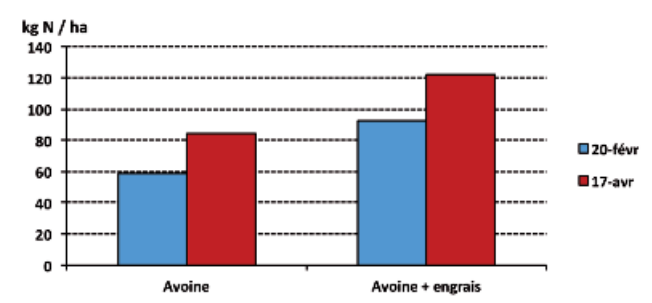
Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Céréale	-	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	02/n-1	Céréale	Batteuse	08/n-1
Avoine	Fervente	200 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	fin 08/n-1	Avoine	Destruction et enfouissement : rotavator	07/02/n
Pomme de terre	Apollo	47600 plts/ha	Planteuse	20/03/n			
Fertilisation	pour la culture de pomme de terre, équivalent de 1 T de 11/6/2.						



Vue du couvert d'avoine avant destruction

RÉSULTAT ATTENDU

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement de l'avoine, dans la modalité fertilisée atteint les 100 kg d'N/ha. Dans la modalité sans fertilisation, on atteint seulement 70 kg d'N/ha.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* En termes de rendement de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver. ATTENTION : cette pratique n'est pas autorisée partout (attention à la réglementation !).

Rendement de la culture de pomme de terre (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Fertilisation	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement T/ha
Avoine	Oui	Enfoie	14,12
Avoine	Non	Enfoie	8,84

Les rendements obtenus sur une culture de pomme de terre (culture de printemps), fertilisée par le couvert Avoine, sont intéressants, uniquement associé à une fertilisation pertinente.



Cette technique peut être intéressante dans le cas où il y aurait des ressources à exploiter sur une exploitation (effluents d'élevage...). Attention : sans fertilisation, l'engrais vert seul n'apporte pas les éléments nécessaires à l'obtention d'un rendement satisfaisant pour une culture de pomme de terre.

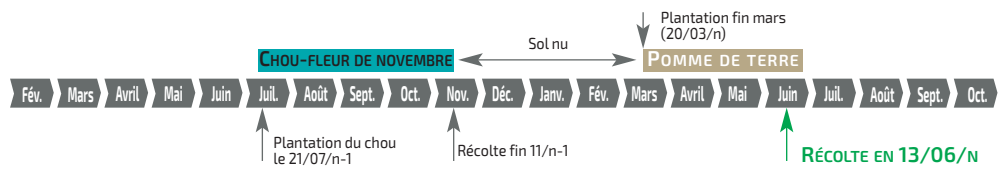
FERTILISATION D'UNE CULTURE DE POMME DE TERRE PRIMEUR suite à un précédent riche (type chou)

(CULTURE DE PRINTEMPS)

La solution sans couvert



ROTATION



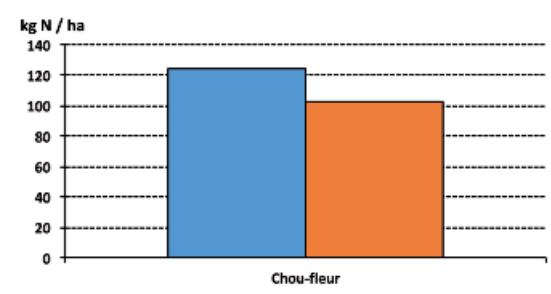
Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Chou-fleur	Anique	13890 plts/ha	Planteuse	21/07/n-1	Chou-fleur	Récolte manuelle puis destruction : rotavator	fin 11/n-1
Pomme de terre	Apollo	47600 plts/ha	Planteuse	20/03-n			



Les résidus de la culture du chou-fleur précédent font ici office d'engrais vert

RÉSULTAT ATTENDU

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation qui suit l'enfouissement des résidus de la culture de chou-fleur précédente s'élève à 120 kg d'N/ha au mois de février.

“ Cette technique est recommandée car elle a montré de bons résultats* ”



* En termes de rendement de qualité de production et du niveau du reliquat d'entrée d'hiver.

Rendement de la culture de pomme de terre (fertilisée par l'engrais vert)

Couvert	Devenir partie aérienne du couvert	Rendement T/ha	
Résidu culture de chou-fleur	Enfouie	14,6	Les rendements obtenus sur une culture de pomme de terre (culture de printemps), fertilisée par la minéralisation liée à l'enfouissement des résidus de la culture de chou-fleur précédente, sont intéressants.



Parfois, la solution la plus simple est la meilleure. Le chou-fleur est un précédent riche et ces résidus permettent la fertilisation de la culture suivante (ici de la pomme de terre) et d'assurer un rendement et une qualité de production satisfaisante.



INFLUENCE DES MÉTHODES DE DESTRUCTION

50

Situation :
 Précédent pauvre
 + semis sous couvert
 d'un engrais vert (trèfle blanc) > chou d'hiver

Question :
 Quelle influence de la gestion de la destruction de l'engrais vert sur :

- État hydrique du sol à la plantation
- Fertilisation de la culture suivante
- Maîtrise du reliquat d'entrée d'hiver
- Dépenses, économies en énergie

Parcelle témoin : rotavator + rotavator vibroculteur + rotobèche
 Enfouissement immédiat de la biomasse après destruction du couvert

1

Rendement : chou-fleur : +83% commercialisable (petit calibre : 2%)
Reliquat : 225 U/ha
Consommation carburant : 96,2 L
État hydrique du sol : Bon

F36

Parcelle gyrobroyée et labourée : gyrobroyeur + gyrobroyeur + labour + herse rotative
 Enfouissement à +69 jours après destruction du couvert

1

Rendement : chou-fleur : +80% commercialisable (petit calibre : 1,3%)
Reliquat : 145 U/ha
Consommation carburant : 67,9 L
État hydrique du sol : peut être problématique en année sèche
Effet : décalage et réduction de la minéralisation suite à l'enfouissement de l'engrais vert

F36

Parcelle gyrobroyée et non labourée : gyrobroyage + rotavator + vibroculteur + actisol
 Enfouissement entre +21 et +34 jours après destruction du couvert

2

Rendement : chou-fleur : +88% commercialisable (petit calibre : 2%)
Reliquat > 299 U/ha
Consommation carburant : 87,7 L
État hydrique du sol : Bon
Effet : décalage et légère réduction de la minéralisation suite à l'enfouissement de l'engrais vert

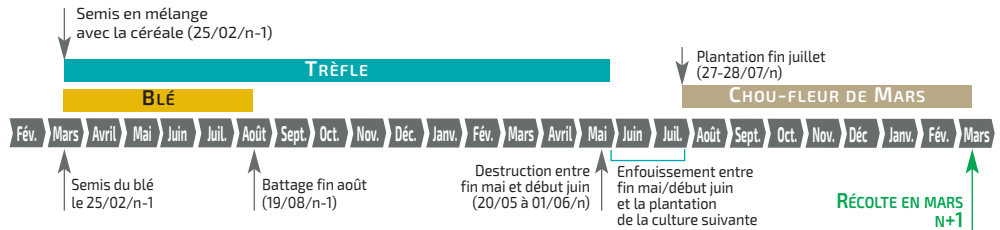
F36

LÉGENDE	
X	Nombre d'expérimentations venant appuyer les résultats
Fx	Fiche à consulter pour en savoir plus



DIFFÉRENTES MÉTHODES DE DESTRUCTION

ROTATION



Modalité de destruction	Date de destruction	Date d'enfouissement	Décalage
Témoin : destruction et enfouissement coïncide	Fin mai à début juin (20/05 à 01/06/n)		0
Labour : destruction et enfouissement décalés juste avant plantation de la culture suivante	Fin mai à début juin (02/05 à 01/06/n)	Juste avant la plantation du chou, soit fin juillet (27-28/07/n)	J + 69
Gyro : destruction et enfouissement décalés 3 à 4 semaines après destruction	Fin mai à début juin (02/05 à 01/06/n)	Quelques semaines après destruction (3 à 5 semaines)	J + 24 à 34

Semis / Plantation					Destruction		
Quoi	Variété	Densité/écartement	Comment	Quand	Quoi	Comment	Quand
Céréale	Cadenza	200 kg/ha			Blé	Moissonneuse-batteuse	19/08/n-1
Trèfle blanc	Haifa	7 kg/ha	Semoir à céréale gaspardo	25/02/n-1	Témoin		
					Rotavator 1 : Destruction et enfouissement au rotavator	20/05/n au 01/06/n	
Chou-fleur	Merwen	0,9*0,9	Planteuse	27-28/07/n	Rotavator 2 : 2/3 semaines après destruction pour entretenir la propreté de la parcelle	04/06/n au 16/06/n	
					Vibroculteur : début juillet pour entretenir la propreté de la parcelle	11/07/n	
					Rotobèche + herse rotative : préparation du sol pour la plantation du chou-fleur suivant	27-28/07/n	
Trèfle					Labour		
					Gyrobroyeur 1 : Destruction	20/05/n au 01/06/n	
					Gyrobroyeur 2 : Destruction des repousses	11/07/n	
Trèfle					Labour + herse rotative : préparation du sol pour la plantation du chou-fleur suivant	27-28/07/n	
					Gyro	20/05/n au 01/06/n	
					Rotavator 1 : Destruction	23/06/n	
Trèfle					Rotavator 2 : Destruction des repousses et enfouissement au rotavator	23/06/n	
					Vibroculteur : début juillet pour entretenir la propreté de la parcelle (faux semis)	11/07/n	
Trèfle					Actisol : préparation du sol pour la plantation du chou-fleur suivant	27-28/07/n	

RÉSULTAT ATTENDU

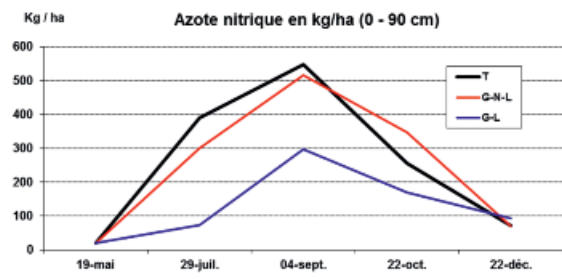
Apport par la biomasse enfouie	
	Apports à l'hectare
Matière sèche	2,6 à 8,8 t/ha
Azote	68 à 230 kg/ha
P ₂ O ₅	18 à 53 kg/ha
K ₂ O	159 kg/ha
C/N	13 à 16,8

La production de biomasse ainsi que l'apport en azote effectué par cet engrais vert peuvent être relativement importants. Les variations observées sont liées à la date de destruction du couvert (début mai, la biomasse produite est peu importante et elle augmente de façon importante sur le mois de mai si les conditions le permettent). Les apports sont d'autant plus importants que la biomasse enfouie est importante.



Le moment et la façon de détruire et/ou d'enfouir le couvert a son importance sur différents éléments comme la propreté de la parcelle, l'état hydrique du sol avant la plantation de la culture principale, les dépenses énergétiques et également sur la minéralisation (moment de celle-ci et quantité d'azote bio disponible dégagé).

Évolution de l'azote nitrique dans le sol



Le pic de minéralisation est relativement élevé (environ 500 kg/ha) à la date du 4 septembre pour les 2 modalités avec les enfouissements les plus précoces (Témoin : enfouissement immédiat après destruction ; Gyrobroyeur : enfouissement entre 3 et 5 semaines après destruction). Le pic de minéralisation pour la modalité avec labour (enfouissement du couvert juste avant plantation de la culture suivante) est inférieur de 200 kg/ha aux deux autres modalités. Les reliquats d'entrée d'hiver sont plus élevés pour les 2 modalités avec enfouissement précoce entre 225 et 300 kg/ha. Le reliquat reste élevé dans la modalité labour (environ 145 kg/ha).

Rendement des cultures suivantes (fertilisée par l'engrais vert)

CHOU-FLEUR						
Modalité	Devenir partie aérienne du couvert	% gros	% moyen	% petit	%équivalent moyen	% com
Trèfle (témoin)	Enfouie	60 à 75%	16 à 21%	0 à 2%	81 à 91%	83 à 92%
Trèfle labour	Enfouie	55%	24%	1%	79%	80%
Trèfle gyro	Enfouie	39 à 68%	24 à 46%	1 à 2%	86 à 92%	88 à 93%



Bilan

On constate grâce à ces différentes expérimentations sur les modalités de destruction des couverts, que décaler l'enfouissement des résidus d'un couvert détruit, peut permettre de réduire légèrement la minéralisation suivant l'enfouissement. Il convient cependant de ne pas trop retarder l'enfouissement car, pour des questions de disponibilité de ressource en eau, le rendement de la culture suivante pourrait être impacté dans le cas contraire. Les différentes modalités de gestion du couvert (implantation, destruction, enfouissement) testées dans ces essais sont également variables d'un point de vue économique et temps passé (Témoin : 7h/ha et 96,2 L de carburant/ha consommé ; Labour : 5h15/ha et 67,9 L de carburant/ha consommé ; Gyro : 5h30/ha et 58,7 L de carburant/ha consommé).



Terre d'essais

Station Régionale d'Essais
en Cultures Légumières
Le Glazic
22740 Pleumeur-Gautier
02 96 22 19 40
Fax 02 96 22 17 17

www.terredessais.fr

