



Description des systèmes
de cultures testés
**sur l'essai « systèmes
betteraviers »**

Plateforme expérimentale
de la Ferme 3.0 (Somme)

Document de restitution – Février 2017

des travaux menés dans le cadre du projet Réseau de sites démonstrateurs (2015 – 2020)



Le travail présenté dans ce document a été réalisé dans le cadre du projet Réseau de sites démonstrateurs. Il a été coordonné par Charlotte Journal (Agro-transfert Ressources et Territoires) en collaboration avec le pilote de la plateforme de la Ferme 3.0 (Matthieu Preudhomme de la CA80 avec l'appui de Baptiste Compere) et l'ensemble des partenaires de l'action WP3. Le document a été rédigé par Charlotte Journal (Agro-transfert Ressources et Territoires) avec l'appui de Justine Lamerre, Stéphane Hervieu, Marie Laure Savouré et Caroline Godard (Agro-transfert Ressources et Territoires).

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Table des illustrations..... | 4 |
| Partie 1 : Cadre des essais | 5 |
| I. Cadre général | 5 |
| 1. Question générale..... | 5 |
| 2. Finalité | 5 |
| 3. Objectifs..... | 5 |
| 4. Moyens | 5 |
| II. Cadre de l'essai betteraves..... | 5 |
| 1. A quels enjeux répond l'expérimentation ?..... | 5 |
| 2. Comment ont été choisis ces systèmes ? | 5 |
| 3. Par qui ont été construits les systèmes ?..... | 6 |
| 4. Quel est le contexte pédoclimatique et biotique ?..... | 6 |
| 5. Quel est le contexte de l'exploitation ? | 6 |
| Partie 2 : Dispositif expérimental de l'essai betteraves | 7 |
| I. Schéma du dispositif expérimental de l'essai betteraves | 7 |
| II. Organisation de l'expérimentation..... | 8 |
| 1. Qui conduit l'expérimentation ?..... | 8 |
| 2. Quels suivis prévus dans l'expérimentation ?..... | 8 |
| a. Suivi technique | 8 |
| b. Suivi scientifique..... | 8 |
| Partie 3 : Objectifs des systèmes de culture de l'essai betteraves | 9 |
| I. T : Scénario témoin du système betteraves | 9 |
| 1. Objectifs assignés au système de culture | 9 |
| 2. Moyens mis en œuvre | 9 |
| 3. Résultats attendus par le pilote du système de culture | 9 |
| 4. Stratégie de gestion du système de culture | 10 |
| II. S1 : Scénario alimentaire prioritaire | 10 |
| 1. Objectifs assignés au système de culture | 10 |
| 2. Moyens mis en œuvre | 11 |
| 3. Résultats attendus par le pilote du système de culture | 11 |
| 4. Stratégie de gestion du système de culture | 11 |
| III. S2 : Scénario biomasse prioritaire | 12 |
| 1. Objectifs assignés au système de culture | 12 |
| 2. Moyens mis en œuvre | 12 |
| 3. Résultats attendus par le pilote du système de culture | 13 |
| 4. Stratégie de gestion du système de culture | 13 |

Table des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental | 7 |
| Figure 2 : Rotation du témoin du système betteraves | 9 |
| Figure 3 : Rotation du S1 de l'essai betteraves | 10 |
| Figure 4 : Schéma décisionnel de production de biomasse du S1..... | 11 |
| Figure 5 : Rotation du S2 de l'essai betteraves | 12 |
| Figure 6 : Schéma décisionnel de production de biomasse du S2..... | 13 |
| Tableau 1 : Contexte pédoclimatique et paysager | 6 |
| Tableau 2 : Contexte biotique | 6 |
| Tableau 3 : Pilotage de l'expérimentation | 8 |

I. Cadre général

Les filières de valorisation des agro ressources se développent en Picardie (agro matériaux à base de fibres, méthanisation, chimie des oléagineux, chimie des sucres).

Le développement de ces filières est en partie conditionné par la mobilisation et la disponibilité en ressources pour les alimenter.

Pour cela, il faut donner aux agriculteurs de la région Picardie les moyens de produire durablement les agro ressources nécessaires au développement des filières de la bioéconomie tout en répondant aux enjeux territoriaux.

1. Question générale

Peut-on produire de la biomasse dans les systèmes de cultures actuels picards tout en répondant aux enjeux de ces systèmes et des filières de valorisation ?

2. Finalité

Apporter des solutions aux agriculteurs pour produire durablement des agro-ressources à des fins alimentaires et non alimentaires.

3. Objectifs

- Acquérir des références techniques, agronomiques et environnementales pour produire différents types de biomasse (lignocellulose verte, sèche, fibres, graines oléagineuses).
- Evaluer les performances (agronomiques, environnementales, économiques et organisationnelles) de modalités/scénarii de production de biomasse dans les systèmes de culture.

4. Moyens

Produire différents types de biomasse dans les principaux systèmes de culture picards en conditions agriculteur sur des plateformes expérimentales.

II. Cadre de l'essai betteraves

1. A quels enjeux répond l'expérimentation ?

Le système betteraves représente environ 30% des systèmes de culture picards.

La finalité est d'apporter des solutions aux agriculteurs pour produire différents types de biomasse dans ces systèmes betteraves tout en limitant les impacts environnementaux, en étant rentable, et en répondant aux enjeux spécifiques de ces systèmes de culture :

- le maintien ou l'augmentation du taux de matière organique du sol
- la stabilité structurale (tassement)
- l'amélioration de la gestion de l'azote

2. Comment ont été choisis ces systèmes ?

Plusieurs systèmes de cultures ont été choisis pour être testés :

- Un système de culture témoin : c'est le système de culture de référence (pratiques courantes optimisées avec les préconisations des Instituts, des Chambres...) permettant de comparer les indicateurs des autres scénarii à cette référence.
- Un système de culture « alimentaire » prioritaire : on recherche à maintenir les cultures alimentaires (nombre et espèces) tout en produisant un maximum de biomasse et en essayant de répondre aux enjeux initiaux. La priorité est donnée aux cultures alimentaires (production et qualité)
- Un système de culture biomasse prioritaire : c'est le système en rupture, on recherche une production de biomasse maximale quitte à remplacer des cultures alimentaires et à allonger la rotation, mais tout en conservant une logique de performances et d'acceptabilité (conservation des cultures à forte valeur ajoutée)

Ces 3 systèmes de culture sont testés sur une même parcelle. Les systèmes sont décrits ci-dessous.

3. Par qui ont été construits les systèmes ?

Les systèmes de culture ont été imaginés en atelier en associant des experts du développement (Chambres d'Agriculture), d'Institut (Terre Inovia), de la recherche (INRA) et de l'enseignement agricole (UniLasalle Beauvais). L'exploitant de la parcelle expérimentale n'a pas participé à la conception.

4. Quel est le contexte pédoclimatique et biotique ?

Tableau 1 : Contexte pédoclimatique et paysager

| Contexte pédoclimatique et paysager | |
|-------------------------------------|--|
| Situation géographique | Petite région naturelle Vermandois |
| Climat | Tempéré océanique |
| Type de sol | Limon argileux |
| Rendement moyen | Blé 90qx/ha, colza 40qx/ha, betterave 85t/ha, pomme de terre conso 45t/ha |
| Possibilité d'irriguer | Non |
| Pente parcelle | 5-10%, présence d'un talweg |
| Paysage | Parcelle bordée en partie par un bois et en partie par un talus (+ forêt dans le fond de la parcelle de l'agriculteur. |

Tableau 2 : Contexte biotique

| Contexte biotique | | |
|-------------------|--|---|
| | Bioagresseurs fréquents dans le secteur | Bioagresseurs spécifique de la grande parcelle |
| Adventices | Liserons, chénopodes, morelles, mercuriales, vulpins, gaillets, véroniques | Véroniques, chardons, liserons, repousses de pommes de terre, chénopodes, matricaires, gaillets |
| Maladies | Mildiou, Sclérotinia, Septoriose, rouille | Oïdium (céréales) |
| Ravageurs | Limaces, pigeons, altises, charançons | Lapins, campagnols, gros gibier |

5. Quel est le contexte de l'exploitation ?

L'exploitant Jean Marie Deleau est polyculteur. Ses productions principales sont les pommes de terre, les céréales, les oléagineux, les légumes

Sa rotation type est Blé - Pommes de terre – Blé – Betteraves.

Depuis 2 ans, l'agriculteur a mis une partie de son exploitation au service de la recherche en transformant une partie de son exploitation en ferme agro-écologique expérimentale et en mettant en place différentes expérimentations dont les essais « Réseau de sites démonstrateurs IAR ».

I. Schéma du dispositif expérimental de l'essai betteraves

- Année de début d'expérimentation : 2016
- Année de fin d'expérimentation : 2020

F_S_Px = nom de la parcelle
F = Ferme 3.0
B = système betteraves
Px = numéro de parcelle

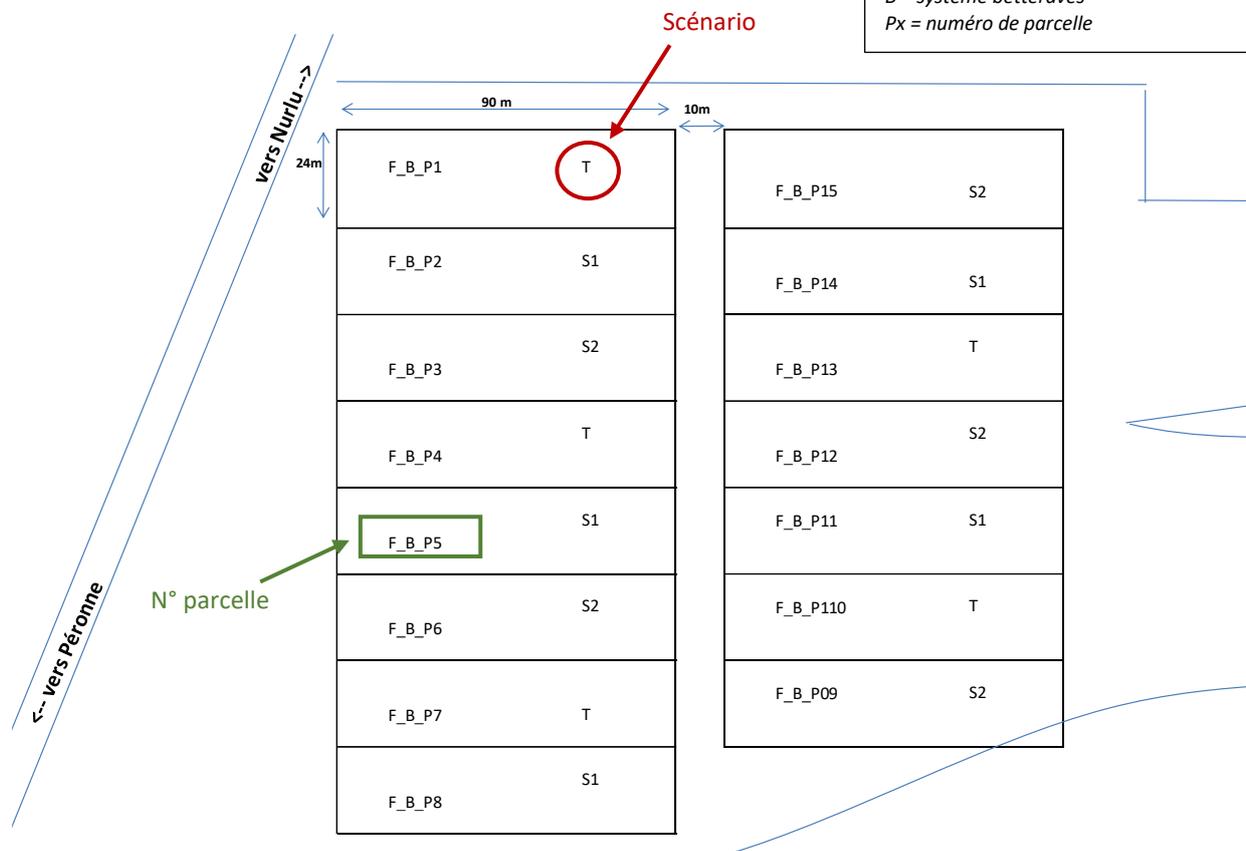


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

- Toutes les cultures de la rotation sont représentées chaque année.
- Pas de répétition de chaque culture
- Dispositif avec des bandes
- Parcelles de 24m * 90m (environ 0.25ha)
- Allées non cultivées tout autour de l'essai

L'essai a commencé en 2016 avec la description de l'état initial de février à juin 2016, et l'implantation des cultures à partir de septembre 2016.

II. Organisation de l'expérimentation

1. Qui conduit l'expérimentation ?

Tableau 3 : Pilotage de l'expérimentation

| Rôle | Organisme |
|--|--|
| Coordinateur <i>Rédige les protocoles, veille à la qualité et intégrité du suivi de l'expérimentation, coordination des intervenants dans l'expérimentation...</i> | Agro-Transfert-RT |
| Pilote <i>Veille à l'atteinte des objectifs et à la cohérence agronomique du SdC, prend les décisions selon les observations, répertorie les prises de décisions et leurs causes</i> | CA80 |
| Expérimentateurs <i>Réalise les observations sur les cultures, enregistre les interventions, applique les protocoles, enregistre les données</i> | CA80 (partie technique) Agro-Transfert-RT (partie scientifique) |
| Personnes réalisant les interventions culturales | Salariés de l'agriculteur (+ CA80 en dépannage) |
| Personne en charge de la révision des données <i>Veille à la collecte et à la cohérence des données et des fichiers de saisie</i> | Agro-Transfert-RT |
| Gestionnaire des données <i>Réalise des fiches de saisie, crée et gère la BDD</i> | Agro-Transfert-RT |
| Comité de pilotage <i>Discute des résultats campagne après campagne et réoriente les stratégies si nécessaire</i> | Comité scientifique et technique |

2. Quels suivis prévus dans l'expérimentation ?

a. Suivi technique

Le suivi technique sous-entend la conduite des essais à partir de tours de plaine réguliers et l'application des règles de décision.

Pour assurer ce suivi plusieurs documents sont à disposition :

- les règles de décision décrivant les itinéraires techniques des cultures
- un calendrier prévisionnel des interventions et des besoins en matériels
- un protocole de tour de plaine pour caractériser la situation culturale afin d'adapter les interventions culturales et expliquer les résultats pour contribuer au diagnostic agronomique.

b. Suivi scientifique

Le suivi scientifique regroupe l'ensemble des mesures et observations à réaliser pour l'évaluation agronomique et environnementale des systèmes de culture, sous forme de protocoles :

- protocole caractérisation de l'état initial des parcelles expérimentales
- protocole de comptage de levée
- protocole de prélèvements de biomasse à la récolte
- protocole de prélèvement de sol (reliquats)
- protocole de suivi biodiversité et bioagresseurs

Partie 3 : Objectifs des systèmes de culture de l'essai betteraves

Les objectifs de cet essai sont de produire un maximum de biomasse tout en préservant la matière organique et la structure du sol, et en améliorant la gestion de l'azote.

Par ailleurs, les systèmes proposés devront également répondre aux enjeux globaux de durabilité :

- enjeu de productivité et qualité des systèmes de culture
- enjeu de maintien de la fertilité des sols,
- enjeu de quantité et qualité des eaux de la nappe vis-à-vis des produits phytosanitaires et des nitrates,
- enjeu de raréfaction des ressources fossiles (consommation d'énergie),
- enjeu de qualité de l'air vis-à-vis de l'émission de gaz à effet de serre (GES)...

Les objectifs assignés à chaque système de culture testé sont précisés ci-dessous. Ils correspondent aux attentes vis-à-vis des résultats du système de culture qui ont aidé à la conception des systèmes et à la reconception. Ces objectifs sont traduits en indicateurs de performances, chiffrés si possible. L'atteinte des objectifs est évaluée à l'issue de plusieurs campagnes d'expérimentation.

Les résultats attendus par le pilote sont des jalons qui permettent de vérifier à chaque campagne si le système est sur la bonne voie pour atteindre les objectifs assignés au système.

I. T : Scénario témoin du système betteraves

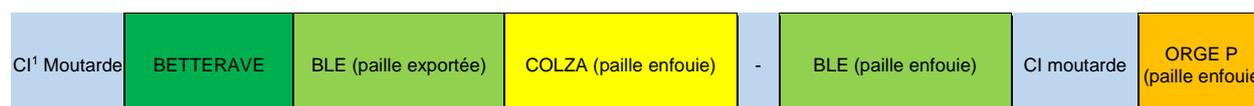


Figure 2 : Rotation du témoin du système betteraves

1. Objectifs assignés au système de culture

- Etre représentatif du système agricole betterave en production intégrée (PI), avec des pratiques préconisées par les Chambres d'agriculture et les Instituts techniques pour la région (système agriculteur optimisé PI²).
- Utiliser ce système témoin pour comparer les performances des scénarios systèmes de culture avec biomasse



- ✓ Marge brute rotation \geq marge brute de la petite région du Vermandois
- ✓ IFT² rotation \leq IFT de la petite région du Vermandois

2. Moyens mis en œuvre

- Application des principes de la production intégrée
- Application des préconisations des Chambres d'agriculture et des Instituts techniques
- Utilisation d'OAD⁴

3. Résultats attendus par le pilote du système de culture

- Rendement des cultures alimentaires \geq 90% du rendement du PPFA⁵
- Qualité des cultures conforme aux normes commerciales
- Fertilisation minérale des cultures conforme à leurs besoins (pas de stress visuel lié à une carence) et conditions d'apports optimales.

¹ Couvert d'Interculture

² Production intégrée

³ Indice de Fréquence de Traitement

⁴ Outil d'Aide à la Décision

⁵ Plan Prévisionnel de Fumure Azoté

- Maintien d'une parcelle propre (pas de grenaison à la récolte, pas d'adventices qui concurrencent la culture)
- Maîtrise des bioagresseurs (pas de pertes de rendement ou qualité imputables aux maladies et ravageurs)

4. Stratégie de gestion du système de culture

➤ Maîtrise des adventices

Gérer les adventices à l'échelle de la rotation et de l'itinéraire technique en mettant en œuvre des moyens préventifs pour diminuer leur pression (travail sol, stratégies d'évitement...) et utiliser la lutte chimique en dernier recours.

➤ Maîtrise des maladies et ravageurs

Gérer les maladies et ravageurs en mettant en œuvre des moyens préventifs pour diminuer leur pression (évitement, atténuation...) et utiliser la lutte chimique à partir de seuils d'interventions.

➤ Alimentation minérale

Optimiser la fertilisation azotée à partir de bilan azoté, en raisonnant sur la base d'objectifs de rendement modérés (rendement moyen des 5-6 dernières années), fractionnement des apports et pilotage de l'azote en cours de végétation.

Optimiser la fertilisation phosphatée et potassique sur la rotation à partir de bilan.

➤ Fertilité du sol

Gérer les exportations (pailles/résidus) afin de maintenir le taux de matière organique.

Gérer les interventions culturales afin de préserver la structure des sols (conditions d'humidité, d'intervention des outils...).

II. S1 : Scénario alimentaire prioritaire

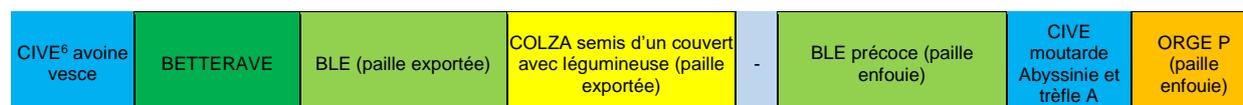
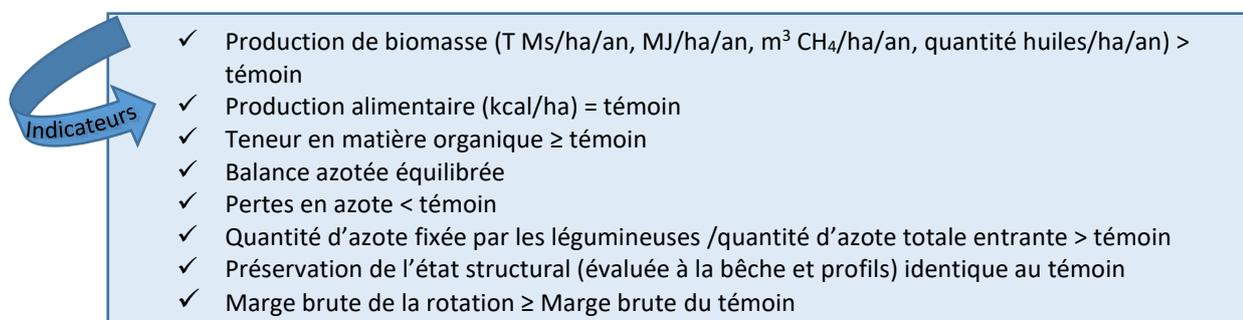


Figure 3 : Rotation du S1 de l'essai betteraves

1. Objectifs assignés au système de culture

- Produire et exporter de la biomasse
- Maintenir la teneur en matière organique du sol
- Améliorer la gestion de l'azote pour tendre vers une meilleure autonomie en azote et limiter les pertes en azote
- Préserver l'état structural du sol
- Conserver le même niveau de performances économiques sur la succession (à l'échelle du SdC).



⁶ Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique

2. Moyens mis en œuvre

- Conserver les 5 cultures alimentaires
- Produire des CIVEs en intercultures longues (biomasse verte)
- Exporter des pailles de blé et colza (biomasse sèche)
- Intégrer des légumineuses (mélange de légumineuses en interculture, couvert de légumineuses dans le colza) pour réduire les apports minéraux
- Choix d'espèce en couvert ayant un pouvoir structurant (moutarde Abyssinie)

3. Résultats attendus par le pilote du système de culture

- Rendement des cultures alimentaires $\geq 90\%$ du rendement du PPFA
- Qualité des cultures conforme aux normes commerciales
- Exportation des CIVEs/dérobées en automne (rendement $\geq 3\text{TMS/ha}$)
- Exportation de la paille de blé et de colza à environ 85% de matière sèche
- Fertilisation minérale des cultures conforme à leurs besoins (pas de stress visuel lié à une carence) et conditions d'apports optimales.
- Maintien d'une parcelle propre (pas de grenaison à grenaison à la récolte, pas d'adventices qui concurrencent la culture)
- Maîtrise des bioagresseurs (pas de pertes de rendement ou qualité imputables aux maladies et ravageurs)
- Préservation de la structure du sol (évaluée à la bêche et pas de dégâts visuels sur la culture imputables à la structure).
- Biomasse du couvert de légumineuses (sous colza) $\geq 1\text{TMS/ha}$

4. Stratégie de gestion du système de culture

- Production de biomasse

Schéma décisionnel : production de biomasse

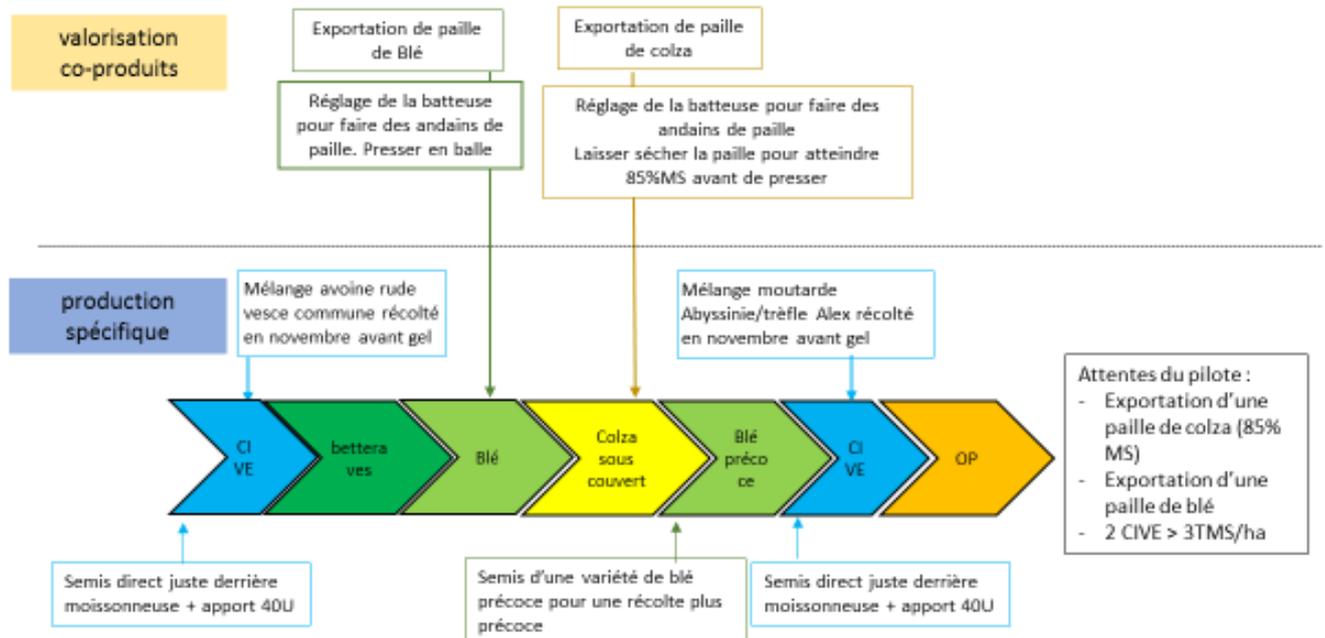


Figure 4 : Schéma décisionnel de production de biomasse du S1

➤ Maitrise des adventices

Gérer les adventices à l'échelle de la rotation et de l'itinéraire technique en mettant en œuvre des moyens préventifs pour diminuer leur pression (travail sol, stratégies d'évitement...) et utiliser la lutte chimique en dernier recours.

➤ Maitrise des maladies et ravageurs

Gérer les maladies et ravageurs en mettant en œuvre des moyens préventifs pour diminuer leur pression (évitement, atténuation...) et utiliser la lutte chimique à partir de seuils d'interventions.

➤ Alimentation minérale

Optimiser la fertilisation azotée à partir de bilan azoté, en raisonnant sur la base d'objectifs de rendement modérés (rendement moyen des 5-6 dernières années), fractionnement des apports et pilotage de l'azote en cours de végétation, intégration de légumineuses dans les couverts, semis du colza sous couvert de légumineuses.

Optimiser la fertilisation phosphatée et potassique sur la rotation à partir de bilan.

➤ Fertilité du sol

Gérer les exportations (pailles/résidus) afin de maintenir le taux de matière organique.

Gérer les interventions culturales afin de préserver la structure des sols (conditions d'humidité, d'intervention des outils...)

III. S2 : Scénario biomasse prioritaire

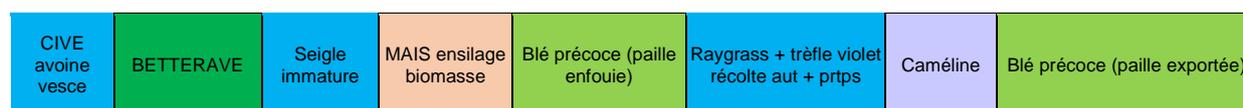


Figure 5 : Rotation du S2 de l'essai betteraves

1. Objectifs assignés au système de culture

- Accroître les possibilités de production de biomasse en modifiant la rotation
- Produire et exporter une culture dédiée à valorisation non alimentaire
- Produire et exporter trois types de biomasses (verte, sèche et culture dédiée)
- Maintenir la teneur en matière organique du sol
- Améliorer la gestion de l'azote pour tendre vers une meilleure autonomie en azote et limiter les pertes en azote
- Préserver l'état structural du sol
- Conserver le même niveau de performances économiques sur la succession (à l'échelle du SdC).

Indicateurs

- ✓ Exporter 3 types de biomasse (verte, sèche et culture dédiée)
- ✓ Production de biomasse (T Ms/ha/an, MJ/ha/an, m³ CH₄/ha/an, quantité huiles/ha/an) > S1
- ✓ Teneur en matière organique ≥ témoin
- ✓ Balance azotée équilibrée
- ✓ Pertes en azote < témoin
- ✓ Quantité d'azote fixée par les légumineuses /quantité d'azote totale entrante > témoin
- ✓ Préservation de l'état structural (évaluée à la bêche et profils) / témoin
- ✓ Marge brute de la rotation ≥ Marge brute du témoin

2. Moyens mis en œuvre

- Remplacer deux cultures alimentaires par deux doubles cultures biomasses : seigle puis maïs et ray-grass puis caméline
- Produire une culture dérobée courte d'automne et deux dérobées longues (biomasse humide)
- Produire de la caméline
- Exporter une paille de blé (biomasse sèche)
- Intégrer des légumineuses dans les dérobées

3. Résultats attendus par le pilote du système de culture

- Rendement des cultures alimentaires $\geq 90\%$ du rendement du PPFA
- Qualité des cultures conforme aux normes commerciales
- Exportation de CIVE/dérobées en automne (biomasse $\geq 3\text{TMS/ha}$)
- Production de deux doubles cultures : taux de levée des 2^e cultures (maïs et caméline) $\geq 80\%$
- Production d'une culture dédiée de caméline de qualité conforme aux normes commerciales
- Production d'un maïs biomasse d'au moins 10 TMS/ha
- Production d'une biomasse de seigle d'au moins 12 TMS/ha
- Production d'une biomasse de ray-grass/trèfle au printemps d'au moins 8TMS/ha
- Exportation de la paille de blé à environ 85% de matière sèche
- Fertilisation minérale des cultures conforme à leurs besoins (pas de stress visuel lié à une carence) et conditions d'apports optimales.
- Maintien d'une parcelle propre (pas de grenaison à la récolte, pas d'adventices qui concurrencent la culture)
- Maîtrise des bioagresseurs (pas de pertes de rendement ou qualité imputables aux maladies et ravageurs)
- Préservation de la structure du sol (évaluée à la bêche et pas de dégâts visuels sur la culture imputables à la structure).
- Biomasse du couvert de légumineuses (sous colza) $\geq 1\text{TMS/ha}$

4. Stratégie de gestion du système de culture

- Production de biomasse

Schéma décisionnel : production de biomasse

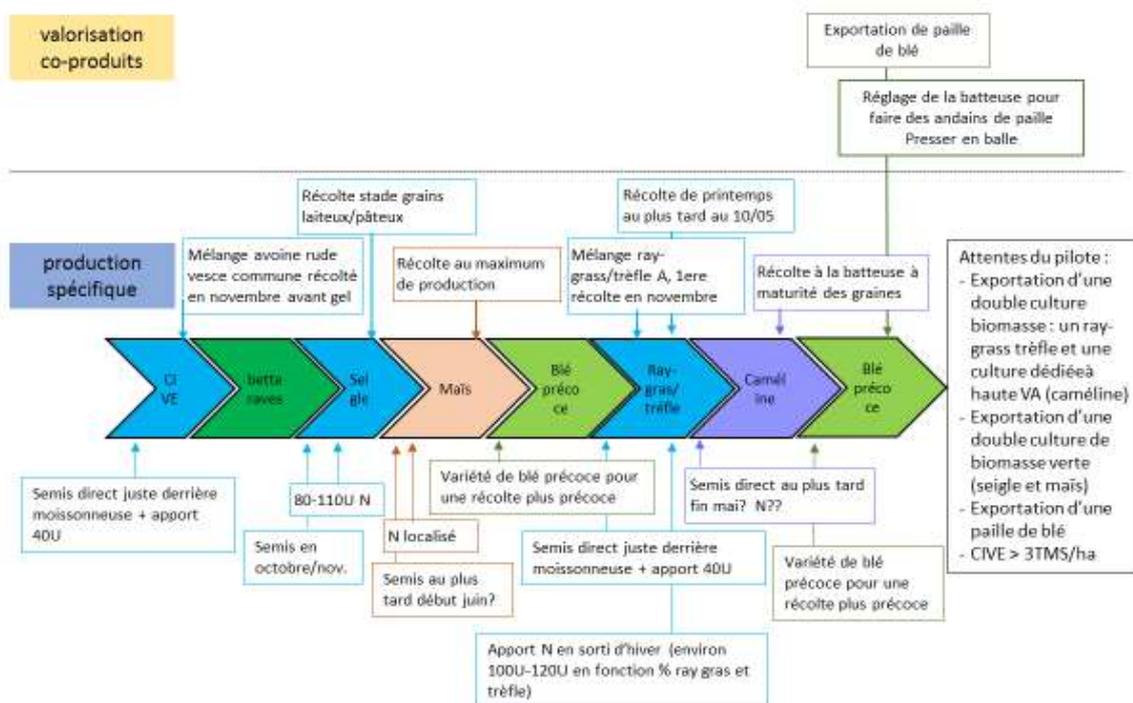


Figure 6 : Schéma décisionnel de production de biomasse du S2

- Maîtrise des adventices

Gérer les adventices à l'échelle de la rotation et de l'itinéraire technique en mettant en œuvre des moyens préventifs pour diminuer leur pression (travail sol, stratégies d'évitement...) et utiliser la lutte chimique en dernier recours.

- Maîtrise des maladies et ravageurs

Gérer les maladies et ravageurs en mettant en œuvre des moyens préventifs pour diminuer leur pression (évitement, atténuation...) et utiliser la lutte chimique à partir de seuils d'interventions.

➤ Alimentation minérale

Optimiser la fertilisation azotée à partir de bilan azoté, en raisonnant sur la base d'objectifs de rendement modérés (rendement moyen des 5-6 dernières années), fractionnement des apports et pilotage de l'azote en cours de végétation, intégration de légumineuses dans les dérobées.

Optimiser la fertilisation phosphatée et potassique sur la rotation à partir de bilan.

➤ Fertilité du sol

Gérer les exportations (pailles/résidus) afin de maintenir le taux de matière organique.

Gérer les interventions culturales afin de préserver la structure des sols (conditions d'humidité, d'intervention des outils...).

Ce document a été réalisé dans le cadre du projet Réseau de sites démonstrateurs.

Ce projet vise à faciliter la mise en place des projets de la bioéconomie, ancrés sur les territoires, durables et pérennes dans les Hauts-de-France.

Réalisation et rédaction de l'ouvrage

Charlotte JOURNEL
Agro-Transfert Ressources et Territoires
<http://www.agro-transfert-rt.org/> - 03 22 97 89 28



Avec l'appui de l'ensemble des partenaires du projet Réseau de sites démonstrateurs et en particulier de :

Justine LAMERRE
Agro-Transfert Ressources et Territoires

Stéphane HERVIEUX
Agro-Transfert Ressources et Territoires

Matthieu PREUDHOMME
Chambre d'Agriculture de la Somme

Baptiste COMPERE
Chambre d'Agriculture de la Somme

Marie-Laure SAVOURE
Agro-Transfert Ressources et Territoires

Caroline GODARD
Agro-Transfert Ressources et Territoires

Publication février 2017

Projet soutenu financièrement de 2015 à 2020 par le FEDER, le FNADT au titre de l'initiative « territoire catalyseurs d'innovation » et la région Hauts-de-France



Projet coordonné par Agro-Transfert Ressources et Territoires avec comme partenaires :

