

SECALIBIO

Sécuriser les Systèmes Alimentaires en
Production de Monogastriques Biologiques



Evaluation multicritère des systèmes de culture intégrant des cultures riches en protéines pour l'alimentation des monogastriques

Sud Bassin Parisien
Simulations sur la ferme-type

Par Guillaume TURCK et Anne-Laure de
CORDOUE (Arvalis-Institut Du Végétal),
Charlotte Glachant (Chambre
d'agriculture d'Ile de France)

Juillet 2018

Réalisation technique

ARVALIS
Institut du végétal

**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
DE REGION
ILE-DE-FRANCE

Financement



PRESENTATION DU PROJET

Cette fiche de synthèse présente les simulations construites sur la base d'une ferme-type spécialisée en grandes cultures biologiques dans le Sud du Bassin Parisien. Ces simulations ont pour objectif de maximiser la production de protéines biologiques pour la filière d'élevages monogastriques. Elles ont été décrites à dire d'experts, grâce à l'aide de Charlotte Glachant, conseiller agriculture biologique à la chambre d'agriculture de région Ile-de-France.

Comme pour les fermes-types de référence, les différents éléments nouveaux composant ces fermes-types simulées sont présentés dans ce document : assolements, itinéraires techniques complets (en annexe) et données économiques. Les résultats d'une évaluation multicritère des performances des différents scénarios de simulation sont également décrits dans ce document. Cette évaluation repose sur des indicateurs techniques, économiques, sociaux et environnementaux. Le logiciel Systerre®, développé par Arvalis, et fournissant un support de calcul et d'exports de données à partir des caractéristiques renseignées de la ferme-type a été utilisé pour faire cette évaluation. Le détail des modes de calcul des différents indicateurs utilisés est présenté en annexe. Les hypothèses de travail sont présentées tout au long du document.

Ce travail a été réalisé en 2018 dans le cadre du projet CASDAR SECALIBIO, visant à produire des références pour sécuriser la production de protéines biologiques et évaluer les impacts de la maximisation de cette production. Pour plus de détails sur la ferme-type utilisée ici comme référence de départ, veuillez consulter la fiche correspondante de cette brochure. <https://www.arvalis-infos.fr/view-7956-arvarticle.html>

Vous y trouverez l'ensemble des caractéristiques de cette exploitation-type ainsi que quelques résultats évaluant ses performances.

SOMMAIRE

Présentation des simulations testées

| | |
|---|---|
| Localisation et informations générales | 3 |
| Assolements des différentes simulations | 3 |
| Hypothèses économiques | 4 |

Evaluation multicritère des performances des simulations

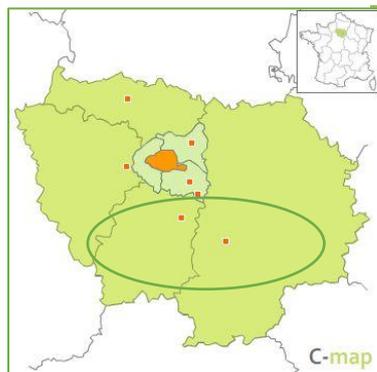
| | |
|-------------------------------|---|
| Synthèse des résultats | 5 |
| Rendement en protéines | 6 |
| Résultats économiques moyens | 6 |
| Robustesse économique | 7 |
| Charges de production | 7 |
| Temps de travail | 8 |
| Bilans NPK | 8 |
| Autres indicateurs techniques | 9 |

Annexes

| | |
|--|----|
| Itinéraires techniques | 10 |
| Rendements et prix de vente par culture et par année | 24 |
| Résultats économiques moyens détaillés par culture et par rotation | 25 |
| Détail des indicateurs utilisés | 29 |

PRESENTATION DES SIMULATIONS TESTEES

Localisation et informations générales

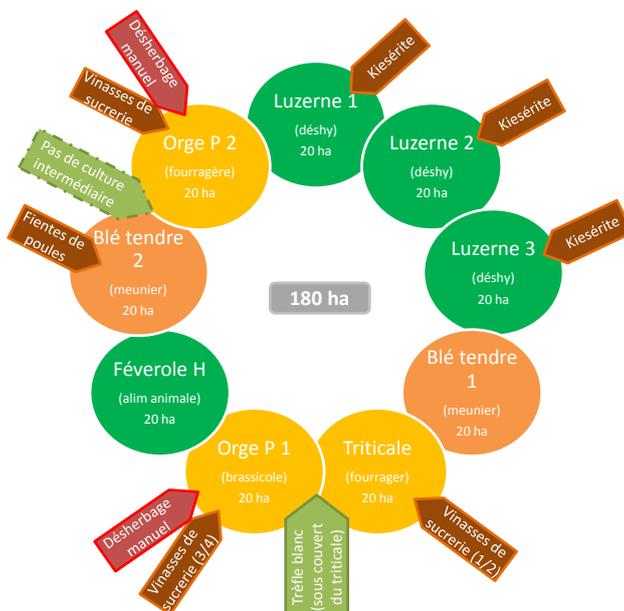


| | |
|--------------|--|
| SAU | 180 ha |
| MAIN D'ŒUVRE | 1 UTH familiale + 0,3 UTH de main d'œuvre salariée (495 heures) |
| SOL | Limons moyens à argileux, semi-profonds à profonds, à bon potentiel, un peu séchants et parfois calcaires. |

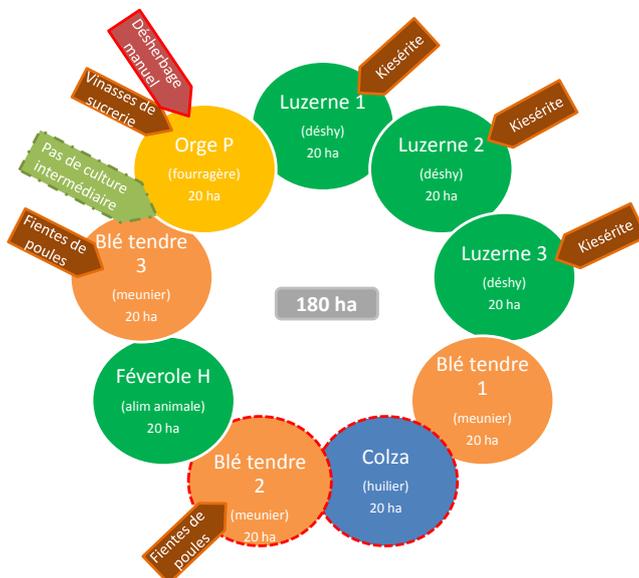
Assolements des différentes simulations

- Interculture
- Fertilisation
- Désherbage manuel

Référence de départ :



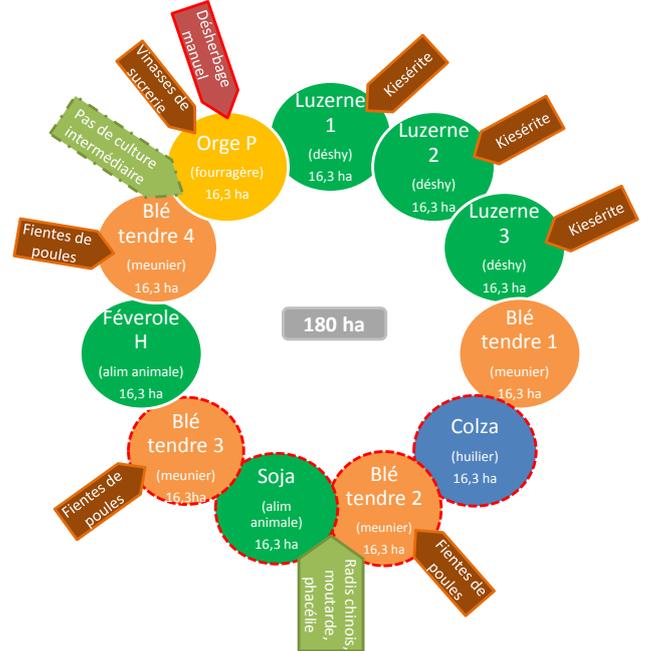
Simulation 1 : introduction du colza.



Simulation 2 : introduction du soja.



Simulation 3 : introduction du soja et du colza



Hypothèses économiques

Les rendements et prix de vente des cultures sont ajustés année par année sur la base de données réelles pour les cultures déjà présentes à l'origine dans l'assolement.

Pour les cultures nouvellement introduites, pour lesquelles il y a peu de références dans la région, certains rendements utilisés sont des hypothèses basse / moyenne / haute ajustées année par année, en fonction des conditions de ces années, tout en veillant à conserver un rendement moyen 2013-2017 cohérent.

Le détail de ces données est présenté en annexe. Les valeurs moyennes utilisées sont celles présentées ci-dessous :

| Données moyennes 2013-2017 | | |
|----------------------------|------------------|---------------------|
| Cultures | Rendement (t/ha) | Prix de vente (€/t) |
| Luzerne 1 | 8,5 | 83 |
| Luzerne 2 et 3 | 11 | 83 |
| Blé tendre 1, 2, 3 ou 4 | 3,6 | 393 |
| Triticale | 3,3 | 304 |
| Orge P brassicole | 3,7 | 357 |
| Orge P fourragère | 3,7 | 291 |
| Féverole H | 2,8 | 377 |
| Soja | 2,1 | 674 |
| Colza | 1,3 | 728 |

Données pour lesquelles des hypothèses ont été faites.

Les prix d'achats des intrants sont les mêmes d'une année sur l'autre et ont été ajustés sur une base de 2017.

| Prix des intrants 2017 | |
|---|--------------|
| Fientes de poules (€/t) | 55 |
| Vinasses de sucrerie (€/t) | 62 |
| Kiésérite (€/t) | 300 |
| Moyenne 2013-2017 : | |
| Fermage | 124 €/ha |
| Charges diverses | 95 €/ha |
| MSA (selon simulations) | 212-224 €/ha |
| Rémunération main d'œuvre familiale | 15 400 € |
| Aides (€/ha) | |
| Aides découplées | 250 |
| Aide couplée protéagineux | 150 |
| Aide couplée légumineuse déshydratation | 121 |

EVALUATION MULTICRITERE DES PERFORMANCES DES SIMULATIONS

Synthèse des résultats

| Performances technico-économiques et environnementales | | | | | | |
|--|------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | Rendement en protéines moyen | EBE moyen | Coefficient de variation de l'EBE | Temps d'intervention hors ETA | Nombre d'espèces cultivées | Emissions de GES |
| Référence | 0,15 t MAT/ha | 726 €/ha | 0,40 | 716 h/an | 5 | 555 kgéqCO ₂ |
| Simulation 1 | 0,14 | 737 | 0,45 | 745 | 5 | +2,8% |
| Simulation 2 | 0,21 | 740 | 0,42 | 758 | 6 | +4,7% |
| Simulation 3 | 0,18 | 752 | 0,47 | 789 | 6 | +8,2% |

| Performances agronomiques et techniques | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Bilans NPK | Maîtrise de la compaction du sol | Maîtrise des adventices | Maîtrise des maladies et ravageurs |
| Référence |  |  | - | - |
| Simulation 1 |  |  | <i>Attention à la flore automnale (succession de 5 cultures d'hiver)</i> <i>Soja salissant</i> | <i>Risques ravageurs élevés sur colza.</i> <i>Pas de changement avec l'introduction du soja.</i> |
| Simulation 2 |  |  | | |
| Simulation 3 |  |  | | |

Il apparaît dans ces simulations que l'intégration du colza dans la rotation, en remplacement d'une autre culture, n'est pas un moyen efficace pour augmenter la production de protéines de l'exploitation. Le scénario 1, dans lequel seul le colza est introduit, conduit même à une baisse de cette production de protéines. Au contraire, il ressort que le soja permet d'accroître considérablement la quantité de MAT produite dans le scénario 2 (+ 41%).

Du point de vue économique, toutes les simulations permettent à peu près de conserver la rentabilité moyenne de départ de l'exploitation. Néanmoins, elles cachent une plus grande variabilité du résultat économique, à cause de l'introduction du colza et du soja qui sont des cultures sensibles aux aléas et ayant donc des rendements assez variables. La simulation 2, avec l'introduction du soja, est celle pour laquelle cette augmentation de la variabilité est la plus limitée.

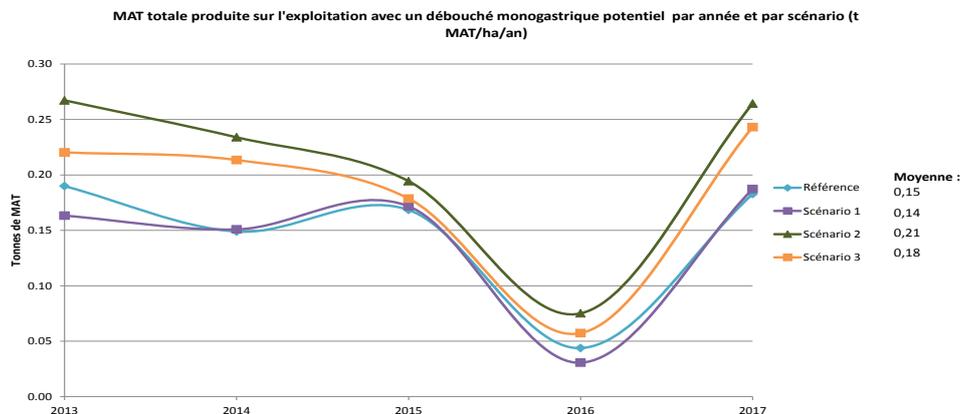
Le temps de travail est par contre en hausse générale dans toutes les simulations, à cause, d'une part, de l'introduction du soja qui est une culture exigeante en travail du sol et désherbage, et d'autre part du remplacement des céréales secondaires par des blés supplémentaires, qui sont également plus exigeants en nombre d'interventions. L'augmentation du nombre d'interventions se répercute d'ailleurs sur les émissions de gaz à effet de serre, qui suivent également des hausses comparables. Cependant, le nombre d'heures de travail dans les différents scénarios reste dans des niveaux tout à fait acceptables pour les 1,3 UTH de l'exploitation.

Enfin, les simulations n'ont que peu d'impacts sur les performances agronomiques. La rotation reste fortement déficitaire en potassium et la maîtrise de la compaction du sol reste excellente dans tous les cas. Concernant les bioagresseurs, il faut noter la difficulté que représente le colza face aux dégâts des ravageurs et le risque de salissement de la parcelle causé par le soja.

En conclusion, le scénario de simulation 2 introduisant le soja semble être le plus probant pour répondre à l'objectif d'augmentation de la production de protéines du projet SECALIBIO, tout en préservant au mieux les résultats économiques de l'exploitation. Au contraire, la simulation 1 a montré que le colza n'a que peu d'intérêt pour répondre à ces objectifs.

Rendement en protéines

Le rendement en protéines calculé prend en compte toutes les cultures dont le débouché peut potentiellement être l'alimentation des monogastriques. Il est exprimé en Matière Azotée Totale et est calculé à partir de taux de références par culture pour l'agriculture biologique (données ITAB).



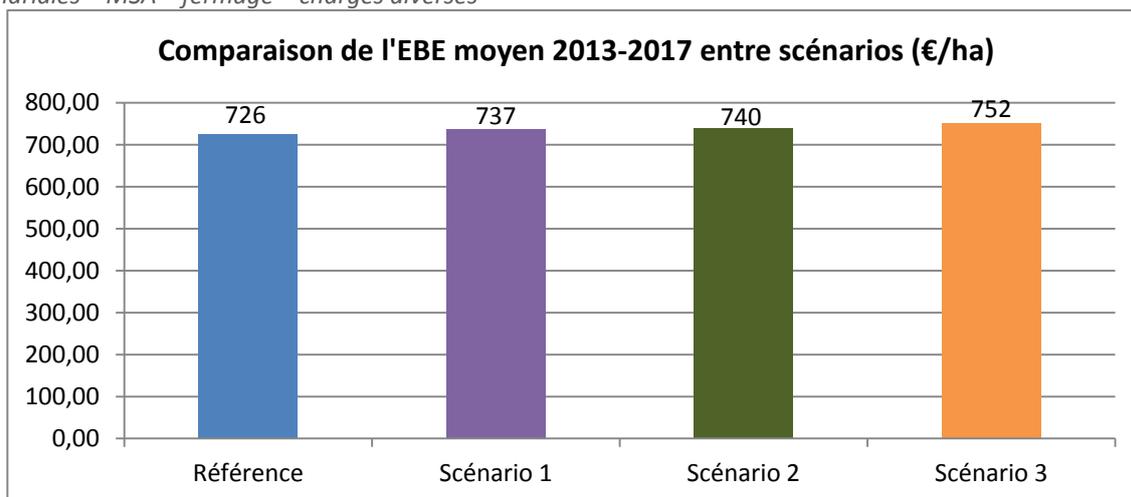
Une augmentation de la production de MAT uniquement due au soja

La production de MAT n'augmente que dans les simulations où du soja est présent. Dans le scénario 2, où seul le soja est ajouté, la production est supérieure à la référence quelle que soit l'année, et l'augmentation moyenne est même de 41%. Au contraire, le scénario 1 introduisant le colza n'atteint absolument pas l'objectif d'augmentation de la production de protéines. Au mieux, ce scénario égale la référence, et se situe même en dessous certaines années. Ceci est dû à la forte variabilité du rendement du colza. Son rendement est effectivement très faible (0,2 t/ha) presque une année sur deux, et au final, le triticale qu'il remplace aurait souvent permis une production de MAT supérieure ou équivalente. De même, à cause du colza, le scénario 3 a une production plus faible que lorsque le soja est la seule culture introduite.

Résultats économiques moyens

Attention, les valeurs d'EBE calculées pour les années précédentes sont des valeurs approchées. Seules les variations de rendement et de prix de vente des cultures sont en effet prises en compte d'une année à l'autre. Les données utilisées à ces fins suivent les conditions précisées dans l'encart « hypothèses suivies » présenté en page 4.

$EBE \text{ par ha} = (\text{rendement} \times \text{prix de vente} + \text{aides couplées} + \text{DPU}) - \text{charges intrants} - \text{entretien/location matériel} - \text{carburant} - \text{charges salariales} - \text{MSA} - \text{fermage} - \text{charges diverses}$

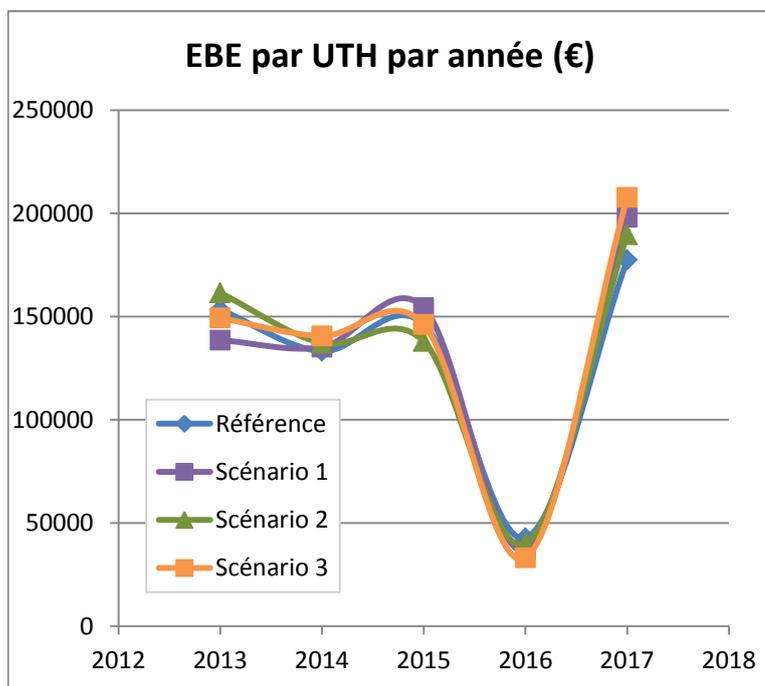


Des EBE équivalents entre scénarios et référence

Dans tous les cas étudiés, les résultats économiques moyens sont similaires. Le soja et le colza introduits ont certes des résultats variables d'une année à l'autre, mais il semble que les bonnes années compensent les mauvaises années. De plus, la proportion du blé est plus élevée dans tous les scénarios, afin de profiter des effets précédents bénéfiques qu'offrent le soja et le colza. Or, les deux céréales secondaires remplacées par le blé (l'orge et le triticale), du fait de leur prix de vente plus faible et de leurs charges de production similaires, sont beaucoup moins rentables que le blé. Cette plus grande production de blé contrebalance donc également les éventuelles chutes de la rentabilité causées par le soja et le colza lors des mauvaises années.

Robustesse économique

La robustesse économique est évaluée en calculant l'EBE de l'exploitation sur les 5 dernières années. Attention, les valeurs d'EBE des années précédentes sont des valeurs approximatives : seules les variations de rendement et de prix de vente des cultures sont en effet prises en compte d'une année à l'autre. Les données utilisées à ces fins suivent les conditions précisées dans l'encart « hypothèses suivies » présenté en page 4.



Une situation de départ plus résiliente

Le résultat économique de la référence de départ apparaît légèrement moins variable que ceux des simulations. L'écart-type de l'EBE sur la période 2013-2017 augmente ainsi de 9 à 22% dans les différentes simulations. On peut également constater que lors des mauvaises années, notamment en 2016, l'EBE de la référence chute moins que celui des simulations, mais qu'au contraire, celui-ci reste en deçà des autres lorsqu'on se situe dans une bonne année comme 2017. La résilience de la ferme-type initiale face aux aléas climatiques semble donc meilleure. La plus grande variabilité du résultat des simulations est évidemment due au colza et au soja introduit, qui sont des cultures aux rendements fluctuants.

La préservation du résultat économique moyen observée précédemment cache donc une plus

Charges de production

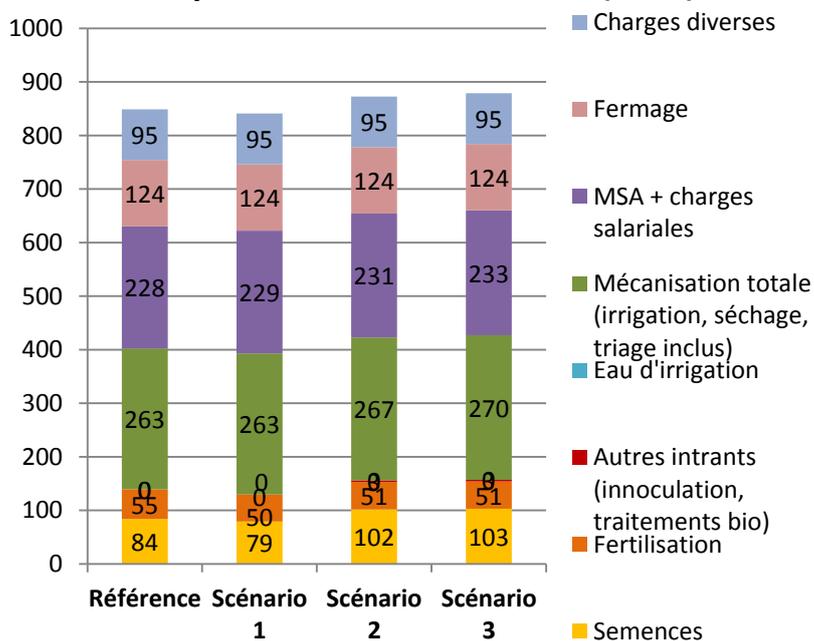
Les charges de production ont été calculées par poste. Un tableau reprend le détail de ces charges en annexe par culture. Le total des charges de mécanisation présenté ici inclut l'amortissement, le coût d'entretien, le coût de location éventuelle du matériel, et la consommation de carburant pour toutes les opérations culturales (dont irrigation, séchage et triage des cultures associées). Les charges de semences comprennent l'achat des semences certifiées et un coût des semences fermières (manque à gagner et coût de triage).

Des charges de production en légère hausse

Les charges de production augmentent légèrement dans les scénarios 2 et 3 (+30 €/ha maximum). Les dépenses en semences augmentent notamment de presque 20 €/ha dans ces scénarios. Ceci est dû à la présence du soja dont le prix des semences certifiées est élevé.

Au contraire, les charges de mécanisation n'évoluent pas, celles du soja et du colza étant dans la moyenne de celles des autres cultures.

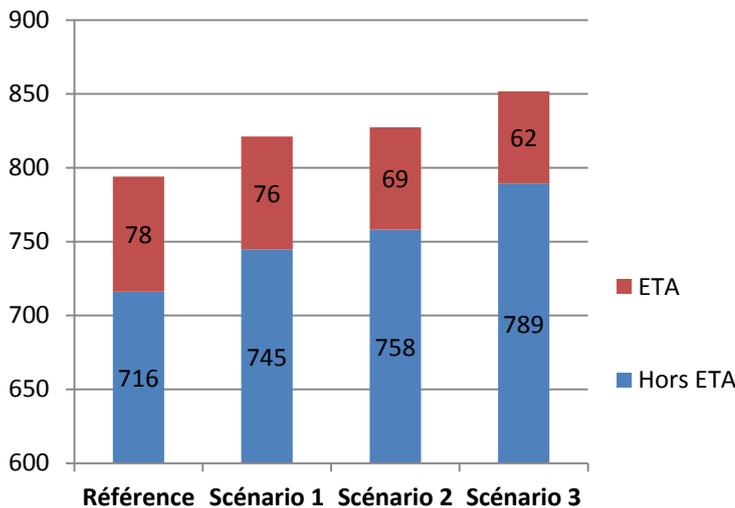
Comparaison des charges par poste de l'exploitation entre scénarios (€/ha)



Temps de travail

Le temps de travail est évalué sur la base du temps d'intervention sur la parcelle. Le calcul est effectué à partir des débits de chantier des différentes opérations culturales réalisées. On distingue le temps d'intervention des Entreprises de Travaux Agricoles (ETA) du temps d'intervention de la main d'œuvre de l'exploitation (exploitant et salariés).

Comparaison du temps d'intervention ETA et hors ETA entre scénarios (h/an)



Temps de travail en hausse importante

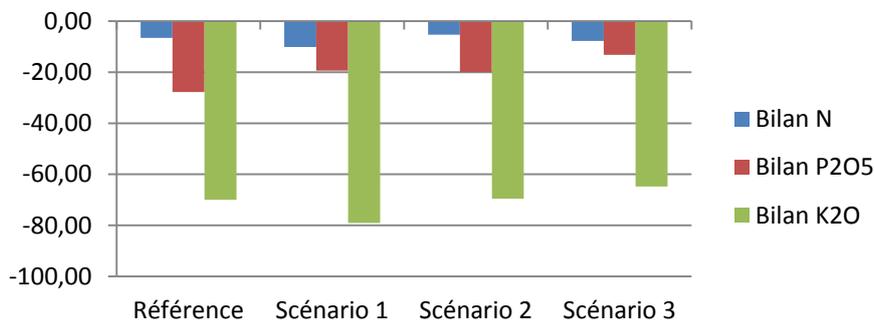
Le temps d'intervention au champ augmente significativement dans tous les scénarios de simulation. Le soja introduit y contribue pour une part importante. Son itinéraire technique est en effet assez chargé, avec notamment la gestion d'une interculture, deux faux-semis, deux passages de herse étrille et de bineuse. Les blés ajoutés dans tous les scénarios expliquent également une part de cet accroissement. Le désherbage mécanique réalisé sur blé est aussi assez intense, avec deux binages et deux hersages chacun et plusieurs interventions de travail du sol. Ils remplacent de plus l'orge et le triticale, deux cultures un peu moins exigeantes en temps d'intervention.

Cette hausse doit toutefois être nuancée, étant donné qu'il ne faut pas oublier que 0,3 UTH salariée est présente sur l'exploitation. La quantité de travail restant pour l'exploitant reste donc tout à fait acceptable.

Bilans NPK

Les bilans NPK ici présentés représentent la différence entre les apports (fertilisation et fixation symbiotique) et les exports (récoltes) pour ces trois éléments minéraux que sont l'azote, le phosphore et le potassium. Le graphique ci-dessous représente ainsi le stock moyen de ces éléments après une année de la rotation.

Comparaison des bilans NPK entre scénarios (kg/ha/an)



Pas d'amélioration des bilans NPK

Aucune différence notable n'est visible dans les bilans NPK entre les différents scénarios. Le déficit en potassium dû à la luzerne est toujours présent. Des apports de fientes de poule supplémentaires ont pourtant été réalisés sur les blés nouvellement intégrés à la rotation, à la place de ceux de vinasses. Mais ils ne suffisent pas à pallier à ce déséquilibre.

Autres performances techniques et agronomiques

Compaction du sol

Un indicateur issu du modèle d'évaluation de systèmes de culture MASC2.0 a été calculé. Il prend notamment en compte des informations sur les caractéristiques du sol, l'impact des pratiques de travail du sol, de l'assolement, de la couverture du sol et de l'activité biologique. La sortie est une classe d'évaluation de la maîtrise de la compaction du sol (très faible, faible à moyenne, moyenne à élevée ou très élevée).

Les simulations testées n'auraient pas d'impact négatif sur la fertilité physique des sols de la ferme-type. L'indicateur calculé attribue la valeur « très élevée » à la maîtrise de la compaction du sol dans la référence et dans tous les scénarios. L'absence de cultures récoltées tardivement en automne dans de mauvaises conditions, l'utilisation de pneus basse pression et l'utilisation régulière d'un décompacteur sont en effet des points positifs pour la préservation d'une bonne structure du sol.

Maîtrise des adventices, maladies et ravageurs

L'évolution prévisible dans les scénarios des pressions des bioagresseurs a été évaluée à dire d'expert.

La maîtrise des ravageurs risque d'être délicate avec l'introduction du colza, culture qui y est très sensible, d'autant plus en agriculture biologique et dans une région où il est déjà très présent. Au contraire, l'introduction du soja, culture peu présente dans les assolements de la région, ne devrait a priori pas poser de problème particulier de maladie ou de ravageurs.

Du côté des adventices, la présence du colza à la place du triticale ne devrait en soi rien changer. Il convient néanmoins d'être prudent vis-à-vis de la flore automnale dans le scénario 1, étant donné la succession de cinq cultures d'hiver qui y est désormais réalisée, avec le remplacement de l'orge de printemps par un blé supplémentaire. Ce problème ne devrait pas se retrouver dans les autres scénarios, grâce à la présence du soja qui coupera les cycles des adventices d'automne. Le risque adventice augmente toutefois un peu dans les scénarios 2 et 3 à cause du soja qui est une culture peu couvrante, surtout en début de cycle, et qui conduit donc souvent à un peu de salissement de la parcelle.

ANNEXES

Itinéraires techniques 2017

| REFERENCE | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|--|
| ROTATION | | | |
| Culture | Date | Opération | Remarques |
| LUZERNE 1 (20 ha) | 1-avr. | Herse étrille | |
| | 1-avr. | Semis à la volée | Semis sous-couvert de l'orge CANNELLE 25 kg/ha, semence 100% certifiée |
| | 1-avr. | Roulage | |
| | 30-sept. | Broyage | |
| | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,75 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,25 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 1,5 t/ha | |
| LUZERNE 2 (20 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5,35 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,21 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,14 t/ha | |
| LUZERNE 3 (20 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2 t/ha | |



| | | | |
|---|------------|--------------------|--|
| BLE TENDRE 1 (20 ha) | 30-août | Covercrop | |
| | 10-sept. | Chisel | |
| | 1-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 24-oct. | Labour | |
| | 25-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 15-mars | Herse étrille | |
| | 15-mars | Bineuse | |
| | 16-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4,6 t/ha |
| | 16-juil. | Transport1 | |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| TRITICALE (20 ha) | 30-juil. | Covercrop | |
| | 16-août | Chisel | |
| | 15-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 22-oct. | Labour | |
| | 23-oct. | Semis combiné | Triticale TREMPIN 155 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 20-mars | Bineuse | |
| | 20-mars | Herse étrille | |
| | 5-avr. | épandage vinasses | 1 année sur 2 Vinasses 2 t/ha |
| | 17-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4,1 t/ha |
| 17-juil. | Transport2 | | |
| 17-juil. | Transport1 | | |
| ORGE DE PRINTEMPS 1 brassicole (20 ha) | 5-avr. | Semis à la volée | Interculture Trèfle Blanc 15 kg/ha, 100 % semence certifiée |
| | 30-sept. | Broyage | |
| | 20-nov. | Labour | |
| | 25-févr. | Vibroculteur | |
| | 1-mars | Semis combiné | Orge de printemps PEWTER 140 kg/ha, 28 % semence certifiée |
| | 5-avr. | épandage vinasses | 3 années sur 4 Vinasses 2 t/ha |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 10-avr. | Herse étrille | |
| | 15-avr. | Désherbage manuel | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 25-juil. | Récolte céréales | Rendement : 3,6 t/ha |
| | 25-juil. | Transport1 | |
| | 25-juil. | Transport2 | |

| | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------|---|--|
| FEVEROLE D'HIVER (20 ha) | 5-août | Covercrop | | |
| | 25-août | Déchaumeur à dents | | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | | |
| | 3-oct. | Déchaumeur à dents | | |
| | 15-nov. | Labour | | |
| | 16-nov. | Semis combiné | Féverole d'hiver DIVA 220 kg/ha, 9% semence certifiée | |
| | 7-mars | Herse étrille | | |
| | 1-avr. | Bineuse | | |
| | 20-avr. | Bineuse | | |
| | 30-juil. | Récolte céréales | Rendement : 2,7 t/ha | |
| | 30-juil. | Transport2 | | |
| | 30-juil. | Transport1 | | |
| | BLE TENDRE 2 (20 ha) | 1-août | Covercrop | |
| 16-août | | Déchaumeur à dents | | |
| 10-sept. | | Déchaumeur à dents | | |
| 10-sept. | | Epannage | Fientes de poules 2 t/ha | |
| 5-oct. | | Chisel | | |
| 30-oct. | | Labour | | |
| 31-oct. | | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée | |
| 10-mars | | Herse étrille | | |
| 10-mars | | Bineuse | | |
| 10-avr. | | Bineuse | | |
| 15-avr. | | Herse étrille | | |
| 5-juin | | Ecimage | | |
| 15-juil. | | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha | |
| 16-juil. | | Transport2 | | |
| 16-juil. | | Transport1 | | |
| ORGE DE PRINTEMPS 2 fourragère (20 ha) | | 1-août | Covercrop | |
| | | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | | |
| | 5-oct. | Chisel | 1 année sur 2 | |
| | 20-nov. | Labour | | |
| | 25-févr. | Vibroculteur | | |
| | 10-mars | Semis combiné | Orge de printemps PEWTER 140 kg/ha, 28 % semence certifiée | |
| | 5-avr. | épannage vinasses | Tous les ans Vinasses 2 t/ha | |
| | 15-avr. | Désherbage manuel | | |
| | 5-juin | Ecimage | | |
| | 25-juil. | Récolte céréales | Rendement : 3,6 t/ha | |
| | 25-juil. | Transport1 | | |
| | 25-juil. | Transport2 | | |

SCENARIO 1

ROTATION

| Culture | Date | Opération | Remarques |
|----------------------|------------------------|-------------------------|--|
| LUZERNE 1 (20 ha) | 1-avr. | Herse étrille | |
| | 1-avr. | Semis à la volée | Semis sous-couvert de l'orge CANNELLE 25 kg/ha, semence 100% certifiée |
| | 1-avr. | Roulage | |
| | 30-sept. | Broyage | |
| | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,75 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,25 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| | 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 1,5 t/ha |
| LUZERNE 2 (20 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5,35 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,21 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,14 t/ha | |
| LUZERNE 3 (20 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2 t/ha | |



| | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---|
| BLE TENDRE 1 (20 ha) | 30-août | Covercrop | |
| | 10-sept. | Chisel | |
| | 1-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 24-oct. | Labour | |
| | 25-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 15-mars | Herse étrille | |
| | 15-mars | Bineuse | |
| | 16-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4,6 t/ha |
| | 16-juil. | Transport1 | |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| | COLZA (20 ha) | 20-juil. | Covercrop |
| 2-août | | Déchaumeur à dents | |
| 10-août | | Labour | |
| 15-août | | Semis combiné 45 cm écartement | Colza + variété précoce 100 % semence certifiée, 3 kg/ha |
| 5-oct. | | Bineuse | |
| 10-mars | | Bineuse | |
| 15-juil. | | Récolte céréales | Rendement : 2,5 t/ha |
| 15-juil. | | Transport2 | |
| BLE TENDRE 2 (20 ha) | 15-juil. | Transport1 | |
| | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Epandage | Fientes de poules 2 t/ha |
| | 5-oct. | Chisel | |
| | 30-oct. | Labour | |
| | 31-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 10-mars | Herse étrille | |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 15-avr. | Herse étrille | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| 16-juil. | Transport1 | | |



| | | | |
|---|------------|--------------------|---|
| FEVEROLE D'HIVER (20 ha) | 5-août | Covercrop | |
| | 25-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 3-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 15-nov. | Labour | |
| | 16-nov. | Semis combiné | Féverole d'hiver DIVA 220 kg/ha, 9% semence certifiée |
| | 7-mars | Herse étrille | |
| | 1-avr. | Bineuse | |
| | 20-avr. | Bineuse | |
| | 30-juil. | Récolte céréales | Rendement : 2,7 t/ha |
| | 30-juil. | Transport2 | |
| | 30-juil. | Transport1 | |
| BLE TENDRE 3 (20 ha) | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Epandage | Fientes de poules 2 t/ha |
| | 5-oct. | Chisel | |
| | 30-oct. | Labour | |
| | 31-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 10-mars | Herse étrille | |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 15-avr. | Herse étrille | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| 16-juil. | Transport1 | | |
| ORGE DE PRINTEMPS fourragère (20 ha) | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 5-oct. | Chisel | 1 année sur 2 |
| | 20-nov. | Labour | |
| | 25-févr. | Vibroculteur | |
| | 10-mars | Semis combiné | Orge de printemps PEWTER 140 kg/ha, 28 % semence certifiée |
| | 5-avr. | épandage vinasses | Vinasses 2 t/ha |
| | 15-avr. | Désherbage manuel | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 25-juil. | Récolte céréales | Rendement : 3,6 t/ha |
| | 25-juil. | Transport1 | |
| | 25-juil. | Transport2 | |



SCENARIO 2

ROTATION

| Culture | Date | Opération | Remarques |
|----------------------|------------------------|-------------------------|--|
| LUZERNE 1 (18 ha) | 1-avr. | Herse étrille | |
| | 1-avr. | Semis à la volée | Semis sous-couvert de l'orge CANNELLE 25 kg/ha, semence 100% certifiée |
| | 1-avr. | Roulage | |
| | 30-sept. | Broyage | |
| | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,75 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,25 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| | 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 1,5 t/ha |
| LUZERNE 2 (18 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5,35 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,21 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,14 t/ha | |
| LUZERNE 3 (18 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2 t/ha | |



| | | | |
|--|------------------|----------------------|---|
| BLE TENDRE 1 (18 ha) | 30-août | Covercrop | |
| | 10-sept. | Chisel | |
| | 1-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 24-oct. | Labour | |
| | 25-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 15-mars | Herse étrille | |
| | 15-mars | Bineuse | |
| | 16-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4,6 t/ha |
| | 16-juil. | Transport1 | |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| TRITICALE (18 ha) | 30-juil. | Covercrop | |
| | 16-août | Chisel | |
| | 15-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 22-oct. | Labour | |
| | 23-oct. | Semis combiné | Triticale TREMPIN 155 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 20-mars | Bineuse | |
| | 20-mars | Herse étrille | |
| | 5-avr. | épandage vinasses | 1 année sur 2 Vinasses 2 t/ha |
| | 17-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4,1 t/ha |
| | 17-juil. | Transport2 | |
| 17-juil. | Transport1 | | |
| SOJA alimentation animale (18 ha) | 25-juil. | Covercrop | |
| | | | Interculture : Phacélie 3 kg/ha Radis chinois 2 kg/ha Moutarde blanche 2 kg/ha 100% semences certifiées |
| | 28-juil. | Semis à la volée | |
| | 1-nov. | Broyage | |
| | 1-déc. | Labour | |
| | 15-mars | Vibroculteur | |
| | 15-avr. | Vibroculteur | |
| | 5-mai | Semis combiné | Soja, variété très précoce + inoculation 100 % semence certifiée, 123 kg/ha |
| | 10-mai | Herse étrille | |
| | 25-mai | Herse étrille | |
| | 10-juin | Bineuse | |
| | 1-juil. | Bineuse | |
| 25-sept. | Récolte céréales | Rendement : 2,8 t/ha | |
| 25-sept. | Transport2 | | |
| 25-sept. | Transport1 | | |



| | | | |
|-------------------------------------|---|--------------------|--|
| BLE TENDRE 2 (18 ha) | 30-sept. | Epandage | Fientes de poules 2 t/ha |
| | 1-oct. | Covercrop | |
| | 15-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 2-nov. | Labour | |
| | 3-nov. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 10-mars | Herse étrille | |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 15-avr. | Herse étrille | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha |
| | 16-juil. | Transport1 | |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| | FEVEROLE D'HIVER (18 ha) | 5-août | Covercrop |
| 25-août | | Déchaumeur à dents | |
| 10-sept. | | Déchaumeur à dents | |
| 3-oct. | | Déchaumeur à dents | |
| 15-nov. | | Labour | |
| 16-nov. | | Semis combiné | Féverole d'hiver DIVA 220 kg/ha, 9% semence certifiée |
| 7-mars | | Herse étrille | |
| 1-avr. | | Bineuse | |
| 20-avr. | | Bineuse | |
| 30-juil. | | Récolte céréales | Rendement : 2,7 t/ha |
| 30-juil. | | Transport2 | |
| 30-juil. | Transport1 | | |
| BLE TENDRE 3 (18 ha) | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Epandage | Fientes de poules 2 t/ha |
| | 5-oct. | Chisel | |
| | 30-oct. | Labour | |
| | 31-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 10-mars | Herse étrille | |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 15-avr. | Herse étrille | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| 16-juil. | Transport1 | | |

| | | | |
|---|----------|--------------------|---|
| ORGE DE PRINTEMPS fourragère (18 ha) | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 5-oct. | Chisel | 1 année sur 2 |
| | 20-nov. | Labour | |
| | 25-févr. | Vibroculteur | |
| | 10-mars | Semis combiné | Orge de printemps PEWTER 140 kg/ha, 28 % semence certifiée |
| | 5-avr. | épandage vinasses | Tous les ans Vinasses 2 t/ha |
| | 15-avr. | Désherbage manuel | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 25-juil. | Récolte céréales | Rendement : 3,6 t/ha |
| | 25-juil. | Transport1 | |
| | 25-juil. | Transport2 | |

SCENARIO 3

ROTATION

| Culture | Date | Opération | Remarques |
|------------------------|------------------------|-------------------------|--|
| LUZERNE 1 (16,3 ha) | 1-avr. | Herse étrille | |
| | 1-avr. | Semis à la volée | Semis sous-couvert de l'orge CANNELLE 25 kg/ha, semence 100% certifiée |
| | 1-avr. | Roulage | |
| | 30-sept. | Broyage | |
| | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,75 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,25 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| | 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 1,5 t/ha |
| LUZERNE 2 (16,3 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5,35 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3,21 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2,14 t/ha | |
| LUZERNE 3 (16,3 ha) | 20-févr. | Epandage | Kiésérite 120 kg/ha |
| | 20-févr. | Vibroculteur | 1 année sur 2 |
| | 16-mai | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 17-mai | Andainage luzerne DESHY | |
| | 18-mai | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 5 t/ha |
| | 29-juin | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 30-juin | Andainage luzerne DESHY | |
| | 1-juil. | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 3 t/ha |
| | 25-août | Fauchage luzerne DESHY | |
| | 26-août | Andainage luzerne DESHY | |
| 27-août | Ensilage luzerne DESHY | Rendement : 2 t/ha | |



| | | | |
|---------------------------------------|------------|--------------------------------|---|
| BLE TENDRE 1 (16,3 ha) | 30-août | Covercrop | |
| | 10-sept. | Chisel | |
| | 1-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 24-oct. | Labour | |
| | 25-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 15-mars | Herse étrille | |
| | 15-mars | Bineuse | |
| | 16-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4,6 t/ha |
| | 16-juil. | Transport1 | |
| COLZA (16,3 ha) | 16-juil. | Transport2 | |
| | 20-juil. | Covercrop | |
| | 2-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-août | Labour | |
| | 15-août | Semis combiné 45 cm écartement | Colza + variété précoce 100 % semence certifiée, 3 kg/ha |
| | 5-oct. | Bineuse | |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 2,5 t/ha |
| | 15-juil. | Transport2 | |
| BLE TENDRE 2 (16,3 ha) | 15-juil. | Transport1 | |
| | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Epandage | Fientes de poules 2 t/ha |
| | 5-oct. | Chisel | |
| | 30-oct. | Labour | |
| | 31-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 10-mars | Herse étrille | |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 15-avr. | Herse étrille | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha |
| 16-juil. | Transport2 | | |
| 16-juil. | Transport1 | | |

| | | | |
|--|------------|--------------------|---|
| SOJA alimentation animale (16,3 ha) | 25-juil. | Covercrop | |
| | | | Interculture : Phacélie 3 kg/ha Radis chinois 2 kg/ha Moutarde blanche 2 kg/ha 100% semences certifiées |
| | 28-juil. | Semis à la volée | |
| | 1-nov. | Broyage | |
| | 1-déc. | Labour | |
| | 15-mars | Vibroculteur | |
| | 15-avr. | Vibroculteur | |
| | 5-mai | Semis combiné | Soja, variété très précoce + inoculation 100 % semence certifiée, 123 kg/ha |
| | 10-mai | Herse étrille | |
| | 25-mai | Herse étrille | |
| | 10-juin | Bineuse | |
| | 1-juil. | Bineuse | |
| | 25-sept. | Récolte céréales | Rendement : 2,8 t/ha |
| | 25-sept. | Transport2 | |
| | 25-sept. | Transport1 | |
| BLE TENDRE 3 (16,3 ha) | 30-sept. | Epandage | Fientes de poules 2 t/ha |
| | 1-oct. | Covercrop | |
| | 15-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 2-nov. | Labour | |
| | 3-nov. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 10-mars | Herse étrille | |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 15-avr. | Herse étrille | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha |
| 16-juil. | Transport1 | | |
| 16-juil. | Transport2 | | |
| FEVEROLE D'HIVER (16,3 ha) | 5-août | Covercrop | |
| | 25-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 3-oct. | Déchaumeur à dents | |
| | 15-nov. | Labour | |
| | 16-nov. | Semis combiné | Féverole d'hiver DIVA 220 kg/ha, 9% semence certifiée |
| | 7-mars | Herse étrille | |
| | 1-avr. | Bineuse | |
| | 20-avr. | Bineuse | |
| | 30-juil. | Récolte céréales | Rendement : 2,7 t/ha |
| 30-juil. | Transport2 | | |
| 30-juil. | Transport1 | | |

| | | | |
|---|----------|--------------------|---|
| BLE TENDRE 4 (16,3 ha) | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Epandage | Fientes de poules 2 t/ha |
| | 5-oct. | Chisel | |
| | 30-oct. | Labour | |
| | 31-oct. | Semis combiné | Blé meunier RENAN 180 kg/ha, 23 % semence certifiée |
| | 10-mars | Herse étrille | |
| | 10-mars | Bineuse | |
| | 10-avr. | Bineuse | |
| | 15-avr. | Herse étrille | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 15-juil. | Récolte céréales | Rendement : 4 t/ha |
| | 16-juil. | Transport2 | |
| | 16-juil. | Transport1 | |
| ORGE DE PRINTEMPS fourragère (16,3 ha) | 1-août | Covercrop | |
| | 16-août | Déchaumeur à dents | |
| | 10-sept. | Déchaumeur à dents | |
| | 5-oct. | Chisel | 1 année sur 2 |
| | 20-nov. | Labour | |
| | 25-févr. | Vibroculteur | |
| | 10-mars | Semis combiné | Orge de printemps PEWTER 140 kg/ha, 28 % semence certifiée |
| | 5-avr. | épandage vinasses | Tous les ans Vinasses 2 t/ha |
| | 15-avr. | Désherbage manuel | |
| | 5-juin | Ecimage | |
| | 25-juil. | Récolte céréales | Rendement : 3,6 t/ha |
| | 25-juil. | Transport1 | |
| | 25-juil. | Transport2 | |

Rendements et prix de vente par culture et par année

Toutes les données de ce tableau sont des données réelles, à l'exception des chiffres en orange qui sont des hypothèses ajustées années par années afin de coller au mieux à la réalité.

| Cultures | Luzerne 1 | Luzerne 2 | Luzerne 3 | Blé | Triticale | Colza | Blé / colza | Soja | Blé / soja | Orge P | Féverole H | Blé | Orge P |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|-------|-------------|------|------------|--------|------------|------|--------|
| RENDEMENTS (t/ha) | | | | | | | | | | | | | |
| 2017 | 8,5 | 11,8 | 11,8 | 4,9 | 4,7 | 2,5 | 4,9 | 2,8 | 4,9 | 5 | 3,2 | 4,9 | 5 |
| 2016 | 7,5 | 10,3 | 10,3 | 1,7 | 2 | 0,3 | 1,7 | 1 | 1,7 | 1,9 | 0,2 | 1,7 | 1,9 |
| 2015 | 8 | 9,5 | 9,5 | 4,1 | 3,8 | 2 | 4,1 | 1,2 | 4,1 | 3,9 | 3,4 | 4,1 | 3,9 |
| 2014 | 9,2 | 11,5 | 11,5 | 3,4 | 2,9 | 1,5 | 3,4 | 2,8 | 3,4 | 3,9 | 3 | 3,4 | 3,9 |
| 2013 | 9,1 | 11,7 | 11,7 | 3,8 | 3,2 | 0,2 | 3,8 | 2,7 | 3,8 | 3,9 | 4,4 | 3,8 | 3,9 |
| Moyenne | 8,46 | 10,96 | 10,96 | 3,58 | 3,32 | 1,3 | 3,58 | 2,1 | 3,58 | 3,72 | 2,84 | 3,58 | 3,72 |
| PRIX DE VENTE (€/t) | | | | | | | | | | | | | |
| 2017 | 75 | 75 | 75 | 425 | 285 | 765 | 425 | 675 | 425 | 340 | 395 | 425 | 260 |
| 2016 | 80 | 80 | 80 | 400 | 300 | 740 | 400 | 690 | 400 | 350 | 360 | 400 | 260 |
| 2015 | 80 | 80 | 80 | 385 | 320 | 695 | 385 | 650 | 385 | 365 | 375 | 385 | 315 |
| 2014 | 83 | 83 | 83 | 375 | 305 | 720 | 375 | 635 | 375 | 370 | 375 | 375 | 320 |
| 2013 | 95 | 95 | 95 | 380 | 310 | 720 | 380 | 720 | 380 | 360 | 380 | 380 | 300 |
| Moyenne | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 393 | 304 | 728 | 393 | 674 | 393 | 357 | 377 | 393 | 291 |

Résultats économiques moyens détaillés par culture et rotation pour les différents scénarios

| Cultures | Référence | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|--------|------------|-------|--------|-------|
| | Luzerne 1 | Luzerne 2 | Luzerne 3 | Blé | Triticale | Orge P | Féverole H | Blé | Orge P | EA |
| Aides couplées (€/ha) | 121 | 121 | 121 | 0 | 0 | 0 | 150 | 0 | 0 | 57 |
| Aides découplées (€/ha) | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| Produit brut (€/ha) | 1 062 | 1 276 | 1 276 | 1 657 | 1 251 | 1 572 | 1 477 | 1 657 | 1 333 | 1 396 |
| Ch Semences (€/ha) | 175 | 0 | 0 | 92 | 62 | 158 | 109 | 92 | 68 | 84 |
| Ch Engrais (€/ha) | 36 | 36 | 36 | 0 | 62 | 93 | 0 | 110 | 124 | 55 |
| Ch Phytos (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Autres intrants (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Intrants Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Intrants Total (€/ha) | 211 | 36 | 36 | 92 | 124 | 251 | 109 | 202 | 192 | 139 |
| Marge Brute hors aides (€/ha) | 485 | 873 | 873 | 1 320 | 882 | 1 076 | 973 | 1 210 | 896 | 954 |
| Marge Brute avec aides (€/ha) | 851 | 1 240 | 1 240 | 1 565 | 1 127 | 1 321 | 1 368 | 1 455 | 1 141 | 1 256 |
| Ch Méca hors irrig (€/ha) | 100 | 57 | 57 | 328 | 338 | 344 | 369 | 423 | 352 | 263 |
| Ch Méca Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Autres Ch Méca et Mo (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total mécanisation (€/ha) | 100 | 57 | 57 | 328 | 338 | 344 | 369 | 423 | 352 | 263 |
| Ch Salariales (€/ha) | 34 | 26 | 26 | 51 | 51 | 52 | 56 | 68 | 55 | 47 |
| Cotisations MSA (€/ha) | 181 | 181 | 181 | 181 | 181 | 181 | 181 | 181 | 181 | 181 |
| MSA + charges salariales (€/ha) | 215 | 208 | 208 | 232 | 232 | 234 | 237 | 249 | 237 | 228 |
| Marge Directe hors aides (€/ha) | 170 | 609 | 609 | 760 | 312 | 499 | 366 | 538 | 307 | 463 |
| Marge Directe avec aides (€/ha) | 536 | 975 | 975 | 1 005 | 557 | 744 | 761 | 783 | 552 | 765 |
| Fermage (€/ha) | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| Ch Diverses (€/ha) | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Marge Nette hors aides (€/ha) | -49 | 390 | 390 | 541 | 93 | 280 | 147 | 319 | 89 | 245 |
| Marge Nette avec aides (€/ha) | 318 | 757 | 757 | 786 | 338 | 525 | 543 | 564 | 334 | 547 |



| Scénario 1 | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|------------|-------|--------|-------|
| Cultures | Luzerne 1 | Luzerne 2 | Luzerne 3 | Blé | Colza | Blé | Féverole H | Blé | Orge P | EA |
| Aides couplées (€/ha) | 121 | 121 | 121 | 0 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 |
| Aides découplées (€/ha) | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| Produit brut (€/ha) | 1 062 | 1 276 | 1 276 | 1 657 | 1 477 | 1 657 | 1 333 | 1 195 | 1 657 | 1 399 |
| Ch Semences (€/ha) | 175 | 0 | 0 | 92 | 109 | 92 | 68 | 86 | 92 | 79 |
| Ch Engrais (€/ha) | 36 | 36 | 36 | 0 | 0 | 110 | 124 | 0 | 110 | 50 |
| Ch Phytos (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Autres intrants (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Intrants Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Intrants Total (€/ha) | 211 | 36 | 36 | 92 | 109 | 202 | 192 | 86 | 202 | 130 |
| Marge Brute hors aides (€/ha) | 485 | 873 | 873 | 1 320 | 973 | 1 210 | 896 | 864 | 1 210 | 967 |
| Marge Brute avec aides (€/ha) | 851 | 1 240 | 1 240 | 1 565 | 1 368 | 1 455 | 1 141 | 1 109 | 1 455 | 1 269 |
| Ch Méca hors irrig (€/ha) | 102 | 59 | 59 | 321 | 355 | 411 | 353 | 310 | 399 | 263 |
| Ch Méca Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Autres Ch Méca et Mo (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total mécanisation (€/ha) | 102 | 59 | 59 | 321 | 355 | 411 | 353 | 310 | 399 | 263 |
| Ch Salariales (€/ha) | 33 | 26 | 26 | 49 | 55 | 66 | 54 | 47 | 65 | 47 |
| Cotisations MSA (€/ha) | 183 | 183 | 183 | 183 | 183 | 183 | 183 | 183 | 183 | 183 |
| MSA + charges salariales (€/ha) | 216 | 209 | 209 | 232 | 237 | 249 | 237 | 230 | 247 | 229 |
| Marge Directe hors aides (€/ha) | 166 | 606 | 606 | 767 | 380 | 550 | 306 | 324 | 563 | 474 |
| Marge Directe avec aides (€/ha) | 533 | 972 | 972 | 1 012 | 775 | 795 | 551 | 569 | 808 | 776 |
| Fermage (€/ha) | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| Ch Diverses (€/ha) | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Marge Nette hors aides (€/ha) | -52 | 387 | 387 | 548 | 161 | 332 | 87 | 105 | 345 | 256 |
| Marge Nette avec aides (€/ha) | 314 | 754 | 754 | 793 | 557 | 577 | 332 | 350 | 590 | 558 |



Scénario 2

| Cultures | Luzerne 1 | Luzerne 2 | Luzerne 3 | Blé | Triticale | Soja | Blé | Féverole H | Blé | Orge P | EA |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-------|-------|------------|-------|--------|-------|
| Aides couplées (€/ha) | 121 | 121 | 121 | 0 | 0 | 27 | 0 | 150 | 0 | 0 | 54 |
| Aides découplées (€/ha) | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| Produit brut (€/ha) | 1 062 | 1 276 | 1 276 | 1 657 | 1 251 | 1 689 | 1 657 | 1 477 | 1 657 | 1 333 | 1 434 |
| Ch Semences (€/ha) | 175 | 0 | 0 | 92 | 62 | 327 | 92 | 109 | 92 | 68 | 102 |
| Ch Engrais (€/ha) | 36 | 36 | 36 | 0 | 62 | 0 | 110 | 0 | 110 | 124 | 51 |
| Ch Phytos (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Autres intrants (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Ch Intrants Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Intrants Total (€/ha) | 211 | 36 | 36 | 92 | 124 | 357 | 202 | 109 | 202 | 192 | 156 |
| Marge Brute hors aides (€/ha) | 485 | 873 | 873 | 1 320 | 882 | 1 060 | 1 210 | 973 | 1 210 | 896 | 978 |
| Marge Brute avec aides (€/ha) | 851 | 1 240 | 1 240 | 1 565 | 1 127 | 1 332 | 1 455 | 1 368 | 1 455 | 1 141 | 1 277 |
| Ch Méca hors irrig (€/ha) | 97 | 55 | 55 | 312 | 322 | 370 | 371 | 348 | 400 | 337 | 267 |
| Ch Méca Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Autres Ch Méca et Mo (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total mécanisation (€/ha) | 97 | 55 | 55 | 312 | 322 | 370 | 371 | 348 | 400 | 337 | 267 |
| Ch Salariales (€/ha) | 33 | 26 | 26 | 49 | 49 | 53 | 60 | 54 | 65 | 53 | 47 |
| Cotisations MSA (€/ha) | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 |
| MSA + charges salariales (€/ha) | 218 | 210 | 210 | 233 | 233 | 238 | 245 | 238 | 250 | 238 | 231 |
| Marge Directe hors aides (€/ha) | 170 | 608 | 608 | 775 | 327 | 452 | 595 | 386 | 560 | 321 | 480 |
| Marge Directe avec aides (€/ha) | 537 | 975 | 975 | 1 020 | 572 | 724 | 840 | 782 | 805 | 566 | 779 |
| Fermage (€/ha) | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| Ch Diverses (€/ha) | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Marge Nette hors aides (€/ha) | -48 | 390 | 390 | 556 | 108 | 233 | 376 | 168 | 342 | 102 | 262 |
| Marge Nette avec aides (€/ha) | 318 | 756 | 756 | 801 | 353 | 506 | 621 | 563 | 587 | 347 | 561 |



Scénario 3

| Cultures | Luzerne 1 | Luzerne 2 | Luzerne 3 | Blé | Colza | Blé | Soja | Blé | Féverole H | Blé | Orge P | EA |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|--------|-------|
| Aides couplées (€/ha) | 121 | 121 | 121 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 150 | 0 | 0 | 49 |
| Aides découplées (€/ha) | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| Produit brut (€/ha) | 1 062 | 1 276 | 1 276 | 1 657 | 1 195 | 1 657 | 1 691 | 1 657 | 1 477 | 1 657 | 1 349 | 1 450 |
| Ch Semences (€/ha) | 175 | 0 | 0 | 92 | 86 | 92 | 327 | 92 | 109 | 92 | 68 | 103 |
| Ch Engrais (€/ha) | 36 | 36 | 36 | 0 | 0 | 110 | 0 | 110 | 0 | 110 | 124 | 51 |
| Ch Phytos (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Autres intrants (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Ch Intrants Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch Intrants Total (€/ha) | 211 | 36 | 36 | 92 | 86 | 202 | 357 | 202 | 109 | 202 | 192 | 157 |
| Marge Brute hors aides (€/ha) | 485 | 873 | 873 | 1 320 | 864 | 1 210 | 1 060 | 1 210 | 973 | 1 210 | 912 | 999 |
| Marge Brute avec aides (€/ha) | 851 | 1 240 | 1 240 | 1 565 | 1 109 | 1 455 | 1 334 | 1 455 | 1 368 | 1 455 | 1 157 | 1 294 |
| Ch Méca hors irrig (€/ha) | 96 | 55 | 55 | 307 | 293 | 381 | 363 | 361 | 337 | 391 | 333 | 270 |
| Ch Méca Irrigation (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Autres Ch Méca et Mo (€/ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total mécanisation (€/ha) | 96 | 55 | 55 | 307 | 293 | 381 | 363 | 361 | 337 | 391 | 333 | 270 |
| Ch Salariales (€/ha) | 32 | 25 | 25 | 47 | 45 | 62 | 52 | 58 | 52 | 63 | 52 | 47 |
| Cotisations MSA (€/ha) | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 |
| MSA + charges salariales (€/ha) | 219 | 212 | 212 | 234 | 232 | 248 | 238 | 245 | 239 | 250 | 238 | 233 |
| Marge Directe hors aides (€/ha) | 170 | 607 | 607 | 779 | 339 | 581 | 458 | 604 | 396 | 569 | 341 | 496 |
| Marge Directe avec aides (€/ha) | 536 | 974 | 974 | 1 024 | 584 | 826 | 733 | 849 | 792 | 814 | 586 | 790 |
| Fermage (€/ha) | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| Ch Diverses (€/ha) | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Marge Nette hors aides (€/ha) | -49 | 389 | 389 | 561 | 121 | 362 | 240 | 385 | 178 | 351 | 122 | 277 |
| Marge Nette avec aides (€/ha) | 318 | 755 | 755 | 806 | 366 | 607 | 514 | 630 | 573 | 596 | 367 | 571 |



Détail des différents indicateurs utilisés

| Indicateurs | Commentaire / Mode de calcul | Unité |
|--|--|-------------------------|
| Economiques et productifs | | |
| Marge brute hors aides découplées | Sortie Systerre à partir des données renseignées (ITK, parc matériel,...) = Rendement x prix de vente + aides couplées – charges opérationnelles | €/ha |
| Excedent brut d'exploitation (EBE) | Indicateur de rentabilité comprenant les charges de structure et de mécanisation, mais sans les coûts des investissements Calcul Excel à partir de sorties Systerre = \sum (Rendements x prix de vente + aides découplées et aides couplées) – charges intrants – entretien/location matériel – carburant – charges salariales – MSA – fermage – charges diverses | €/ha et €/UTH |
| Robustesse économique (stabilité de l'EBE) | EBE de l'exploitation entre 2013 et 2017. Sont prises en compte des variations de prix de vente et de rendement uniquement (valeurs réelles pour la plupart des cultures, hypothèses haute / moyenne / basse pour certaines cultures nouvellement introduites et sur lesquelles peu de données sont disponibles) Calcul Excel à partir de sorties Systerre | €/ha |
| Charges par poste | Charges par poste de dépense (semences, fertilisation, irrigation, mécanisation, salaires et MSA, fermage et charges diverses) Sortie Systerre à partir des données renseignées (ITK, parc matériel,...) | €/ha |
| Rendement en protéines et variabilité | Quantité de MAT produite pour l'élevage monogastrique (céréales, légumineuses et oléagineux pris en compte, légumineuse fourragère exclue). Calculé entre 2013 et 2017 à partir des rendements renseignés et de taux de MAT par culture en agriculture biologique. Calcul Excel | t de MAT |
| Sociaux | | |
| Temps d'intervention | Temps d'intervention au champs ETA et hors ETA Sortie Systerre à partir des données renseignées (ITK, parc matériel,...) | h/mois et h/an |
| Techniques | | |
| Bilans NPK | Bilan apport (fertilisation, fixation symbiotique) - export (récolte) pour l'azote, le phosphore et le potassium. Résultat moyen sur la rotation. Sortie Systerre à partir des données renseignées (ITK, composition des matières fertilisantes apportées, assolement) et de coefficients de référence | kg/ha/an |
| Maîtrise des maladies, ravageurs | Appréciation à dire d'expert | - |
| Maîtrise de la compaction du sol | Indicateur agrégé issu de DEXI-Sol. | - |
| Environnementaux | | |
| Émissions de gaz à effet de serre | Emissions totales de GES, avec le détail par poste d'émission disponible (détail non présenté) Sortie Systerre, à partir de coefficients du GIEC | kgéqCO ₂ /ha |
| Nombre d'espèces cultivées | Nombres d'espèces différentes cultivées en culture principale sur une exploitation. | - |



Contacts – Auteurs

Guillaume Turck et Anne-Laure de Cordoue – ARVALIS : al.decordoue@arvalis.fr



Contributeurs

Charlotte Glachant – Chambre d'agriculture d'Ile de France : charlotte.glachant@idf.chambagri.fr

Couverture : Service Communication – Edition ITAB

Pour citer ce document : Turck G., Glachant C., de Cordoue AL., 2019. Evaluation multicritère des systèmes de culture intégrant des cultures riches en protéines pour l'alimentation des monogastriques type Sud Bassin Parisien - Simulations sur la ferme. Casdar SECALIBIO (2015-2019).

Ce document a été réalisé dans le cadre du projet Casdar SECALIBIO

coordonné par l'ITAB (antoine.roinsard@itab.asso.fr),

Initiative Bio Bretagne (stephanie.thebault@bio-bretagne-ibb.fr),

Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire (Melanie.GOUJON@pl.chambagri.fr)

Partenaires : IDELE, IFIP, ITAVI, ARVALIS – Institut du végétal, CETIOM, INRA (EASM, GenESI, UMR PEGASE, UE PEAT), AFZ, CRA Bretagne, CDA 44, CDA 26, Bio Centre, FRAB Nouvelle Aquitaine, CREABio, SAS Trinottières, LPA de Tulle Naves, LPA de Bressuire.

Retrouvez toutes les productions du projet sur <https://wiki.itab-lab.fr/alimentation/>

