

ESSAI SYSTEMES LONGUE DUREE GRANDES CULTURES BIO AUTONOME DE BOIGNEVILLE (91)

ARVALIS – INSTITUT DU VEGETAL
avec le soutien financier de la région Ile de France

BILAN DEFINITIF PLURIANNUEL & 2021

Rapport rédigé par Delphine BOUTTET ARVALIS-Institut du végétal – responsable de l'essai systèmes bio longue durée Boigneville et Romain PESOU – Technicien d'Exploitation

1. L'ORIGINE DU DISPOSITIF ET SES OBJECTIFS

Dans la perspective d'un développement de l'agriculture biologique en Ile-de-France, grand bassin céréalier, plusieurs problématiques se posaient au début des années 2000 :

- la difficulté rencontrée par les céréaliers à implanter de l'élevage sur leur ferme. Ce qui les privait ainsi des synergies positives entre polyculture et élevage (accès direct à des engrais de ferme).
- La disponibilité, le prix élevé et le coût énergétique lié au transport des engrais organiques du fait de leur rareté dans la région.

Face à ces problématiques, les céréaliers bio de l'époque s'interrogeaient sur la possibilité de viser une autonomie complète vis-à-vis de ces engrais.

Pour répondre à cette question, ARVALIS a conçu avec les organismes de la région un scénario de système de grandes cultures autonome vis-à-vis des effluents d'élevage étant *a priori* agronomiquement cohérent et rentable. Le dispositif a été mis en place en 2008 sur une parcelle de la ferme expérimentale de Boigneville (91).

OBJECTIF GENERAL : Etudier la faisabilité et la durabilité d'un système de culture « sans apport exogène d'engrais », remplacé depuis 2015 par « sans apport exogène d'engrais à l'exception du soufre »

Objectifs en termes de résultats :

- Être rentable
- Produire des blés de qualité (panifiables) pour répondre aux marchés régionaux
- Gérer les adventices annuelles et vivaces
- Maintenir la fertilité des sols

Depuis sa création, le système de culture repose sur une rotation longue qui inclut des légumineuses (cultures + couverts), seule source d'azote du système, associées à des cultures de céréales et d'oléagineux. Dès le début, les cultures à destination de l'alimentation humaine ont été privilégiées, l'objectif étant de répondre à la forte demande des consommateurs locaux.

L'évolution de la réglementation française relative aux engrais utilisables en AB, à partir du 1^{er} janvier 2021, qui va très fortement pénaliser les approvisionnements, nous conforte dans les orientations de recherche prises depuis 12 ans.

L'essai a intégré en 2016 le projet Digifermes porté par ARVALIS en partenariat avec l'ACTA, IDELE, ITB et Terres inovia. Ce projet permet d'identifier/élaborer les innovations

technologiques qui contribueront demain à améliorer les multi-performances des exploitations, bio dans le cas présent.

2. LES PROJETS RESEAUX D'ESSAIS EN COURS

Notre essai longue durée a été intégré en janvier 2019 le projet national MADE IN AB (AAP DEPHY EXPE). L'objectif de ce projet est de produire des références techniques sur la maîtrise des adventices sans herbicides, avec des leviers actionnables en agriculture conventionnelle et biologique. Et ce à partir des résultats observés sur 11 essais systèmes du réseau RotAB, dont le système bio de Boigneville.

<https://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/made-in-ab-@/view-3197-arvstatiques.html>

Le dispositif bio autonome de Boigneville a intégré le projet national PHOSPHOBIO lancé en octobre 2020. Ce projet vise à la mise au point d'outils de diagnostic de la fertilité vis-à-vis du Phosphore des sols en Agriculture Biologique et à l'évaluation de leviers d'action pour l'améliorer et la gérer durablement.

<https://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/phosphobio-@/view-3187-arvstatiques.html>

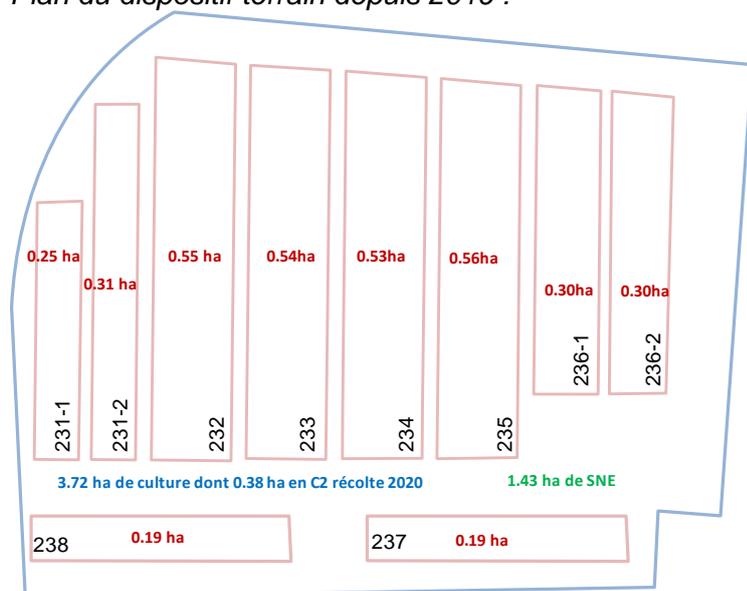
Notre dispositif sert également de supports d'étude à d'autres organismes (exemple : réseau de mesures d'éléments traces minéraux et de mycotoxines, dans le cadre du RMT QUASAPROVE).

3. LE DISPOSITIF TERRAIN ET LES ROTATIONS ETUDIEES

L'essai bio de Boigneville est présenté dans une vidéo en ligne, au lien suivant : https://www.youtube.com/watch?v=Wv_m_dYaKdM

Le dispositif est positionné sur une parcelle de 4ha72 (+ 44 ares depuis septembre 2019) certifiée AB. Tous les termes de la rotation étant présents chaque année, le nombre de parcelles a augmenté parallèlement à l'allongement de la rotation. Les parcelles 231 et 236 ont été divisées en 2 à l'automne 2014 (+ reprise de terrain non cultivé pour la 236-2). Pour accueillir tous les termes de la rotation de 10 ans, deux nouvelles parcelles ont été converties (mai 2019) : parcelles 237 et 238.

Plan du dispositif terrain depuis 2019 :



Le dispositif se caractérise par des sols peu à moyennement profonds, hétérogènes (30 à 90 cm), ressuyant vite : des limons argileux peu calcaires. Des analyses granulométriques réalisées à l'automne 2020 ont permis de vérifier que les nouvelles parcelles (P237 et P238) présentaient un type de sol similaire.

Le dispositif est non irrigué.

Depuis sa mise en place, le dispositif repose sur une rotation longue intégrant des légumineuses : seule source d'azote du système, associées à des cultures de céréales et d'oléagineux, à destination de l'alimentation humaine si possible.

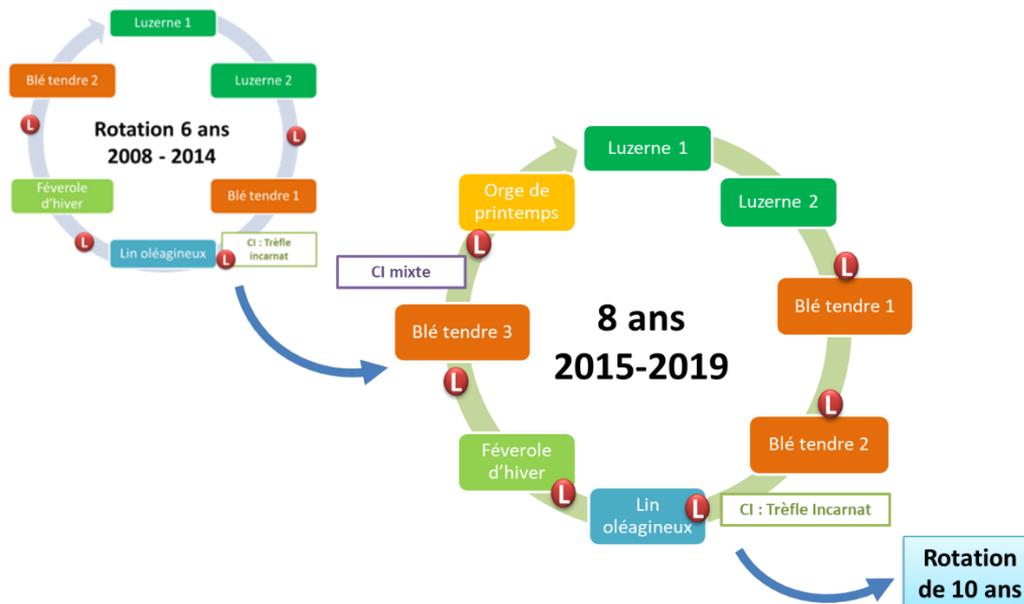
La luzerne est le moteur de ce système. Cette légumineuse qui est maintenue 2 ans et demi (semis dans la céréale) apporte de l'azote aux cultures suivantes et joue un rôle essentiel sur les adventices. La féverole d'hiver fait également partie des cultures implantées depuis 2009. La réglementation régionale le permettant, les couverts implantés sont des légumineuses (généralement du trèfle incarnat).

Le recours au labour est fréquent. L'objectif recherché est d'atteindre le 0 adventices le jour du semis. Cela permet une bonne mise en place de la culture et une efficacité accrue du désherbage mécanique (éviter des adventices trop développées au moment des interventions).

Concernant le blé tendre, le choix variétal tient compte du positionnement du blé dans la rotation (disponibilité de l'azote). On recherchera des variétés de compromis rendement/protéines en début de rotation et des variétés à orientation protéines en fin de rotation. Depuis 2015, le critère résistance à la rouille jaune est devenu indispensable. La septoriose principale maladie des blés conventionnels sur le secteur ne pose pas de souci en bio en lien avec des biomasses plus faibles (nutrition d'azote en bio toujours limitante).

Les rotations étudiées sont cohérentes avec celles pratiquées dans la région Ile-de-France. Historiquement, la rotation testée sur l'essai était d'une durée de 6 ans, avec, en tête de rotation, de la luzerne. La contre-performance des luzernes, observée depuis 2013 sur l'essai de Boigneville, a conduit à l'allongement de la rotation à 8 ans en 2015, rendant encore plus représentative cette dernière des pratiques régionales (Moyenne de 7 cultures par exploitation - Source Chambre d'Agriculture de la région Ile de France sur la période 2005-2017). Afin de limiter le lessivage de nitrates parfois conséquent à la suite du retournement de la luzerne, la rotation a été modifiée et un blé de blé a été intégré (faute de pouvoir garantir le succès d'un colza bio – problème d'insectes récurrent sur le secteur).

Evolution des rotations du dispositif Grandes Cultures bio Autonome de Boigneville



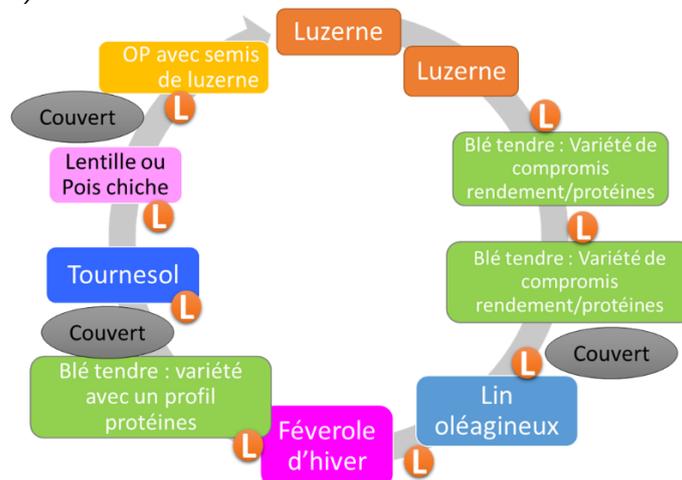
Afin d'améliorer la durabilité du système, en allongeant encore la période de retour entre deux luzernes, il a été décidé de passer à une rotation de 10 ans à partir de la campagne 2019/2020. L'allongement de la rotation offrirait également deux autres intérêts :

- Réduire la sole de luzerne, dans un contexte de saturation des usines de déshydratation sur le secteur ;
- Avoir un précédent plus favorable à l'orge de printemps, qui se trouve en fin de rotation, pour viser un débouché brassicole.

Suite aux propositions réalisées par les responsables de l'essai, et à une évaluation ex-ante des performances estimées par l'introduction de plusieurs nouvelles cultures candidates, il a été retenu lors du COPIL de juin 2019 que les cultures nouvelles seraient : Tournesol – Lentille/Pois chiche.

Le tournesol présente en effet l'avantage d'être une culture d'été (rupture du cycle des adventices, après 2 cultures d'hiver), qui peut être conduite sans irrigation sur des sols moyennement profonds. En cas de dégâts à la levée (oiseaux, gibier), il sera remplacé par un sarrasin. La lentille et le pois chiche sont des légumes secs (pour un débouché alimentation humaine). Leur présence dans les assolements bio du secteur commence à se développer. Ils seront l'un et l'autre un bon précédent pour l'orge brassicole qui suit. A noter que la lentille présente l'inconvénient d'être sensible à l'Aphanomyces ; ce n'est pas le cas du pois chiche.

Dispositif Grandes Cultures bio autonome de Boigneville (91) : la rotation de 10 ans (depuis la campagne 2019/2020)



Cet allongement pour des raisons agronomiques va se faire sur deux campagnes.

Des tests *Aphanomyces euteiches* ont été réalisés en 2019 afin de connaître le niveau de contamination des sols par ce champignon, champignon attaquant les racines de certaines légumineuses. En cas de présence, certaines cultures de légumineuses sont ainsi déconseillées, comme le pois de printemps et la lentille par exemple. <https://www.terresinovia.fr/-/aphanomyces-verifier-le-potentiel-infectieux-de-la-parcelle-avant-l-implantation-du-pois>

Les résultats obtenus étant surprenants (quasi-disparition du champignon), de nouvelles analyses ont été réalisées en 2020, confirmant qu'en 6 ans, le potentiel infectieux a chuté. D'après A. Moussart (Spécialiste du sujet chez Terres Inovia), la chute est en effet brutale. En l'absence de culture multiplicatrice, une baisse significative du PI du sol peut s'observer en 6 ans (vu dans le réseau 'évolution du PI du sol' avec des cas où l'on passe d'un PI < 3 à un PI=0). Cette évolution dépend très certainement de la 'qualité du sol' (état structural, vie biologique...). Nos résultats sont d'autant plus intéressants que la luzerne lui pose question depuis longtemps car elle est très sensible en conditions contrôlées mais elle n'a pas de retour de problème au champ.

Evolution des potentiels infectieux Aphanomyces euteiches - Le résultat du test est donné selon une échelle de 0 (pathogène non détecté) à 5 (risque très élevé)

Parcelle	Potentiel Infectieux Sept. 2011	Potentiel Infectieux Mars 2012	Potentiel Infectieux Nov. 2012	Potentiel Infectieux Avril 2013	Potentiel Infectieux Oct. 2019	Potentiel Infectieux Oct. 2020
231-1					0	0
231-2					0	0
232					0.1	0
233	2.16	4.1	3.79	4.08	0.2	0.2
234	3.6	4.05	3.9	4.18	0	0.2
235					0	0
236-1					0	0
236-2					0.3	0
237						0
238						0

Parcelles hors dispositif

4. LES RESULTATS TECHNIQUES

Depuis sa mise en place en 2008, un suivi complet de l'essai système bio longue durée de Boigneville a été réalisé : itinéraires techniques, notations adventices, reliquats azotés, analyses de sol complètes, rendements, qualité (blé)...

A l'exception de la luzerne, les rendements obtenus reflètent les potentiels atteignables en bio dans ce contexte pédoclimatique. Pour rappel, toutes les cultures de la rotation sont présentes chaque année sur le dispositif.

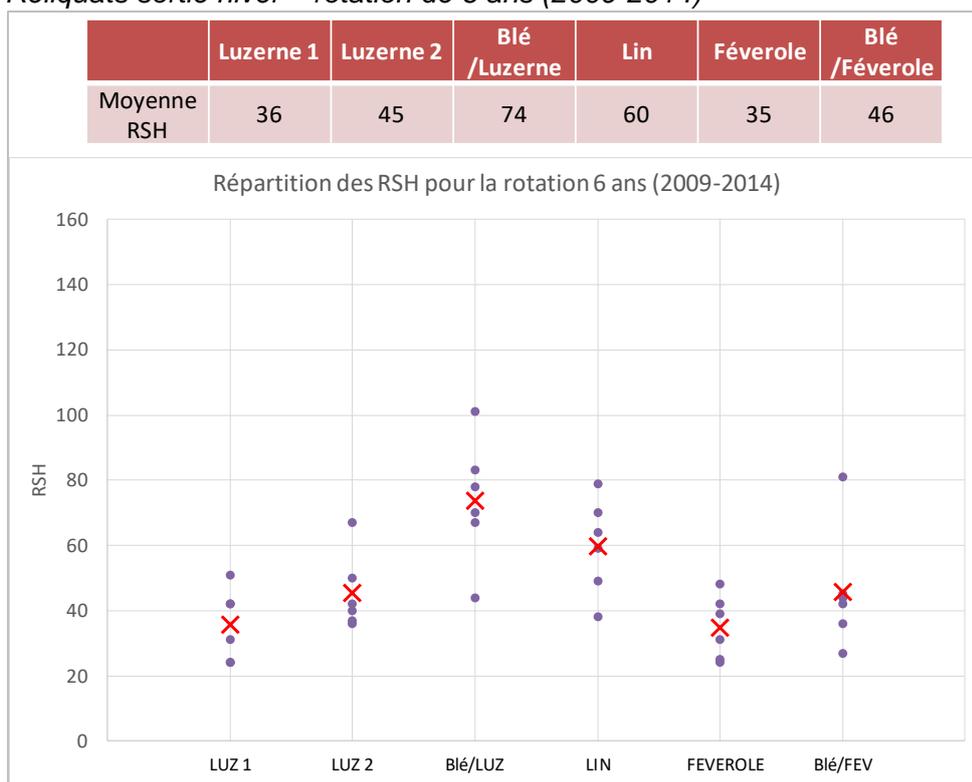
Rendements obtenus en t/ha sur l'essai longue durée bio de Boigneville :

Année	Luzerne 1	Luzerne 2	Blé de luzerne	Blé de blé	Lin de P	Féverole	Blé de féverole	Lentille	Tournesol	Orge de printemps
2009	9.3	4.2	5.1		2.0	4.1	3.6			
2010	11.7	5.5	4.1		1.1	1.7	2.7			
2011	7.3	7.4	3.9		0.4	2.7	2.9			
2012	5.4	4.0	2.8		2.6	2.3	2.7			
2013	5.2	5.6	4.7		1.5	4.1	2.8			
2014	3.0	3.6	3.8		1.3	2.6	2.6			
2015	5.0	5.7	4.1		0.9	2.4	3.8			2.1
2016	8.1	2.7	2.5	2.5	1.2	0.0	1.9			2.5
2017	2.0	4.3	4.6	3.7	1.3	2.8	4.1			4.8
2018	3.8	2.9	3.5	2.5	0.7	1.9	1.8			2.2
2019	4.0	6.0	6.0	2.3	0.9	3.2	2.3			3.7
2020	2.1	4.0	4.9	2.9	1.1	1.4	2.2		1.7	3.0
2021	1.5	9.5	4.4	2.6	1.0	2.1	1.9	0.8	2.7	2.2
Moyenne 2009-2021	5.3	5	4.2	2.7	1.2	2.4	2.7	0.8	2.2	2.9

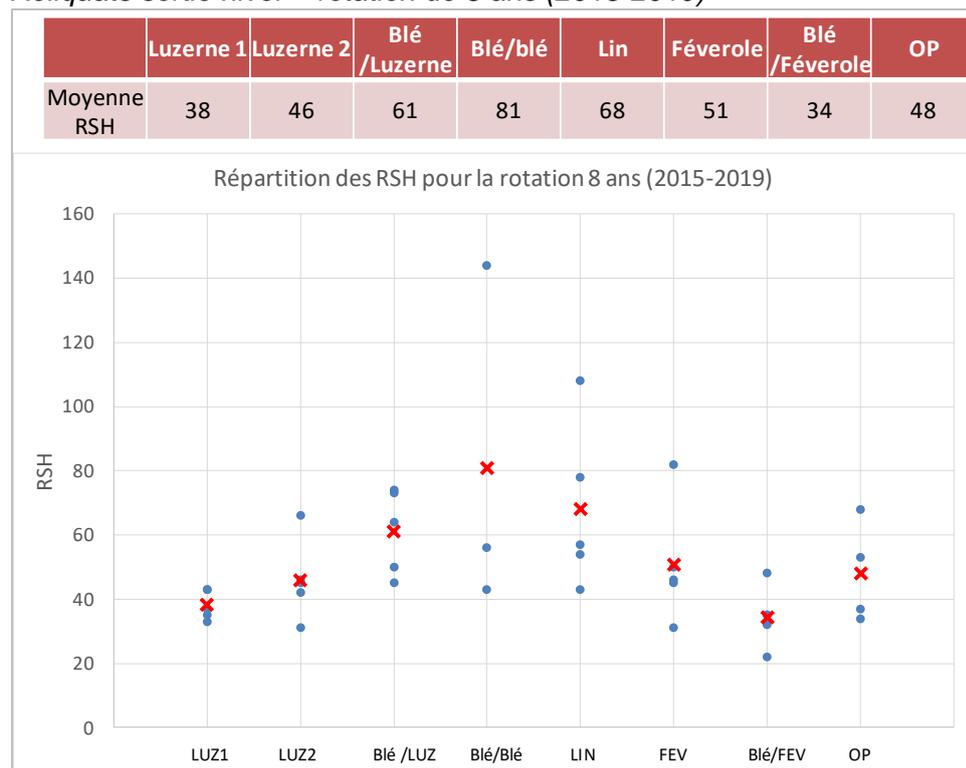
Le potentiel de rendement d'un blé conventionnel dans ce type de sol sur la ferme de Boigneville est de 80 q/ha.

Résultats des reliquats sortie hiver = indicateurs de disponibilité d'azote pour les cultures non légumineuses

Reliquats sortie hiver – rotation de 6 ans (2009-2014)



Reliquats sortie hiver – rotation de 8 ans (2015-2019)



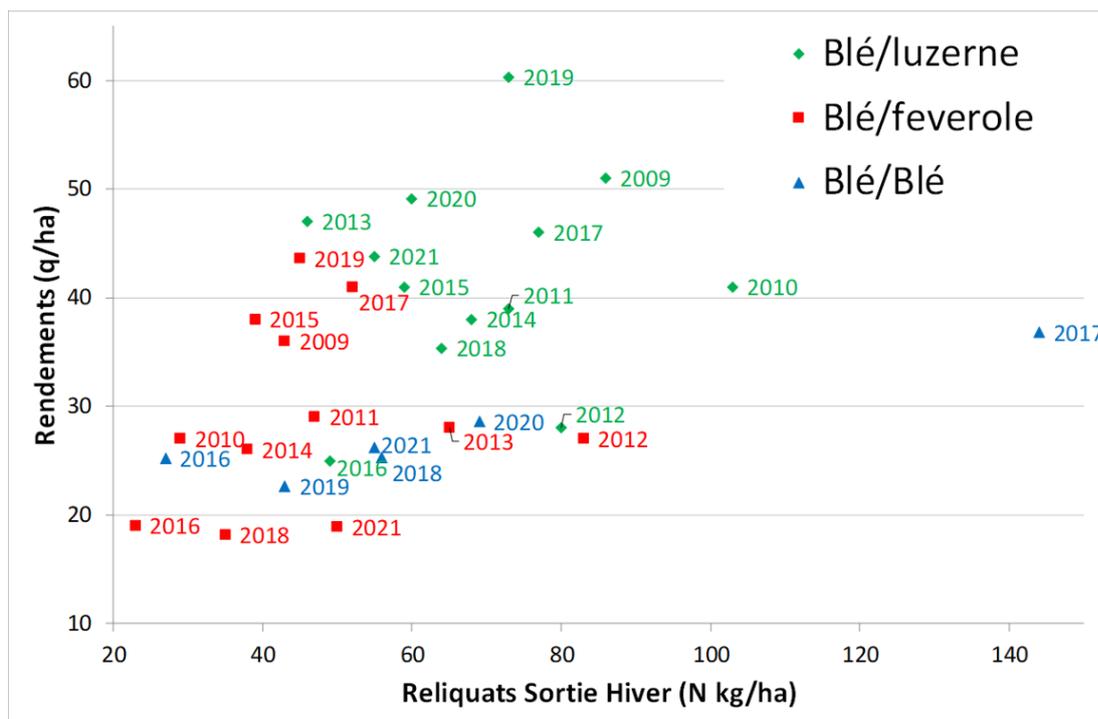
L'analyse statistique* des RSH a mis en évidence une différence significative entre le RSH Blé/Luzerne (Moyenne ajustée : 64.5) et le RSH Blé/Féverole (Moyenne ajustée : 39). Nous n'avons pas encore assez de données RSH Blé/blé pour réaliser l'analyse sur ce précédent.
 * Analyse avec un modèle mixte qui prend en compte un effet de l'année et de la parcelle (de manière aléatoire).

Résultats des blés tendres

De forts reliquats d'azote en sortie d'hiver semblent souvent synonymes de bons rendements. Une analyse statistique des données a été réalisée afin de s'assurer de cette affirmation en prenant en compte simultanément les 3 variables Année, RSH et Précédent (modèle mixte, avec le facteur « Année » aléatoire). Seul l'effet précédent est significatif, l'effet du RSH sur le rendement apparaît non significatif.

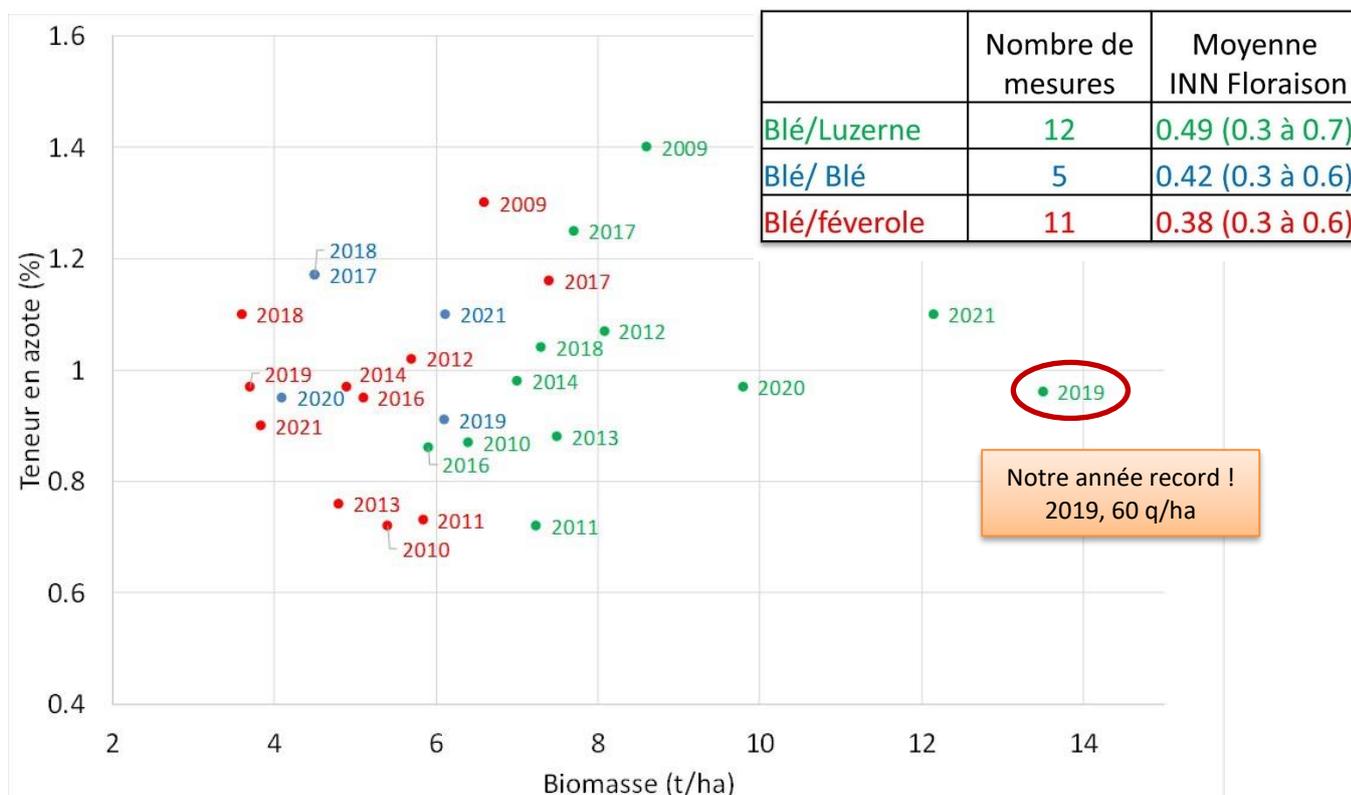
Lorsqu'on évoque un effet précédent sur le rendement des blés, celui-ci globalise l'effet nutrition en lien avec l'azote disponible permis par la légumineuse + l'effet variétal. En effet, le profil de la variété est adapté au précédent dans notre dispositif. Les variétés derrière luzerne ont un profil alliant productivité/protéines alors que les variétés les plus « éloignées » de la luzerne ont été choisies pour leur capacité à faire des protéines avant tout.

Relation entre rendements des blés bio et reliquats sortie d'hiver sur l'essai longue durée bio de Boigneville :



On retrouve cet effet précédent en analysant les biomasses, les teneurs en azote et les INN à la floraison des blés tendres (INN = Indice de Nutrition Azotée = un indicateur utilisé en conventionnel pour la gestion de la fertilisation azotée. En conventionnel, INN recherché à floraison autour de 0.9-1 pour un blé tendre).

Biomasses, teneurs en azote, INN

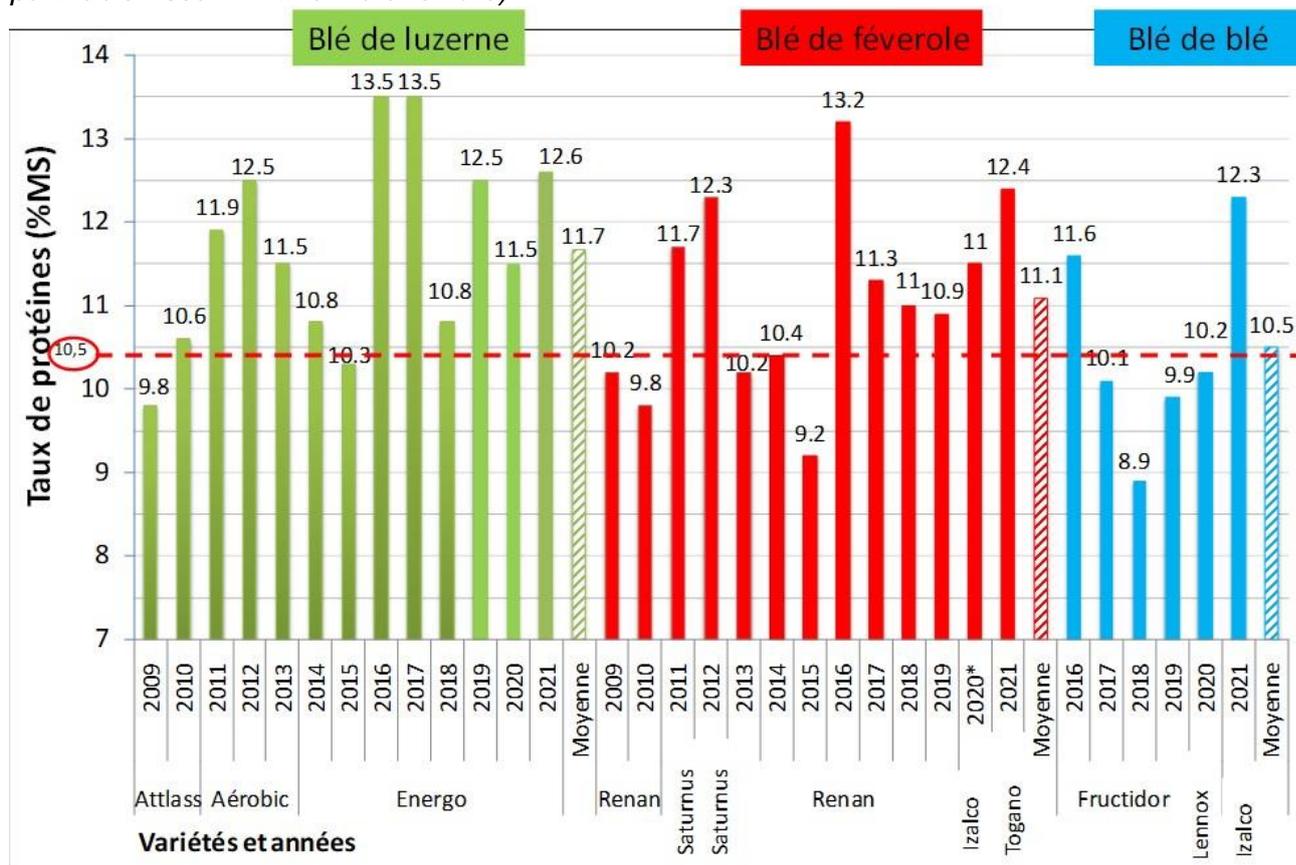


La qualité des blés au cours des 12 années passées est plutôt satisfaisante pour un dispositif sans apports exogènes d'azote.

L'objectif était d'avoir un blé panifiable, ce qui a été le cas sauf pour 2015 pour le blé de féverole. A l'époque, le critère de déclassement de notre collecteur était le Gluten humide : <16 déclassé et norme compris entre 20 et 21.

Si l'enjeu est de répondre aux marchés locaux, il ne faut pas néanmoins oublier l'intérêt économique : le différentiel de prix avec un débouché fourrager est marqué (entre + 70-90 €/t sur 10 ans).

Evolution des teneurs en protéines des blés tendres sur l'essai longue durée bio de Boigneville (10.5 étant un seuil indicatif, fréquemment utilisé par les collecteurs pour considérer un blé panifiable - seuil minimum à atteindre)



Aucun problème d'ergot n'a été observé depuis 2009 (cohérent avec le risque *a priori* limité : labour et présence limitée de graminées adventices).

Aucun problème de mycotoxines n'a été observé sur le dispositif, même en 2016 où le printemps a été très pluvieux. Cette année-là, des symptômes de fusariose ont été observés sur épis, sans analyses labo pour distinguer *F.gaminearum* et *Microdochium spp.* (Seule année où on a pu en observer). Les teneurs en DON obtenues ont été les suivantes : 93, 238, 289 (bien en dessous des 1250 microgrammes/kg – seuil réglementaire).

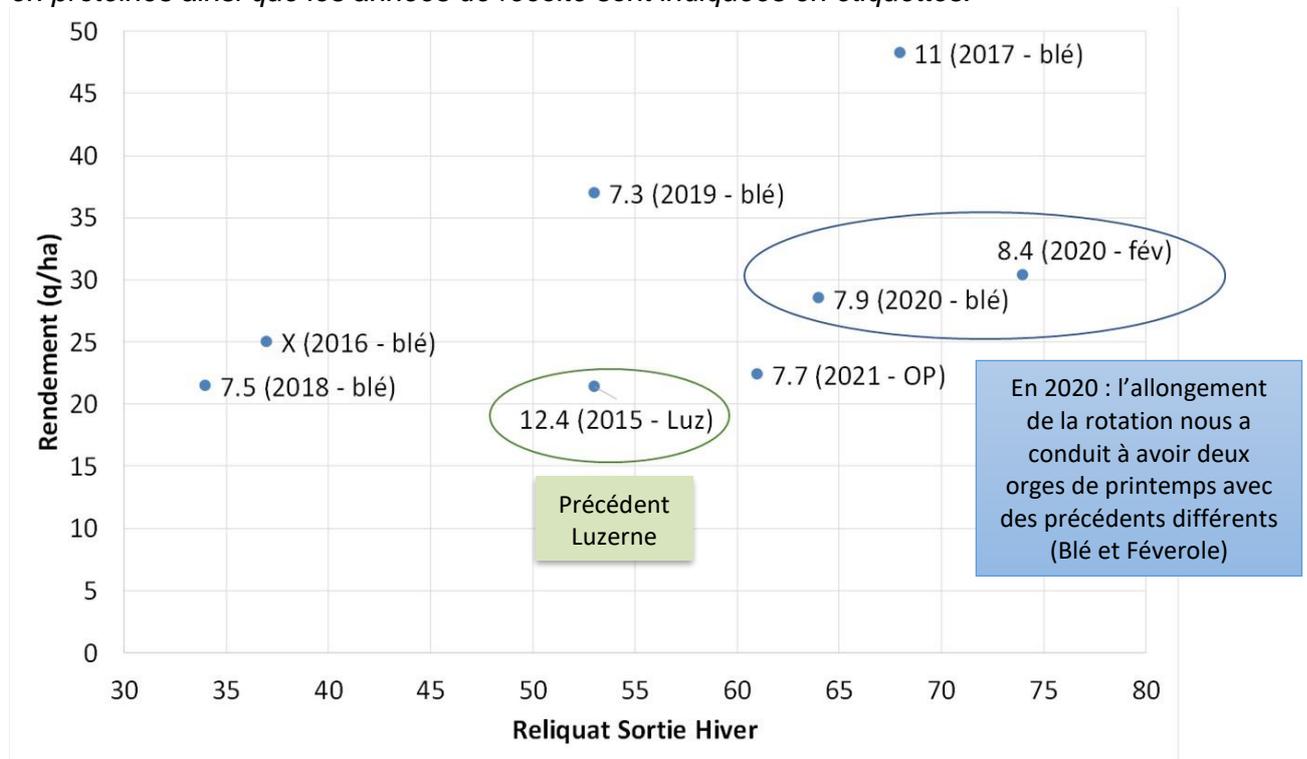
En 2021, les teneurs en DON sont une nouvelle fois faibles : de 112 à 503 microgrammes/kg.

Résultats des orges de printemps

La majorité des orges de printemps a été positionné en fin de rotation, en précédent blé tendre, ce qui ne sera plus le cas pour la récolte 2022. La variété cultivée a toujours été RGT Planet (profil agronomique intéressant en bio). Les teneurs en protéines sont rarement au-dessus de 9.5 (seuil mini pour le débouché brassicole bio). Le nouveau positionnement de l'orge de

printemps (après une lentille ou un pois chiche) améliorera peut-être les résultats obtenus (A suivre).

Rendements des orges de printemps bio en fonction des Reliquats Sortie Hiver. Les teneurs en protéines ainsi que les années de récolte sont indiquées en étiquettes.



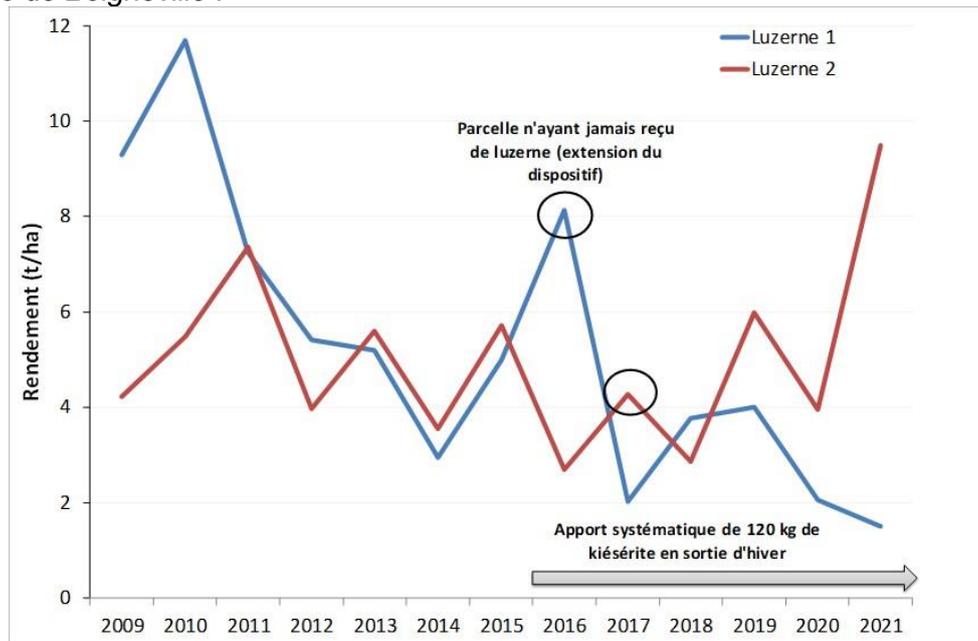
Résultats de la luzerne

Des problèmes de luzerne ont été observés sur Boigneville à partir de 2013 : luzerne jaune non poussante, avec peu de nodosités. Après une étude approfondie, il a été mis en évidence que les symptômes observés étaient liés à des problèmes de fertilité des sols. Des analyses approfondies ont mis en évidence une carence en soufre, phénomène en lien avec des retombées atmosphériques en diminution constante : 60 kg/ha en 1980, 24 kg/ha en 1990, 3,3 kg SO₃/ha émis en 2014.

Suite au problème de développement de la luzerne, les diagnostics et les essais réalisés entre 2014 et 2017 ont conduit à systématiser les apports de kiésérite sur cette culture (soit l'équivalent de 60 kg SO₃/ha chaque année). La kiésérite (sulfate de magnésium), est un engrais du commerce largement disponible pour les agriculteurs biologiques. Cet apport correspond à une pratique courante sur les exploitations du secteur.

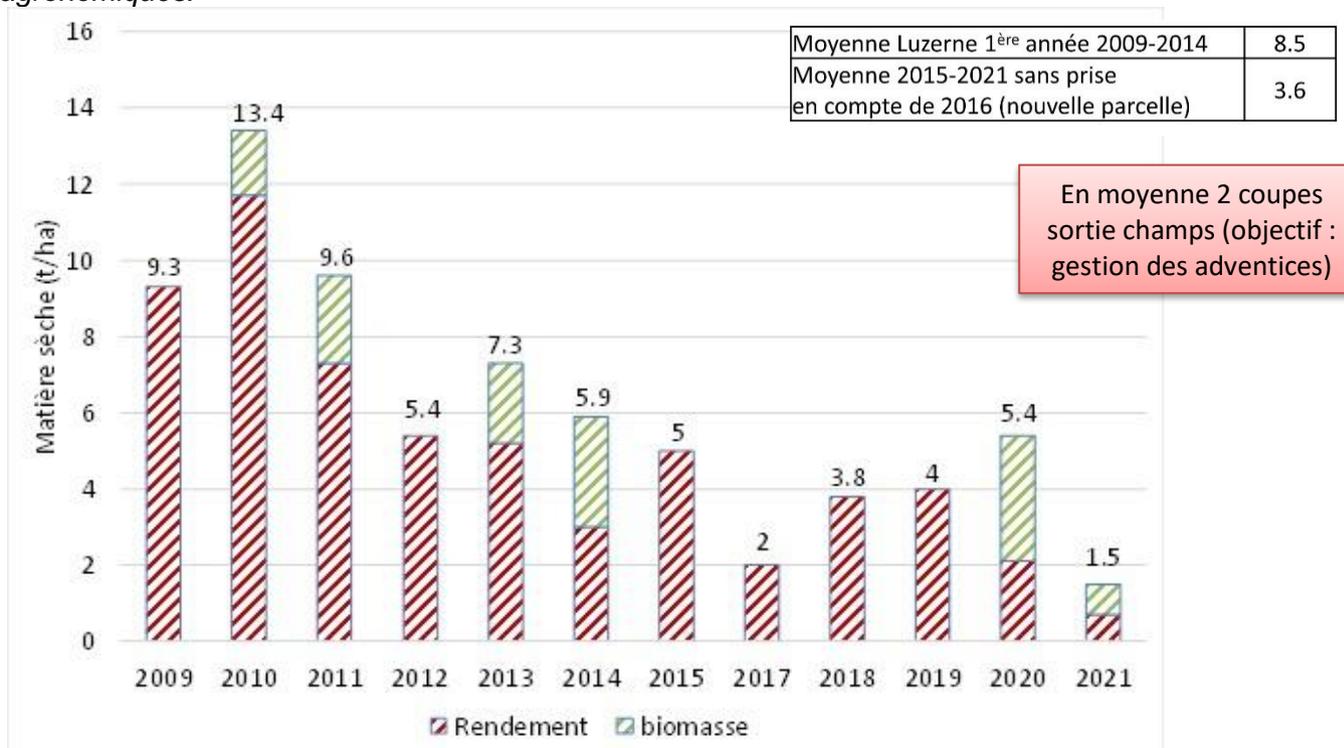
Malgré cet apport annuel, un allongement de la rotation nous a semblé pertinent pour maintenir/améliorer les performances de cette culture.

Evolution des rendements de luzerne (= biomasse sortie en foin du champs) sur l'essai longue durée bio de Boigneville :



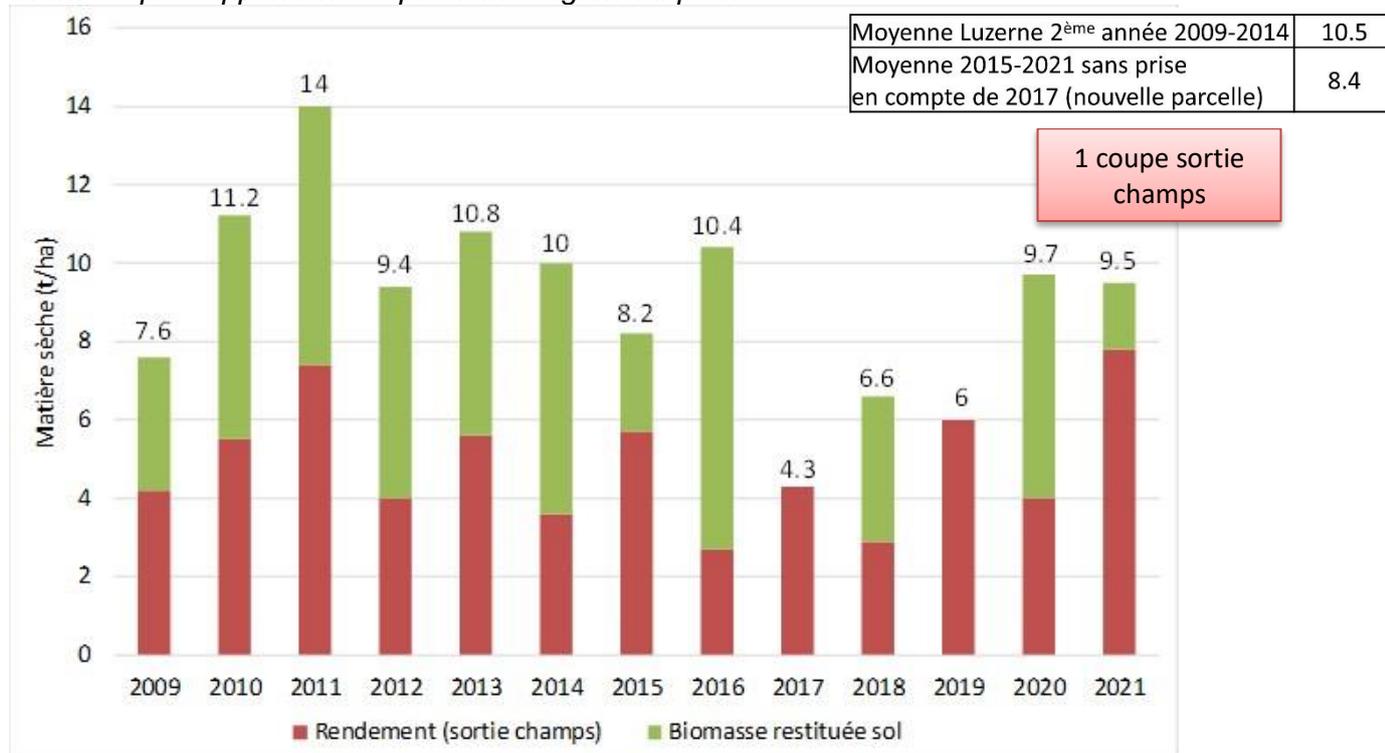
En considérant l'ensemble de la biomasse produite (Matière sèche sortie champs + broyée sur place), on retrouve une production plus faible ces dernières années malgré les apports systématiques de soufre, surtout marquée pour la luzerne 1^{ère} année.

Luzerne 1^{ère} année avec une implantation dans la culture précédente : Evolution du rendement Matière Sèche récoltée (indiqué en bordeaux) et du rendement MS mesuré avant broyage (indiqué en vert. Si pas de mesure, pas de broyage car pas de végétation). Le tableau indique le rendement moyen des MS (récoltées + broyées) avant et après apparition des problèmes agronomiques.



En 2021, la luzerne de 1^{ère} année implantée en mars 2020 (avec le semis d'orge de printemps) a dû être resemée en mars 2021 à la suite d'un été très sec. La levée a été bonne mais de nombreuses adventices ont levé en simultanément. Nous avons dû intervenir plusieurs fois pour permettre à la luzerne de se développer correctement : binage, fauchage/broyage. Cela impactera la marge de cette culture : charges en hausse et production faible.

Luzerne 2^{ème} année : Evolution du rendement Matière Sèche récoltée (indiqué en bordeaux) et du rendement MS mesuré avant broyage (indiqué en vert. Si pas de mesure, pas de broyage car pas de végétation). Le tableau indique le rendement moyen des MS (récoltées + broyées) avant et après apparition des problèmes agronomiques.



En 2021, la luzerne de 2^{ème} année a donné des résultats satisfaisants.

Résultats des couverts

Les résultats obtenus sont très décevants. Sur 12 ans, deux années sans implantation pour gérer le chardon (dérogation vivaces). En majorité, le couvert implanté en août/début septembre était du trèfle incarnat. La réglementation nous le permettant, nous souhaitions mettre en place un couvert de légumineuse pour enrichir le système en azote. Le trèfle incarnat a été choisi pour son développement rapide. En moyenne sur 9 ans : 0.6 t MS/ha (Pas de levée à un maximum de 1.6 t MS/ha en 2015).

Le coût moyen de semence des couverts sur cette période est de 60 €/ha.

Le couvert a été semé souvent assez tardivement pour une légumineuse (seulement 4 situations semées avant le 20 août sur 16). Le 20 août ressort comme la date limite à partir de laquelle les légumineuses ont peu de chance d'atteindre un développement significatif avant l'hiver sur la station de Boigneville. Cette date a rarement pu être atteinte, la priorité ayant été donnée aux faux semis ou à la gestion des vivaces. Ces opérations culturales contribuent aussi à assécher le lit de semences et limitent ou retardent la levée des couverts. Le trèfle incarnat est aussi une espèce à petite graine assez délicate à faire lever et assez sensible aux limaces, ce qui peut expliquer aussi une partie des échecs.

Pour améliorer ces résultats à l'avenir, on pourrait citer comme piste :

- Assumer le fait de ne pas pouvoir avoir de couvert « correct » et privilégier les opérations mécaniques (faux semis...)
- Tester le semis de trèfles pérennes (ex : trèfle violet) en mars, sous couvert du blé précédent
- Faire un nombre de déchaumages limités après moisson puis semer un couvert de féverole, légumineuse assez robuste et assez économique (semences de ferme), même si une culture de féverole sera semée derrière le lin.

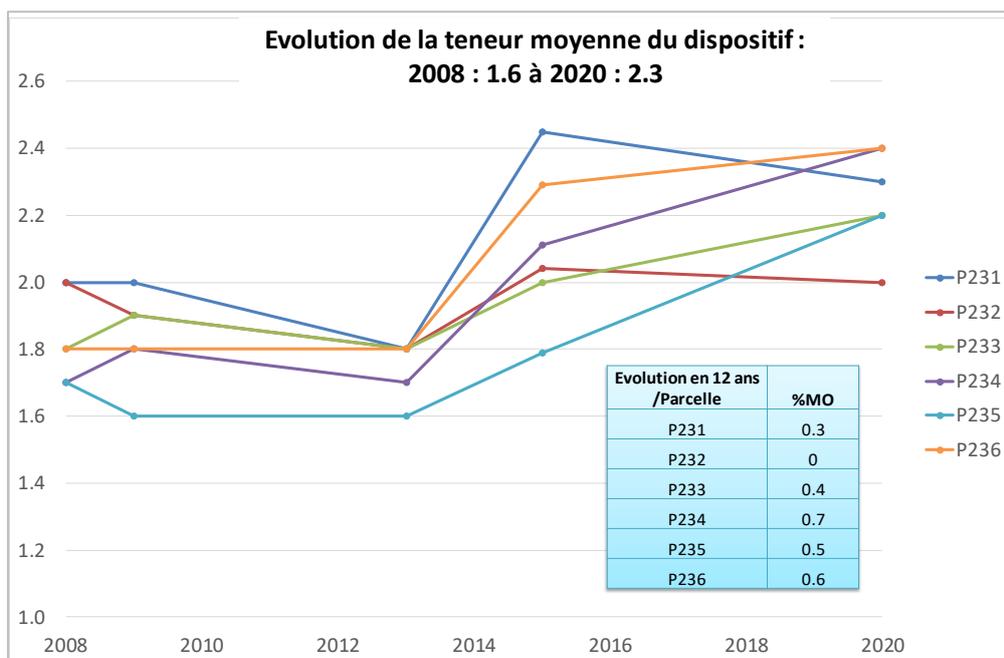
Résultats des couverts obtenus depuis la mise en place de l'essai :

ANNEE	Parcelles	Culture	Couvert	Date de semis	Biomasse t ms/ha	Méthode estimation biomasse	Remarques
2009	233	Lin	Trefle incarnat	13-août	0.5		
2010	232	Lin	Trefle incarnat	02-sept	1.01		
2011	231	Lin	Trefle incarnat	03-sept	1.2		
2012	236	Lin	Trefle incarnat	25-août	1.5		
2013	235	Lin	Moutarde	03-oct	0.3		
2014	234	Lin	Trefle incarnat	06-sept	0		limace
2015	233	Lin	Trefle incarnat	01-sept	1.6		
2016	235	OP	Radis	12-août	1.5		
2016	232	Lin	Trefle incarnat	06-août	0.75		
2017	234	OP	dérogation chardon				chardon rumex
2017	231-2	Lin	Trefle incarnat	09-sept	0.3	estimée	
2018	233	OP	dérogation chardon				chardon
2018	231-1	Lin	Trefle alexandrie	07-août	0.5	estimée	
2019	232	OP	féverole + moutarde	28-août	0		sécheresse
2019	236-2	Lin	Gesse fourragère	28-août	0		sécheresse
2020	231-1	OP	repousse féverole		0.1	estimée	
2020	236-1	Lin	Trefle incarnat	09-sept	0.3	estimée	
2020	231-2	OP	Trefle incarnat	09-sept	0		Sécheresse
2021	231.1	OP	féverole	25-août	0.56		
2021	235	Lin	féverole	26-août	0.56		
2021	237	Lentille	féverole	27-août	0.56		

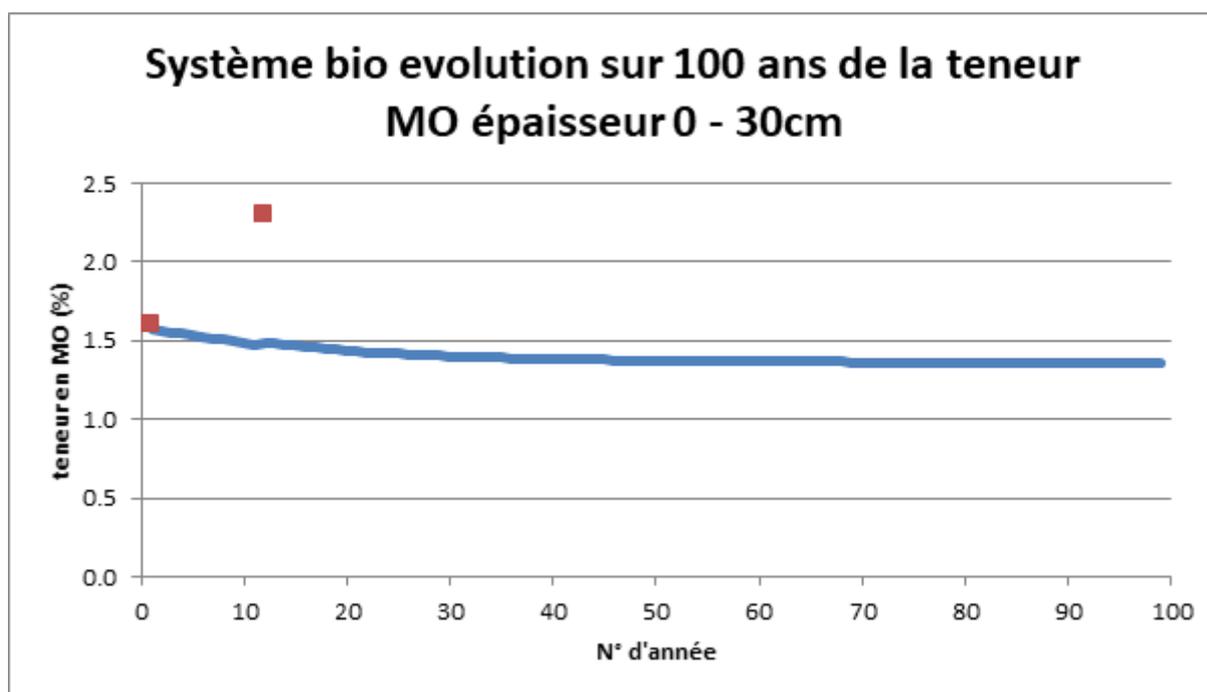
Résultats sur la fertilité des sols

Côté Matière organique, nous observons une augmentation assez surprenante des teneurs dans les parcelles. La teneur moyenne MO est passée de 1.6 (2008) à 2.3 (2020). Des investigations sont en cours. De nouvelles analyses sont prévues en 2022.

Evolution de la matière organique dans les parcelles du dispositif (Méthodes de prélèvement : points géoréférencés en 2008, 2009 et 2020, diagonale : 2013 et 2015)



Des simulations avec l'outil AMG du 24/05/2021 confirment que les teneurs en MO auraient dû baisser.



Si l'autonomie en azote semble aujourd'hui possible sans aucun apport de fertilisants extérieurs, il n'en est pas de même pour le soufre. Quid des autres éléments minéraux ?

Le tableau ci-dessous présente les bilans des éléments P, K (valeurs négatives car aucun apport n'est réalisé sur le dispositif. Dans notre situation, les bilans = les exportations). La luzerne qui permet d'apporter de l'azote aux cultures qui la suivent exporte beaucoup de potassium et dans une moindre mesure du phosphore.

Bilan P, K annuel par culture (moyennes 2009-2021) (tableau de gauche) et bilan P, K moyen à la rotation (tableau de droite)

(Exportations calculées sur la base des teneurs dans les exportations issues de la table Comifer 2009)

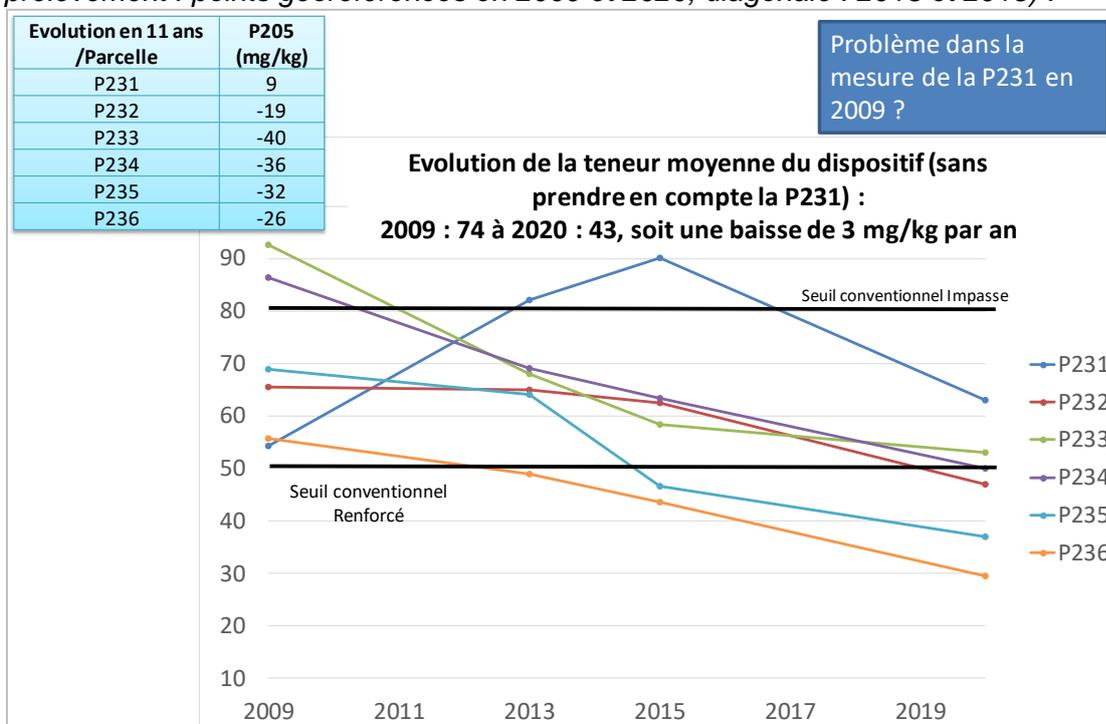
	Bilan P2O5 (kg/ha)	Bilan K2O (kg/ha)
Luzerne 1	-30	-161
Luzerne 2	-29	-147
Blé de luzerne	-27	-21
Blé de blé	-20	-16
Lin Printemps	-16	-10
Féverole Hiver	-29	-31
Blé de fév.	-18	-13
Orge P.	-19	-16
Tournesol (2 années)	-26	-23
Lentille (1 année)	-7	0

	Rotation 6 ans (2009 - 2014)	Rotation 8 ans (2015 - 2019)	Rotation 10 ans Depuis 2020
Bilan P2O5 (kg/ha)	-28	-22	-20
Bilan K2O (kg/ha)	-78	-49	-31

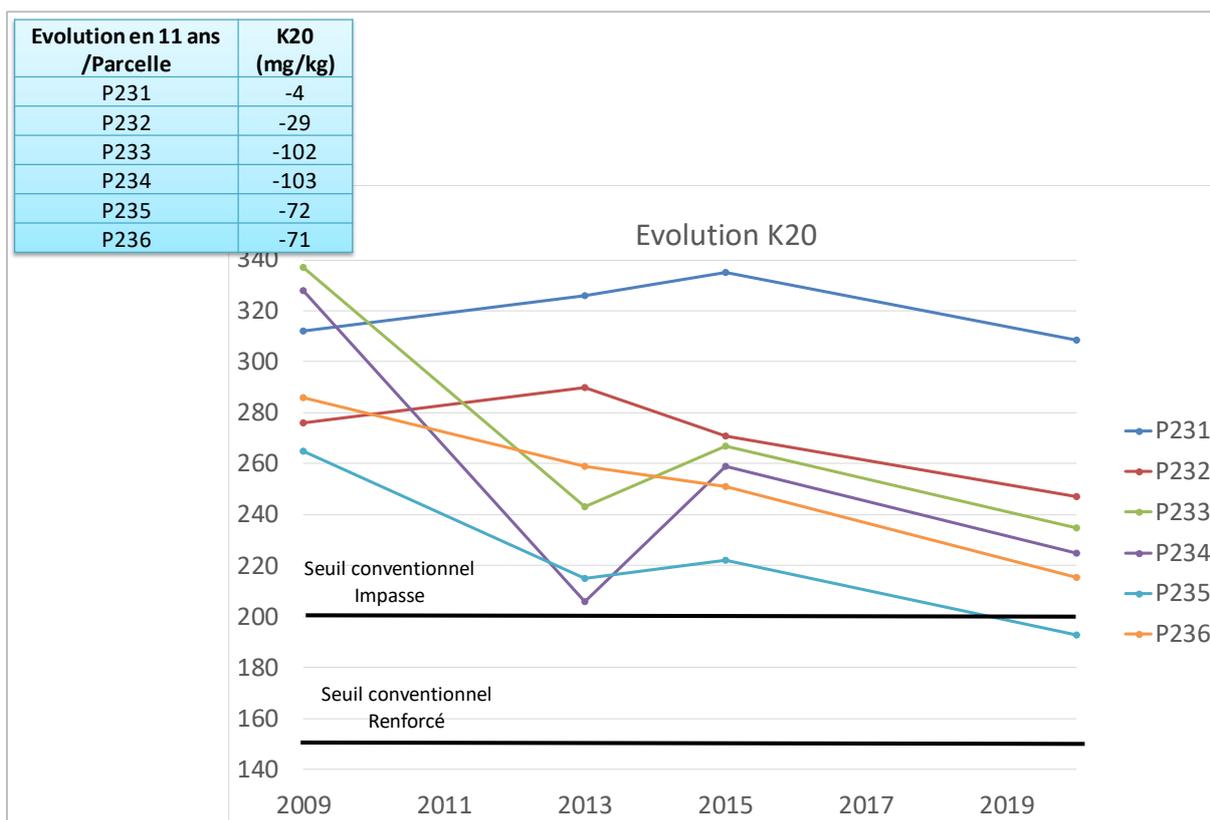
Le niveau des exportations reste faible en comparaison de celles qui s'observent en conventionnel, du fait de rendements plus faibles. Pour rappel, toutes les pailles sont restituées. L'allongement de la rotation contribue en réduisant la part des luzernes dans l'assolement à diminuer le niveau annuel moyen des exportations (comme l'illustre le tableau de droite ci-dessus).

Si l'on s'intéresse aux teneurs du sol en P et K, ces dernières sont en diminution (ce qui est logique du fait de l'absence d'apport extérieur et de l'exportation de P, K par les cultures).

Evolution de la teneur en Phosphore Olsen des parcelles (mg/kg sol) (Méthodes de prélèvement : points géoréférencés en 2009 et 2020, diagonale : 2013 et 2015) :



Evolution de la teneur en Potassium échangeable des parcelles (mg/kg sol) - (Méthodes de prélèvement : points géoréférencés en 2009 et 2020, diagonale : 2013 et 2015) :



Evolution des teneurs moyennes P et K du sol (valeurs P231 non prises en compte) :

En mg/kg	2009	2013	2015	2020	Evolution par an	Seuils renforcés (COMIFER)
P205 Olsen	74	63	55	43	- 3	50
K20	301	257	268	244	- 5	150

Les seuils COMIFER indiqués sont les seuils utilisés en conventionnel pour notre type de sol et nos cultures les plus exigeantes pour déterminer de la nécessité d'apporter du P ou du K. Seuil renforcé = teneur du sol au-dessous de laquelle il faut renforcer la fumure au-delà de la stricte compensation des exportations.

Seuil impasse = : teneur au-dessus de laquelle il est possible de réaliser une impasse de fumure

Culture la plus exigeante en P de notre dispositif : la luzerne (culture fortement exigeante)

Cultures les plus exigeantes en K : la luzerne et la féverole (cultures moyennement exigeantes)

La teneur en potassium échangeable reste satisfaisante en lien avec la richesse historique du sol. En considérant la perte par an, le seuil K devrait être atteint dans 19 ans. Les parcelles récemment ajoutées au dispositif sont au-dessus du seuil Impasse (P237 : K20=248, P238 : K20 = 247).

Pour le phosphore, les teneurs sont plus préoccupantes bien qu'encore loin des seuils les plus bas rencontrés dans la région en bio. En 2020, 4 des parcelles sont en dessous du seuil P renforcé : P236, P235, P232. Une parcelle est au niveau du seuil : P234. 4 parcelles sont entre le seuil Renforcé et le seuil Impasse : P231 et P233 + les dernières parcelles intégrées dans

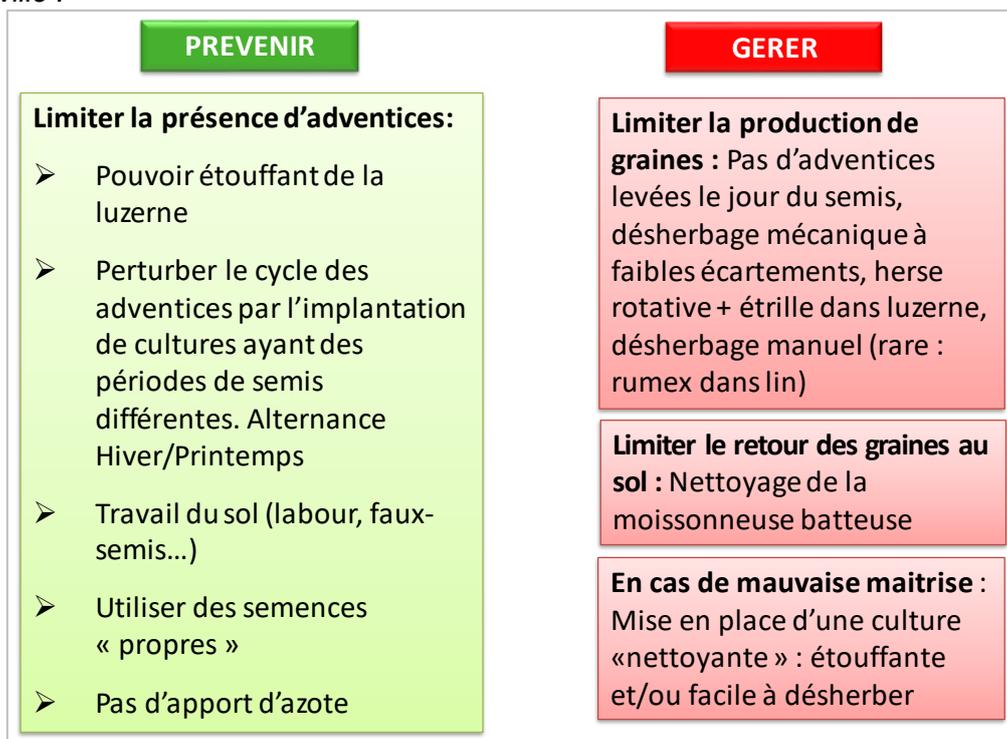
le dispositif P237 (P205 Olsen : 70) et P238 (69). En considérant la perte par an, il faudra 7 ans et demi pour atteindre le seuil de 20 mg/kg (= seuil Renforcé pour les cultures les faiblement exigeantes).

La fertilité des sols est aujourd'hui un sujet prioritaire de recherche en bio. De nombreux systèmes français bio dits « autonomes », y compris avec de l'élevage, ont montré des baisses de production liées à un appauvrissement des sols bio (observations convergentes chez des producteurs bio). D'après l'intervention de T.Nesme (INRA), aux Innovations Agronomiques 51 – 2016, pour le phosphore, les exploitations AB ont recours indirectement à la fertilité héritée des engrais de synthèse (yc avec de l'élevage). Par cette dépendance à l'agriculture conventionnelle, la question de la durabilité des systèmes bio se pose aujourd'hui. L'étude du système bio de Boigneville contribuera sur le long terme à apporter des éléments de compréhension et donc des solutions.

Résultats sur la gestion des adventices

Concernant les adventices, les stratégies mises en place sont détaillées dans la figure qui suit.

Leviers de gestion des adventices mis en place dans le dispositif GC bio autonome de Boigneville :



Nature des adventices présentes : des dicotylédones (renouée liseron, gaillet, chénopodes) et des vivaces (chardon).

Les stratégies mises en place donnent satisfaction au vu des notations réalisées. La maîtrise des adventices est globalement bonne, exceptions faites du lin et de la féverole certaines années. Elle ne se dégrade pas au fil du temps grâce aux leviers mis en place.

En 2021, la fin de cycle humide a permis un développement inhabituel d'adventices à l'origine des moins bonnes notes. La lentille rejoint sans surprise les cultures dites « salissantes ». La présence de cameline semée à la volée ne nous a pas permis de réaliser un binage.

Notes de satisfaction obtenues (note de 1 à 10, 10 correspondant à une parcelle exempte d'adventices) :

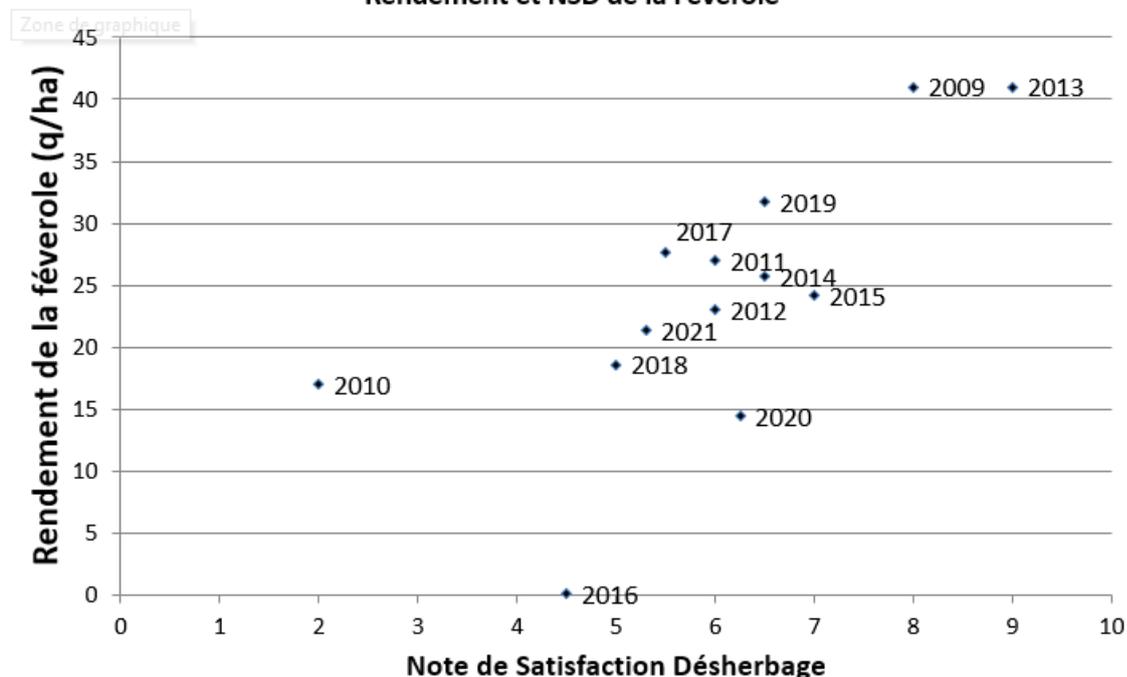
Année	Blé de Luzerne	Blé/Blé	Lin	Féverole	Blé de féverole	Orge de printemps	Lentille	Tournesol
2009	7		4	8	5			
2010	8		4	2	7			
2011	7		4	6	7			
2012	6.5		6	6	8			
2013	7.5		6.5	9	8.5			
2014	8		4	6.5	8.5			
2015	8		5.5	7	8	8		
2016	7.5	8	4.5	4.5	8	6		
2017	8.5	8	6.5	5.5	7.5	6		
2018	8.5	7.5	3.5	5	7.5	7		
2019	8.5	9	6	6.5	7	6		
2020	8.5	7.5	6.8	6.3	7.25 (précédent OP conventionnel)	7 (pour les deux parcelles)		9 (précédent OP conventionnel)
2021	7.25	6.5	4.8	5.3	6.25	6	5.25	6.5
Moyenne par culture	7.8	7.8	5.1	6.0	7.4	6.5	5.3	9

Pour en savoir plus sur la méthode de détermination des NSD (Notes de Satisfaction Désherbage) : <https://www.youtube.com/watch?v=qXygmT2w0BQ>)

Concernant la féverole, la maîtrise de l'enherbement dans cette culture est très liée aux biomasses présentes en juin et jusqu'à la récolte. En effet, une perte précoce des feuilles en lien avec une attaque de rouille entraîne une moindre concurrence de la culture vis-à-vis des adventices. Ainsi quand les rendements sont faibles, les NSD sont également peu satisfaisantes.

Féverole : rendements et notes de satisfaction de la gestion des adventices

Rendement et NSD de la Féverole



5. LES RESULTATS ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Des résultats à l'échelle d'une ferme de 300 ha et 2 actifs

Des méthodes d'extrapolation mises au point par ARVALIS et éprouvées depuis de nombreuses années permettent d'extrapoler les résultats obtenus sur le dispositif bio à une exploitation de 300 ha pour 2 actifs.

Cette surface d'extrapolation de 300 ha est prise en compte au quotidien dans le choix et la gestion des interventions. Les cultures ne sont binées par exemple dans le dispositif que si les jours disponibles sont suffisants pour le faire sur une ferme de 300 ha.

Le parc matériel de la ferme de 300 ha a été défini de manière optimisée en fonction du contexte pédoclimatique de Boigneville, de la taille de l'exploitation et de la main d'œuvre disponible. Biais à signaler : le parc matériel est plus optimisé qu'en situation réelle.

Le parc matériel de la ferme bio extrapolée à 300 ha :

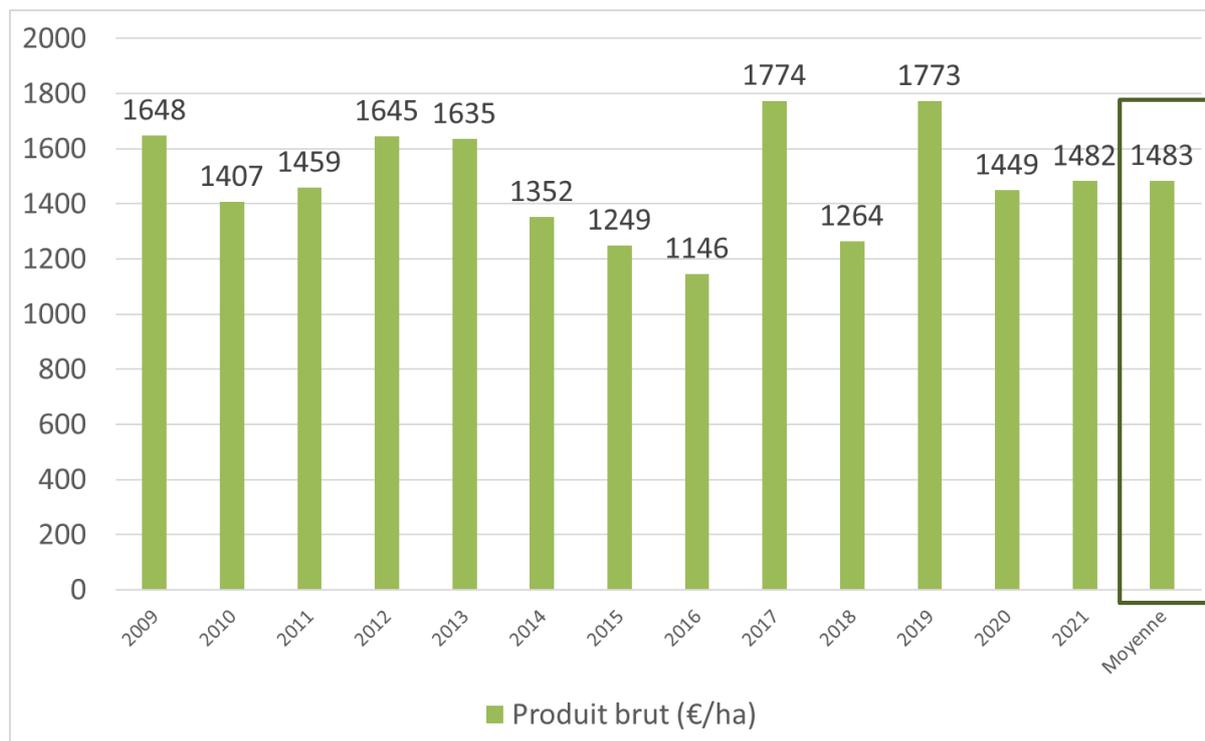
- 3 tracteurs : 110 cv – 180 cv – 220 cv
- 1 moissonneuse batteuse 6 m
- 1 déchaumeur à disques indépendants 5m
- 1 déchaumeur à dents 5.50 m
- 1 vibro déchaumeur 6 m
- 1 charrue 6 corps
- 1 vibroculteur 6m
- 1 rouleau lisse 12 m
- 1 combiné (semoir + rotative) 4 m (écart.15cm)
- 1 bineuse guidage camera 4 m
- 1 herse étrille 12 m
- 2 bennes de 12 t

Les données extrapolées sont ensuite analysées via l'outil SYSTERRE. Cet outil permet de calculer de nombreux indicateurs visant à qualifier la performance technique, économique et environnement du système étudié.

Evolution des produits

Les produits correspondent au rendement * prix + aides. Depuis le début, ils sont assez stables avec une moyenne de 1486 €/ha sur 2009-2021, de 1548 €/ha sur 2017-2021 (contexte avec des prix du blé plus élevés).

Evolution des produits bruts (€/hectare) du système bio sur la période 2009-2021



Evolution des aides

Le tableau ci-dessous montre l'évolution des aides ainsi que leur répartition de 2009 à 2021. Le niveau moyen des aides a baissé de 24% entre 2009 et 2021. Cette baisse est essentiellement liée à la diminution des aides découplées et couplées. La baisse des aides couplées s'explique par l'allongement de la rotation dans le dispositif. La partie aide bio au maintien est restée stable sur la période. Depuis 2018, l'aide au maintien est gérée par la région Ile de France (spécificité régionale).

Détail des aides du système bio sur la période 2009-2021

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aides découplées (€/ha)	273	294	291	291	288	259	250	232	228	224	208	204	204
Aide nationale au maintien (€/ha)					90	100	160	160	160				
Aides régionale au maintien (€/ha)	151	151	151	151	60	60				160	160	160	160
Aides couplées (€/ha)	111	72	71	72	72	69	79	42	42	54	64	46	44
Total des aides perçues (€/ha)	535	517	514	514	510	492	489	463	438	415	410	405	405

Evolution des prix

Prix réels payés par culture par nos organismes collecteurs (changement d'organisme collecteur en 2017)

Année	Prix de vente (€/t)									
	BTH de luzerne	Blé de féverole	Blé de blé	Féverole	Luzerne1	Luzerne2	Lin de P	Orge de P	Tournesol	Lentille
2009	325	325		355	73	73	700			
2010	325	325		355	85	85	1000			
2011	400	400		330	114	114	1000			
2012	400	400		400	91	91	1080			
2013	263	340		350	100	100	1400			
2014	351	346		350	76	76	1200			
2015	350	270		350	70	70	1300	350		
2016	350	350	350	350	70	70	1380	270		
2017	450	450	445	400	91	91	1400	370		
2018	489	480	360	400	91	91	1400	370		
2019	501	501	487	372	75	75	1300	372		
2020	490	490	490	350	75	75	1300	350	670	
2021	460	460	460	460	80	80	1350	410	660	1200
Moyenne 2009-2021	396	395	432*	371	84	84	1216	356*	670*	1200*

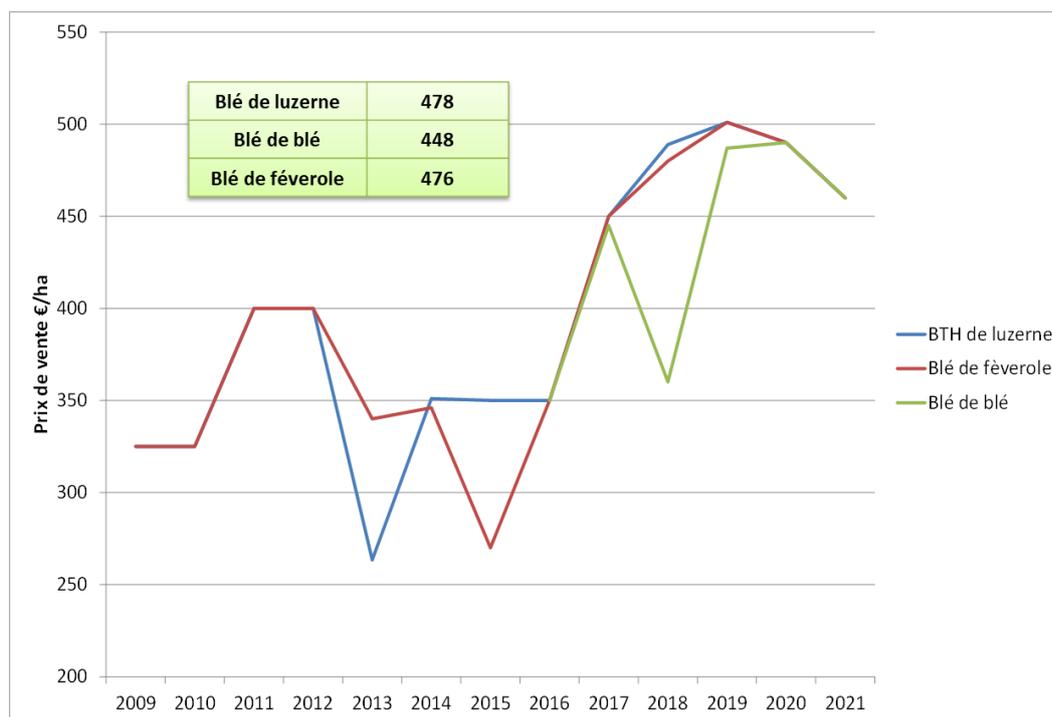
Pour 2021, les prix sont prévisionnels, source collecteur.

Explications des prix pour l'orge de printemps : une seule année (2016) de déclassement en orge fourragère. Pour toutes les autres années, malgré des taux de protéine inférieures à 9.5%, seules des réfections ont été faites. Selon les années, les collecteurs sont amenés à adapter les seuils de qualité.

Explications des prix de luzerne : La luzerne est valorisée en déshydratation (2 fauches si possible la 1^e année ; 1 fauche la 2^e année, la 2^e étant laissée sur place pour limiter les exportations d'éléments minéraux).

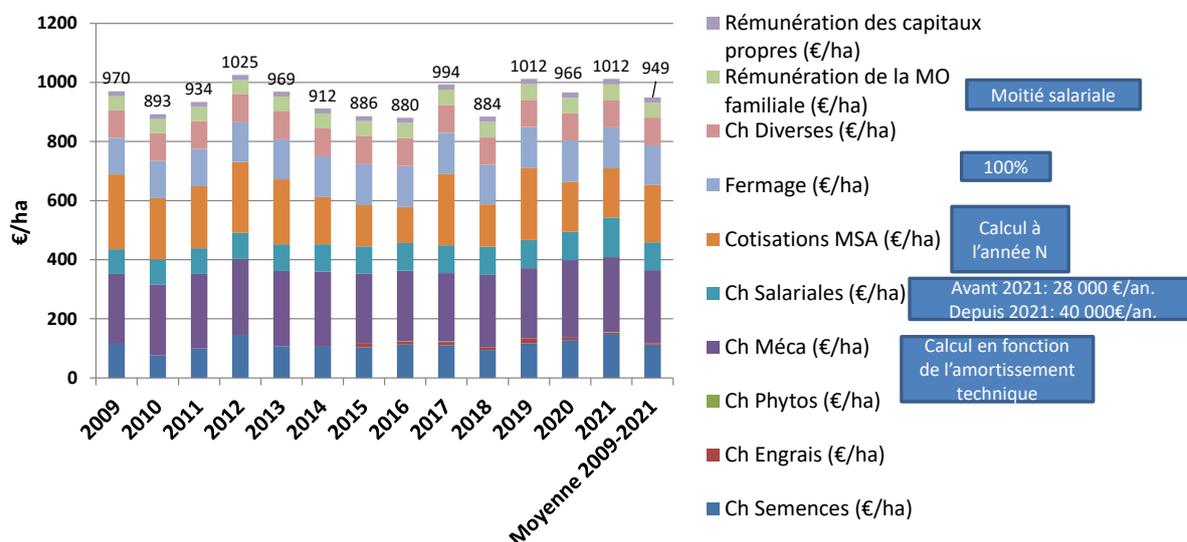
Explications des prix du blé : Les prix bas s'expliquent soit par un débouché fourrager (cas en 2015 pour le blé de féverole (gluten humide : 14.7)), soit par des pénalités (2013 : Blé de luzerne en lien avec sa valeur gluten humide (16.4), 2018 : Blé de blé en lien avec sa teneur en protéines (8.9)). Ces dernières années, les prix du blé sont restés élevés.

Evolution des prix réels des blés du dispositif (Présence du blé sur blé depuis 2016 + 2021 : prix prévisionnels selon le collecteur)



Des charges complètes sortie champs maîtrisées et stables

Evolution des charges complètes pour le système bio de Boigneville extrapolé à 300 ha et 2 actifs :



En moyenne, les charges complètes (= intégrant la rémunération des capitaux propres + main d'œuvre familiale + 100% des terres rémunérées au niveau du fermage) sont assez stables et s'élèvent à 949€/ha (moyenne 2009-2021).

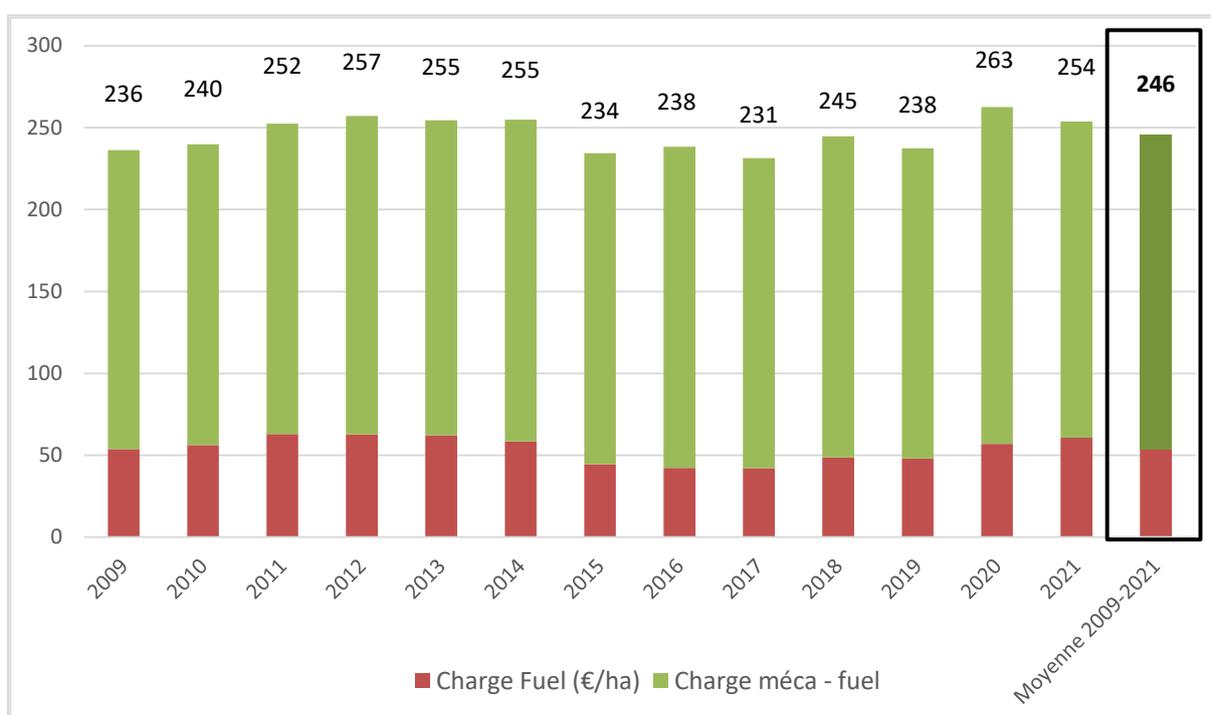
Les charges de mécanisation et de main d'œuvre (familiale, charges sociales exploitant et salariée) représentent respectivement 26 et 36% des charges totales soit en cumulé quasiment les 2/3 des charges. A noter que le poste cotisations sociales de l'exploitant qui

représente 58% des charges de main d'œuvre en moyenne, est l'un des postes les plus variables en valeur absolue : de 122 à 253 €/ha : elles sont dépendantes du revenu dégagé par le système chaque année (à noter que le calcul de la MSA est réalisé à partir des résultats de l'année N).

A noter qu'il a été décidé d'augmenter les charges salariales cette année. Elles sont passées de 28 000 €/an (2009-2020) à 40 000€/an (2021). Cf données issues du RICA Otex 15 et 16.

Les charges de mécanisation sont relativement stables (246 €/ha en moyenne) depuis la mise en place du dispositif. Ceci est normal car le poste « mécanisation » comprend les amortissements (fixes car toujours le même parc matériel) + frais d'entretien (stables car c'est une norme en fonction du prix d'achat) + travaux par tiers (stables également car le parc matériel est constant et que les itinéraires techniques ne font pas appel à de nouveaux outils). Finalement, seul le prix du fioul change d'une année à l'autre. Son poids sur le niveau des charges de mécanisation reste cependant limité : en moyenne : 22% des charges méca totales.

Evolution des charges méca incluant les charges fuel (€/ha) – de 2009 à 2021



Les intrants ne représentent que 12% des charges (autour de 30 à 35% dans les systèmes conventionnels). Le montant des charges opérationnelles dépend quasi exclusivement de l'achat des semences (95% des charges opérationnelles) : une partie des semences sont d'origine fermière – les rapports semences de ferme/semences certifiées choisis reflètent la situation moyenne des fermes régionales. L'achat de kiésérite apportée sur les luzernes depuis 2015 correspond aux 5% restant de charges opérationnelles. Pour rappel, une des spécificités de ce dispositif est d'être autonome vis-à-vis d'apports exogènes de fertilisants à l'exception du soufre, d'où l'absence de charges d'engrais organiques (ce qui n'est pas le cas de la majorité des agriculteurs de grandes cultures bio). Nous avons été amenés, 1 année sur 10, à apporter du sulfate ferrique (produit commercial : Sluxx®) homologué en AB pour lutter contre les limaces sur le blé implanté derrière féverole.

Répartition des semences de ferme / certifiées :

Culture	Semences de ferme	Semences certifiées
BTH	73%	27%
Fèverole	83%	17%
Lin	20%	80%
Luzerne	0	100%
Orge de printemps	55%	45%
Tournesol	0	100%
Lentille	0	100%

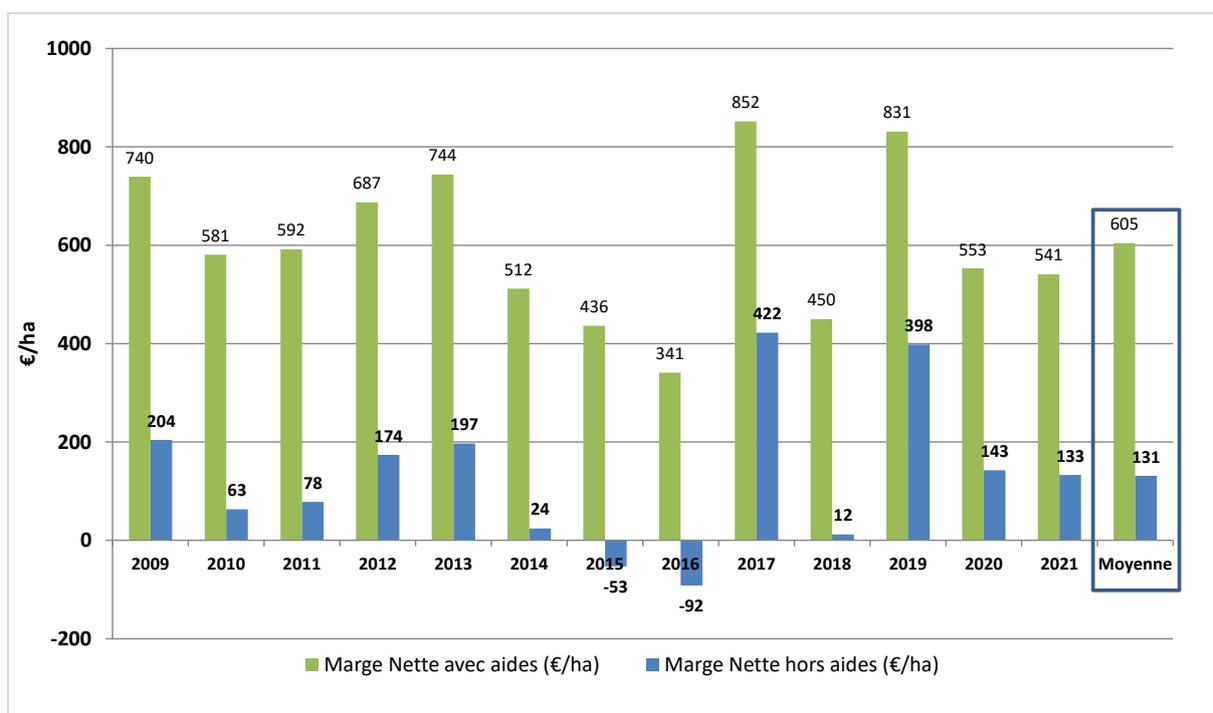
Des marges intéressantes

La marge nette = produit – charges (hors rémunération de l'exploitant et des capitaux propres).

En moyenne, la marge nette avec aides est de 605 €/ha sur 2009-2021, de 645€/ha sur 2017-2021. Sur la période 2009-2021, cette marge varie de 341€/ha à 852€/ha. La marge nette correspond à ce qu'il reste à l'agriculteur pour réinvestir, vivre et payer ses impôts.

4 années sur 13, la marge nette dégagée hors aides est proche de zéro voir négative. Ceci est malgré tout positif car en conventionnel, cette valeur est quasiment toujours négative.

Marges nettes du dispositif bio de 2009 à 2021



Blé de luzerne, la culture la plus rémunératrice à l'hectare

Le blé de luzerne est la culture qui dégage significativement le plus de marge à l'hectare, suivie par le blé sur blé. Ces bons résultats sont rendus possibles grâce à la présence de luzerne dans le système. Sans surprise, cette dernière suite aux difficultés techniques rencontrées ces dernières années présente des marges faibles, voire négatives.

Marge nette par culture du dispositif bio de 2009 à 2021

2009-2021	Blé de féverole	Blé de luzerne	Féverole Hiver	Lin Printemps	Luzerne 1	Luzerne 2	Orge Printemps	Blé de blé	Tournesol	Lentille
Année d'arrivée	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2015	2016	2020	2021
Marge Nette avec aides (€/ha)	535	1145	566	763	233	458	448	824	703	288

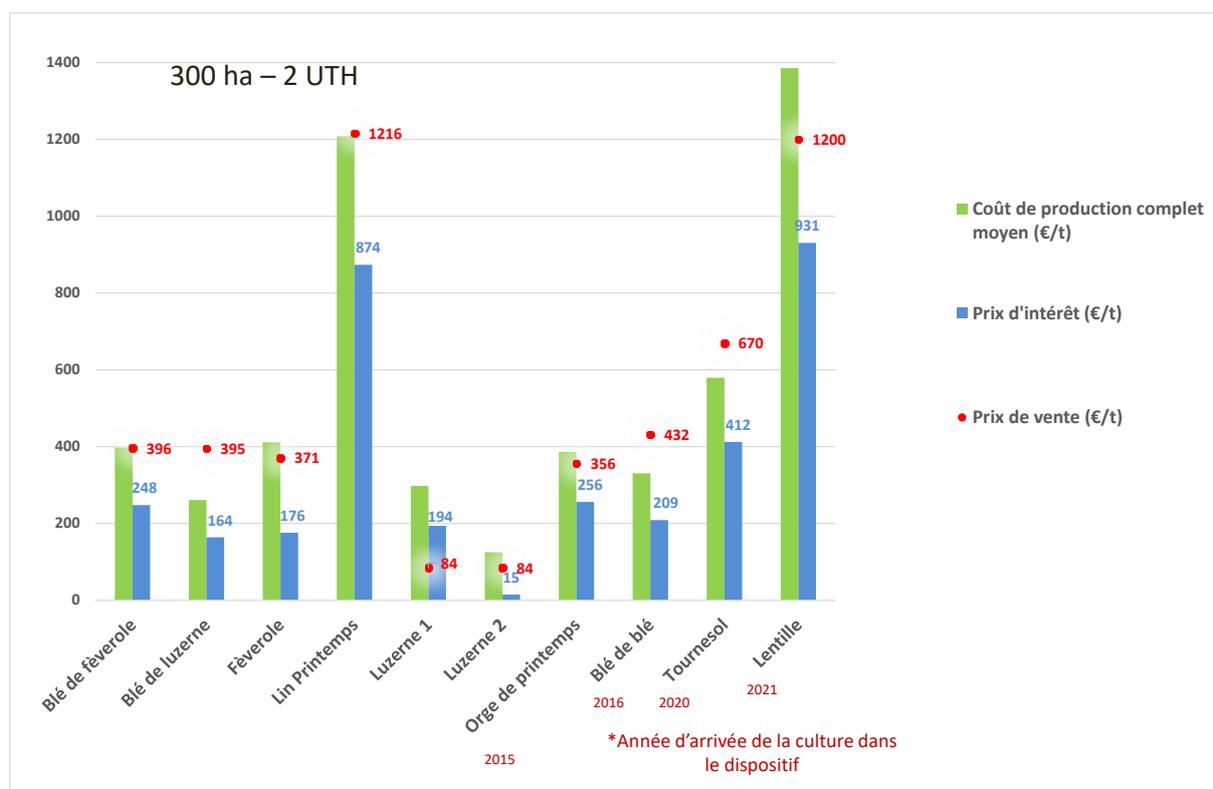
Marge nette par culture du dispositif bio de 2017 à 2021

2017-2021	Blé de féverole	Blé de luzerne	Féverole Hiver	Lin Printemps	Luzerne 1	Luzerne 2	Orge Printemps	Blé de blé	Tournesol	Lentille
Année d'arrivée	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2015	2016	2020	2021
Marge Nette avec aides (€/ha)	614	1678	560	585	-42	350	527	910	703	288

Blé panifiable et Lin oléagineux, les cultures rémunératrices

Coût de production moyen complet par culture de 2009 à 2021 sur le dispositif bio de Boigneville – Comparaison avec le prix de vente moyen sur la même période, et le prix d'intérêt (coût de production - les aides en €/t.).

Coût complet – détail par culture de 2009 à 2021 excepté pour l'orge de printemps (moyenne 2015-2021) – Blé sur Blé (moyenne 2016-2021) - Tournesol (moyenne 2020-2021) et Lentille (2021)



	Blé de féverole	Blé de luzerne	Féverole	Lin Printemps	Luzerne 1	Luzerne 2	Orge de printemps	Blé de blé	Tournesol	Lentille
Ch Semences (€/t)	39	24	34	135	38	0	49	37	91	257
Ch Engrais (€/t)	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0
Ch Phytos (€/t)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ch Méca (€/t)	114	77	125	318	12	6	108	89	171	369
Ch Salariales (€/t)	40	27	44	115	10	8	38	35	65	171
Cotisations MSA (€/t)	71	46	80	159	37	40	60	59	77	209
Fermeage (€/t)	50	32	56	111	26	28	47	45	64	174
Ch Diverses (€/t)	35	22	39	78	18	19	32	30	43	116
Rémunération MO familiale (€/t)	21	15	23	62	5	4	20	18	30	67
Rémunération Capitaux propres (€/t)	6	4	7	14	3	4	6	6	8	24
Coût de production complet moyen (€/t)	398	261	411	1208	297	125	387	331	579	1386
Prix de vente (€/t)	396	395	371	1216	84	84	356	432	665	1200
Prix de vente - CP	-1	134	-40	8	-213	-41	-31	101	86	-186
Aides couplées (€/t)	0	0	66	0	26	27	0	0	0	0
Aides découplées + Bio (€/t)	150	97	169	335	78	83	130	122	167	455
Aides totales (€/t)	150	97	236	335	104	110	130	122	167	455
Prix d'intérêt (€/t)	248	164	176	874	194	15	256	209	412	931

Les prix de vente correspondent aux prix moyens réels de nos collecteurs.

Si on prend en compte les aides PAC et les aides spécifiques à l'Agriculture Biologique, à l'exception de la luzerne 1^{ère} année, toutes les cultures ont un prix de vente supérieur à leur prix d'intérêt (coût de production complet – aides) et permettent donc de dégager une marge nette positive. Tous les facteurs de production sont rémunérés y compris la main d'œuvre familiale à hauteur d'un chauffeur de tracteur qualifié.

Le prix de vente est même supérieur au coût de production complet, en moyenne, pour les blés précédents luzerne et blé, le lin oléagineux et le tournesol.

En revanche, pour la féverole, la luzerne, et la lentille (attention une seule année), le prix de vente est inférieur en moyenne au coût de production complet.

Malgré des résultats économiques moindres, la luzerne et la féverole ont un intérêt agronomique conséquent pour les autres cultures de la rotation : apport d'azote (luzerne, féverole), levier de maîtrise des adventices (luzerne, car c'est une culture pluriannuelle, et les fauches répétées dans la culture). Elles permettent aux blés qui suivent, d'atteindre un débouché panifiable tout en ayant un niveau de rendement satisfaisant. Ces deux cultures contribuent donc indirectement aux résultats économiques observés sur les autres cultures.

Concernant la lentille, même si la campagne a été peu favorable à cette culture, elle a permis de dégager une marge nette positive après intégration des aides ce qui laisse penser à d'encore meilleurs résultats lorsque les résultats techniques seront au rendez-vous.

Ces résultats moyens reflètent bien les résultats obtenus au cours de ces 13 années.

Coût complet – détail par culture et par année de 2009 à 2021 excepté pour l'orge de printemps (moyenne 2015-2021) – Blé sur Blé (moyenne 2016-2021) - Tournesol (moyenne 2020-2021) et Lentille (2021)

Culture	Indicateur	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Nb d'années avec Prix>CP	MOYENNE
Blé de luzerne	Coût de Production Complet (€/t)	222	264	256	401	228	274	251	382	228	281	176	208	224		261
	Prix de vente (€/t)	325	325	400	400	263	351	350	350	450	489	501	490	460		396
	Prix de vente - CP	103	61	144	-1	35	77	99	-32	222	208	325	282	236	12/13 années	135
Blé de Blé	Coût de Production Complet (€/t)								384	305	376	235	316	367		330
	Prix de vente (€/t)								350	445	360	487	490	460		432
	Prix de vente - CP								-34	140	-16	252	174	93	4/6 années	102
Blé de fêverole	Coût de Production Complet (€/t)	299	366	370	402	402	363	279	505	253	539	460	423	508		398
	Prix de vente (€/t)	325	325	400	400	340	346	270	350	450	480	501	490	460		395
	Prix de vente - CP	26	-41	30	-2	-62	-17	-9	-155	197	-59	41	67	-48	5/13 années	-2
Orge de Printemps	Coût de Production Complet (€/t)							432	392	226	485	325	361	485		387
	Prix de vente (€/t)							270	350	370	370	372	350	410		356
	Prix de vente - CP							-162	-42	144	-115	47	-11	-75	2/7 années	-31
Tournesol	Coût de Production Complet (€/t)												702	456		579
	Prix de vente (€/t)												670	660		665
	Prix de vente - CP												-32	204	1/2 années	86
Féverole d'Hiver	Coût de Production Complet (€/t)	273	589	413	467	252	354	386		367	467	311	616	440		411
	Prix de vente (€/t)	355	355	330	400	350	350	350	350	400	400	372	350	460		371
	Prix de vente - CP	82	-234	-83	-67	98	-4	-36		33	-67	61	-266	20	5/12 années	-40
Luzerne 1	Coût de Production Complet (€/t)	81	59	105	213	158	256	126	87	403	147	191	362	1679		297
	Prix de vente (€/t)	73	85	114	91	100	76	70	70	91	91	75	75	80		84
	Prix de vente - CP	-8	26	9	-122	-58	-181	-56	-17	-312	-56	-116	-287	-1599	2/13 années	-214
Luzerne 2	Coût de Production Complet (€/t)	125	88	70	132	96	143	89	191	145	206	113	152	74		125
	Prix de vente (€/t)	73	85	114	91	100	76	70	70	91	91	75	75	80		84
	Prix de vente - CP	-52	-3	44	-41	4	-68	-19	-121	-54	-115	-38	-77	6	3/13 années	-41
Lin de Printemps	Coût de Production Complet (€/t)	606	1032	2840	453	835	1006	1628	897	962	1645	1536	1166	1101		1208
	Prix de vente (€/t)	700	1000	1000	1080	1400	1200	1300	1380	1400	1400	1300	1300	1350		1216
	Prix de vente - CP	94	-32	-1840	627	565	194	-328	483	438	-245	-236	134	249	8/13 années	8
Lentilles	Coût de Production Complet (€/t)													1386		1386
	Prix de vente (€/t)													1200		1200
	Prix de vente - CP													-186	0/1 année	-186

Un système rentable dans un contexte favorable au bio (prix + aides)

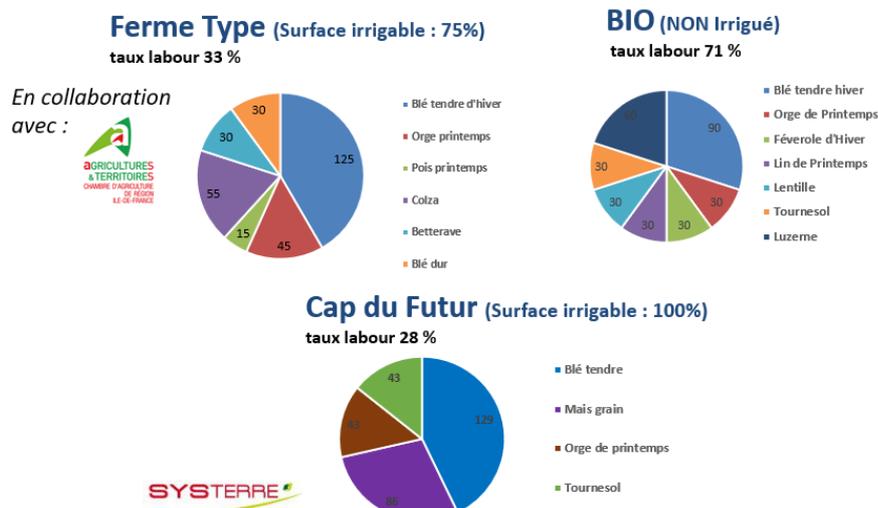
Nous vous proposons de comparer les résultats du dispositif BIO autonome avec ceux du dispositif CAP DU FUTUR mis en place sur Boigneville depuis 2017 (= dispositif conventionnel irrigué, dédié à la gestion des adventices) et ceux d'une ferme type « conventionnelle » (FT) construite en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de région Ile de France (ferme virtuelle représentative d'une ferme conventionnelle performante sur notre secteur)

Dans ces trois systèmes (CAP, BIO et FT), la SAU est identique (300 ha), tandis que le nombre d'actifs et le parc matériel sont dimensionnés en cohérence avec la conduite de chaque système sur 300 ha.

Contrairement aux autres dispositifs, le dispositif BIO n'intègre pas de sols superficiels.

Présentation des trois dispositifs : CAP, BIO, Ferme-type – Cultures en fonction de leurs surfaces en hectares

Espèces – Surface (Ha)



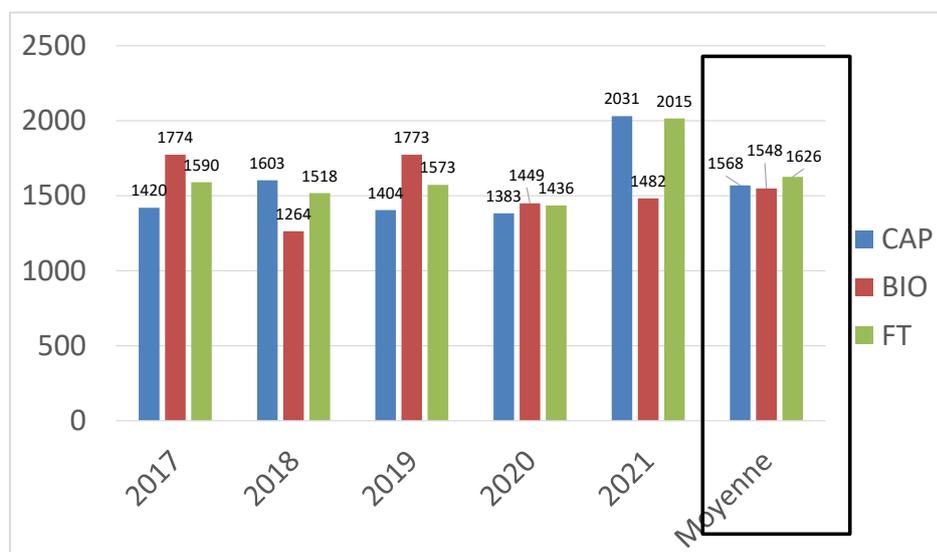
Evaluation multicritères sur 5 ans 2017 à 2021 (Outil utilisé : SYSTERRE®) : exemples d'indicateurs étudiés

Moyenne Récolte 2017 à 2021	Ferme Type	BIO	Cap du Futur
Surface (ha)	300	300	300
Main d'oeuvre salariale (UTH)	0.5	1	1
Main d'oeuvre familiale (UTH)	1	1	1
Surface / UTH (ha)	200	150	150
Surface Irrigable (%)	75	0	100
Temps de travail Total (h/ha)	3.1	3.8	4.8
Aides couplées (€/ha)	7	50	9
Aides découplées (€/ha)	212	373	211
Produit brut (€/ha)	1626	1548	1568
Ch Intrants Total (€/ha)	530	131	537
Marge Brute avec aides (€/ha)	1096	1418	1031
Ch Méca hors irrig (€/ha)	280	244	322
Ch Méca Irrigation (€/ha)	37	0	60
Ch Salariales (€/ha)	52	103	102
Cotisations MSA (€/ha)	122	192	82
Marge Nette avec aides (€/ha)	380	646	237
Marge Nette hors aides (€/ha)	161	222	17

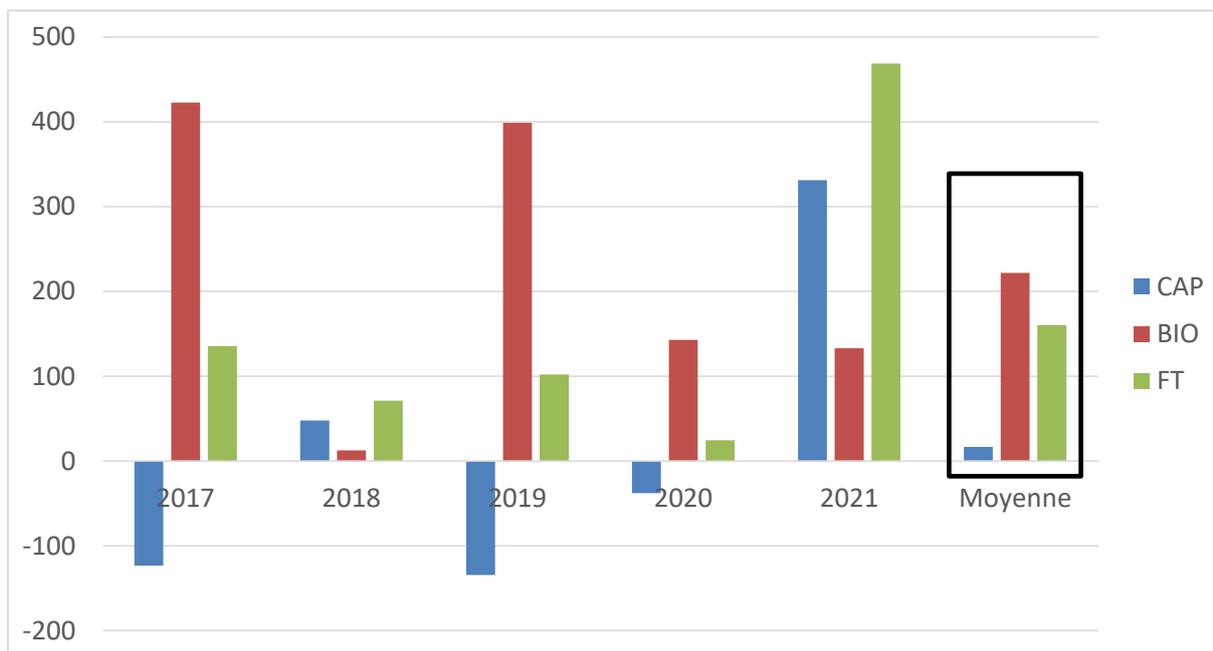
Remarque : Les charges méca du Cap du Futur sont pénalisés par la présence de chanvre (coût prestations élevées).

Sur le plan économique, le dispositif bio est le système le plus performant. La marge nette dégagée est 2 à 4 fois plus élevée que les autres systèmes. Cette performance s'explique principalement par des charges moins élevées (-25 à -30%) pour un produit brut ((rendement x prix de vente) + aides) équivalent voir supérieur aux autres systèmes. Il est légèrement avantagé par l'absence de sols superficiels.

Evolution des produits pour les 3 systèmes sur 5 ans 2017 à 2021 (Outil utilisé : SYSTERRE®)



Evolution des marges nettes hors aides pour les 3 systèmes sur 5 ans 2017 à 2021 (Outil utilisé : SYSTERRE®)



Hors aides, le système bio dégage également la meilleure marge nette hors aides moyenne par hectare entre 2017 et 2021 (222€/ha, soit 66 600€ pour 300 ha).

Les résultats du système bio grandes cultures autonome de Boigneville mettent en évidence que cette ferme est performante économiquement avec une forte variabilité de rentabilité des cultures entre elles. Ce point est une des caractéristiques économiques des systèmes de production biologiques : la nécessité de diversifier les cultures ayant des rentabilités économiques et des intérêts agronomiques parfois très différents. Cela montre également l'importance d'avoir une approche économique à la fois à la culture mais également à l'échelle de la rotation et/ou du système de production. Comme pour tout système de production, les bons résultats du système bio sont dépendants du contexte prix de vente qui sur la période (2009-2021), ont été plutôt favorables.

De plus, il faudra surveiller à long terme que l'absence d'apports exogènes de fertilisants à l'exception du soufre ne dégradera pas la capacité productive de nos parcelles.

Les indicateurs environnementaux

Concernant les indicateurs environnementaux, du fait de l'absence d'apports de fertilisants et de produits phytosanitaires, le système BIO contribue de manière satisfaisante à la qualité du milieu. L'absence totale d'apport de fertilisants extérieurs ne signifie pas pour autant une absence totale de pertes d'azote dans les eaux. Une analyse approfondie des dynamiques de minéralisation de l'azote issu des légumineuses nous a en effet amené à identifier des pertes d'azote après destruction de la luzerne, lorsque l'absorption par la culture suivante est faible sur cette période de minéralisation. Des simulations avec SYST'N sont prévues dans les mois à venir.

Moyenne Récolte 2017 à 2021	Ferme Type	BIO	Cap du Futur
N Total (kg/ha)	164	0	169
Quantité Irrigation (m3/ha)	205	0	680
Consommation Carburant (L/ha)	68	84	81
Consommation Energie Primaire Totale (MJ/ha)	16411	4666	22285
Emissions GES Totales (kgéqCO2/ha)	2524	405	2666
Production Energie Brute (MJ/ha)	129975	51227	125355
Efficiency Energie	8	11	6

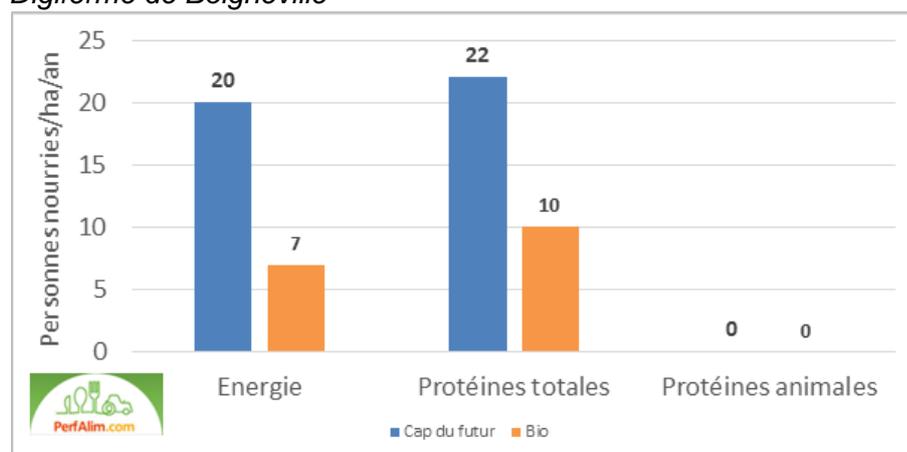
L'absence de recours à l'irrigation et la non utilisation d'azote minéral sont à l'origine d'une faible consommation en Energie Primaire Totale et de faibles émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). La consommation d'énergie du système se limite au matériel (fabrication matériel + interventions mécaniques). L'efficacité énergétique du système (rapport entre la consommation et la production) est donc élevée (pour 1 unité d'énergie consommée, 11 unités d'énergie sont produites par le système). La production d'énergie brute reste cependant en retrait par rapport aux autres systèmes (du fait des rendements inférieurs obtenus).

Performance nourricière

Une évaluation de la performance nourricière de l'essai bio a été réalisée et mise en regard des résultats des deux autres dispositifs présents à Boigneville. L'évaluation portait sur la moyenne des résultats de l'année 2017 à 2019, à l'échelle d'une ferme de 300 ha, avec 2 actifs.

La performance nourricière, ou potentiel nourricier, (calculé grâce à l'outil PerfAlim®, du CEREOPA) correspond au nombre de personnes potentiellement nourries chaque année grâce aux matières premières agricoles produites sur l'exploitation. Le potentiel nourricier peut être exprimé en énergie, en protéines totales ou en protéines animales. Le calcul considère la quantité de matière première agricole produite, sa valeur nutritionnelle et les besoins nutritionnels moyens d'un individu. Le devenir des matières premières n'est pas pris en compte (impact de la transformation en pain, pâtes...). De plus, seules les matières valorisables en alimentation humaine sont considérées (blé, lait, aliments à base de céréales, animaux et non pas paille, foin, culture semencières, éthanol...). Pour les systèmes présents à Boigneville : la luzerne et le chanvre ne participent pas à la performance alimentaire.

Potentiel nourricier annuel (nombre de personnes nourries/ha/an) des 3 systèmes de la Digiferme de Boigneville



Le potentiel nourricier du système bio est inférieur aux autres systèmes de la Digiferme de Boigneville. Ce système permet de couvrir les besoins en énergie de 7 personnes par hectare et par an. Ceci est à lier aux rendements plus faibles obtenus sur ce dispositif bio (environ 50% des rendements du dispositif conventionnel Cap du futur). De plus, 2 des 8 cultures de la rotation du système bio (luzernes) ne sont pas à destination de l'alimentation humaine et ne contribuent donc pas à la performance nourricière.

6. LES ACTIONS DE COMMUNICATION SUR LE DISPOSITIF AUTONOME

Type de Communication	Date	Forme	Description de la communication	Sujet(s)	Public	Nb de pers.	Intervenant(s)
Communication Orale	15/06/2021 au 17/06/2021	Intervention	Village Bio des CULTURALES	Introduction de la betterave sucrière dans une rotation biologique : résultats sur la ferme-type bio Sud Bassin parisien	Agriculteurs - Techniciens		AL. DE CORDOUE
	22/09/2021	Intervention	Pôle grandes cultures du salon Tech&Bio	Essai Dunière : Etude d'une rotation céréalière en AB sans apport d'effluent d'élevage	Agriculteurs - Techniciens	50	T. RAY
	28/09/2021	Intervention	Rencontre Sym'BIOse	Autonomie des systèmes de grandes cultures sans élevage - expérience de la ferme de Boigneville (91)	Agriculteurs - Techniciens	100	D. BOUTTET
	21/06/2021	Visite essai	Visite dispositifs bio Boigneville	Autonomie des systèmes de grandes cultures sans élevage et systèmes innovants avec couverts inter-rangs- expériences de la ferme de Boigneville (91)	Agriculteurs bio - Techniciens (CAIDF)	12	D.BOUTTET
	18/06/2021	Visite essai	Visite dispositifs bio Boigneville	Autonomie des systèmes de grandes cultures sans élevage et systèmes innovants avec couverts inter-rangs- expériences de la ferme de Boigneville (91)	Etudiants - Enseignants	22	D.BOUTTET
	01/06/2021	Visite essai	Visite dispositifs bio Boigneville	Autonomie des systèmes de grandes cultures sans élevage et systèmes innovants avec couverts inter-rangs- expériences de la ferme de Boigneville (91)	Agriculteurs - Techniciens (CAIDF)	17	D.BOUTTET
	27/05/2021	Visite essai	Visite dispositifs bio Boigneville	Autonomie des systèmes de grandes cultures sans élevage et systèmes innovants avec couverts inter-rangs- expériences de la ferme de Boigneville (91)	Agriculteurs - Techniciens (CA28)	24	D.BOUTTET
	28/01/2021	Visite essai	Visite dispositifs bio Boigneville	Autonomie des systèmes de grandes cultures sans élevage et systèmes innovants avec couverts inter-rangs- expériences de la ferme de Boigneville (91)	Etudiants - Enseignants	22	D.BOUTTET
Communication Ecrite	mars-21	Article	Article Perspectives agricoles n°486	Essai système bio autonome de Boigneville - Onze ans de références techniques	Agriculteurs - Techniciens		D. BOUTTET P. RETAUREAU
	avr-21	Article	Article Perspectives agricoles n°487	Essai système bio autonome de Boigneville - Une ferme rentable dans un contexte favorable	Agriculteurs - Techniciens		D. BOUTTET P. RETAUREAU
	15 au 17/06/2021	Poster	CULTURALES - Village bio	Exemple d'une ferme-type de grande culture du Sud Bassin Parisien	Agriculteurs - Techniciens		AL. DE CORDOUE
	15 au 17/06/2021	Poster	CULTURALES - Village bio et TERR'EAU BIO	Mettre en place des leviers agronomiques en fonction de la biologie des adventices - Combiner les leviers pour gérer les adventices	Agriculteurs - Techniciens		D. BOUTTET - C. VACHER
Stagiaire	05/04/2021 au 30/09/2021			Dispositif innovant de gestion des couverts vivants en grandes cultures biologiques : mise en place d'une méthodologie multicritères et élaboration du protocole de suivi expérimental.	Stagiaire : Audrey PEGUES		D.BOUTTET
Formation	25/05/2021	Inter		Les bases techniques et agronomiques pour réussir les grandes cultures en agriculture biologique			Delphine BOUTTET - Cécile LE GALL

7. LES AUTRES DISPOSITIFS BIO DE BOIGNEVILLE

Parcelle 13 Boigneville : Etude de la faisabilité et de l'intérêt technico-économique du bio dans des sols très superficiels. En 2021, nous étions en Luzerne 3^{ème} année. La campagne 2021 nous a permis de contrôler enfin le brome grâce à l'ensilage réalisé précocement.

Parcelle 72 Boigneville : Mise en place d'une nouvelle thématique d'étude : intérêt et faisabilité d'une technique innovante de broyage inter-rangs permettant la mise en œuvre de couverts permanents en bio (agriculture de conservation). Un système dit de référence a été également mis en place : système Grandes Cultures bio avec une base trèfle. Un mémoire de fin d'étude a été réalisé sur la campagne 2020-2021 : PÈGUES, Audrey, 2021, Évaluation multicritère ex-ante d'un dispositif étudiant la faisabilité et l'intérêt d'un système de grandes cultures biologiques dans le Bassin parisien intégrant des couverts permanents fauchés en inter-rang, 33 pages, mémoire de fin d'études, VetAgro Sup campus agronomique de Clermont-Ferrand – Lempdes, 2021

Voici le résumé du rapport :

L'objectif de cette étude est d'évaluer *a priori* la faisabilité et l'intérêt d'un système grandes cultures biologiques franciliens qui intègre l'utilisation de couverts permanents fauchés en inter-rang. Pour ce faire, deux systèmes de cultures ont été imaginés à dire d'experts selon une entrée d'absence de débouché luzerne en respectant un cahier des charges défini, puis ils ont été évalués *ex-ante* via l'outil SYSTERRE® afin de réaliser une analyse multicritères. Il ressort de ce travail deux rotations diversifiées de 12 ans, avec un système de référence avec une jachère annuelle de trèfle et un système innovant qui utilise les couverts permanents en inter-rang. L'analyse *a priori* de cette technique innovante montre que le système est pertinent d'un point de vue technique, économique et environnementale en absence de débouché luzerne. Ce système semble même plus robuste que le système de référence face à des aléas de prix ou des contraintes de fertilisation. Même dans un contexte actuel de débouché déshydratation de la luzerne, ce type de système innovant reste tout à fait pertinent. L'absence de données terrain sur cette technique a contraint de formuler de nombreuses hypothèses à dire d'experts qui devront être vérifiées à partir des mesures obtenues directement sur le dispositif de Boigneville.

Mots clés : agriculture biologique, grandes cultures, couvert permanent, fauchage inter-rang, évaluation *ex-ante*, analyse multicritère

Le rapport de stage est disponible sur demande.

8. LES ESSAIS ANNUELS

L'ensemble des essais annuels ont été intégrés dans des synthèses multipartenaires.

Retrouvez l'ensemble des synthèses en suivant ces liens :

<https://www.arvalis-infos.fr/ma-s-bio-telechargez-la-synthese-des-essais-2019-@/view-31606-arvarticle.html>

<https://www.arvalis-infos.fr/cereales-a-paille-conduites-en-bio-telechargez-la-synthese-des-essais-2019-@/view-31042-arvarticle.html>

<https://www.arvalis-infos.fr/cereales-a-paille-conduites-en-ab-nos-preconisations-pour-les-semis-2019-@/view-33370-arvarticle.html>